

PROJETO E FABRICAÇÃO DE PASSARELA METÁLICA PARA REPOSIÇÃO DE POLÍMERO EM PLANTA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES.

Levy, João Vitor (engm_joaolevy@camporeal.edu.br)¹

Traiano, Denner (prof_dennertraiano@camporeal.edu.br)²

RESUMO: Nos dias atuais, a segurança do trabalho vem sendo cada vez mais presente nos ambientes industriais, seja para corrigir um risco de queda, esmagamento, corte ou ergonômico, atuando tanto como um fator estratégico de produtividade quanto como prevenção de acidentes com risco de vida. Este trabalho aborda o dimensionamento de uma passarela com escada para a melhoria da segurança e ergonomia na dosagem manual de polímero no setor de tratamento de efluentes de uma planta industrial. A atividade, anteriormente realizada com o uso de escadas improvisadas e sem apoio adequado, expunha os operadores a riscos de queda e esforço físico excessivo. A metodologia adotada envolveu o levantamento de dados no local, análise ergonômica da tarefa, estudo das normas regulamentadoras e elaboração do projeto técnico da estrutura metálica. Os resultados obtidos com a implantação da passarela demonstraram significativa redução dos riscos operacionais, maior estabilidade durante a tarefa e melhoria na postura dos operadores. A estrutura foi dimensionada com base em critérios de segurança, resistência e acessibilidade, promovendo condições adequadas para a atividade. Conclui-se que a solução projetada atendeu plenamente aos objetivos propostos, aumentando a segurança e ergonomia no setor, além de contribuir para a valorização das práticas de prevenção de acidentes e saúde ocupacional na indústria.

PALAVRAS-CHAVE: Ergonomia industrial; Segurança do trabalho; Tratamento de efluentes.

ABSTRACT: In current times, workplace safety has become increasingly present in industrial environments, whether to correct a risk of falling, crushing, cutting, or ergonomic issues, acting both as a strategic factor for productivity and as a prevention against life-threatening accidents. This work addresses the dimensioning of a walkway with stairs for the improvement of safety and ergonomics in the manual dosing of polymer in the effluent treatment sector of an industrial plant. The activity, previously carried out using improvised ladders and without adequate support, exposed operators to risks of falls and excessive physical effort. The methodology adopted involved the collection of on-site data, ergonomic analysis of the task, study of regulatory standards, and elaboration of the technical design of the metallic structure. The results obtained with the implementation of the walkway demonstrated a significant reduction in operational risks, greater stability during the task, and improvement in the posture of the operators. The structure was dimensioned based on criteria of safety, resistance, and accessibility, promoting adequate conditions for the activity. It is concluded that the designed solution fully met the proposed objectives, increasing safety and ergonomics in the sector, in addition to contributing to the valuation of accident prevention and occupational health practices in the industry.

Keywords: Industrial ergonomics; Occupational safety; Effluent treatment.

¹Graduando de Engenharia Mecânica no Centro Universitário Campo Real

²Graduado em Engenharia Mecânica. Mestrado em Engenharia Mecânica. Professor no Centro Universitário Campo Real.

1. INTRODUÇÃO

No cenário industrial atual, as indústrias têm buscado cada vez mais métodos para promover e garantir a segurança de seus colaboradores, implementando medidas que reduzam os riscos ergonômicos e de acidentes (SEBRAE, 2023). Essa preocupação é refletida em procedimentos e políticas que buscam preservar a integridade física e mental dos trabalhadores, promovendo ambientes de trabalho mais seguros e produtivos (SOUSA; RODOLPHO, 2020, p. 817). A segurança do trabalho, além de ser uma exigência legal, é também um fator estratégico para a produtividade industrial, uma vez que a prevenção de acidentes reduz afastamentos, custos operacionais e paralisações não planejadas (DINIZ;LIMA;SIMÕES, 2024).

As normas técnicas e regulamentadoras definem parâmetros essenciais para eliminar condições inseguras e garantir que as atividades sejam realizadas de acordo com padrões mínimos de segurança e ergonomia (BRASIL, 2025). A NR 8 estabelece que as edificações industriais devem ser seguras para circulação, com acessos apropriados e duráveis (BRASIL, 2022b, p. 1). A NR-12 estabelece que máquinas e equipamentos, assim como seus acessos, devem ser equipados com sistemas de proteção que sejam fixos e estáveis, garantindo proteção contra quedas e outros riscos mecânicos relacionados (BRASIL, 2022c, p. 10). A NR-17 estabelece normas de ergonomia, visando adaptar as condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores para evitar distúrbios musculares e sobrecarga física (BRASIL, 2022, p. 3).

Neste contexto, no setor de tratamento de efluentes da planta industrial estudada, foi identificada a ausência de uma estrutura apropriada para o processo de dosagem de polímero, atividade realizada pelos operadores locais em uma superfície escorregadia, com risco significativo de acidentes. A tarefa exigia acesso a dois tanques posicionados em altura e, na ausência de um sistema fixo de acesso, os trabalhadores utilizavam meios improvisados, como escadas amarradas com cordas. Essa condição contrariava diretamente os parâmetros da Norma Regulamentadora nº 1 (NR-1), que estabelece que o ambiente de trabalho deve ser estruturado de forma a preservar a integridade física do trabalhador (BRASIL, 2022a, p. 2).

