



Centro Universitário de Brasília

ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE E CUSTO DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM POLIUREIA

ESTUDO DE CASO EM UMA OBRA DE BRASÍLIA DISTRITO FEDERAL

Wanderson Gualberto Peres¹

RESUMO

A impermeabilização é uma etapa essencial nos sistemas construtivos, pois tem como principal função garantir a estanqueidade das edificações. Nesse contexto, a poliureia destaca-se como uma tecnologia inovadora de impermeabilização, caracterizada pela elevada elasticidade, rápida cura e alta resistência mecânica e química. Este trabalho tem como objetivo apresentar uma análise da produtividade e do custo do sistema de impermeabilização em poliureia, por meio de estudo de caso realizado em uma laje de cobertura com área impermeabilizada total de 1040,82m² em uma obra localizada no Distrito Federal. Foram identificados os recursos necessários relativos à mão de obra, materiais, prazo de execução, cuidados e custos envolvidos na etapa de impermeabilização. A aplicação prática na obra permitiu o acompanhamento do processo, coleta de dados e posterior análise comparativa com referências de produtividade do sistema tradicional de manta asfáltica. Os resultados evidenciam que o sistema em poliureia apresenta produtividade superior, atingindo 6,76 m²/h, quando comparado aos dados do SINAPI para o sistema em manta asfáltica, que indicam produtividade de 3,62 m²/h. Embora a poliureia apresente custo cerca de 65% superior, essa diferença decorre principalmente dos materiais de maior valor agregado e dos equipamentos específicos exigidos pelo sistema. Em contrapartida, o método proporciona ganhos em prazo, desempenho, qualidade e produtividade, fortalecendo a análise técnica baseada na relação entre custo e benefício.

Palavras-chave: Impermeabilização; poliureia; produtividade

¹ Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (CEUB) como pré-requisito para obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Projetos Execução e Manutenção de Edificações, sob orientação do Prof. Me. Gabriela de Athayde Duboc Bahia, realizada em 19/02/2026, composta pelos professores-avaliadores Prof. Me. Flávio de Queiroz Costa e Prof. Dr. Gilson Ciarallo.

**ANALYSIS OF PRODUCTIVITY AND COST OF THE POLYUREA
WATERPROOFING SYSTEM: Case Study in a Construction Site in Brasília,
Federal District**

ABSTRACT

Waterproofing is an essential stage in building systems, as its primary function is to ensure the watertightness of structures. In this context, polyurea stands out as an innovative waterproofing technology, characterized by high elasticity, fast curing, and strong mechanical and chemical resistance. This study aims to present an analysis of the productivity and cost of the polyurea waterproofing system through a case study conducted on a roof slab with a total waterproofed area of 1,040.82 m², in a construction project located in the Federal District, Brazil. The required resources were identified, including labor, materials, execution time, technical precautions, and costs involved in the waterproofing stage. The practical application on site enabled process monitoring, data collection, and subsequent comparative analysis with productivity references for the traditional asphalt membrane system. The results demonstrate that the polyurea system achieved higher productivity, reaching 6.76 m²/h, compared to SINAPI data for the asphalt membrane system, which indicate a productivity rate of 3.62 m²/h. Although polyurea presents a cost approximately 65% higher, this difference is mainly due to the higher value-added materials and the specific equipment required for application. On the other hand, the method provides gains in schedule, performance, quality, and productivity, reinforcing the technical analysis based on the cost-benefit relationship.

Key words: waterproofing; polyurea; productivity

1 INTRODUÇÃO

A impermeabilização desempenha um papel muito importante, quando se trata de conforto, segurança e durabilidade das edificações, pois é por meio desse sistema que se pode impedir a ação indesejada da água garantindo a estanqueidade e proteção de todos os componentes das construções (Freitas, 2017).

Em coberturas residenciais, a manta asfáltica consolidou-se historicamente como o sistema de impermeabilização mais empregado na construção civil brasileira, em razão de sua ampla difusão, custo competitivo e consistente respaldo normativo. Em contrapartida, os avanços tecnológicos nos materiais impermeabilizantes possibilitaram o desenvolvimento de sistemas poliméricos de alto desempenho, como a poliureia, que se destaca pela elevada elasticidade, rápida cura e maior capacidade de acomodar movimentações estruturais e variações térmicas, características especialmente relevantes em coberturas expostas.

Contudo, para que qualquer sistema de impermeabilização apresente desempenho satisfatório, torna-se imprescindível o conhecimento prévio das características da edificação, dos diferentes sistemas disponíveis, dos mecanismos de atuação da água, bem como a adequada elaboração do projeto e a correta execução dos serviços. A partir dessa análise, torna-se possível estimar os custos associados a cada solução e definir o sistema de impermeabilização que apresente o melhor custo-benefício, considerando critérios técnicos, normativos e econômicos.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo levantar e analisar a produtividade e o custo do sistema de impermeabilização em poliureia, identificando os recursos necessários, tanto de mão de obra, quanto de material, prazo de execução desse sistema, cuidados necessários durante a execução e os custos das etapas de impermeabilização comparando com as referências de produtividade do sistema de impermeabilização em manta asfáltica.

O presente trabalho foi então estruturado nas seguintes seções: na seção dois apresenta-se o referencial teórico, que proporciona uma base científica para desenvolvimento da pesquisa, a seção três apresenta os procedimentos metodológicos da pesquisa e o estudo de caso que foi realizado para alcance dos objetivos; na seção quatro apresentam-se os resultados obtidos durante o acompanhamento do sistema de impermeabilização em poliureia.

2 REFERENCIAL TÉORICO

2.1 História da impermeabilização na construção civil

Com o passar do tempo, a constante evolução da sociedade exige que as edificações sejam cada vez mais seguras, funcionais e sustentáveis, garantindo o bem-estar de seus usuários. Logo, a impermeabilização, como parte integrante dos sistemas construtivos de uma edificação, passa a ter um papel fundamental na busca desses objetivos, pois garante o resultado esperado (IBI, 2018).

Woloszyn, Mohamad, Vargas e Lima (2024) também descrevem a importância das edificações já nas primeiras civilizações, sendo estas utilizadas para promover a proteção ao homem, permitindo uma habitação confortável, segura, que atendesse as suas necessidades de sobrevivência.

Desde as primeiras civilizações, o ser humano percebeu a necessidade de criar abrigos para armazenar os alimentos resultantes do cultivo da terra. Esses espaços, além de protegerem a produção, serviam para o depósito e a conservação dos grãos colhidos. Assim, surgiu o primeiro objetivo da impermeabilização: evitar a deterioração desses alimentos (Woloszyn et al., 2024).

Nota-se que desde os primórdios da sociedade, aplicar um sistema de impermeabilização começou a ganhar uma atenção cada vez maior, tendo em vista o benefício que ela trouxe para a sobrevivência do homem. Com isso, já foi possível perceber também que o desenvolvimento dos sistemas de impermeabilização viria a agregar grande valor no cotidiano da humanidade.

No Brasil, os sistemas de impermeabilização começaram a ser utilizados nas construções de fortes e igrejas em meados do século XVI, com a utilização de óleo de baleia, cal e areia, onde, por meio da combinação desses componentes era possível obter uma argamassa que apresentava desempenho considerável com baixa permeabilidade ocasionando em sistemas mais duráveis. Essas argamassas eram empregadas tanto no assentamento dos tijolos, quanto no revestimento das paredes (Woloszyn et al., 2024).

Um dos desafios da engenharia é como construir edificações cada vez mais altas, com diversos materiais e vãos maiores e que atendam a todas as necessidades dos usuários ao longo do tempo. Pensar a edificação é conceber para cada ambiente (seja externo ou interno) as suas interfaces, as

proteções às intempéries e a segurança estrutural (Woloszyn et al., p. 49, 2024).

