

ADAPTAÇÃO DE TANQUE FIXO DE CAMINHÃO PARA O SISTEMA ROLL-ON/ROLL-OFF: UMA SOLUÇÃO MODULAR PARA OTIMIZAÇÃO LOGÍSTICA E MULTIFUNCIONALIDADE DA FROTA

MOREIRA, Maurício¹

PRESTES, Cristine Oliveira²

RESUMO: Visando a busca pela solução de um problema real, em que uma frota dedicada para cada modalidade de transporte é necessária, porém, os recursos econômicos inviabilizam a aquisição de novos veículos destinados ao transporte de um só produto. Este trabalho apresenta o desenvolvimento e a avaliação da adaptação de um tanque fixo de caminhão para o sistema *roll-on/roll-off*, para ampliar a multifuncionalidade da frota e otimizar recursos operacionais. O estudo teve como objetivo verificar a viabilidade técnica e econômica da modificação, mantendo a segurança e a eficiência do conjunto. A pesquisa foi conduzida por meio da execução prática do projeto, que incluiu modelagem 3D, elaboração de desenhos técnicos, fabricação e montagem da estrutura conforme normas aplicáveis, seguida de testes operacionais em ambiente real. Os resultados indicaram que a adaptação atendeu plenamente aos requisitos de segurança e funcionalidade, possibilitando ao mesmo veículo transportar diferentes implementos de forma rápida e segura. Observou-se redução de custos operacionais, melhor aproveitamento de ativos e maior flexibilidade logística. Conclui-se que a aplicação do sistema *roll-on/roll-off* em contextos rodoviários e rurais é viável, replicável e capaz de gerar benefícios econômicos e operacionais significativos, configurando-se como alternativa estratégica para gestão de frotas.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema *roll-on/roll-off*, Adaptação de implementos rodoviários, Engenharia mecânica, Transporte multimodal.

ABSTRACT: With the aim of addressing a real-world problem, in which a dedicated fleet is required for each mode of transportation, economic constraints render the acquisition of new vehicles dedicated to the transport of a single product unfeasible. This paper presents the development and evaluation of the adaptation of a fixed truck tank to the *roll-on/roll-off* system, aiming to increase fleet multifunctionality and optimize operational resources. The study aimed to verify the technical and economic feasibility of the modification while maintaining the safety and efficiency of the system. The research was conducted through the practical execution of the project, which included 3D modeling, preparation of technical drawings, fabrication and assembly of the structure in accordance with applicable standards, followed by operational testing in a real environment. The results indicated that the adaptation fully met the safety and functionality requirements, enabling the same vehicle to transport different implements quickly and safely. Operating costs were reduced, asset utilization was improved, and logistical flexibility was increased. The conclusion is that the application of the *roll-on/roll-off* system in highway and rural contexts is feasible, replicable, and capable of generating significant economic and operational benefits, constituting a strategic alternative for fleet management.

KEYWORDS: Roll-on/roll-off system, Adaptation of road implements, Mechanical engineering, Multimodal transport.

¹ Graduando de Engenharia Mecânica no Centro Universitário Campo Real.
engm.mauriciomoreira@camporeal.edu.br

² Graduada em Engenharia Mecânica. Especialização MBA em Engenharia de Manutenção 4.0. Professora no Centro Universitário do Campo Real. prof_cristineprestes@camporeal.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A logística de transporte é componente de destaque na estrutura operacional das empresas, sendo responsável por uma parcela significativa dos custos logísticos em operações industriais e agrícolas, setores em que a eficiência está diretamente ligada à organização e capacidade de adaptação dos equipamentos para flexibilidade da frota. A busca por soluções que otimizem a utilização dos veículos e reduzam custos operacionais tem impulsionado a adoção de tecnologias e estratégias inovadoras (Gomes *et al.*, 2019). Segundo Alves (2020), o transporte multimodal e o uso racional dos veículos permitem atender às demandas logísticas atuais, que exigem rapidez, economia e adaptabilidade na entrega de cargas de diferentes naturezas.

Dentro desse contexto, destaca-se o sistema *roll-on/roll-off*, que permite o acoplamento e desacoplamento rápido de implementos sobre o mesmo caminhão, conferindo multifuncionalidade ao veículo. Duarte (2020) observa que a modularidade e intercambialidade de implementos são tendências na engenharia mecânica aplicada ao transporte, por permitirem que um mesmo chassi seja utilizado para diferentes finalidades, reduzindo a necessidade de frota dedicada e ampliando a flexibilidade operacional.

O estudo dessa questão se justifica pela carência de estudos práticos que documentem modificações reais de implementos para adoção do sistema *roll-on/roll-off* fora do ambiente portuário, como evidenciado por Machado *et al.* (2023), que destacam a escassez de literatura técnico-científica sobre esse tipo de adaptação em contextos logísticos rodoviários convencionais. Justifica-se, assim, o desenvolvimento deste estudo como contribuição original para engenheiros e técnicos que enfrentam desafios semelhantes no campo.

Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho é analisar a viabilidade técnica e funcional da adaptação de um tanque de água fixo para o sistema *roll-on/roll-off*, em um projeto real realizado para um cliente que buscava ampliar a versatilidade de sua frota. Como objetivos específicos, propõe-se: (i) descrever as etapas de projeto, fabricação e montagem do novo sistema de engate; (ii) analisar os benefícios logísticos e econômicos da solução implementada; e (iii) propor diretrizes para

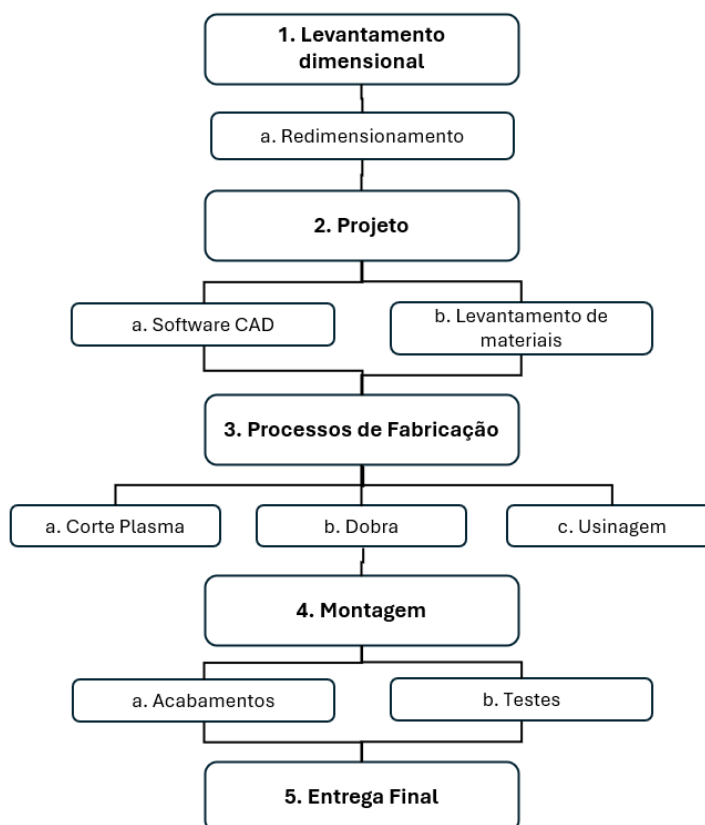
adaptação de implementos rodoviários ao sistema *roll-on/roll-off* com base no estudo de caso desenvolvido.