Diante do risco iminente, foi realizada uma pesquisa de campo aprofundada para análise detalhada do local e da estrutura existente. O estudo focou na definição de critérios técnicos rigorosos para o dimensionamento e a fabricação da solução mais adequada. O principal objetivo foi eliminar as condições inseguras, corrigir os problemas ergonômicos e facilitar a execução das atividades diárias. Entre os aspectos críticos observados, destacou-se a necessidade de um piso antiderrapante e de um sistema de acesso fixo, dada a umidade constante e a superfície lisa da área, que elevavam o risco de queda. Segundo Santana (2022, p. 4), a ausência de infraestrutura apropriada em setores industriais compromete a segurança operacional, aumentando a exposição dos trabalhadores a riscos físicos e ergonômicos, o que reforçou a urgência da intervenção.

Diante dos problemas enfrentados, a fabricação de uma passarela metálica com escada, fixada em base de concreto e projetada de acordo com os critérios da NBR 8800 (Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios), atenderia plenamente às condições impostas pelo processo e pelas normas de segurança, dessa forma a aplicação da NBR não apenas garante o dimensionamento correto dos perfis e das ligações soldadas, mas também confere ao projeto a confiabilidade técnica necessária. Conforme destacam Ribeiro e Gardin (2017), a escolha por uma solução em aço em áreas industriais oferece vantagens significativas, como a elevada resistência estrutural, a alta relação resistência-peso e a rapidez na montagem.

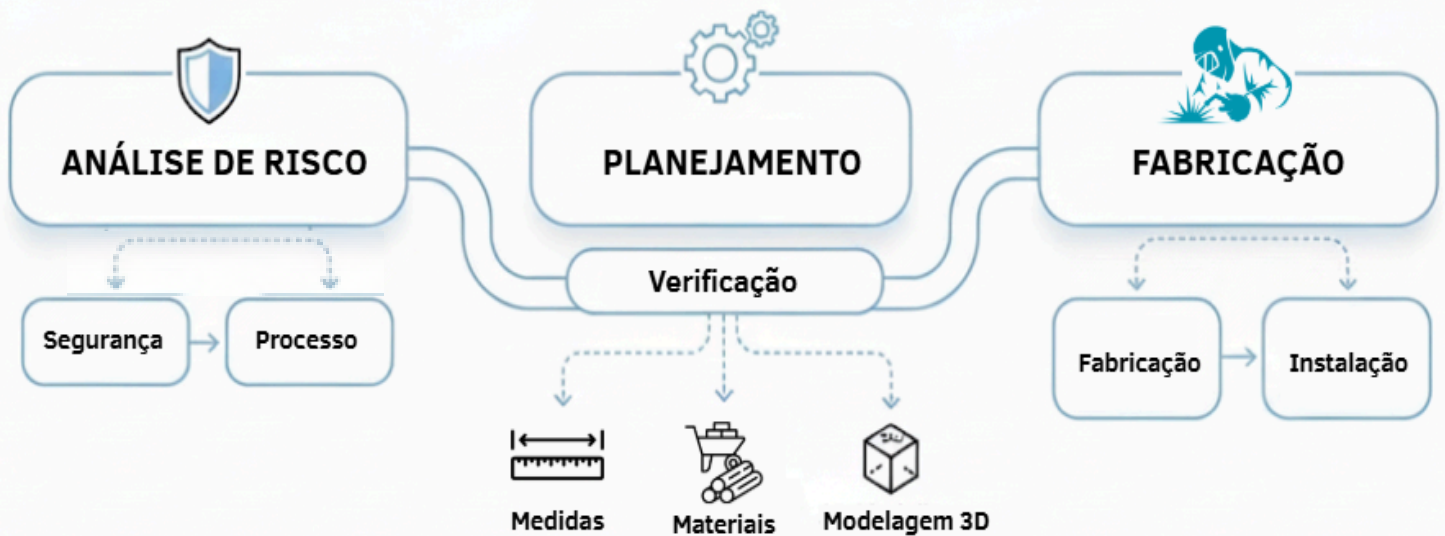
Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo apresentar o processo de concepção, dimensionamento e fabricação da passarela metálica com escada para a unidade de tratamento de efluentes, destacando os aspectos normativos, ergonômicos e estruturais envolvidos. A proposta busca contribuir para a redução de riscos ocupacionais, a melhoria das condições de trabalho e a otimização das operações industriais, alinhando-se às boas práticas de engenharia e aos requisitos legais vigentes.

2. METODOLOGIA

A metodologia proposta permite, por meio da aplicação de normas regulamentadoras e da utilização de equipamentos específicos, realizar medidas sistemáticas que garantem a coerência e o alcance dos objetivos previamente

definidos, sustentados por procedimentos práticos. O estudo envolve a avaliação do local de trabalho e do processo de reposição de polímero, com o intuito de embasar o projeto e a fabricação de uma passarela metálica com escada. Além disso, é detalhado o planejamento e o rigor técnico adotados para a validação dos resultados, bem como a seleção adequada de equipamentos e ferramentas. Na Figura 1, apresenta-se um esquema do fluxograma do trabalho desenvolvido.

Figura 1 - Fluxograma do processo.



Fonte: O Autor (2025).

