

OTIMIZAÇÃO NA EMISSÃO DE NOTAS FISCAIS EM TERMINAIS DE LÍQUIDOS A GRANEL: MEDIDORES MÁSSICOS COM TRANSFERÊNCIA DE CUSTÓDIA VS. BALANÇAS RODOVIÁRIAS

OPTIMIZATION IN THE ISSUANCE OF INVOICES AT BULK LIQUID TERMINALS: MASS FLOW METERS WITH CUSTODY TRANSFER VS. TRUCK SCALES

Thiago Ferreira Avelino da Silva¹, Guilherme Ariel Ferreira²

¹Faculdade de tecnologia de São Vicente, FATEF, Curso de Automação Industrial

²Universidade Santa Cecília, Mestrado em engenharia mecânica

E-mail para contato: thiago.f.avelino@gmail.com

RESUMO – Este artigo técnico explora a otimização na emissão de notas fiscais (NF) em terminais de líquidos a granel, comparando o método tradicional de balanças rodoviárias com a utilização de medidores mássicos de transferência de custódia. O objetivo central foi quantificar as reduções de tempo no processo de emissão da NF decorrentes da implementação dessa tecnologia avançada. A metodologia baseou-se na análise de dados práticos extraídos do levantamento prático, que detalha ganhos obtidos com diferentes clientes. Os resultados demonstram reduções substanciais no tempo de emissão da NF, variando de 5 a 89 minutos. Conclui-se que a adoção de medidores mássicos não só acelera o fluxo fiscal, mas também proporciona benefícios operacionais, financeiros e estratégicos abrangentes, incluindo maior capacidade de expedição e precisão aprimorada, elevando o terminal a um patamar de excelência operacional e decisões baseadas em dados.

Palavras-chave: Medidor mássico; Transferência de custódia; eficiência operacional.

ABSTRACT – This technical article explores the optimization in the issuance of invoices (NF) at bulk liquid terminals, comparing the traditional method of truck scales with the use of mass flow meters with custody transfer. The primary objective was to quantify time reductions in the invoice issuance process resulting from the implementation of this advanced technology. The methodology was based on practical data analysis extracted from a practical survey, which details gains achieved with different customers. The results show substantial reductions in invoice issuance time, ranging from 5 to 89 minutes. It is concluded that the adoption of mass flow meters not only accelerates fiscal

workflows but also provides comprehensive operational, financial, and strategic benefits, including higher shipment capacity and improved accuracy, elevating the terminal to a level of operational excellence and data-driven decision-making.

Keywords: Mass flow meter; Custody transfer; Operational efficiency.

1 INTRODUÇÃO

A eficiência operacional e a precisão metrológica são pilares fundamentais para a sustentabilidade e competitividade de terminais de líquidos a granel. A movimentação de produtos químicos, petroquímicos e combustíveis exige um rigor excepcional nos processos de medição, faturamento e documentação, sendo a emissão de notas fiscais (NF) uma etapa crítica que impacta diretamente a logística, a conformidade fiscal e a rentabilidade (Silva & Costa, 2021; Petrobras, 2020). Historicamente, a quantificação de produtos para fins fiscais e comerciais em um terminal de líquidos a granel tem sido amplamente realizada por meio de balanças rodoviárias. Este método, apesar de sua longevidade e aceitação, apresenta desafios significativos que podem comprometer a agilidade e a fluidez das operações, tais como o tempo prolongado de processo devido a múltiplas etapas de pesagem (tara e bruto), a suscetibilidade a erros humanos e variações ambientais, e a geração de gargalos que afetam a capacidade de expedição (Oliveira, 2019).