Para alcançar esses objetivos, foi realizado um estudo de caso aplicado, com abordagem qualitativa, envolvendo a análise técnica da modificação de um tanque real. As etapas do projeto incluíram a redução dimensional do tanque, o desenvolvimento de um novo chassi com viga “U” laminada, o corte a plasma das mãos francesas, a modelagem 3D de toda a estrutura e sua posterior fabricação e pintura. A metodologia adotada foi baseada em documentação técnica completa, com base nas normas aplicáveis e nos desenhos mecânicos gerados especificamente para este projeto.

2 METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de natureza qualitativa e abordagem descritiva e experimental. Foi desenvolvida a partir de um estudo de caso referente à adaptação de um tanque de água fixo para utilização em sistema *roll-on/roll-off* instalado em caminhão, avaliando aspectos técnicos, construtivos e operacionais dessa modificação. O trabalho foi realizado em ambiente industrial, durante as atividades do estágio supervisionado do curso de Engenharia Mecânica, em uma empresa especializada em fabricação e adaptação de implementos rodoviários. O desenvolvimento do projeto ocorreu em etapas sequenciais, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do projeto.



Fonte: O Autor (2025)

Inicialmente, realizou-se o levantamento dimensional do tanque existente e do chassi do veículo, utilizando instrumentos de medição de precisão e documentação fotográfica. Em seguida, foi elaborado o projeto conceitual e o modelo tridimensional das adaptações necessárias, utilizando software CAD, o que permitiu a análise prévia de compatibilidade estrutural e a definição das alterações na estrutura.

A fase seguinte consistiu na fabricação e montagem, seguindo os desenhos técnicos elaborados conforme as tolerâncias estabelecidas pela NBR ISO 2768-1:2001. Foram empregados processos de corte por plasma, dobra, soldagem e pintura, conforme as especificações de projeto. A rastreabilidade das peças foi assegurada por meio de identificação individual em arquivos de engenharia.

A etapa final compreendeu a instalação do implemento adaptado no sistema *roll-on/roll-off* e a realização de testes operacionais para verificar o desempenho, a segurança e a conformidade com os parâmetros dimensionais e funcionais estabelecidos. Todos os dados obtidos foram registrados em planilhas técnicas e relatórios fotográficos, servindo como base para a análise e discussão dos resultados.

Para embasar o desenvolvimento e a validação deste trabalho, foi realizado um levantamento bibliográfico direcionado, utilizando como descritores: “*sistema roll-on/roll-off*”, “*adaptação de implementos rodoviários*”, “*engenharia mecânica*” e “*transporte multimodal*”. Foram adotados como critérios de inclusão: publicações disponíveis integralmente e de forma gratuita em repositórios digitais e plataformas de periódicos indexados como o Portal de Periódicos da Capes, a base SciELO e o Google Acadêmico, com recorte temporal de até 15 anos e relevância direta ao tema. Foram excluídas obras e documentos sem revisão técnica, de caráter meramente opinativo ou sem relação específica com transporte e adaptação de implementos. As fontes utilizadas incluíram artigos científicos, normas técnicas, trabalhos acadêmicos e manuais de fabricantes, garantindo consistência teórica e aplicabilidade prática ao estudo.

2.1 DESENVOLVIMENTO E MÉTODO APLICADO

A adoção de sistemas *roll-on/roll-off* na logística moderna tem se mostrado uma solução eficaz na redução de custos operacionais e no aumento da versatilidade de veículos. Esse sistema consiste em uma tecnologia de acoplamento e desacoplamento de implementos permitindo que diferentes carrocerias ou estruturas sejam carregadas e descarregadas de um mesmo caminhão de forma autônoma, sem necessidade de guindastes ou equipamentos auxiliares. Segundo Duarte (2020), o sistema baseia-se no uso de trilhos e um mecanismo hidráulico de içamento que movimenta o implemento sobre o chassi do veículo com segurança e agilidade, sendo utilizado para otimizar operações de carga e descarga em ambientes industriais e agrícolas, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 2 – Caminhão com sistema *Roll-on/Roll-off*.



Fonte: Menezes (2022, p. 22)

No contexto do transporte rodoviário, um implemento é o equipamento acoplado a um veículo automotor, com a função de ampliar ou modificar sua capacidade de carga e sua finalidade operacional. De acordo com Menezes (2020, p. 21)

os implementos são equipamentos que são acoplados aos veículos para realização de atividades específicas, podendo ser utilizados, por exemplo, para acondicionamento de efluentes líquidos (implemento tanque) ou para transporte de cargas pesadas (reboques).

Com essa definição fica evidente que o implemento não é parte fixa do veículo, mas sim um módulo que pode ser substituído ou adaptado, característica fundamental para a aplicação do sistema *roll-on/roll-off*, que depende da rápida troca desses módulos para garantir sua versatilidade. Essa tecnologia permite que um único veículo atenda a múltiplas demandas logísticas ao simplesmente alternar os módulos ou implementos conforme a necessidade operacional. Alves (2020) complementa que, a integração da modularidade e mobilidade ao processo logístico de transporte, contribui para a redução de custos logísticos, aumento da flexibilidade da frota e racionalização dos ativos disponíveis, especialmente em regiões com infraestrutura reduzida.

A padronização dos encaixes e trilhos de engate é o que permite a rápida substituição de implementos, que, segundo Duarte (2020), a implementação de plataformas com acoplamento modular permite o reaproveitamento da base veicular, evitando a necessidade de aquisição de um caminhão exclusivo para cada função de transporte. Essa abordagem colabora diretamente com estratégias de redução de custos e sustentabilidade operacional.

Por outro lado, a literatura acadêmica sobre modificação de tanques e adaptação de implementos rodoviários ainda é escassa, o que representa um desafio adicional para estudantes e engenheiros que buscam aplicar soluções práticas. O estudo realizado por Machado *et al.* (2023, p. 1) evidenciou que os “impactos do *Roll-on/roll-off* (RoRo) na cadeia de suprimentos vêm sendo pouco discutidos na literatura. Por haver poucos estudos, há falta de propriedade na área”, o que reforça a originalidade e a relevância do presente estudo.

2.1.1 Descrição das etapas de projeto, fabricação e montagem do novo sistema de engate

O desenvolvimento de um sistema mecânico de engate para aplicação em transporte rodoviário requer a integração entre diversos campos da engenharia, como a resistência dos materiais, a fabricação mecânica e a modelagem computacional. No caso da adaptação de um tanque fixo ao sistema *roll-on/roll-off*, o processo de projeto se inicia com a análise dimensional do equipamento original, que precisa ser compatibilizado com os limites físicos e normativos do novo sistema. O projeto contou com o uso de ferramentas de modelagem tridimensional (CAD), que possibilitaram a elaboração precisa da estrutura adaptada, a verificação das dimensões e a geração de documentação técnica para a fabricação. Duarte (2020) destaca que o emprego de softwares CAD na engenharia mecânica permite antecipar ajustes, reduzir erros de produção e assegurar a compatibilidade entre componentes, tornando-se etapa indispensável no desenvolvimento de implementos rodoviários.