2.2 Desempenho das edificações

Para garantir o desempenho das edificações a NBR 15575 (ABNT, 2024) Edificações Habitacionais – Desempenho, Parte 1: Requisitos Gerais, descreve os requisitos mínimos para que as edificações possam promover a segurança, habitabilidade e sustentabilidade dos sistemas construtivos para seus usuários, em seu item 4. Apresenta os seguintes critérios (ABNT, 2024; NBR 15575-1, p. 18).

4.2 Segurança

Os requisitos do usuário relativos à segurança são expressos pelos seguintes fatores:

- segurança estrutural;
- segurança contra fogo;
- segurança no uso e na operação.

4.3 Habitabilidade

Os requisitos do usuário relativos à habitabilidade são expressos pelos seguintes fatores.

- estanqueidade;
- desempenho térmico;
- desempenho acústico;
- desempenho lumínico;
- saúde, higiene e qualidade do ar;
- funcionalidade e acessibilidade;
- conforto tátil e antropo dinâmico.

4.4 Sustentabilidade

Os requisitos do usuário relativos à sustentabilidade são expressos pelos seguintes fatores:

- durabilidade;
- manutenibilidade;
- impacto ambiental

Levando em consideração o que estabelece a NBR 15575 (ABNT, 2024) em relação aos requisitos do usuário, nota-se que todos os envolvidos em todo o ciclo de desenvolvimento das edificações devem atender ao que descreve a norma, ou seja, fornecedores de material, projetistas, executores, e também o próprio usuário.

Ainda conforme a NBR 15575 (ABNT, 2024), em seu item 5 Incumbências dos intervenientes, detalha a obrigação de cada envolvido na construção da edificação.

Fornecedor de insumo, de material, de componente e/ou sistema, deve comprovar o desempenho de seus produtos e sistemas com base nas normas nacionais e na falta destas, com base nas normas internacionais (ABNT, 2024).

No Brasil, o Programa Setorial da Qualidade (PSQ) integrante do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) define critérios de conformidade técnica, requisitos de desempenho e processos de avaliação para os produtos e sistemas utilizados na construção civil. Os fornecedores de materiais e sistemas precisam ter seus produtos homologados pelo PSQ para que eles sejam considerados “conforme” e assim, serem aplicados com garantia de desempenho (BRASIL, 2021).

A especificação dos materiais a serem utilizados nas edificações também é de responsabilidade do projetista. Já na concepção do projeto, este deve procurar juntos aos fornecedores e fabricantes, a caracterização de cada material para garantir já na etapa de projetos, a segurança do processo. Além disso, o projetista precisa informar também a vida útil de projeto (VUP) é o que descreve a NBR 15575 (ABNT, 2024).

De acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2024), o incorporador, deve participar também, na etapa de projeto, para que possa ser possível a identificação dos possíveis riscos que possam ocorrer durante a construção das edificações, bem como, providenciar os estudos técnicos necessários para servir de base aos projetistas na elaboração dos projetos.

São exemplos de estudos técnicos que servem para embasamento dos projetistas e construtores e que os incorporadores precisam providenciar: Sondagens de solos, interferências com infraestruturas urbanas, estudo de impacto de vizinhança etc.

Ao construtor ou incorporador cabe elaborar o manual de uso e manutenção, ou documento similar, conforme 3.26, atendendo à ABNT NBR 14037. O manual deve ser entregue ao proprietário da unidade quando disponibilização da edificação para uso. Deve também elaborar o manual das áreas comuns, que deve ser entregue ao condomínio (ABNT, 2024; NBR 15575-1, p.19).

O usuário tem por obrigação, garantir que as manutenções previstas no manual entregue pelo construtor sejam realizadas seguindo os procedimentos, materiais e prazos indicados neste documento (ABNT, 2024; NBR 15575-1).

“O usuário não pode efetuar modificações que prejudiquem o desempenho original entregue pela construtora, sendo esta última não responsável pelas modificações realizadas pelo usuário” (ABNT, 2024; NBR 15575-1, p.20).

De acordo com o item 10 Estanqueidade da NBR 15575 (ABNT, 2024) parte 1, na fase de projeto, é necessário que seja observada a exposição a água das chuvas

e umidade decorrente do uso da edificação, tendo em vista que a água pode causar danos aos sistemas da edificação e ao bem-estar dos usuários.

Tendo em vista a exigência de se promover mecanismos que previnam e impeçam as influências da água na deterioração dos sistemas que compõe as edificações, os sistemas impermeabilizantes ganham destaque na busca desse objetivo, para isso, faz-se necessário a análise de todo o empreendimento para identificar o sistema impermeabilizante mais adequado.

Assim ressalta a NBR 15575 (ABNT, 2024, p. 27):

Devem ser previstos no projeto detalhes que assegurem a estanqueidade de partes do edifício que tenham a possibilidade de ficar em contato com água gerada na ocupação ou manutenção do imóvel, devendo ser verificada a adequação das vinculações entre instalações de água, esgotos, ou águas pluviais e estrutura, pisos e paredes, de forma que as tubulações não venham a ser rompidas ou desencaixadas por deformações impostas.

2.3 Seleção e Projeto

Para garantir a correta execução dos sistemas de impermeabilização, o projeto constitui uma das ferramentas mais importantes do processo construtivo, uma vez que reúne um conjunto de informações gráficas, descritivas e detalhadas que orientam a execução dos serviços e proporcionam clareza na identificação e na análise das particularidades de todos os elementos que compõem o sistema de impermeabilização (Pinetti, 2012).

Ainda de acordo com Pinetti (2012), durante a elaboração do projeto de impermeabilização é imprescindível dispor das informações de projeto dos demais sistemas e disciplinas que compõem a edificação, de modo a permitir a compatibilização de todo o conjunto e a identificação prévia de possíveis interferências que possam comprometer o desempenho da edificação.

Nesse sentido, além do atendimento às normas técnicas e legislações vigentes, o projetista de impermeabilização deve analisar e compatibilizar os projetos de estrutura, arquitetura, instalações elétricas, hidráulicas, sistemas de ar-condicionado, paisagismo, entre outros, assegurando a integração adequada entre as disciplinas e a eficiência do sistema de impermeabilização.

Para isso, a NBR 9575 Seleção e Projeto (ABNT, 2010, p. 11-12) especifica as fases de elaboração do projeto de impermeabilização e o que cada uma precisa analisar.

6.2.3.1 Estudo preliminar:

- a) relatório contendo a qualificação das áreas;
- b) planilha contemplando os tipos de impermeabilização aplicáveis ao empreendimento, de acordo com os conceitos do projetista e incorporador contratante.

6.2.3.2 Projeto básico de impermeabilização:

- a) definição das áreas a serem impermeabilizadas e equacionamento das interferências existentes entre todos os elementos e componentes construtivos;
- b) definição dos sistemas de impermeabilização;
- c) planilha de levantamento quantitativo;
- d) estudo de desempenho;
- e) estimativa de custos.

6.2.3.3 Projeto executivo de impermeabilização:

- a) plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como dos locais de detalhamento construtivo;
- b) detalhes específicos e genéricos que descrevam graficamente todas as soluções de impermeabilização;
- c) detalhes construtivos que descrevam graficamente as soluções adotadas no projeto de arquitetura;
- d) memorial descritivo de materiais e camadas de impermeabilização;
- e) memorial descritivo de procedimentos de execução;
- f) planilha de quantitativos de materiais e serviços.

A definição do sistema de impermeabilização deve observar, adicionalmente, os critérios estabelecidos na ABNT NBR 9575 – *Seleção e Projeto* conforme disposto no item 5 (ABNT, 2010, p. 10), “o tipo adequado de impermeabilização a ser empregado na construção civil deve ser determinado segundo a solicitação imposta pelo fluido nas partes construtivas que requeiram estanqueidade”.