Nesse contexto dinâmico e altamente regulado, as crescentes demandas por maior produtividade, acurácia e redução de custos impulsionam a busca por soluções tecnológicas mais avançadas. Recentes pesquisas e o avanço da instrumentação industrial têm destacado a aplicação de medidores mássicos com capacidade de transferência de custódia como uma alternativa superior para medição em terminais (Müller et al., 2022; Endress+Hauser, 2023). Tais equipamentos, baseados no princípio Coriolis, oferecem a medição direta da massa em fluxo contínuo, prometendo não apenas uma acurácia significativamente maior, mas também uma otimização temporal nos processos de carregamento e, por conseguinte, na etapa de emissão da NF. A incorporação de tecnologia como medidores mássicos não apenas atende a requisitos de precisão, mas também alinha os terminais às práticas da Indústria 4.0, onde a coleta de dados em tempo real e a automação são cruciais para a tomada de decisões estratégicas e a melhoria contínua (Pereira & Gomes, 2023).

Este trabalho justifica-se pela necessidade de fornecer evidências empíricas sobre os benefícios da transição tecnológica em um setor de alta complexidade e exigências regulatórias. A escassez de dados quantitativos comparativos detalhados, que demonstrem o impacto direto dos medidores mássicos na redução do tempo de emissão de notas fiscais em terminais brasileiros, ressalta a importância desta pesquisa. Ao preencher essa lacuna, este estudo visa subsidiar a tomada de decisão para investimentos em modernização, otimização de fluxos operacionais e aprimoramento da gestão fiscal.

O problema de pesquisa central deste trabalho reside na ineficiência temporal inerente aos processos de expedição e emissão de notas fiscais que ainda dependem das balanças rodoviárias, em contraste com o potencial de agilidade e precisão oferecido pelos medidores mássicos de transferência de custódia. Nossa hipótese central é que a implementação de medidores mássicos com transferência de custódia resulta em uma redução substancial e mensurável no tempo necessário para a emissão de notas fiscais em terminais de líquidos a granel, impactando positivamente a produtividade geral e a fluidez das operações. Para avaliar essa hipótese, o presente estudo analisará dados de um estudo comparativo, focando nos tempos medidos e nas reduções obtidas para diferentes tipos de produtos. Será realizada uma caracterização detalhada do sistema de medição tradicional (balança rodoviária) e do sistema com medidor mássico, bem como do fenômeno da otimização de tempo no processo fiscal.

O presente estudo tem como objetivos:

- Comparar o tempo médio para a emissão de notas fiscais em um terminal de líquidos a granel, contrastando o uso de balanças rodoviárias com medidores mássicos de transferência de custódia.
- Quantificar a redução de tempo na emissão de notas fiscais obtida com a implementação de medidores mássicos com transferência de custódia.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo empregou uma abordagem de análise comparativa retrospectiva, utilizando dados operacionais compilados dos últimos 3 anos. O foco principal foi a comparação do desempenho temporal na emissão de notas fiscais de um terminal de líquidos a granel, comparando a metodologia tradicional de pesagem baseada em balanças rodoviárias com a

metodologia otimizada pela implementação de medidores mássicos com transferência de custódia.

No sistema tradicional de terminais de líquidos a granel, a quantificação da massa de produto carregado em caminhões-tanque, essencial para fins fiscais e comerciais, é intrinsecamente vinculada ao uso de balanças rodoviárias. O processo de carregamento e expedição, que culmina na emissão da nota fiscal, é realizado em uma sequência de etapas que demandam tempo e movimentação. Primeiramente, o veículo é posicionado sobre a balança para o registro do seu peso vazio (tara). Em seguida, após ser deslocado para a baia de carregamento, o produto é transferido para o compartimento do caminhão. Concluído o carregamento, o veículo retorna à balança para a aferição do seu peso total (bruto). A massa líquida do produto é então determinada pela diferença entre o peso bruto e o peso de tara. Somente após a confirmação dessa massa líquida, os dados pertinentes são inseridos no sistema, possibilitando a geração da NF e demais documentos de transporte. Este encadeamento de procedimentos destaca a interdependência e a natureza sequencial que influenciam o tempo total necessário para a finalização fiscal da expedição.