No projeto em questão, após a desmontagem do tanque original, foi necessária a redução do seu comprimento para compatibilização com a base padrão do equipamento *roll-on/roll-off* utilizado pelo cliente como mostra a Figura 3. Para isso, adotou-se um novo chassi de sustentação, construído com perfil do tipo viga U laminada, que, segundo Duarte (2020), oferece rigidez estrutural adequada aliada à facilidade de fabricação e fixação de componentes secundários.

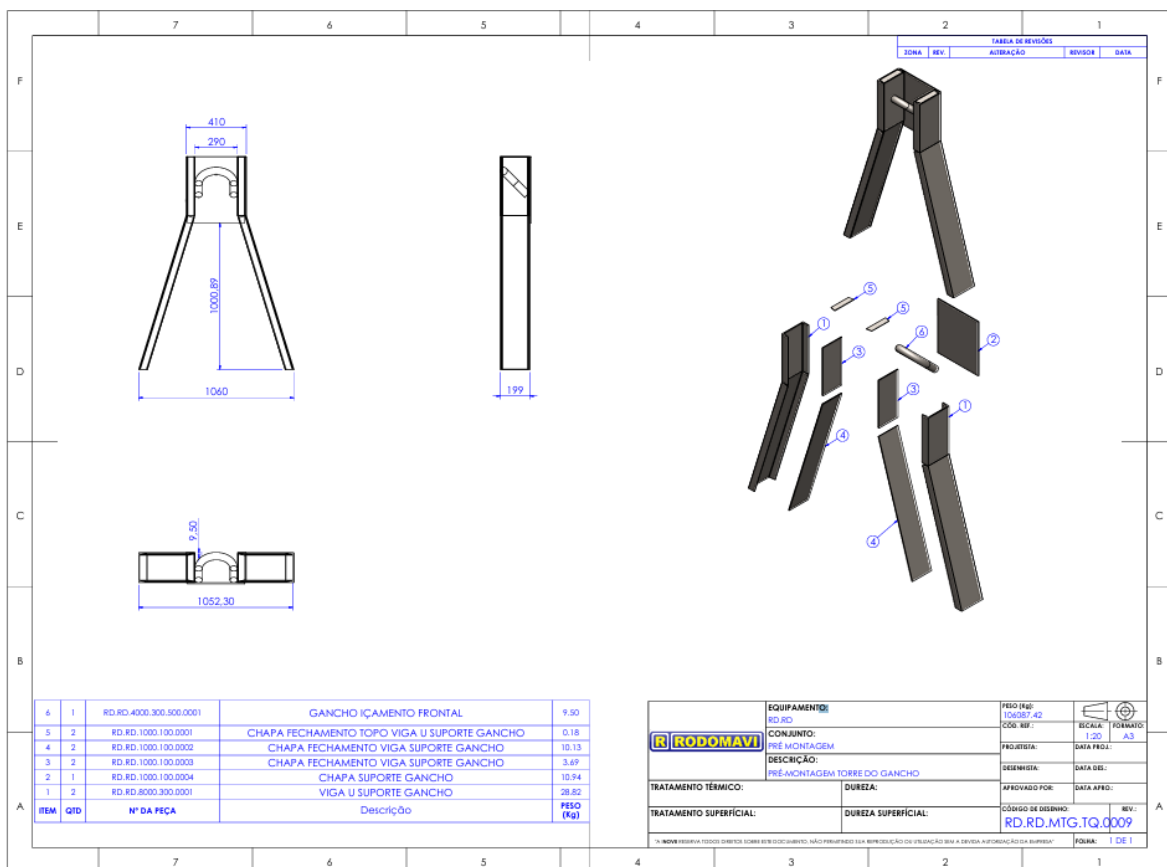
Figura 3 – Tanque original sendo redimensionado.



Fonte: O Autor (2025).

A estrutura foi então reforçada com mãos francesas, responsáveis por garantir a estabilidade lateral e a resistência à torção. Essas peças foram projetadas para corte a plasma, o que assegura precisão nas bordas e eficiência na produção. Durante o desenvolvimento das peças, respeitaram-se rigorosamente as tolerâncias estabelecidas pela norma NBR ISO 2768-1:2001, aplicando-se as classes média ou fina conforme a função estrutural de cada elemento. Todas as dimensões e especificações foram definidas e registradas em desenhos técnicos, como ilustrado na Figura 3, garantindo padronização e precisão. Cada estrutura foi planejada e identificada em um arquivo único, elaborado durante a fase de engenharia do projeto, possibilitando rastreabilidade e controle de versão. Conforme observa Alves (2020), o cumprimento das normas técnicas assegura não apenas a intercambialidade entre componentes, mas também a segurança operacional dos implementos, especialmente em sistemas de acoplamento rápido.

Figura 4 – Desenho técnico, planejamento do gancho içamento frontal para a adaptação do tanque.



Fonte: RD.RD.MTG.TQ.0009 – O Autor (2025).

A execução da estrutura se deu por meio da união de cortes planos dobrados em prensa e soldados com junta contínua, procedimento comum em implementos de carga. Conforme descrito por Freitas (2022), esse tipo de montagem permite alta resistência mecânica com baixo custo de fabricação. O autor afirma que a aplicação de processos de união como a soldagem MIG/MAG é ideal para estruturas metálicas sujeitas a cargas estáticas e dinâmicas moderadas. O uso de gabaritos durante a montagem garantiu o alinhamento dimensional e a qualidade da montagem final, demonstrada na Figura 4.

Figura 5 – Tanque finalizado, pronto para ser reintegrado ao caminhão.



Fonte: O Autor (2025).

Após a montagem da base metálica, procedeu-se com a reintegração do tanque ao novo chassi, respeitando as exigências de centro de gravidade e pontos de apoio para distribuição uniforme da carga. Toda a estrutura foi tratada com fundo anticorrosivo e pintura automotiva bicomponente, o que, segundo Alves (2020), aumenta a durabilidade do implemento em ambientes externos e com alta umidade (Figuras 5 e 6).

Figura 6 – Tanque finalizado, já reintegrado ao caminhão.



Fonte: O Autor (2025).

Figura 7 – Tanque finalizado, já reintegrado ao caminhão, destaque para o gancho de içamento frontal, demonstrado na Figura 3, em forma de projeto.



Fonte: O Autor (2025).

Por fim, a montagem completa foi submetida a testes estáticos e dinâmicos em solo do cliente, a carga foi aplicada em condições simuladas de operação, e não foram observadas falhas estruturais, deslocamentos excessivos ou desalinhamento nas conexões. A validação da montagem se deu tanto pela estabilidade física quanto pela capacidade de acoplamento e desacoplamento conforme as exigências do sistema

roll-on/roll-off utilizado. Como destaca Duarte (2020), a engenharia aplicada à adaptação de sistemas deve atender aos requisitos de projeto e apresentar desempenho operacional compatível com o uso real do equipamento.