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2024, p.10) “A solicitação pode ocorrer de 4 formas distintas, conforme a seguir: imposta pela água de percolação; água de condensação; umidade do solo; pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral.”

A correta compreensão dessas solicitações é fundamental para a adequada seleção do sistema de impermeabilização, garantindo a eficiência da solução adotada frente à ação dos fluidos e contribuindo para o desempenho, a durabilidade e a estanqueidade das partes construtivas. Nos tópicos a seguir, essas solicitações serão apresentadas e detalhadas.

2.3.1 Percolação

A solicitação da água causada pela percolação, é caracterizada pelo movimento da água em contato com a superfície que escoar em detrimento da lei da gravidade. Ocorre em superfícies verticais sendo direcionada pela ação do vento, como por exemplo as intempéries incidentes nas fachadas dos edifícios, e em superfícies planas como as de terraços, onde o fluído é direcionado pelo caimento existente a calhas e tubulações (Woloszyn et al., 2024).

2.3.2 Condensação

A solicitação da água, causada pelo fenômeno da condensação, é caracterizada pela mudança do estado da água de líquido para gasoso (vapor). “Ocorre normalmente quando existe um gradiente térmico entre as superfícies de contato, onde a umidade do vapor do ar condensa em contato com uma superfície fria” (Woloszyn et al., 2024, p. 63).

2.3.3 Umidade do solo

A umidade proveniente do solo, decorrente do fenômeno da capilaridade, é caracterizada pela capacidade de determinados materiais porosos absorverem e conduzem água através de sua rede de poros, impulsionada por diferenças de pressão e pela tensão superficial do fluído. Esse fenômeno manifesta-se com frequência em paredes cuja alvenaria está em contato direto com o solo, resultando em umidade ascendente e patologias associadas (Woloszyn et al., 2024)

2.3.4 Pressão unilateral ou bilateral

A solicitação da água causada pelo fenômeno da pressão hidrostática unilateral ou bilateral é caracterizada pela força exercida pela água sobre uma superfície, decorrentes da altura ou da profundidade da lâmina d’água em contato com materiais permeáveis (Woloszyn et al., 2024).

A pressão hidrostática unilateral ocorre quando a força da água atua apenas em um dos lados da estrutura, como em piscinas, reservatórios e caixas d’água,

geralmente de dentro para fora (pressão positiva), podendo também atuar de fora para dentro (pressão negativa), como em estruturas de contenção em contato com o solo saturado. Já a pressão hidrostática bilateral manifesta-se quando a água exerce esforços em ambos os lados do elemento estrutural, simultaneamente de dentro para fora e de fora para dentro, como no caso de piscinas enterradas.

2.4 Tipos de impermeabilização

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010), no item 4.1 Tipos de impermeabilização, classifica os tipos de impermeabilização de acordo com o material constituinte principal da camada impermeável, agrupados em cimentícios, asfálticos e poliméricos (conforme quadro 1).

Quadro 1: Classificação dos tipos de impermeabilização

Cimentícios
a) argamassa com aditivo impermeabilizante; b) argamassa modificada com polímero; c) argamassa polimérica; d) cimento modificado com polímero.
Asfálticos
a) membrana de asfalto modificado sem adição de polímero; b) membrana de asfalto elastomérico; c) membrana de emulsão asfáltica; d) membrana de asfalto elastomérico, em solução; e) manta asfáltica.
Poliméricos
a) membrana elastomérica de policloropreno e polietileno clorossulfonado; b) membrana elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R), em solução; c) membrana elastomérica de estireno-butadieno-estireno (S.B.S.); d) membrana elastomérica de estireno-butadieno-estireno-ruber (S.B.R.); e) membrana de poliuretano; f) membrana de poliureia; g) membrana de poliuretano modificado com asfalto; h) membrana de polímero acrílico com ou sem cimento; i) membrana acrílica para impermeabilização; j) membrana epoxídica; k) manta de acetato de etilvinila (E.V.A.); l) manta de policloreto de vinila (P.V.C); m) manta de polietileno de alta densidade (P.E.A.D.); n) manta elastomérica de etilenopropilenodieno-monômero (E.P.D.M.); o) manta elastomérica de poliisobutileno isOpreno (I.I.R).

Fonte: Elaborado pelo autor

2.4.1 Cimentícios

Os sistemas cimentícios são compostos predominantemente por produtos à base de cimento, podendo conter aditivos impermeabilizantes ou polímeros modificadores. Essa categoria inclui as argamassas impermeáveis, argamassas poliméricas e revestimentos cristalizantes. São indicadas para locais sem movimentações estruturais significativas, como fundações, reservatórios enterrados e caixas d'água de concreto (Woloszyn et al., 2024).

De acordo com Vasconcelos (2015, p. 30).

Os impermeabilizantes cimentícios são produtos em que o cimento é o veículo principal e que, sofrendo adições poliméricas, adquirem propriedades impermeabilizantes.

São membranas, em geral bi-componentes, portanto aplicadas de forma plástica ou líquida, com ou sem a presença de estruturantes usados para melhorar suas características mecânicas.

Atualmente são encontrados impermeabilizantes cimentícios além de flexíveis, com características elastoméricas, que foram projetados para substituir o uso de mantas asfálticas

2.4.2 Asfálticos

Os sistemas asfálticos utilizam o asfalto como elemento principal de impermeabilização, podendo estar em forma de mantas pré-fabricadas, membranas moldadas no local ou emulsões asfálticas aplicadas a frio. Dentre os tipos mais comuns, destacam-se as mantas asfálticas com polímeros elastoméricos (SBS) e plastoméricos (APP), que conferem flexibilidade e resistência ao sistema. Esse tipo é amplamente utilizado em lajes de cobertura, marquises e áreas externas sujeitas à movimentação térmica (Souza; Filareto, 2019).

Vasconcelos (2015, p. 29-30) divide de acordo com tipo de comercialização os impermeabilizantes asfálticos da seguinte forma:

2.2.1.1 Membranas Asfálticas

As membranas asfálticas são moldadas no local e possuem a característica de ser um sistema totalmente aderido ao substrato. Outra característica é a dificuldade de se manter uma espessura uniforme de aplicação. São aplicadas em forma líquida, ainda que para isso precisem ser aquecidas a temperaturas acima de 150°C.

As membranas asfálticas mais utilizadas no Brasil são:

- Asfaltos oxidados

- Asfaltos diluídos
- Emulsões asfálticas
- Asfaltos policondensados,
- Asfaltos elastoméricos
- Soluções asfálticas elastoméricas
- Emulsões asfálticas elastoméricas
- Asfaltos modificados com poliuretano.

2.2.1.2 Mantas Asfálticas

A manta como material impermeabilizante consiste em “produto impermeável, pré-fabricado, obtido por calandragem, extensão, ou outros processos, com características definidas” (NBR 9575, ABNT, 2010).

São constituídas, principalmente por três partes:

- Massa Asfáltica: Composta basicamente por CAP, plastificantes, polímeros e carga mineral.
- Estruturante: É o material que é impregnado pela massa asfáltica e confere a resistência à tração da lâmina asfáltica.
- Acabamento Superficial: É colocado sobre a camada de massa asfáltica e pode ser constituído de filme plástico, papel alumínio, areia fina, grânulos de ardósia, entre outros.

2.4.3 Poliméricos

Os sistemas poliméricos, por sua vez, são constituídos de resinas sintéticas como poliuretano, poliureia, acrílica ou P.V.C. Podem ser aplicados como membranas líquidas moldadas *in loco* ou mantas pré-fabricadas. Possuem elevada elasticidade, adesão e durabilidade, sendo indicados para superfícies sujeitas à movimentação, como coberturas expostas, floreiras e varandas (Woloszyn et al., 2024; ABNT, 2010).