2.1 ANÁLISE DE RISCO

Em primeiro momento, foram analisados todos os riscos do processo utilizando a NR-01 como base, além da observação do ambiente e estudando o processo realizado pelos operadores, de forma a compreender suas necessidades e avaliar uma tratativa em conformidade com as normas de segurança. O primeiro ponto de avaliação foi a necessidade de reposição manual da solução de polímero nos tanques, que ocorreu mais de cinco vezes ao longo do dia.

O segundo ponto observado foi a estrutura de reposição: a escada, fixada por corda, apresentava superfície lisa e não oferecia pontos de apoio para a manipulação do polímero, que obrigava os operadores a realizarem a subida carregando a jarra de mistura em uma das mãos, aumentando a vulnerabilidade a acidentes e comprometendo diretamente o desempenho dos trabalhadores durante

a operação. A seguir, a Figura 2 apresenta a estrutura usada anteriormente no local para reposição do polímero.

Figura 2 - Processo de reposição da solução de polímero; (A) Escada pendente em corda. (B) Escada sem apoio estável.



Fonte: O Autor (2025).

Com a Análise de Risco concluída e os requisitos normativos minuciosamente estudados e validados encerrou-se a fase inicial da metodologia. Deste modo, o projeto avançou para a sua segunda etapa: o Planejamento.

2.2 PLANEJAMENTO

Com o intuito de iniciar o planejamento, foram retiradas todas as medidas diretamente no local de instalação, contemplando a distância necessária entre a passarela e a parede, assim como o espaço disponível entre os tanques de polímero e a altura adequada para a reposição do produto de forma segura. Essas dimensões foram analisadas em comparação com os requisitos normativos aplicáveis. A NR 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos estabelece a obrigatoriedade de que acessos, plataformas e passarelas em áreas industriais sejam fixos, estáveis e resistentes, garantindo proteção adequada contra quedas e

acidentes (BRASIL, 2022c). Nesse sentido, a concepção da estrutura buscou atender a tais exigências, assegurando que os operadores pudessem realizar a reposição do polímero em condições seguras.

Além da NR 12, foram consideradas as disposições da NBR 14718:2008 – Guarda-corpos para edificação, que define altura mínima de 1,10 m para guarda-corpos em áreas de circulação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008), de modo a reforçar a proteção do trabalhador durante o uso da passarela. Para a estrutura metálica, aplicaram-se os critérios da NBR 8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios, garantindo dimensionamento adequado de capacidade de carga, fator de segurança e resistência a solicitações mecânicas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008).

No caso da escada, foi adotado o critério ergonômico definido pela Lei de Blondel, que relaciona a altura do espelho (E) e a profundidade do piso (P) segundo a Equação 1:

$$2E + P = 64cm \quad (1)$$

Considerando a altura total da passarela de 150 cm e 18 cm de espelho entre cada degrau, obteve-se a quantidade necessária de degraus a Equação 2:

$$N^{\circ} \text{ Degraus} = 150/18 = 8,3 \approx 8 \quad (2)$$

Aplicando a lei de blondel a Equação 3:

$$2(18) + p = 64 \Rightarrow p = 28cm \quad (3)$$

Dessa forma, com a altura do espelho em aproximadamente 18 cm e com isso a profundidade do piso em 28 cm, atendendo ao critério de conforto e segurança recomendado para escadas em ambientes industriais. A partir da análise do espaço e das condições do processo, assim como dos cálculos, as dimensões principais do projeto conforme Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 – Medidas Passarela

Largura	Comprimento	Altura da Passarela	Profundidade do Degrau	Altura do Degrau	Nº Degraus
600mm	3000mm	1500mm	280mm	180mm	8

Fonte: O Autor (2025).

O projeto considerou a circulação de operadores sobre a passarela, atendendo às disposições da NBR 8800 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008, p. 22) quanto à capacidade de carga e fator de segurança. Foram especificados materiais como aço carbono para perfis, chapas expandidas e os processos empregados como soldagem com eletrodo revestido, uso de fluxo de solda foram selecionados seguindo os parâmetros estabelecidos pela norma. Essa abordagem garante não apenas conformidade técnica e legal, mas também a possibilidade de inspeção periódica e manutenção preventiva, assegurando que a instalação permaneça segura e operacional por todo o seu ciclo de vida útil.

A estrutura da passarela foi composta por cantoneiras de aço carbono de 1 ½" x ¼" (38,1 mm x 6,35 mm), com comprimento de 6.000 mm, utilizadas tanto nos degraus quanto na composição da estrutura principal. Os degraus e o piso superior foram confeccionados em chapa expandida de aço carbono, com espessura de 6 mm, malha de 50 x 100 mm e dimensões de 1.200 x 3.000 mm, garantindo resistência e segurança na operação. O guarda-corpo da escada foi confeccionado utilizando tubos de aço carbono de 1 ½" e 1", assegurando suporte adequado e proteção para os operadores durante a subida e descida.

A etapa final de instalação envolveu a fixação permanente da passarela sobre a base de concreto existente, utilizando chumbadores químicos, garantindo a total estabilidade da estrutura e a transferência segura das cargas para a fundação, após a montagem completa iniciou-se o processo de acabamento. A estrutura foi submetida a um lixamento em toda a sua superfície para remover impurezas e rebarbas, preparando o metal para a pintura. Em seguida, foi aplicado o fundo preparador anti corrosivo (primer), uma camada essencial para promover a aderência superior da tinta e impedir a corrosão (principalmente em um ambiente úmido como o de efluentes). Por fim, foi aplicada a pintura final com tinta esmalte sintético amarela, específica para superfícies metálicas. Esta cor foi selecionada

para identificação e segurança (conforme as diretrizes da NR-26), proporcionando proteção adicional contra intempéries e agentes químicos, o que resulta em maior durabilidade e longevidade da passarela. A Tabela 2 a seguir detalha todos os materiais e quantidades empregados na execução final do projeto."