2.1.2 Análise dos benefícios logísticos e econômicos da solução implementada

A substituição de múltiplos veículos por um único caminhão equipado com sistema *roll-on/roll-off* representa uma alternativa economicamente vantajosa para operações que envolvem diferentes tipos de carga. Ao invés de manter três caminhões distintos - um para água, outro para grãos e outro para transporte de equipamentos, o cliente do projeto analisado conseguiu resolver todas essas demandas com apenas um veículo e três implementos intercambiáveis. Essa estratégia está diretamente alinhada com o conceito de racionalização logística, defendido por Alves (2020), ao afirmar que a multifuncionalidade dos ativos contribui para reduzir custos fixos e variáveis no transporte rodoviário.

Entre as principais vantagens do sistema *roll-on/roll-off*, destaca-se a redução no tempo de carga e descarga, uma vez que não há necessidade de guindastes ou equipamentos intermediários para movimentar os implementos. Shao *et al.* (2025) ressaltam que esse método de operação, amplamente aplicado no transporte marítimo, aumenta a produtividade logística ao permitir a movimentação direta sobre rodas, característica que, no transporte rodoviário, resulta em menor tempo de inatividade do veículo e maior eficiência operacional. Além disso, o manuseio horizontal das cargas contribui para a preservação da integridade tanto do implemento quanto do material transportado, reduzindo riscos de avarias e custos de manutenção. Outra vantagem é a flexibilidade operacional, pois o sistema possibilita alternar rapidamente entre diferentes tipos de implementos, otimizando o uso da frota e ampliando a capacidade de atendimento a diferentes demandas de transporte.

A otimização de frota obtida com o uso do sistema *roll-on/roll-off* também influencia na redução de gastos com manutenção, licenciamento, seguro e consumo de combustível, uma vez que o caminhão passa a operar com maior frequência e em diferentes aplicações, aumentando seu aproveitamento operacional. Segundo Duarte (2020), a eliminação de redundâncias logísticas é um dos pilares para a eficiência em

cadeias de suprimento com recursos limitados, e pode ser viabilizada através da engenharia aplicada aos processos de modificação estrutural de implementos.

Outro ponto relevante está na capacidade de resposta logística da operação, proporcionando agilidade, característica particularmente importante em contextos agrícolas, onde o tempo de transporte influencia na qualidade dos produtos e na produtividade geral. Menezes (2022) reforça esse argumento ao apontar que a engenharia mecânica aplicada à logística não se resume à criação de estruturas, mas à construção de soluções que respondam às exigências dinâmicas do ambiente operacional.

Além das vantagens operacionais, a durabilidade estrutural dos implementos utilizados em sistemas *roll-on/roll-off* pode ser potencializada com o emprego de ligas metálicas otimizadas. Resultados apresentados por Traiano *et al.* (2023) demonstram que o uso do processamento por fricção (FSP) com adição de carboneto de nióbio (NbC) em ligas de alumínio AA6082-T4 promoveu refinamento de grão, aumento da resistência ao desgaste e redução de 24,2% no coeficiente de atrito. Tais melhorias indicam que, ao serem aplicados em implementos intercambiáveis, esses materiais contribuem para menor necessidade de manutenção, maior vida útil dos componentes e segurança operacional reforçada, aspectos relevantes em sistemas onde há operações repetidas de carga/descarga e esforços mecânicos constantes

Por fim, cabe destacar o impacto indireto da solução na sustentabilidade da operação. Ao reduzir o número de veículos necessários para atender às mesmas funções, há uma diminuição da emissão de gases poluentes e menor desgaste de componentes automotivos, promovendo economia associada à responsabilidade ambiental. Essa abordagem está em consonância com as diretrizes de transporte sustentável propostas por Machado *et al.* (2020), que defendem soluções integradas, de baixo custo e com alto impacto logístico para contextos descentralizados e fora do eixo portuário-industrial.

2.1.3 Diretrizes para adaptação de implementos rodoviários ao sistema *roll-on/roll-off*

Com base no estudo de caso desenvolvido, é possível estabelecer diretrizes técnicas para a adaptação segura e eficiente de diferentes tipos de implementos ao

sistema *roll-on/roll-off*, garantindo desempenho, segurança e conformidade normativa. Essas orientações abrangem desde a etapa de concepção do projeto até a operação final, considerando requisitos estruturais, normativos e funcionais.

2.1.3.1 Compatibilidade dimensional e estrutural

Antes da adaptação, é necessário avaliar as dimensões, massa total e pontos de fixação do implemento, assegurando que estejam dentro dos limites operacionais especificados pelo fabricante do equipamento e das normas de trânsito. Duarte (2020) enfatiza que o dimensionamento correto e a análise estrutural devem ser respeitados para evitar sobrecargas e falhas prematuras em sistemas de acoplamento rápido. Além disso, alterações como cortes, reforços estruturais e redistribuição de massa devem ser projetadas com base em modelagem estrutural e simulação computacional.

No processo de fabricação e modificação, devem-se adotar tolerâncias gerais definidas pela NBR ISO 2768-1:2001, bem como atender às exigências da ABNT NBR 14766 (carrocerias sobre chassis) e da ABNT NBR 7500 (identificação para transporte de cargas perigosas, quando aplicável). Alves (2020) destaca que o atendimento às normas assegura a intercambialidade entre componentes e a segurança operacional, sobretudo em implementos projetados para engate e desengate frequente.

Implementos sujeitos a operações intensivas ou ambientes corrosivos, como transporte de água ou fertilizantes líquidos, podem demandar ligas de alumínio tratadas superficialmente ou aços galvanizados, combinando resistência mecânica e durabilidade. Estudos recentes apresentados no Traiano *et al.* (2023) mostram que o uso de processamento por fricção (FSP) com reforço cerâmico em ligas de alumínio aumenta a resistência ao desgaste e reduz o coeficiente de atrito, prolongando a vida útil dos componentes. Nesse sentido, a escolha dos materiais deve considerar resistência mecânica, peso e resistência à corrosão.

Implementos que utilizam conexões hidráulicas, elétricas ou pneumáticas devem ter seus pontos de interface projetados de maneira padronizada, para garantir a compatibilidade com diferentes chassis equipados com o sistema *roll-on/roll-off*.

2.1.3.2 Procedimentos de inspeção e manutenção

Após a adaptação, devem ser realizados teste funcionais bem como a inspeção visual, com o intuito de garantir o pleno funcionamento do implemento no desempenho de suas funções, registrando os resultados em documentação técnica. O manual do implemento deve prever um plano de manutenção preventiva, incluindo inspeções periódicas de soldas, pontos de fixação e mecanismos de engate, garantindo desempenho seguro e contínuo.

Ao seguir essas diretrizes, a metodologia adotada neste projeto - envolvendo levantamento dimensional, adequação estrutural, padronização de encaixes e execução técnica baseada em modelagem CAD - apresenta potencial elevado de replicabilidade em diferentes segmentos do transporte rodoviário, especialmente em cenários que demandam flexibilidade e redução de ativos. A modularidade é, segundo Alves (2020), um princípio técnico que viabiliza o uso de soluções repetíveis em projetos distintos, desde que respeitadas as condições geométricas, estruturais e funcionais mínimas para o acoplamento dos implementos.