Segundo Vasconcelos (2015), sendo conhecida a solicitação da água a que o sistema construtivo está sujeito, e as propriedades físicas, químicas e mecânicas de cada material é possível fazer a escolha ideal do sistema impermeabilizante para garantia da estanqueidade que se deseja obter.

2.5 Prazo, produtividade e custo

Na construção civil, o planejamento é essencial para garantia do cumprimento dos prazos, pois permite uma visão real da obra, servindo de base confiável para decisões gerenciais tornando a condução do processo mais eficiente. Logo, um bom planejamento, envolve a análise dos prazos das atividades e serviços, a produtividade da mão de obra e equipamentos que serão utilizados bem como a estimativa de custos diretos e indiretos envolvidos no processo (Mattos, 2019).

A partir desse contexto, torna-se imprescindível aprofundar a análise dos principais pilares que sustentam o desempenho de um empreendimento: prazo, produtividade e custo. Esses três fatores estão diretamente interligados e exercem influência mútua ao longo de todo o ciclo de execução da obra, impactando tanto a viabilidade econômica quanto a qualidade final do produto.

2.5.1 Prazo das atividades

De acordo com Mattos (2019), a duração das atividades é o dado numérico de tempo que servirá como balizador para a elaboração do cronograma de execução da obra, ou seja, é o elemento responsável pela definição do prazo global do empreendimento e dos marcos intermediários ao longo da execução. A definição da duração das atividades precisa ser muito bem elaborada, pois falhas nesse dado podem comprometer todo o planejamento, gerando incompatibilidades, inconsistências e inviabilidade de cumprimento durante a gestão da obra.

Mattos (2019, p. 60) conceitua a duração como sendo “a quantidade de tempo em dias, semanas, meses, horas ou minutos requerida para a execução da atividade. Em outras palavras, é a quantidade de períodos de trabalho necessários para o desempenho integral da atividade.”

Conhecida a duração das atividades, outro ponto fundamental para a eficácia do planejamento é o estabelecimento do sequenciamento dessas atividades, definindo-se a ordem lógica de sua ocorrência e as relações de dependência entre elas. O correto encadeamento das tarefas permite visualizar a interligação entre os serviços, identificar atividades predecessoras e sucessoras e compreender como eventuais atrasos podem impactar o cronograma como um todo. Além disso, a definição adequada dessas relações contribui para a elaboração de um cronograma mais realista, favorecendo a otimização dos recursos disponíveis e a redução de conflitos operacionais durante a execução da obra (Mattos, 2019).

A aplicação desses conceitos no planejamento das etapas de impermeabilização garante uma gestão mais eficiente do processo, assegurando qualidade ao definir corretamente as atividades predecessoras e sucessoras, bem como suas respectivas dependências. Além disso, contribui para o cumprimento dos prazos, ao possibilitar a análise das oportunidades de aceleração, paralelismo e

simultaneidade na execução dos serviços, sem comprometer os requisitos técnicos e o desempenho do sistema impermeabilizante.

2.5.2 Índice e produtividade

A produtividade exerce papel fundamental na definição dos prazos, pois fornece os dados necessários para a estimativa da duração das atividades. É a partir dos índices de produção dos recursos como mão de obra e equipamentos que se torna possível dimensionar o tempo requerido para a execução de cada serviço, permitindo maior precisão na elaboração do cronograma e reduzindo incertezas no planejamento da obra (Mattos, 2019).

Segundo Mattos (2006, p. 70).

Define-se produtividade como a taxa de produção de uma pessoa ou equipe ou equipamento, isto é, a quantidade de unidades de trabalho produzida em um intervalo de tempo especificado, normalmente hora. A produtividade indica a eficiência em transformar energia (e tempo) em um produto. Quanto maior a produtividade, mais unidades do produto são feitas num determinado espaço de tempo. É óbvio notar que, quanto mais produtivo um recurso, menor a quantidade de tempo será gasta na realização da tarefa.

Os índices podem ser vistos como o inverso da produtividade. No caso da armação, como o índice do armador é 0,10 h/kh, a produtividade é de 10,0 kg/h. Se o índice fosse 0,15h/kg, a produtividade seria 6,67kg/h.

Conhecer os índices e as taxas de produtividade dos sistemas de impermeabilização contribui significativamente para a tomada de decisão quanto à escolha do método executivo mais adequado. Esses indicadores permitem comparar alternativas técnicas sob a ótica do desempenho, do prazo de execução e da viabilidade operacional, proporcionando maior segurança na definição do sistema a ser adotado e favorecendo resultados mais eficientes e economicamente equilibrados.

No Brasil, existem importantes referências técnicas para consulta de índices de produtividade e composições de custos na construção civil, entre as quais se destacam o SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e o TCPO (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos). O SINAPI, mantido pela Caixa Econômica Federal em parceria com o IBGE, disponibiliza composições de custos unitários, insumos e coeficientes de produtividade amplamente utilizados como referência em obras públicas e privadas. Já o TCPO, publicado pela Editora Pini, apresenta parâmetros técnicos consolidados,

com detalhamento de serviços, consumos e rendimentos, sendo tradicionalmente empregado na elaboração de orçamentos e planejamentos.

2.5.3 Custos

Segundo Mattos (2019), a execução de um projeto está diretamente condicionada aos seus aspectos financeiros, ou seja, ao custo. Independentemente de sua natureza, toda atividade requer a utilização de recursos, como mão de obra, equipamentos, materiais e pagamentos a terceiros (no caso de serviços subcontratados), implicando desembolso financeiro e influenciando diretamente o resultado econômico e financeiro do empreendimento.

Mattos (2019) ressalta que as dimensões tempo e custo estão intrinsecamente interligadas, uma vez que qualquer alteração no cronograma, seja ela decorrente de atrasos ou de adiantamentos, impacta diretamente os custos do empreendimento. Modificações no prazo podem gerar acréscimos relacionados à manutenção de equipes e equipamentos por períodos maiores, aumento de custos indiretos ou, ainda, despesas decorrentes de medidas de aceleração, evidenciando a relação de interdependência entre esses dois fatores no gerenciamento de obras.

Mattos (2019, p. 284-286; 294) elenca três tipos de custos que são, o direto, indireto e casual.

Custo direto: Denomina-se custo direto (CD) ou interno aquele diretamente associado à execução da atividade propriamente dita. Ele representa o custo do serviço de campo, englobando a mão de obra diretamente envolvida o serviço, o material aplicado e equipamento utilizado. Por exemplo, no caso do serviço de alvenaria de bloco, o custo direto compreende pedreiro, ajudante, bloco e argamassa. No caso de uma escavação, envolve escavadeira, caminhão e seus respectivos operadores. Normalmente, esse custo é calculado a partir das composições de custo unitário desserviços.

Uma conclusão importante é que ele só é incorrido quanto a tarefa se executa – quando não se executa qualquer metro quadrado de parede, não há que se falar em custo direto (Boiteux, 1979).

Custo indireto: Refere-se ao dispêndio que não pode ser diretamente atrelado a uma atividade específica e, portanto, não tem como ser imputado a um ou outro serviço, não figurando nas composições de custo unitário. Geralmente inclui despesas de mobilização, manutenção do canteiro de obras, despesas correntes, (material de escritório, contas de água, luz, telefone etc.) equipe técnica (engenheiro, mestre, encarregado etc.), equipe de suporte (almoxarife, técnico de segurança do trabalho, vigia etc.) e equipe administrativa (secretária, contínuo, copeira etc.), entre outros itens que variam em função do porte e da complexidade da obra. É complicado determinar o custo indireto de uma atividade isolada. A prática mais comum é tratar o custo indireto do projeto como um todo.