Tabela 2 – Materiais Passarela

Materiais	Quantidade (uni)	Custo (R\$)
Cantoneira de aço carbono 1 ½" x ¼" (38,1 x 6,35 mm) X 6000mm	7	R\$ 945,00
Chapa expandida em aço carbono 6 mm / Malha 50 x 100 mm / Dimensões 1.200 x 3.000 mm	1	R\$ 1500,00
Tubo redondo aço carbono 1 ½" 6000 mm	2	R\$ 260,00
Tubo redondo aço carbono 1" x 6000 mm	2	R\$ 110,00
Chumbador Quimico 3/8"	8	R\$ 113,00
Tinta esmalte sintético amarela 3,6 L	2	R\$ 500,00
Fundo preparador 3,6 L	2	R\$ 330,00
Custo Total:		R\$ 3.758,00

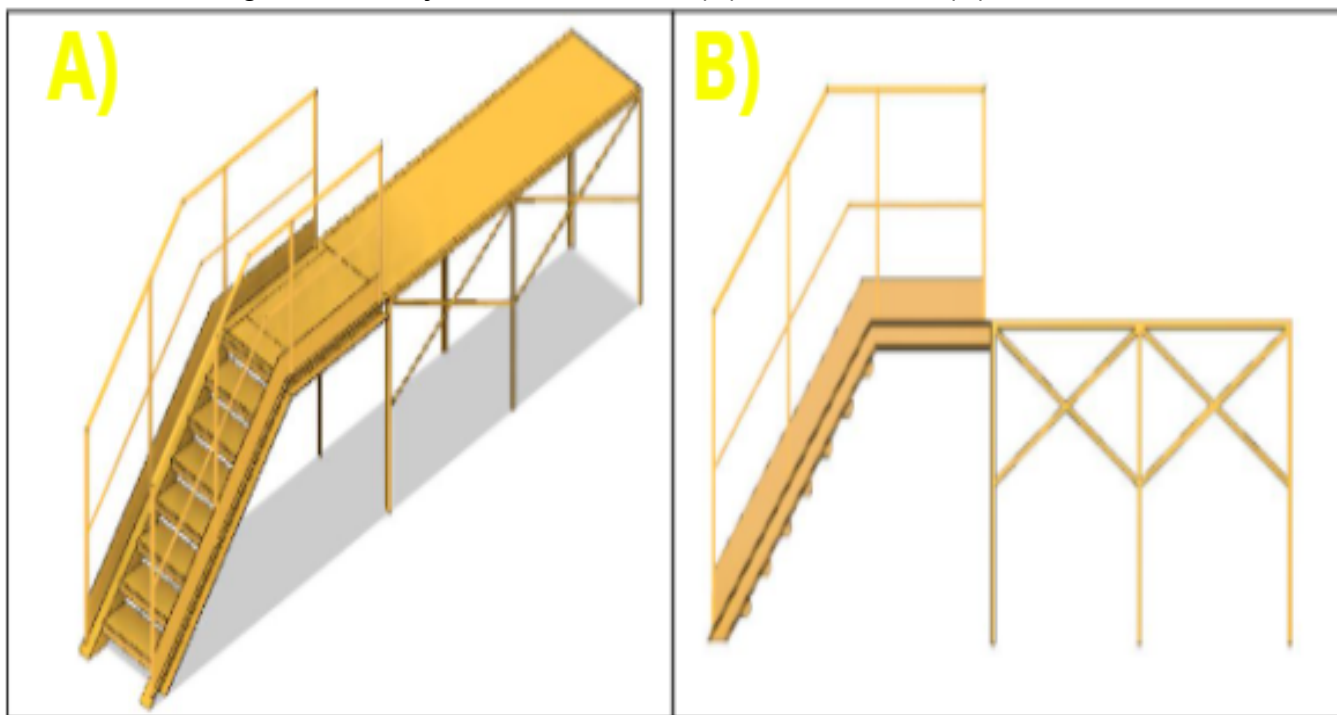
Fonte: O Autor (2025).

Com as dimensões e materiais definidos, foi elaborada a modelagem tridimensional da passarela utilizando o software Autodesk Fusion 360. A partir do modelo 3D, foi feita à análise estrutural por meio de simulação estática, contemplando todos os elementos estruturais definidos, como degraus, plataforma, guarda-corpo e base de fixação, a fim de avaliar o comportamento da estrutura sob condições reais de carregamento. As cargas aplicadas seguiram as diretrizes da ABNT NBR 7188:2013, que estabelece carga mínima uniformemente distribuída de 5,0 kN/m² para passarelas destinadas à circulação de pessoas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

Este valor garante uma margem de segurança significativa em relação ao peso médio de um operador adulto, que é estimado entre 80 kg e 100 kg (aproximadamente 1,0 kN). Além de considerar essa carga pontual, a estrutura foi projetada para suportar, com folga, as solicitações previstas em operação, conforme estabelecido pela NBR 7188 (Carga Móvel em Passarelas). O dimensionamento robusto assegura a estabilidade e a confiabilidade estrutural mesmo sob condições dinâmicas de uso. A Figura 3 apresenta o modelo tridimensional detalhado, que

serviu como a plataforma fundamental para as etapas subsequentes do projeto, incluindo a validação estrutural por meio de Análise de Elementos Finitos (FEA) e o dimensionamento preciso de todos os componentes da passarela, como degraus, guarda-corpos e apoios.