Esse conceito de padronização, inclusive, é uma diretriz explorada na indústria de implementos e carrocerias, onde a repetição de soluções validadas permite redução de tempo e custo no desenvolvimento de novos equipamentos. Duarte (2020) argumenta que a aplicação de modelos já testados em contextos semelhantes aumenta a confiabilidade do projeto e diminui o risco operacional associado a adaptações não padronizadas.

No caso analisado, embora o implemento adaptado tenha sido um tanque de água, os mesmos princípios podem ser empregados para adaptar caixas graneleiras, pranchas de transporte de máquinas agrícolas ou até mesmo baús refrigerados. A chave para essa aplicação ampliada está na correta definição dos pontos de engate, no balanceamento da carga e no respeito às normas técnicas vigentes. Menezes (2022) acrescenta que a modularidade mecânica, quando combinada com boas práticas de engenharia estrutural, gera ganhos logísticos e amplia a usabilidade dos ativos em diferentes cenários operacionais.

Ainda segundo Freitas (2022), o processo de adaptação pode ser realizado mesmo em pequenas oficinas, desde que haja domínio básico das ferramentas de CAD, máquinas de corte e soldagem, e acesso a materiais padronizados. A

simplicidade das técnicas empregadas não reduz o nível técnico da solução, mas, ao contrário, evidencia o potencial da engenharia aplicada em contextos de limitação de recursos.

Além do ambiente rural, a metodologia pode ser aplicada em operações urbanas, como serviços de limpeza pública, coleta seletiva e abastecimento de água potável em regiões com infraestrutura limitada. Nessas situações, a utilização de um único caminhão para múltiplos implementos reduz não apenas custos, mas também a ocupação de espaço e o impacto ambiental da frota. Machado *et al.* (2020) reforçam que a busca por soluções logísticas compactas, econômicas e multifuncionais é um dos desafios atuais da engenharia brasileira, especialmente fora dos grandes centros urbanos.

Portanto, fica evidente que a metodologia de adaptação aqui apresentada não se limita ao caso específico do tanque de água, mas possui ampla aplicabilidade técnica e econômica em diversos cenários de transporte, desde que orientada por critérios técnicos consistentes e suporte normativo adequado.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A pergunta que norteou este estudo foi: é possível adaptar um tanque fixo de caminhão para o sistema *roll-on/roll-off*, de forma segura, eficiente e funcional, com impacto real na economia e multifuncionalidade da frota? Ao longo do desenvolvimento do projeto e da análise teórica, os resultados obtidos demonstraram convergência entre o que propõe a literatura e o que foi realizado na prática.

Alves (2020) contribui para esta discussão ao enfatizar que a multifuncionalidade dos veículos representa uma solução estratégica frente ao desafio da otimização de frota, pois permite o uso racional dos recursos sem comprometer a eficiência operacional. Essa visão dialoga com a proposta deste trabalho, que visou transformar um veículo monofuncional (tanque fixo) em um sistema versátil, por meio da implementação do *roll-on/roll-off*. A fundamentação oferecida por Duarte (2020) reforça a viabilidade técnica da adaptação, considerando que a modularidade é capaz de proporcionar ganhos logísticos concretos ao eliminar redundâncias no sistema de transporte. As principais vantagens do sistema *roll-on/roll-off* identificadas na literatura e aplicáveis ao presente estudo estão sintetizadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Vantagens do sistema roll-on/roll-off e aplicação no presente estudo

Vantagem segundo a literatura	Aplicabilidade no presente estudo
Multifuncionalidade da frota, permitindo uso racional de recursos sem comprometer a eficiência operacional (Alves, 2020).	Transformação de um caminhão monofuncional (tanque fixo) em veículo capaz de operar com diferentes implementos (tanque de água, caixa graneleira, prancha).
Modularidade capaz de gerar ganhos logísticos e eliminar redundâncias no transporte (Duarte, 2020).	Estrutura adaptada para encaixe rápido no sistema roll-on/roll-off, viabilizando a troca de implementos de forma ágil.
Possibilidade de redução de custos operacionais e aumento de produtividade (Shao <i>et al.</i> , 2025).	Otimização de recursos pela utilização de um único caminhão para múltiplas funções, diminuindo a necessidade de aquisição de novos veículos.
Incremento da durabilidade e segurança com o uso de materiais adequados e processos normatizados (COBEM, 2023).	Construção seguindo NBR ISO 2768-1:2001 e aplicação de processos de corte, soldagem e pintura que aumentam a vida útil do implemento.

Fonte: Adaptado de Alves (2020), Duarte (2020), Shao *et al.* (2025) e Traiano *et al.* (2023).

A síntese apresentada no Quadro 1 evidencia que as vantagens apontadas pela literatura não se limitaram ao campo teórico, mas foram efetivamente aplicadas e verificadas na prática durante a execução do projeto. A adaptação proposta incorporou conceitos de multifuncionalidade, modularidade e otimização logística, resultando em um sistema operacionalmente eficiente e tecnicamente seguro. Essa constatação abre espaço para discutir, a seguir, os aspectos técnicos da construção e a validação operacional, alinhando-se à perspectiva apresentada por Menezes (2022) sobre a importância da engenharia aplicada em soluções de transporte modernas.

No campo operacional, Menezes (2022) apresenta a importância da engenharia aplicada como ferramenta para atender às exigências dinâmicas do transporte moderno. A estrutura projetada neste estudo seguiu rigorosamente os critérios técnicos e normativos estabelecidos, sendo validada em ambiente real com sucesso. Essa prática reafirma o argumento do autor de que a modelagem 3D e a aplicação de conceitos estruturais simples, porém robustos, favorecem não apenas a funcionalidade, mas também a replicabilidade de soluções.

Freitas (2022) amplia a discussão ao tratar da viabilidade da adoção dessas metodologias em realidades com poucos recursos, destacando que é possível atingir

níveis elevados de eficiência e economia mesmo fora dos grandes centros industriais. A adaptação documentada neste trabalho reafirma esse ponto, ao demonstrar que com conhecimento técnico, domínio de ferramentas básicas e atenção às normas, é possível desenvolver soluções com impacto direto nos custos e na sustentabilidade da operação.

Por fim, as análises de Machado *et al.* (2023) e Santos (2019) reforçam a originalidade deste tipo de projeto fora do eixo portuário e logístico convencional, abrindo espaço para o avanço de pesquisas e soluções técnicas voltadas ao transporte rural e rodoviário descentralizado. O projeto apresentado aqui se insere nesse cenário de inovação aplicada fora do contexto industrial tradicional.

Os resultados obtidos permitem afirmar que é tecnicamente viável e economicamente vantajoso adaptar um tanque de caminhão para o sistema *roll-on/roll-off*. A solução desenvolvida demonstrou ganhos em versatilidade, redução de custos operacionais, aproveitamento de ativos e possibilidade de replicação em outras situações com igual nível de complexidade e aplicação prática. Para consolidar a análise, o Quadro 2 apresenta a comparação entre os resultados esperados na fase de concepção do projeto e os resultados efetivamente obtidos durante a execução e os testes operacionais.