O custo indireto é proporcional ao prazo do projeto. Um atraso no projeto sempre gera aumento nesse custo, ainda que o custo direto permaneça mais ou menos constante (pois as quantidades de serviço não aumentam). Em contrapartida, uma antecipação do projeto propicia uma diminuição do custo indireto.

Custo casual: Tem, como sugere o nome, ocorrência eventual, dependendo das provisões contratuais. A construtora pode incorrer nesse custo ou não. São duas modalidades de custo casual: Multa por atraso de obra e prêmio por antecipação.

Tisaka (2006) define os custos indiretos como aqueles integrantes do BDI (Benefícios e Despesas Indiretas), correspondentes aos valores não incorporados diretamente aos custos unitários dos serviços. O BDI compreende despesas da administração central como, equipe técnica e administrativa, apoio operacional e encargos gerais. Além disso, o BDI contempla a taxa de risco do empreendimento, o custo financeiro do capital de giro, os tributos incidentes, a taxa de comercialização e, por fim, a margem de benefício ou lucro da empresa, constituindo elemento essencial para a formação do preço final da obra.

Gerir e controlar os custos, especialmente nas etapas de impermeabilização como nos sistemas aplicados com poliureia, é imprescindível para garantir previsibilidade financeira e equilíbrio econômico ao longo da execução da obra. Trata-se de uma fase crítica, que envolve materiais de alto desempenho, equipamentos específicos e mão de obra especializada, exigindo planejamento rigoroso e acompanhamento contínuo. Um controle eficiente permite identificar desvios de consumo, variações de produtividade e impactos no cronograma, possibilitando a adoção de medidas corretivas em tempo oportuno e a mitigação de perdas e retrabalhos. Além disso, a adequada gestão dos custos na impermeabilização contribui para assegurar o atendimento aos requisitos técnicos de estanqueidade e durabilidade do sistema, preservando a qualidade, a segurança e o cumprimento dos prazos contratuais, fatores determinantes para a competitividade e a credibilidade da empresa no setor da construção civil.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho teve como estudo de caso o acompanhamento da execução do sistema de impermeabilização em poliureia de uma cobertura técnica de um edifício caracterizado como aparte hotel de alto padrão, situado em Brasília, Distrito Federal.

Nesse acompanhamento, foi possível analisar as especificações de projeto, tanto no que se refere aos materiais quanto aos detalhes construtivos a serem atendidos pela construtora. Essas diretrizes serviram de base para a contratação da mão de obra responsável pela execução da impermeabilização, bem como para o planejamento das atividades executivas.

No processo de execução da impermeabilização em poliureia, foi realizado um levantamento sistemático de dados desde o início dos serviços, considerando o tempo de execução, o quantitativo de mão de obra empregada e a área efetivamente executada. A partir dessas informações, foi possível determinar os índices de produtividade, o custo de venda final de execução do sistema de impermeabilização e realizar um comparativo com o sistema tradicional em manta asfáltica.

Esse levantamento foi estruturado e detalhado conforme cada etapa do processo de impermeabilização, iniciando-se no preparo do substrato e finalizando na execução da proteção mecânica, conforme descrito nos tópicos a seguir.

3.1 Características do empreendimento

O referido empreendimento, localizado no Setor Noroeste, em Brasília/DF, caracteriza-se como um apart-hotel composto por 6 (seis) blocos implantados na periferia do terreno, além de uma ampla e diversificada área de lazer centralizada no pavimento térreo e 2 (dois) pavimentos de subsolo. O conjunto totaliza mais de 47.000m² de área construída, configurando-se como o maior empreendimento com essas características no referido setor.

Contém 531 unidades de hospedagem distribuídos nos 6 (seis) pavimentos de cada bloco e 19 (dezenove) lojas localizadas no pavimento térreo dos blocos A, B, E e F. Nesse empreendimento, as coberturas dos blocos são áreas técnicas onde ficam dispostos os sistemas de aquecimento por placas solares e o barrilete de alimentação de água do prédio.

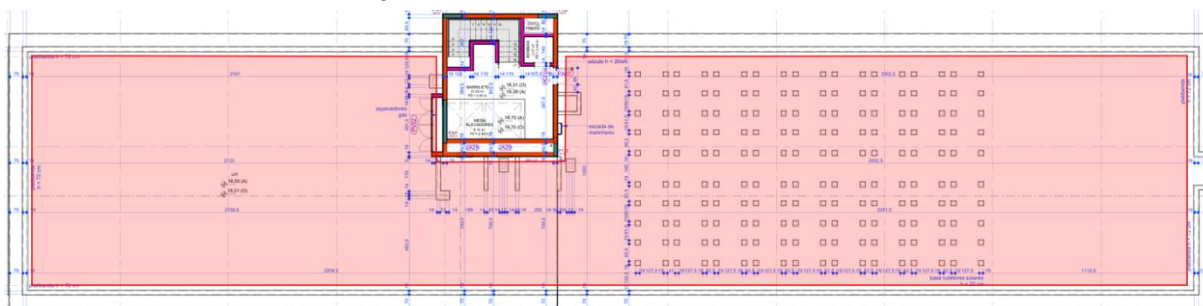
3.2 Estudo de caso

O estudo de caso foi desenvolvido na cobertura técnica do Bloco A. Possui uma área de projeção de 910 m², dividida em duas juntas de dilatação, sendo a junta A1 com 414,94 m² e a junta A2 com 495,92 m². Entre as duas juntas localiza-se a escada de emergência do bloco, onde também está instalado o reservatório superior.

No perímetro de toda a cobertura, há uma platibanda com 90 cm de altura, recuada 70 cm da borda da laje. Considerando a área de piso da laje e as superfícies verticais da platibanda, a área total impermeabilizada corresponde a 1.040,82 m².

Na figura 1, está destacado em vermelho toda a área a ser impermeabilizada.

Figura 1: Planta da cobertura do bloco A



Fonte: Construtora

3.3 Sistema de impermeabilização

O projeto inicial de impermeabilização do empreendimento, para a área de cobertura técnica, especificava “Manta asfáltica, 4mm, tipo IV-Classe B, aderida com asfalto oxidado + Banho de asfalto oxidado (2 Kg/m²)”, porém, no ato de contratação, a gestão da construtora, juntamente com o consultor de impermeabilização e a empresa terceirizada de execução, definiram a alteração do sistema para a impermeabilização com poliureia, tendo em vista a produtividade do sistema e também a qualidade que o mesmo vinha apresentando no mercado de Brasília.

O sistema de poliureia utilizado foi o CIA POL 7026 + ISSO 5050 fornecido pela empresa Cia Imper e de acordo com a sua ficha técnica “Consiste em um sistema de Poliuréia Pura, bi-componente, na coloração cinza escuro, tecnologicamente desenvolvido para a produção de um revestimento impermeabilizante de alta performance para ser aplicado principalmente na construção civil devido a grande percentagem de alongamento.”

Para garantia do bom resultado, a construtora aplicou os procedimentos especificados na NBR 9574 (ABNT, 2008) Execução de impermeabilização, bem como as recomendações do fabricante do sistema de impermeabilização em poliureia descrito em sua ficha técnica.

3.4 Etapas de execução de impermeabilização com poliureia

3.4.1 Preparo da superfície.

De acordo com a NBR 9574 (ABNT 2008, p.6).

O substrato deve se encontrar firme, coeso, seco, regular, limpo, isento de corpos estranhos, restos de fôrmas, pontas de ferragem, restos de produtos desmoldantes ou impregnantes, falhas e nichos com declividade nas áreas horizontais de no mínimo 1% em direção aos coletores de água.

Para atender a esse requisito de norma, a construtora definiu fazer os caimentos para os coletores de água já na etapa de concretagem da laje. Para isso, foi necessário locar os coletores, utilizando os mesmos como referência para definição do nível do concreto garantindo 1% de caimento em direção aos coletores.