Figura 3 – Projeto 3D Passarela; (A) Vista Frontal. (B) Vista Lateral.



Fonte: O Autor (2025).

O modelo 3D representa a estrutura desenvolvida seguindo as normas técnicas de segurança, e medidas mencionadas acima.

2.3 FABRICAÇÃO

Com todas as etapas de planejamento, modelagem e detalhamento de fabricação concluídas, o projeto validado foi encaminhado ao mecânico montador da própria empresa onde se localiza o setor estudado. Em conjunto com o profissional responsável, foram definidas as ferramentas e os procedimentos necessários para a execução da passarela metálica. O processo de fabricação utilizou uma máquina de solda elétrica com eletrodo revestido tipo E-48, adequada para a união de componentes em aço carbono. Para assegurar as condições adequadas de trabalho, foram disponibilizados todos os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) exigidos pelas normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho,

incluindo máscara de solda automática, luvas de raspa, avental de raspa com mangas e proteção ocular.

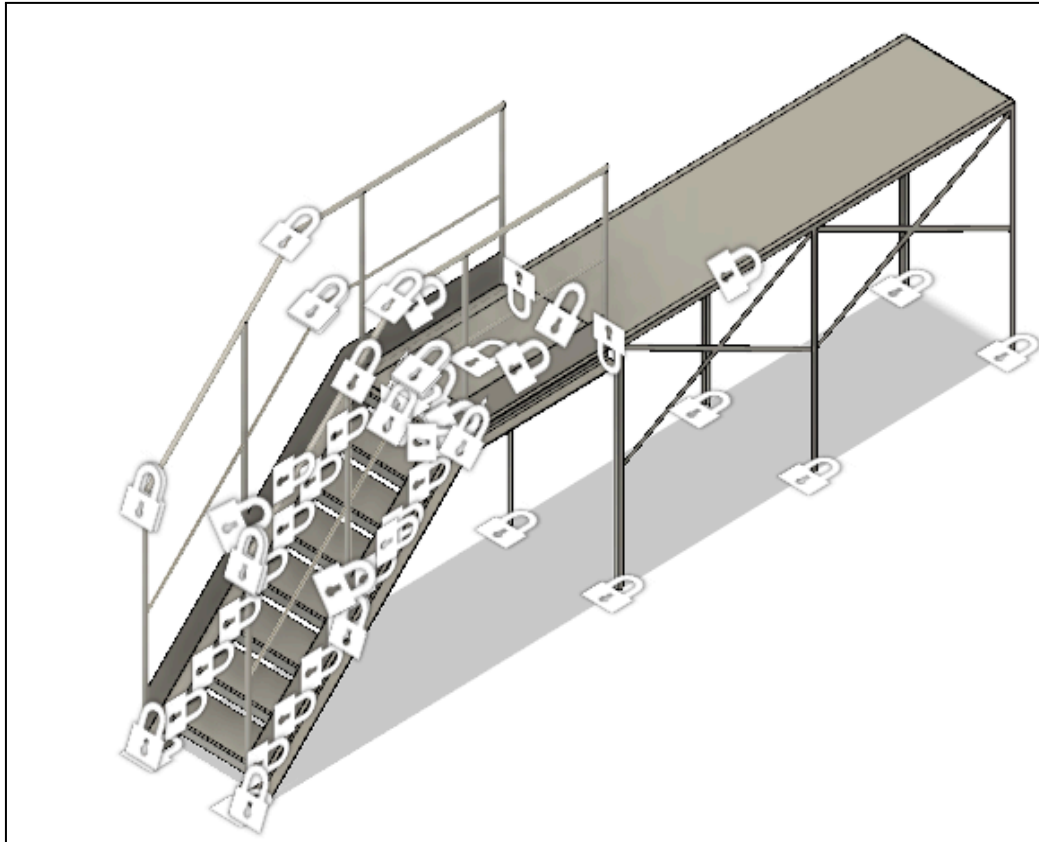
Após o recebimento de todos os materiais (perfis metálicos, chapas expandidas, tubos e chumbadores químicos), iniciou-se a fase de montagem e soldagem da estrutura, conduzida pelo mecânico montador sob supervisão técnica, conforme as especificações do projeto.

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O projeto apresentou um custo total de aproximadamente R\$5.000,00 para a fabricação da passarela metálica. Este orçamento foi elaborado para contemplar todos os materiais estruturais (incluindo perfis, chapas e chumbadores), os custos de mão de obra especializada (soldagem e montagem) e os acabamentos finais necessários (fundo preparador e pintura de segurança). Após a conclusão do modelo tridimensional e da estimativa de custos detalhada, o projeto foi submetido à validação rigorosa pela equipe de segurança do trabalho da empresa, visando assegurar a conformidade com todas as Normas Regulamentadoras (NR's) aplicáveis, e pelo supervisor responsável da área, garantindo o alinhamento com o planejamento orçamentário e as necessidades operacionais do setor. Somente após a aprovação formal destes setores críticos, iniciou-se a etapa de verificação estrutural no próprio ambiente de simulação do *software* (Análise de Elementos Finitos – FEA).