Quadro 2 – Comparação entre resultados esperados e resultados obtidos

Aspecto avaliado	Resultado esperado	Resultado obtido
Multifuncionalidade da frota	Possibilitar o uso do mesmo caminhão para diferentes implementos.	Caminhão adaptado para transporte de tanque de água, caixa graneleira e prancha de transporte, com acoplamento seguro e rápido.
Redução de custos operacionais	Diminuir necessidade de aquisição e manutenção de veículos adicionais.	Redução efetiva de custos pela utilização de um único veículo para múltiplas funções, confirmada pelo cliente durante testes operacionais.
Segurança operacional	Garantir conformidade com normas técnicas e estabilidade do implemento.	Estrutura construída segundo NBR ISO 2768-1:2001, com testes bem-sucedidos de carga e operação sem falhas.
Facilidade de manutenção	Assegurar que a adaptação não dificulte inspeções e reparos.	Projeto modular que permite desmontagem e inspeção de componentes sem necessidade de intervenções complexas.

Replicabilidade da solução	Viabilizar adaptação em contextos operacionais semelhantes.	Metodologia e projeto documentados, possibilitando reprodução em outras frotas de igual porte e função.
----------------------------	---	---

Fonte: Elaboração própria, 2025.

A comparação apresentada no Quadro 2 confirma que os objetivos do projeto foram alcançados, superando em alguns pontos as expectativas iniciais, especialmente no que diz respeito à facilidade de manutenção e replicabilidade da solução. A análise conjunta dos resultados teóricos e práticos indica que a adaptação de tanques para o sistema roll-on/roll-off não apenas atende às demandas de eficiência e segurança, como também se configura como uma estratégia viável de gestão de frota, capaz de gerar impactos econômicos e logísticos positivos. Esses achados reforçam o potencial de aplicação da metodologia em outros cenários operacionais, contribuindo para a expansão de soluções modulares no transporte rodoviário.

3.1 ANÁLISE DE CUSTOS

Para compreender a viabilidade do projeto economicamente a empresa realizou um balanço de custos do projeto, levando em consideração a hora do trabalhados, hora de funcionamento da máquina, ferramentas adquiridas para o projeto e materiais, sendo estes consumíveis e matéria prima.

Entretanto, para o trabalho em questão foi autorizado o uso apenas dos valores tabelados de homem máquina que estão representados na Tabela 1 e a lista de compras base fornecida pelo setor do compras que está apresentada na Figura 7.

Tabela 1 – Valor Homem x Máquina

RECURSOS	MÁQUINA E RECURSO	C.TRAB.	PÇS./HR	TIPO TAXA	CUSTO UNIT.
1	Corte Plasma	1	0,0333	Hm+Máq.	R\$ 74,44
3	Dobra	1	0,0710	Hm+Máq.	R\$ 54,80
4	Serra fita	1	0,1335	Hm+Máq.	R\$ 32,90
5	Torno	1	0,1250	Hm+Máq.	R\$ 89,90
80	Separação de materiais	1	0,2220	Hm+Máq.	R\$ 39,90
6	Pré Montagem	1	0,0800	Hm+Máq.	R\$ 39,90
70	Montagem	1	0,0500	Hm+Máq.	R\$ 49,90
7	Solda	1	0,0400	Hm+Máq.	R\$ 79,90
100	Adaptação Veículo	1	0,0910	Hm+Máq.	R\$ 59,90
90	Pré Pintura	1	0,0800	Hm+Máq.	R\$ 32,90
8	Pintura	1	0,1250	Hm+Máq.	R\$ 54,90
110	Hidráulica	1	0,0588	Hm+Máq.	R\$ 32,90
120	Acabamentos	1	0,6600	Hm+Máq.	R\$ 39,90

Fonte: O Autor (2025)

Em seguida as tabelas 2,3 e 4 onde pode-se verificar o orçamento.

Tabela 2 – Orçamento aço

QUANT.	U.M	MATERIAL	VALOR
1,5	UN	CHAPA XADREZ 1200 X 3000 #3,00MM	R\$ 1.383,75
4	UN	CHAPA 1200 X 3000 #6,35MM	R\$ 6.120,00
3	UN	TUBO SCH 40 1" X 6000MM	R\$ 960,00
2	UN	VIGA U LAMINADA 8" 2° ALMA X 6000MM	R\$ 2.400,00
1	UN	BARRA TREFILADA 1045 1" X 6000MM	R\$ 693,33
2	UN	TUBO 1" (25,4MM) X PAREDE 1,2 X 6000MM	R\$ 272,00
TOTAL:			R\$ 11.829,08

Fonte: O Autor (2025).

Tabela 3 – Orçamento fixadores

QUANT.	U.M	MATERIAL	VALOR
13	UN	QUEBRA DEDO 1/4" X 2"	R\$ 130,00
8	UN	CONTRA PINO 3/16" X 2"	R\$ 4,00
TOTAL:			R\$ 134,00

Fonte: O Autor (2025).

Tabela 4 – Orçamento pintura

QUANT.	U.M	MATERIAL	VALOR
3,6	L	Tinta PRETA + catalizaador	386,1
TOTAL:			386,1

Fonte: O Autor (2025).

Após a análise da equipe, foi possível verificar que o projeto é válido economicamente, levando-se em consideração que não é necessário o aumento da frota, onde seria preciso a aquisição de mais dois caminhões específicos para cada tipo de transporte, podendo estes agora serem realizados todos por um único caminhão. Contando também, que não é preciso a contratação de mais motoristas, e o custo de manutenção para apenas um caminhão é relativamente menor.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica e econômica da adaptação de um tanque fixo de caminhão para o sistema roll-on/roll-off, buscando ampliar a multifuncionalidade da frota e otimizar os recursos disponíveis. Com base na execução prática do projeto, respaldada por revisão bibliográfica criteriosa e observância às normas técnicas aplicáveis, foi possível comprovar que a solução proposta apresenta segurança estrutural, eficiência operacional e aplicabilidade prática.

O desenvolvimento do trabalho possibilitou a compreensão de forma amplificada das vantagens do sistema roll-on/roll-off, especialmente no contexto rodoviário e rural, onde a otimização de ativos e a flexibilidade logística se tornam fatores decisivos para a competitividade. A adaptação estudada demonstrou potencial para reduzir custos, simplificar a gestão de frota e prolongar a vida útil dos implementos, confirmando a importância da padronização e da aplicação de conceitos modulares.

A realização desta pesquisa evidenciou que a combinação de soluções técnicas simples, domínio de ferramentas de modelagem e observância às normas pode gerar inovações acessíveis e replicáveis, mesmo em ambientes com recursos limitados. Além disso, reforçou a percepção de que o avanço da engenharia aplicada depende não apenas de grandes investimentos, mas também da capacidade de adaptar tecnologias existentes a novas demandas.