Essa estratégia foi adotada pela construtora, para evitar a execução de camada de regularização da superfície, geralmente feita em argamassa de contrapiso ou concreto magro, economizando tanto em argamassa quanto em mão de obra para execução.

Além dos caimentos já garantidos na etapa de concretagem da estrutura da laje, e de acordo com as orientações do fabricante, foi realizado também o lixamento de toda a superfície a fim de garantir uma superfície lisa e livre de imperfeições conforme figuras 2, 3 e 4.

Figura 2: Laje antes de lixar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 2: Laje após lixamento



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 4: Máquina de lixar



Fonte: Elaborado pelo autor

Na platibanda da cobertura, também foi realizado o processo de regularização que consistiu no lixamento da estrutura de concreto para retirada do desmoldante, lavagem da estrutura e aplicação de argamassa para fechamento dos buracos e irregularidades provenientes da etapa de concretagem da estrutura conforme figura 5.

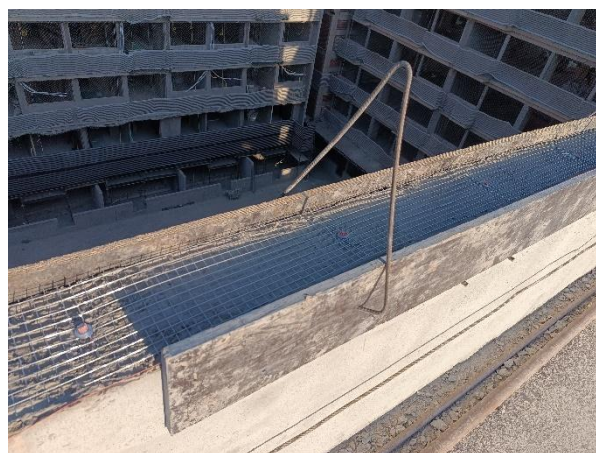
Também foi realizada a requadrção de toda a borda da platibanda com a utilização de tela galvanizada fixada com pinos galvanizados para estruturação da argamassa de requadrção, conforme figura 6.

Figura 3: Regularização platibanda



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 4: Regularização platibanda



Fonte: Elaborado pelo autor

3.4.2 Bases e tubulações

Como já citado anteriormente, as coberturas do empreendimento são destinadas às instalações técnicas do sistema de aquecimento por placas solares. Para execução das fixações das placas solares e dos boilers de aquecimento, foi necessário a confecção de bases em concreto para que no momento da impermeabilização, todas as bases fossem impermeabilizadas.

As bases para placas solares foram pré moldadas em fôrmas de 20x20x20cm conforme figura 7, sendo concretadas na central de pré moldados da obra com um ferro de 8mm ao centro para servir de ancoragem quando fixada na laje de cobertura. A fixação foi realizada com adesivo epóxi seguindo locação de projeto específico de placas solares.

As bases para os boilers foram executadas com dimensões de 150x20x20cm confeccionadas e concretadas em loco, conforme figura 8.

Figura 7: Bases das placas solares

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 8: Base dos boilers

Fonte: Elaborado pelo autor

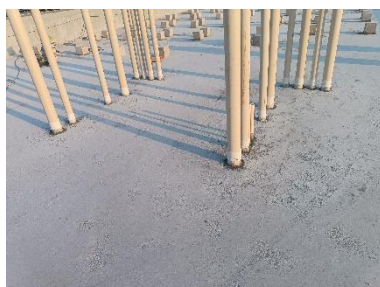
As instalações hidrossanitárias que chegavam na cobertura, também tiveram um tratamento antes da execução da impermeabilização para garantia da estanqueidade.

Primeiramente, foram grauteados todos os tubos (figura 9) que chegavam na laje de cobertura e logo após foi realizado o prolongamento dos tubos de ventilação das prumadas que precisavam ficar acima do nível da platibanda (nível da platibanda 90cm) conforme figura 10.

Após o prolongamento, foi executada uma base na região inferior das tubulações com altura de 20cm conforme figura 11.

Figura 9: Grauteamento de tubos

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 10: Prolongamento das tubulações

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 11: Bases nos tubos

Fonte: Elaborado pelo autor

Como etapa final de regularização, todas as bases receberam um tratamento em suas quinas a fim de obter um acabamento abaulado, conforme figuras 12 e 13.

Figura 12: Abaulamento das quinas das bases de tubos



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 13: Abaulamento das quinas das bases das placas solares



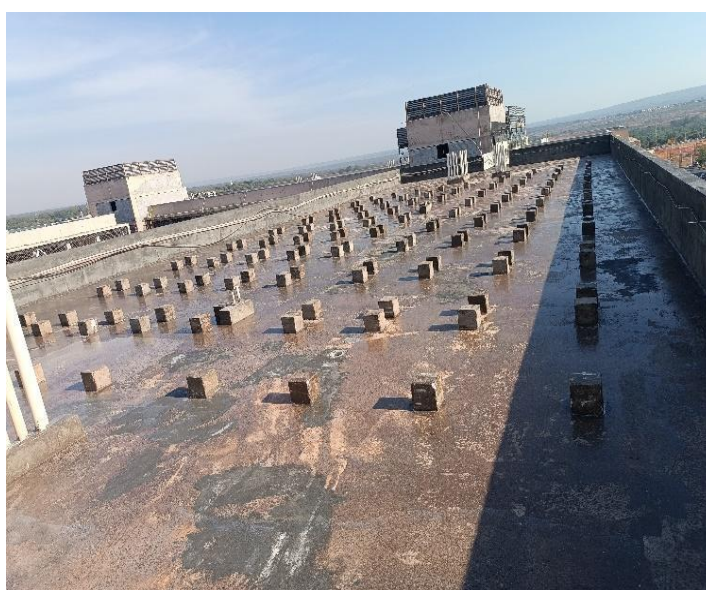
Fonte: Elaborado pelo autor

3.4.3 Aplicação de primer

Antes da etapa de imprimação da superfície foi realizada a limpeza do substrato com utilização de lavadora de alta pressão com o objetivo de retirar todos os detritos e partículas que pudessem prejudicar a aderência do sistema.

Após a secagem do substrato umedecido pela lavagem de limpeza, aplicou-se o CIA POX PRIME em todas a superfície a serem impermeabilizada, tanto no plano horizontal (laje) quanto nos planos verticais (platibanda e bases), conforme figura 14.

Figura 5: Prime aplicado a laje



Fonte: Elaborado pelo autor

A empresa executora da impermeabilização também fez aplicação de membrana de poliuretano após execução do primer como camada de correção das imperfeições conforme figura 15. Após o período de cura por evaporação da membrana de poliuretano, correspondente a 3 (três) dias, deu-se início à aplicação do sistema de poliureia, respeitando-se o intervalo técnico necessário para garantir a adequada aderência entre as camadas e o desempenho do sistema impermeabilizante.

Figura 6: Membrana de pu aplicada na laje



Fonte: Elaborado pelo autor

3.4.4 Aplicação de poliureia

Antes da etapa de aplicação do sistema de poliureia, foi realizada a varrição da área a ser aplicada para retirada da poeira e demais detritos.

Os produtos utilizados para o sistema de impermeabilização em poliureia foram fornecidos em tambores de 200kg, onde iam sendo adicionados na máquina de projeção de poliureia através dos pistões de sucção.

A máquina de projeção de poliureia fazia a regulação da dosagem dos componentes A e B conforme comandos do operador (figura 16 e 17) resultando na mistura dos componentes no momento de acionamento do gatilho da pistola de aplicação conforme figura 18.

Figura 16: Máquina conectada aos tambores de poliureia



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 7: Máquina de poliureia



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 18: Aplicação de poliureia



Fonte: Elaborado pelo autor

As figuras 19 e 20, mostram o sistema de impermeabilização em poliureia finalizado em toda a cobertura.