A primeira etapa da verificação estrutural consistiu na aplicação das restrições geométricas no modelo tridimensional. Estas restrições são essenciais para replicar de forma fiel as condições de apoio da estrutura na realidade. Elas foram definidas nos pontos exatos de solda e ancoragem da passarela à base de concreto. A Figura 4 apresenta o modelo 3D com as restrições aplicadas, destacadas por meio dos ícones de cadeado. Estes ícones representam os vínculos de fixação, impedindo movimentos indesejados (graus de liberdade) durante a análise estrutural. Essa etapa garante que o modelo de simulação se comporte exatamente como a estrutura física fará no ambiente industrial, fornecendo resultados de tensão, deformação e fator de segurança confiáveis e representativos.

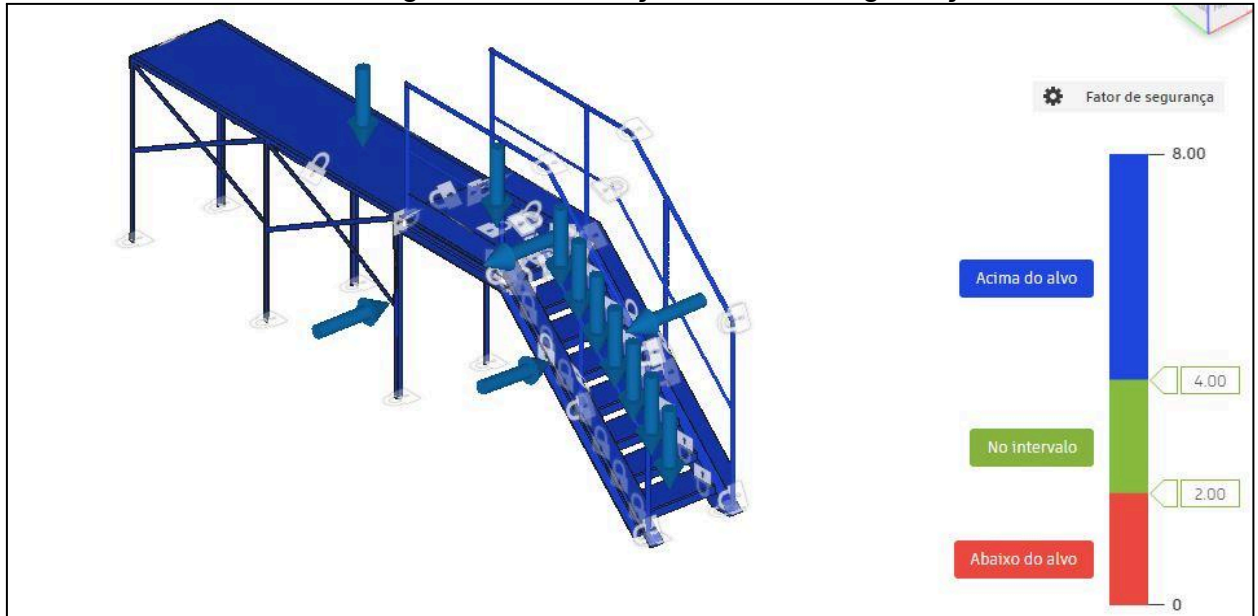
Figura 4 – Restrições Passarela



Fonte: O Autor (2025).

Com as restrições geométricas do modelo definidas e a estrutura virtualmente ancorada, procedeu-se à aplicação das condições de carga de forma rigorosa, conforme os parâmetros normativos e ergonômicos previamente estabelecidos. A simulação combinou a carga pontual referente ao peso médio de um operador adulto (estimado entre \$80\$ e \$100\$ kg), com a carga uniformemente distribuída de \$5,0\$ kN/m² estabelecida pela ABNT NBR 7188:2013 (Carga Móvel em Passarelas). Esta combinação de cargas representa as movimentações permanentes e eventuais sobrecargas decorrentes do transporte manual de recipientes com polímero, simulando o cenário mais crítico de operação. O resultado da simulação demonstrou um Fator de Segurança (FS) acima de 4,0, o que supera o mínimo aceitável e é considerado um valor altamente satisfatório segundo os critérios de projeto para estruturas metálicas de acesso. Um FS superior a 4,0 garante não apenas a integridade da estrutura, mas também a confiabilidade e a durabilidade do ativo ao longo de sua vida útil. A Figura 5 abaixo demonstra visualmente o resultado desta simulação de Fator de Segurança.