Como perspectivas futuras, sugere-se investigar a aplicação da metodologia desenvolvida a outros tipos de implementos rodoviários, bem como avaliar o desempenho do sistema em diferentes condições de operação, cargas e frequências de uso. Estudos voltados para a análise de custo-benefício em larga escala e para a

padronização de adaptações em nível nacional também se apresentam como oportunidades relevantes de aprofundamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR ISO 2768-1:2001** – Tolerâncias gerais – Parte 1: Tolerâncias lineares e angulares sem indicação individual. Rio de Janeiro: ABNT, 2001. Disponível em: <https://hudsonbonazza.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/09/nbr-iso-2768-1-tolerancias-gerais.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2025.

ABNT. **NBR 14766:2001** – Carroçarias sobre chassis – Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2001. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao9682022anexos.pdf>. Acesso em: 03 set. 2025.

ABNT. **NBR 7500:2020** – Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020. Disponível em: <https://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/NBR-7500-03-Transporte-de-Produto-Perigoso.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2025

ALVES, Leonardo. **Melhoria na linha de produção de implementos rodoviários para aumento de produtividade**. 2022. 40 f. Trabalho Final de Graduação (Engenheiro Mecânico). Curso de Engenharia Mecânica. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2022. Disponível em: <http://repositorio.upf.br/handle/riupf/2260>. Acesso em: 22 ago. 2025

DUARTE, Maira Moraes. **Otimização de um sistema de coleta de resíduos sólidos domiciliares a partir do roteamento e implantação de uma estação de transbordo e triagem: o caso de Carapebus-RJ**. 2020. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2020. Disponível em: <https://engenharias.macaee.ufjr.br/index.php/tcc/31-tcc/2020/145-maira-moraes-duarte>. Acesso em: 22 ago. 2025

FREITAS, Rodrigo Rodrigues de. **Metodologia para sistema de reconhecimento de transporte de carga sustentável**. 2022. 120 f. Tese de Doutorado (Engenharia de Transportes). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: https://www.ltc.coppe.ufjr.br/src/uploads/2024/10/tese_rodrigo_final_1.pdf. Acesso em: 25 ago. 2025

GOMES, Jaísa Aparecida Costa *et al.* Aplicação de ferramenta computacional na otimização e mitigação de custos na roteirização da logística de transporte de cargas. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 7703-7716, 2019.

MACHADO, Cindy Stephane Lara *et al.* Operações da modalidade roll-on roll-off no modal marítimo: proknow-c da produção científica mundial. **REVISTA DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA**, v. 15, n. 1, 2023.

MENEZES, Felipe Augusto Brito de Lara. **Efeitos da manutenção preventiva em uma frota de caminhões para transporte de cargas pesadas**. 2022. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/items/03367cbc-b08c-4a7d-800f-55dc2a155b91>. Acesso em: 27 ago. 2025

SANTOS, Pedro Vieira Souza. A introdução de tecnologias a favor da eficiência em operações logísticas: um estudo de caso no setor de serviços. **Navus-Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 9, n. 3, p. 55-68, 2019.

SHAO, Pan *et al.* Calculation of the Number of Electric Vehicles Carried by Roll-on Roll-off Vessels Based on Fire Dynamics Simulation. **J. COMBIN. MATH. COMBIN. COMPUT**, v. 127, p. 7459-7478, 2025.

TRAIANO, Denner *et al.* Characterization of the AA6082 matrix composite with NbC obtained through friction stir processing. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA – **COBEM**, **27**, 2023, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: ABCM, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/378420164_CHARACTERIZATION_OF_THE_AA6082_MATRIX_COMPOSITE_WITH_NBC_OBTAINED_THROUGH_FRICTION_STIR_PROCESSING. Acesso em: 08 set. 2025