Figura 19: Poliureia aplicada junta A1



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 20: Poliureia aplicada junta A2



Fonte: Elaborado pelo autor

3.4.5 Teste de estanqueidade e proteção mecânica

Para verificação da impermeabilização executada, foi realizado o teste de estanqueidade, com lâmina de água em toda a área impermeabilizada durante 72h conforme procedimento da construtora.

Após a finalização do teste de estanqueidade, foi executado a camada de proteção mecânica da impermeabilização em poliureia (figuras 21 e 22), com o revestimento elástico a base de resina uretânica altamente flexível CLEANTHANE 3000 que garante excelente resistência às intempéries e abrasão, sendo o material adequado para locais que necessitem uma impermeabilização exposta.

Figura 21: Aplicação de pintura de proteção (topcoat)



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 22: Aplicação de pintura de proteção (topcoat)



Fonte: Elaborado pelo autor

5. RESULTADOS

Através do acompanhamento de todos os processos de execução do sistema de impermeabilização em poliureia, foi possível levantar os dados referente a produtividade que se apresentam no quadro 2.

Quadro 2: Produtividade das etapas de execução

Item	Etapas	Qtd	Und	Duração dia (8h)	QTD de pessoas	Produtividade und/h.H
1	Regularização platibanda	127,305	m ²	2	1	7,96
2	Requadração platibanda	141,45	m	4	3	1,47
3	Lixamento da laje	898,16	m ²	5	1	22,45
4	Base de placas solares	170	und	4	3	1,77
5	Base de boilers e tubulações	12	und	1	2	0,75
6	Abaulamento das quinas	182	und	2	2	5,69
7	Imprimação	1040,82	m ²	2	1	65,05
8	Regularização em membrana de PU	898,16	m ²	2	2	28,07
9	Cura da membrana de PU	898,16	m ²	3		-
10	Aplicação de poliureia	1040,82	m ²	1	3	43,37
11	Teste de estanqueidade	898,16	m ²	3		-
12	Proteção mecânica (topcoat)	1040,82	m ²	2	1	65,05

Fonte: Elaborado pelo autor

O Quadro 2 apresenta a análise das etapas executadas, contemplando os quantitativos realizados, o tempo de execução em dias, a quantidade de profissionais alocados em cada fase e a produtividade obtida. Os resultados foram calculados com base em uma jornada diária de 8 horas, permitindo a avaliação do desempenho da equipe, a eficiência do processo produtivo e a relação entre recursos empregados e produção alcançada.

Observa-se que os serviços relacionados à preparação da superfície (itens 1 a 6) apresentaram duração superior aos serviços de aplicação do sistema de poliureia (itens 7 a 12). Esse comportamento se justifica pelo fato de que as etapas preparatórias envolvem atividades mais intensivas, com maior grau de intervenção no substrato e exigência de controle rigoroso de qualidade. A execução inadequada dessas etapas pode gerar patologias futuras, comprometendo a aderência, a estanqueidade e, conseqüentemente, o desempenho global do sistema de impermeabilização.

O Quadro 3 apresenta, em formato de cronograma, a distribuição das etapas ao longo dos dias, evidenciando o sequenciamento adotado, as interdependências entre as atividades e a duração total necessária para a execução completa do sistema de impermeabilização em poliureia.

Quadro 3: Duração das etapas de execução

ETAPA	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14	DIA 15	DIA 16	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								

Fonte: Elaborado pelo autor

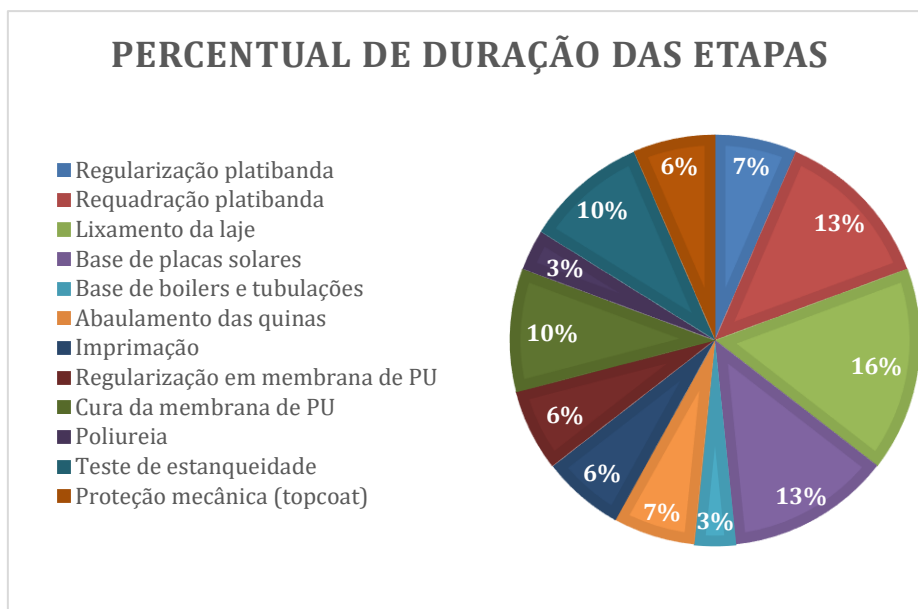
Os itens destacados em verde correspondem às atividades que demandaram alocação direta de mão de obra para sua execução, enquanto os itens em cinza representam atividades que não exigiram mobilização de equipe, como os períodos de cura da membrana de PU e a realização do teste de estanqueidade.

Observa-se, ainda, que determinadas atividades foram executadas de forma simultânea, como a regularização da platibanda (item 1) em conjunto com a requadrção (item 2), bem como o lixamento da laje (item 3) concomitante à execução das bases de boilers e tubulações (item 4). Essa simultaneidade foi viabilizada pela divisão da laje em duas juntas, o que favoreceu o sequenciamento das atividades, permitindo que, enquanto um serviço era executado em uma junta, outro fosse iniciado na junta adjacente.

A análise do cronograma evidencia a possibilidade de ampliar a execução simultânea entre algumas etapas, desde que respeitadas as restrições técnicas e de qualidade, o que permitiria a redução do prazo total de execução do sistema de impermeabilização, com melhor aproveitamento dos recursos e maior eficiência no controle da produção.

O gráfico 1, apresenta a distribuição das etapas de execução da impermeabilização onde é possível observar a proporção dos serviços mais demorados.

Gráfico 1: Duração das etapas de execução



Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com o quadro 3 e o gráfico 1, nota-se que os serviços que compreendem os processos de impermeabilização em poliureia, que são, imprimação (6%), regularização em membrana de PU (6%), poliureia (3%) e proteção mecânica (6%), destacam-se, ao longo de todo o período analisado, como os serviços de maior celeridade executiva, apresentando os menores tempos de execução e os melhores índices de produtividade entre as atividades desenvolvidas.

Ainda com base no gráfico 1, os serviços que antecedem as etapas de impermeabilização, apresentaram duração maior, entre eles, o lixamento da estrutura (16%), requadração da platibanda (13%) e instalação das bases para placas solares e tubulação (13%). Isso se dá pelo fato de serem processos que apresentam alto nível de exigência técnica em relação a qualidade do serviço acabado, demandando um nível de detalhe muito específico que é crucial para garantia de um bom funcionamento do sistema de impermeabilização.

Em relação a produtividade, como visto no quadro 2 e 3, a aplicação da poliureia (item 10), em uma área de 1040,82m², teve duração de apenas 1 (um) dia, o que torna esse sistema muito produtivo nesta fase do processo.

O quadro 4, apresenta a produtividade resultante dos serviços de imprimação, regularização em membrana PU, poliureia, e proteção mecânica.