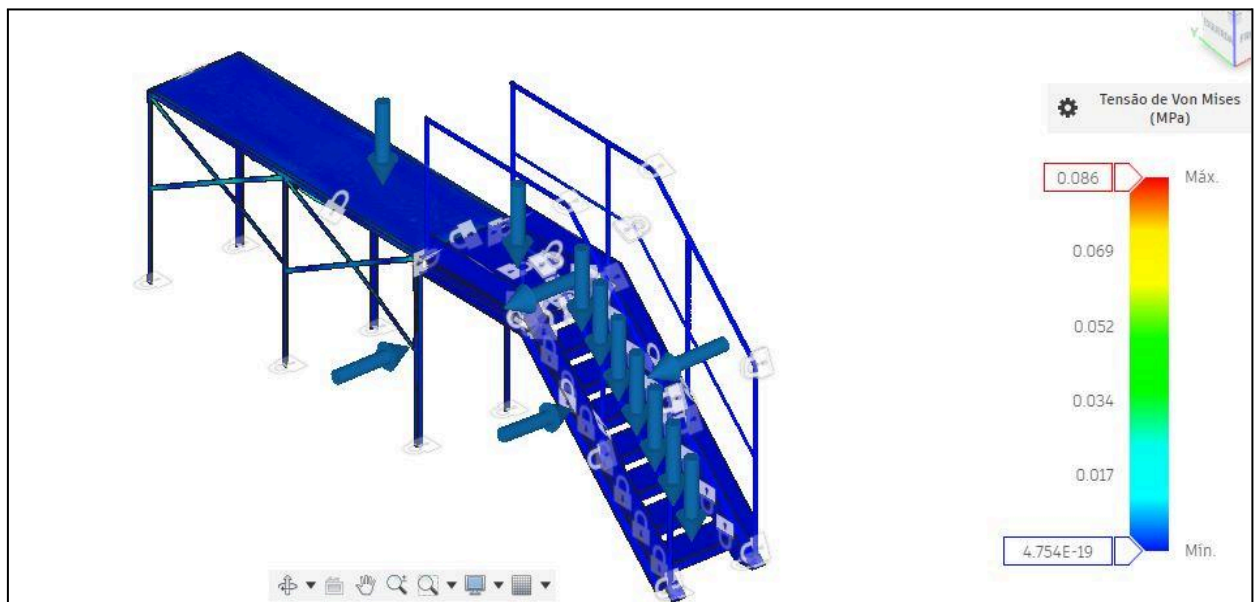
Figura 5 – Simulação Fator de Segurança



Fonte: O Autor (2025).

Em seguida foi realizada a simulação por tensão na estrutura, a Figura 6 demonstra este resultado, onde se observa que as regiões em coloração azul indicam tensões muito abaixo do limite de escoamento do material. Isso comprova que a estrutura trabalha integralmente dentro da zona elástica, eliminando qualquer risco de deformação permanente ou falha por escoamento sob as condições de carga simuladas.

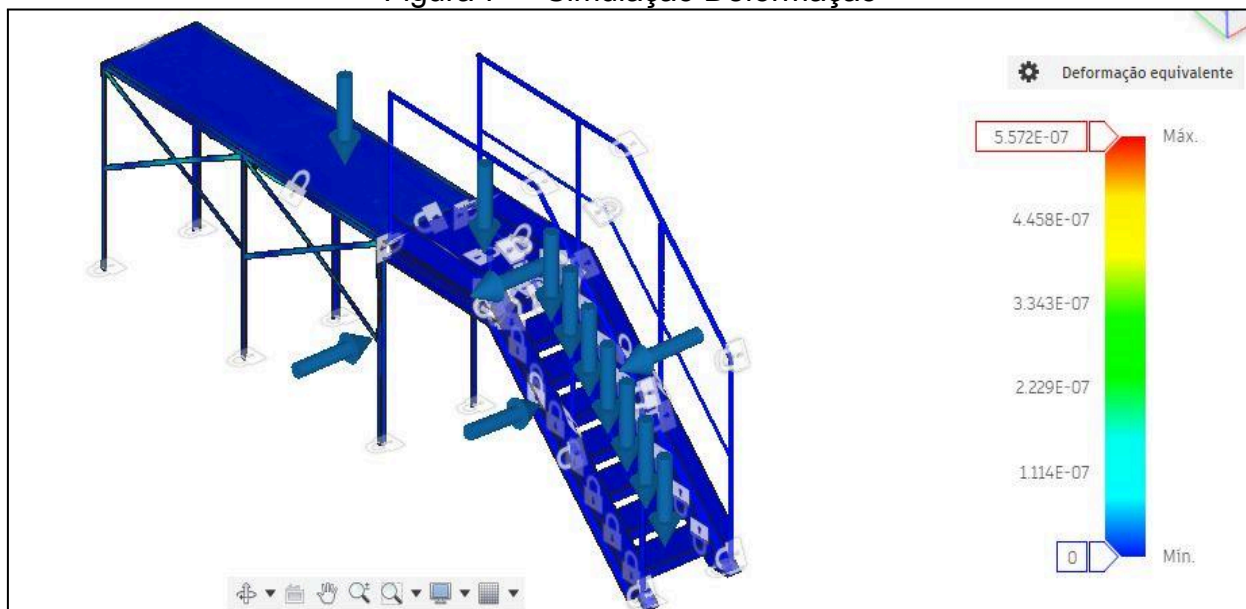
Figura 6 – Simulação Tensão



Fonte: O Autor (2025).

Por último foi realizada a simulação para deformação, que ficou dentro dos parâmetros aceitáveis do software, conforme demonstrado na Figura 7:

Figura 7 – Simulação Deformação



Fonte: O Autor (2025).

Com a simulação estrutural validada, foi iniciada a fase de montagem da passarela metálica. O processo iniciou-se pela preparação e corte dos perfis metálicos de aço carbono, iniciando com a montagem da estrutura das pernas e estrutura de fixação para chapa expandida, conforme demonstrado na Figura 8:

Figura 8 – Processo de Fabricação; (A) Foto Frontal. (B) Base Passarela.



Fonte: O Autor (2025).