ANEXO 1 – PRANCHAS DE DESENHO

		7	6	5	4	3	2	1																																																																																															
F	TOLERÂNCIAS GERAIS NBR ISO 2768-1/2001																																																																																																						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>mm/classe</th> <th>f</th> <th>m</th> <th>c</th> <th>v</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,5-3,0</td><td>H9</td><td>H8</td><td>H7</td><td>H6</td></tr> <tr><td>3,0-6,0</td><td>H8</td><td>H7</td><td>H6</td><td>H5</td></tr> <tr><td>6,0-30</td><td>H7</td><td>H6</td><td>H5</td><td>H4</td></tr> <tr><td>30-100</td><td>H6</td><td>H5</td><td>H4</td><td>H3</td></tr> <tr><td>100-400</td><td>H5</td><td>H4</td><td>H3</td><td>H2</td></tr> <tr><td>400-1.000</td><td>H4</td><td>H3</td><td>H2</td><td>H1</td></tr> <tr><td>1.000-2.000</td><td>H3</td><td>H2</td><td>H1</td><td>H0</td></tr> <tr><td>2.000-4.000</td><td>H2</td><td>H1</td><td>H0</td><td>H0</td></tr> </tbody> </table>	mm/classe	f	m	c	v	0,5-3,0	H9	H8	H7	H6	3,0-6,0	H8	H7	H6	H5	6,0-30	H7	H6	H5	H4	30-100	H6	H5	H4	H3	100-400	H5	H4	H3	H2	400-1.000	H4	H3	H2	H1	1.000-2.000	H3	H2	H1	H0	2.000-4.000	H2	H1	H0	H0																																																									
mm/classe	f	m	c	v																																																																																																			
0,5-3,0	H9	H8	H7	H6																																																																																																			
3,0-6,0	H8	H7	H6	H5																																																																																																			
6,0-30	H7	H6	H5	H4																																																																																																			
30-100	H6	H5	H4	H3																																																																																																			
100-400	H5	H4	H3	H2																																																																																																			
400-1.000	H4	H3	H2	H1																																																																																																			
1.000-2.000	H3	H2	H1	H0																																																																																																			
2.000-4.000	H2	H1	H0	H0																																																																																																			
E																																																																																																							
D																																																																																																							
C																																																																																																							
B	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>QT D</th> <th>DESCRIÇÃO</th> <th>Nº DESENHO</th> <th>PESO (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>2</td><td>PERFIL REFORÇO PLATAFORMA LATERAL</td><td>RD.RD.6000.100.200.0019</td><td>10,4</td></tr> <tr><td>17</td><td>1</td><td>AMARRAÇÃO PLARAFORMA LATERAL</td><td>RD.RD.3000.300.0014</td><td>0,5</td></tr> <tr><td>16</td><td>1</td><td>TUBO PLATAFORMA LATERAL</td><td>RD.RD.3000.300.0012</td><td>1,4</td></tr> <tr><td>15</td><td>8</td><td>TAMPA RAMPA DE ACESSO</td><td>RD.RD.1000.100.0015</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>14</td><td>2</td><td>CHAPA PARA FECHAMENTO GRADE LATERAL</td><td>RD.RD.1000.100.0017</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>13</td><td>4</td><td>TAMPA RAMPA DE ACESSO</td><td>RD.RD.1000.100.0016</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>12</td><td>6</td><td>QUEBRA-DEDO 1/4"</td><td>RD.RD.7000.600.0002</td><td>0,03</td></tr> <tr><td>11</td><td>22</td><td>TAMPA PARA TUBO 1POL</td><td>RD.RD.7000.600.0004</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>10</td><td>2</td><td>TUBO PLATAFORMA LATERAL</td><td>RD.RD.3000.300.0007</td><td>1,4</td></tr> <tr><td>9</td><td>3</td><td>AMARRAÇÃO PLARAFORMA LATERAL</td><td>RD.RD.3000.300.0008</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>8</td><td>9</td><td>TUBO PLATAFORMA LATERAL</td><td>RD.RD.3000.300.0011</td><td>0,2</td></tr> <tr><td>7</td><td>9</td><td>CONTRAPINO 3/16 X 3POL</td><td>RD.RD.7000.600.0003</td><td>17,22</td></tr> <tr><td>6</td><td>9</td><td>BUCHA PORTÃO</td><td>RD.RD.3000.300.0005</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>5</td><td>9</td><td>DOBRADIÇA PORTÃO PLATAFORMA TRAZEIRA</td><td>RD.RD.4000.300.400.0001</td><td>0,7</td></tr> <tr><td>4</td><td>27</td><td>BUCHA PORTÃO</td><td>RD.RD.3000.300.0003</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>3</td><td>1</td><td>CHAPA ESPANDIDA</td><td>RD.RD.6000.100.200.0007</td><td>56,7</td></tr> <tr><td>2</td><td>11</td><td>MÃO FRANCESA ESQUERDA</td><td>RD.RD.1000.100.0012</td><td>3,6</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>CHAPA EXTENDIDA</td><td>RD.RD.6000.100.200.0008</td><td>56,5</td></tr> </tbody> </table>	ITEM	QT D	DESCRIÇÃO	Nº DESENHO	PESO (kg)	18	2	PERFIL REFORÇO PLATAFORMA LATERAL	RD.RD.6000.100.200.0019	10,4	17	1	AMARRAÇÃO PLARAFORMA LATERAL	RD.RD.3000.300.0014	0,5	16	1	TUBO PLATAFORMA LATERAL	RD.RD.3000.300.0012	1,4	15	8	TAMPA RAMPA DE ACESSO	RD.RD.1000.100.0015	0,0	14	2	CHAPA PARA FECHAMENTO GRADE LATERAL	RD.RD.1000.100.0017	0,1	13	4	TAMPA RAMPA DE ACESSO	RD.RD.1000.100.0016	0,0	12	6	QUEBRA-DEDO 1/4"	RD.RD.7000.600.0002	0,03	11	22	TAMPA PARA TUBO 1POL	RD.RD.7000.600.0004	0,0	10	2	TUBO PLATAFORMA LATERAL	RD.RD.3000.300.0007	1,4	9	3	AMARRAÇÃO PLARAFORMA LATERAL	RD.RD.3000.300.0008	0,3	8	9	TUBO PLATAFORMA LATERAL	RD.RD.3000.300.0011	0,2	7	9	CONTRAPINO 3/16 X 3POL	RD.RD.7000.600.0003	17,22	6	9	BUCHA PORTÃO	RD.RD.3000.300.0005	0,0	5	9	DOBRADIÇA PORTÃO PLATAFORMA TRAZEIRA	RD.RD.4000.300.400.0001	0,7	4	27	BUCHA PORTÃO	RD.RD.3000.300.0003	0,1	3	1	CHAPA ESPANDIDA	RD.RD.6000.100.200.0007	56,7	2	11	MÃO FRANCESA ESQUERDA	RD.RD.1000.100.0012	3,6	1	1	CHAPA EXTENDIDA	RD.RD.6000.100.200.0008	56,5							
	ITEM	QT D	DESCRIÇÃO	Nº DESENHO	PESO (kg)																																																																																																		
18	2	PERFIL REFORÇO PLATAFORMA LATERAL	RD.RD.6000.100.200.0019	10,4																																																																																																			
17	1	AMARRAÇÃO PLARAFORMA LATERAL	RD.RD.3000.300.0014	0,5																																																																																																			
16	1	TUBO PLATAFORMA LATERAL	RD.RD.3000.300.0012	1,4																																																																																																			
15	8	TAMPA RAMPA DE ACESSO	RD.RD.1000.100.0015	0,0																																																																																																			
14	2	CHAPA PARA FECHAMENTO GRADE LATERAL	RD.RD.1000.100.0017	0,1																																																																																																			
13	4	TAMPA RAMPA DE ACESSO	RD.RD.1000.100.0016	0,0																																																																																																			
12	6	QUEBRA-DEDO 1/4"	RD.RD.7000.600.0002	0,03																																																																																																			
11	22	TAMPA PARA TUBO 1POL	RD.RD.7000.600.0004	0,0																																																																																																			
10	2	TUBO PLATAFORMA LATERAL	RD.RD.3000.300.0007	1,4																																																																																																			
9	3	AMARRAÇÃO PLARAFORMA LATERAL	RD.RD.3000.300.0008	0,3																																																																																																			
8	9	TUBO PLATAFORMA LATERAL	RD.RD.3000.300.0011	0,2																																																																																																			
7	9	CONTRAPINO 3/16 X 3POL	RD.RD.7000.600.0003	17,22																																																																																																			
6	9	BUCHA PORTÃO	RD.RD.3000.300.0005	0,0																																																																																																			
5	9	DOBRADIÇA PORTÃO PLATAFORMA TRAZEIRA	RD.RD.4000.300.400.0001	0,7																																																																																																			
4	27	BUCHA PORTÃO	RD.RD.3000.300.0003	0,1																																																																																																			
3	1	CHAPA ESPANDIDA	RD.RD.6000.100.200.0007	56,7																																																																																																			
2	11	MÃO FRANCESA ESQUERDA	RD.RD.1000.100.0012	3,6																																																																																																			
1	1	CHAPA EXTENDIDA	RD.RD.6000.100.200.0008	56,5																																																																																																			
A																																																																																																							
		7	6	5	4	3	2	1																																																																																															

TABELA DE REVISÕES	
ZONA	REV.
ALTERAÇÃO	REVISOR DATA

NOTAS:

- A PEÇA DEVE SER ISENTA DE REBARBAS E CANTOS VIVOS.
- CLASSE DE TOLERÂNCIA DIMENSIONAL: N/A

EQUIPAMENTO: TANQUE DE ÁGUA	PESO (Kg):	ESCALA:	FORMATO:
CONJUNTO: TQ 22TON	CÓD. REV.:	1:50	A3
DESCRIÇÃO: TANQUE DE ÁGUA 22 TON	PROJETA:	MAURÍCIO M.	DATA PROJ.:
	DESENHISTA:	MAURÍCIO M.	DATA DEL.:
	APROVADO POR:	R. BURDELLA	DATA APRO.:
TREATAMENTO TÉRMICO: N/A	DUREZA: N/A	CÓDIGO DE DESENHO:	REV.:
TREATAMENTO SUPERFICIAL: N/A	DUREZA SUPERFICIAL: N/A	RD.RD.MIG.TQ.0012	1

A INOVA RESERVA TODOS DIREITOS SOBRE ESTE DOCUMENTO, NÃO PERMITINDO SUA REPRODUÇÃO OU UTILIZAÇÃO SEM A DEVIDA AUTORIZAÇÃO DA EMPRESA