Quadro 4: Produtividade da impermeabilização

Área (m ²)	Horas trabalhadas (h)	Qtd média de pessoas	Produtividade (m ² /h.H)
1040,82	88	1,75	6,76

Fonte: Elaborado pelo autor

O sistema de impermeabilização em poliureia apresenta produtividade superior quando comparado ao sistema em manta asfáltica. Conforme dados da tabela do SINAPI, mantido pela Caixa Econômica Federal (2024), o coeficiente de produtividade para manta asfáltica aderida com asfalto oxidado é de 0,2762 h/m², o que corresponde a aproximadamente 3,62 m²/h (produtividade é o inverso do índice). Já para o sistema em poliureia, conforme aferição apresentada no quadro 4 desta pesquisa, foi registrada produtividade de 6,76 m²/h, evidenciando desempenho significativamente superior.

Além da análise de todo o processo de execução da impermeabilização, com a obtenção do detalhamento das etapas, duração e produtividade de cada uma, foi realizado também um levantamento de custo de venda desse sistema com base nos valores negociados entre a construtora e o empreiteiro de execução.

No quadro 5, consta o comparativo de valores entre o sistema de impermeabilização em manta asfáltica aderida com asfalto oxidado + banho de asfalto oxidado (sistema inicialmente proposto) e o sistema de impermeabilização em poliureia (sistema adotado) de acordo com os valores negociados entre construtora e fornecedor.

Quadro 5: Comparativo de custos de venda do sistema de impermeabilizaçãoÁrea considerada: 1040,82m²

Sistema	R\$ Total Material	R\$ Total Mão de obra	R\$ Total
Impermeabilização em poliureia	R\$ 150.408,90	R\$ 54.643,05	R\$ 205.051,95
Impermeabilização em manta asfáltica	R\$ 87.626,64	R\$ 36.428,70	R\$ 124.055,34
Diferença	R\$ 62.782,26	R\$ 18.214,35	R\$ 80.996,61

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao analisar os valores de cada sistema, observa-se que ambos apresentam a mesma proporção entre material e mão de obra em relação ao custo total, sendo aproximadamente 70% referentes aos materiais e 30% à mão de obra. O sistema em poliureia apresentou um custo unitário de R\$ 197,01/m², enquanto sistema em manta asfáltica apresentou custo de R\$ 119,19/m².

É possível perceber também que o sistema em poliureia apresenta custo mais elevado em relação ao sistema em manta asfáltica, resultando em 65% acima do custo da manta asfáltica. Essa diferença de custo justifica-se principalmente pelas especificações técnicas dos materiais e pelos equipamentos de alta performance necessários à aplicação do sistema em poliureia. Trata-se de um processo que demanda insumos de maior valor agregado, maquinário específico de projeção com controle de temperatura e pressão, além de equipe especializada para operação. Esses fatores elevam o investimento inicial quando comparado a sistemas convencionais, como a manta asfáltica, porém refletem um desempenho superior em termos de rapidez de aplicação, elasticidade, resistência e durabilidade do sistema impermeabilizante, além de ser um sistema mais produtivo conforme verificado na comparação de produtividade com manta asfáltica.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar a produtividade e o custo de venda do sistema de impermeabilização em poliureia, por meio de um estudo de caso realizado em uma cobertura técnica localizada no Distrito Federal, comparando seus resultados com o sistema tradicional de impermeabilização em manta asfáltica. A partir do acompanhamento sistemático das etapas de execução, foi possível levantar dados consistentes referentes aos recursos empregados, ao tempo de execução, à produtividade e aos custos envolvidos no processo.

Os resultados demonstraram que o sistema de impermeabilização em poliureia apresenta produtividade significativamente superior quando comparado ao sistema em manta asfáltica. A aplicação da poliureia alcançou índices médios de produtividade da ordem de 6,76 m²/h.h, enquanto o sistema tradicional apresenta, segundo dados do SINAPI, produtividade de aproximadamente 3,62 m²/h.h. Esse desempenho superior reflete-se principalmente na rapidez da execução, destacando-se a etapa de aplicação da poliureia, que foi concluída em apenas um dia para uma área superior a 1.000 m².

Observou-se, entretanto, que as etapas preparatórias do sistema, como regularização da superfície, requadrção da platibanda, execução de bases e tratamento de detalhes construtivos, representam parcela significativa do prazo total de execução. Tais etapas são determinantes para o desempenho final do sistema, uma vez que a qualidade da impermeabilização em poliureia está diretamente relacionada à adequada preparação do substrato e ao rigor técnico na execução dos detalhes.

No que se refere aos custos, verificou-se que o sistema em poliureia apresentou investimento inicial superior ao da manta asfáltica, com diferença aproximada de 65%, em razão das exigências técnicas inerentes ao método, como utilização de insumos de maior valor agregado, equipamentos específicos de projeção com controle de temperatura e pressão e mão de obra especializada.

Entretanto, a análise global evidencia que esse acréscimo de custo está associado a ganhos relevantes de desempenho, especialmente quanto à produtividade, rapidez de execução, elevada elasticidade, resistência mecânica e durabilidade. Assim, sob a perspectiva técnica e operacional, a poliureia demonstra-se uma solução competitiva, sobretudo em cenários nos quais prazo, desempenho e

confiabilidade do sistema impermeabilizante são fatores determinantes para a tomada de decisão.

Dessa forma, conclui-se que a escolha do sistema de impermeabilização não deve se restringir apenas à análise do custo inicial, mas considerar também aspectos relacionados à produtividade, ao desempenho, à durabilidade e à eficiência construtiva. O sistema de impermeabilização em poliureia mostrou-se tecnicamente viável e vantajoso para empreendimentos que demandam maior controle de prazo e alto desempenho, contribuindo para uma tomada de decisão mais assertiva no contexto da engenharia civil.

Por fim, este trabalho contribui para o aprofundamento do conhecimento técnico sobre sistemas de impermeabilização poliméricos, especialmente a poliureia, podendo servir de referência para futuros estudos comparativos, bem como para profissionais envolvidos na especificação, execução e gestão de sistemas de impermeabilização em edificações.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1 Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: ABNT 2025.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574 Execução de impermeabilização**. Rio de Janeiro: ABNT 2008.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto**. Rio de Janeiro: ABNT 2010.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H**. Norma SiMaC 2021 – Regimento Geral. Brasília, 2021.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Caderno Técnico de Composições – Impermeabilização, Proteção Mecânica e Tratamento de Junta**. SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Aferido em: set. 2023. Última atualização: jul. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO (IBI). **Guia de Aplicação da Norma de Desempenho para Impermeabilização**: especificação, aplicação e contratação com foco no atendimento à ABNT NBR 15575: 2013. [S.l.]: IBI, 2018.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como Preparar Orçamentos de Obra**. São Paulo: Pini, 2006.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

PINETTI, Cinthia Cristina Hirata. **Impermeabilização em lajes de cobertura**: Análise da execução com sistema flexível em manta asfáltica. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012.

PINTO, João da Costa. **Impermeabilização**: conceitos, sistemas e aplicações. 2. ed. São Paulo: Pini, 2017.

SOUZA, Joel Domingues de; FILARETO, Kamila Laís Torres. **Ferramenta para controle de qualidade em impermeabilização predial**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC, São Paulo, 2019.

Tisaka, Maçahiko. **Orçamento na Construção Civil**: consultoria, projeto e execução. São Paulo: Pini, 2006.

VASCONCELOS, Paulo Henrique C. de O. **Correlação Entre as Propriedades Mecânicas de Materiais Impermeabilizantes a Base de Elastômeros de Poliuréia e Poliuretano com o Desempenho do Sistema Aplicado em Lajes Estruturais**. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2015.

WOLOSZYN, Maraysa; MOHAMAD, Gihad; DE LIMA, Rogério Antochaves; VARGAS, Alexandre da Silva. **Impermeabilização**: construindo o conhecimento. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2024.