Na sequência da montagem da estrutura principal, procedeu-se à montagem e fixação dos degraus da escada, garantindo o alinhamento e o espaçamento uniforme para o acesso ergonômico e seguro. Em seguida, foi instalado o guarda-corpo, elemento fundamental de segurança, cujas dimensões foram conferidas para atender às normas de proteção contra quedas. Por fim, a chapa expandida foi fixada à estrutura da passarela, finalizando a superfície de apoio e garantindo a resistência e a aderência necessárias para o tráfego dos operadores, conforme ilustrado na Figura 09:

Figura 9 - Processo de Fabricação; (A) Guarda Corpo. (B) Fixação Chapa



Fonte: O Autor (2025).

Com a montagem mecânica da estrutura finalizada e todos os pontos de solda e fixação inspecionados, foi iniciada a etapa de pintura que começou com a aplicação de um fundo preparador anti-corrosivo, essencial para garantir a aderência da camada final e aumentar a durabilidade estrutural contra agentes corrosivos do ambiente. Logo após, foi aplicada a tinta metálica na cor amarela, padrão escolhido para identificação visual e segurança, demarcando a nova estrutura de acordo com as especificações visuais da unidade, conforme detalhado na Figura 10

Figura 10 – Etapa Fabricação



Fonte: O Autor (2025).

Com a finalização da pintura foi realizada a instalação da passarela entre os tq's de reposição de polímero e iniciado testes com o novo equipamento no local, conforme demonstrado na Figura 11 abaixo:

Figura 11 – Instalação no Local; (A) Vista Frontal. (B) Vista Lateral.



Fonte: O Autor (2025).

Após a conclusão da instalação, a estrutura foi liberada para a operação local iniciar a fase de testes funcionais. Como resultado, foram realizados os ajustes finos de posicionamento e alinhamento necessários na estrutura, garantindo que o ativo estivesse perfeitamente adequado às exigências operacionais e de acesso do local.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto seguiu rigorosamente as Normas Regulamentadoras nº 1, 8, 12 e 17, bem como as normas técnicas ABNT NBR 8800:2008, NBR 14718:2008 e NBR 7188:2013, assegurando conformidade legal e estrutural. A etapa de simulação estrutural, realizada no software Autodesk Fusion 360, comprovou a eficiência do projeto, com tensões abaixo dos limites admissíveis para o aço carbono e fator de segurança superior ao mínimo exigido, evidenciando a robustez e confiabilidade da estrutura. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o projeto atingiu plenamente seus objetivos, proporcionando uma solução segura, ergonômica e economicamente viável para o processo de reposição de polímero. Além de reduzir significativamente o risco de acidentes, a nova passarela facilita as atividades de manutenção dos motores que realizam a mistura dentro dos tanques, refletindo diretamente em ganhos de produtividade e bem-estar dos trabalhadores.

Por fim, o estudo reforça a importância da integração entre engenharia mecânica e segurança do trabalho, demonstrando como a aplicação conjunta de normas técnicas, ferramentas de modelagem e análise estrutural pode gerar soluções eficazes, sustentáveis e alinhadas às boas práticas industriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800**: Projeto de estruturas de aço e estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2008. 247 p. Disponível em: https://engcivil20142.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/03/nbr8800_2008_1.pdf. Acesso em: 16 set. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14718**: Guarda-corpos para edificação. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2001. 14 p. Disponível em: <https://cdn.campogrande.ms.gov.br/portal/prod/uploads/sites/24/2023/01/8-nbr14718-2001-prefcg-1673905187.pdf>. Acesso em: 05 set. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 1 – Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/nr-01>. Acesso em: 16 set. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 8 – Edificações**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/nr-08>. Acesso em: 16 set. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/nr-12>. Acesso em: 16 set. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 17 – Ergonomia**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/nr-17>. Acesso em: 16 set. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Normas Regulamentadoras**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, [2025?]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>. Acesso em: 16 set. 2025.

DE SANTANA, Thiago Parizotto et al. NR12-Análise e aplicação da norma. **REVISTA DELOS**, v. 17, n. 61, p. e2811-e2811, 2024.

DINIZ, Eugênio Paceli Hatem; LIMA, Francisco de Paula Antunes; SIMÕES, Raoni Rocha. A contribuição da Ergonomia para a segurança no trabalho. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 49, p. edcinq15, 2024.

RIBEIRO, Edianêz Scheffemacher; GARDINI, Luiz Fernando. Projeto de estrutura metálica de passarela para travessia de pedestres. **Ignis: Revista de Engenharia e Inovação Tecnológica**, Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, v. 6, n. 1, p. 108-117, 26 jul. 2017. Disponível em: <https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/ignis/article/view/1165/577>. Acesso em: 16 set. 2025.

SEBRAE. **Segurança industrial**: importante para o trabalho e a empresa. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/seguranca-industrial-importante-para-o-trabalho-e-a-empresa,5430e71fb68a6810VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em: 18 jun. 2025.

SOUSA, Allany do Rosário Ferreira de; RODOLPHO, Daniela (org.). Importancia da segurança do trabalho na produção industrial. **Revista Interface Tecnológica**, [S.l.], v. 17, n. 2, p. 817-824, 18 dez. 2020. Disponível em: https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/pt_BR/article/view/1008/585. Acesso em: 10 set. 2025. DOI: 10.31510/infa.v17i2.1008.