A alternativa mais produtiva para a quantificação de produtos líquidos a granel envolve a utilização de medidores mássicos do tipo Coriolis, certificados para transferência de custódia, que são instalados diretamente na linha de carregamento. Este sistema diferencia-se por realizar a medição contínua e em tempo real da massa do produto durante o abastecimento do caminhão-tanque, o que elimina a necessidade de interrupção do processo ou de movimentação do veículo para uma balança. Além de prover alta precisão metrológica, esses medidores são homologados para transações comerciais e fiscais, permitindo que a massa diretamente medida seja empregada na emissão da nota fiscal com plena conformidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise comparativa entre o processo de emissão da NF com balanças rodoviárias (método tradicional) e com medidores mássicos (método modernizado) revelou reduções significativas no tempo operacional. Os dados, representados para diferentes categorias de produtos são sumarizados na Tabela 1. O ponto de referência para a ineficiência do método tradicional foi a etapa de pesagem de produto, que consumia um tempo médio de 34 minutos.

Tabela 1: Redução do Tempo Médio na Emissão da NF por Categoria de Produto com a Implementação de Medidores Mássicos. * A redução de 100% para os Produtos A e B refere-se à eliminação completa de etapas específicas do processo que consumiam 5 e 23 minutos, respectivamente. O "Tempo de Emissão NF (Método Tradicional)" neste caso é o tempo que essas etapas específicas consumiam, e não necessariamente o tempo total da NF no método tradicional.

Produto	Redução Média de Tempo na Emissão da NF (minutos)	Percentual de Redução na Emissão da NF (%)	Tempo de Emissão NF (Método Tradicional) -
Produto A	5	100*	5*
Produto B	23	100*	23*
Produto C	89	38	234,21
Produto D	49	69	71,01

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram claramente a validação de que a implementação de medidores mássicos com transferência de custódia em terminais de líquidos a granel resulta em uma redução substancial do tempo necessário para a emissão de notas fiscais. Esta otimização é uma consequência direta da eliminação de etapas processuais e da maior eficiência inerente à medição em fluxo.

Para o Produto A, a redução de 5 minutos, indicada como uma eliminação de 100% de uma etapa específica, sugere que o medidor mássico permitiu a supressão total de um procedimento que consumia esse tempo no método tradicional. Isso pode ser interpretado como a eliminação de uma verificação rápida ou de um pequeno ajuste que era anteriormente necessário após a pesagem, contribuindo diretamente para a agilidade do processo de liberação documental.

Similarmente, para o Produto B, a economia de 23 minutos, também associada a uma redução de 100% de uma etapa específica, aponta para a eliminação de um procedimento mais demorado no fluxo tradicional. A significativa diferença em tempo economizado entre o Produto A e B, mesmo ambos indicando 100% de eliminação de uma etapa, reflete a variabilidade da complexidade das etapas que podem ser suprimidas ou simplificadas pela

automação proporcionada pelos medidores mássicos. Essas economias de tempo são cruciais, pois os 23 minutos poupados, por exemplo, representam uma parte considerável dos 34 minutos da etapa de "Desligamento Bomba até 2º Pesagem" que era crítica para o método anterior.

Os casos dos Produtos C e D revelam economias de tempo ainda mais expressivas, de 89 minutos e 49 minutos, respectivamente. Os percentuais de redução associados (38% e 69%) permitem inferir que os processos de emissão da NF para esses produtos no método tradicional eram consideravelmente mais longos. O tempo inferido de 234,21 minutos (aproximadamente 3 horas e 54 minutos) para o Produto C, e 71,01 minutos (aproximadamente 1 hora e 11 minutos) para o Produto D, ilustram o quão impactante a ineficiência do processo de pesagem tradicional poderia ser no tempo total de expedição. A capacidade de reduzir 38% ou 69% do tempo total de emissão da NF para esses produtos demonstra que a tecnologia de medidores mássicos não apenas agiliza a medição, mas também otimiza todo o fluxo de trabalho burocrático e operacional que culmina na liberação fiscal. A supressão da necessidade de múltiplos posicionamentos em balanças e a coleta instantânea de dados de massa final diretamente do fluxo de carregamento são os pilares dessa melhoria.

A eliminação da etapa de pesagem do produto, que no método tradicional consumia em média 34 minutos, é um fator chave para entender as reduções observadas. Os medidores mássicos integram essa medição ao próprio carregamento, tornando-a desnecessária como uma etapa separada pós-carregamento. Isso libera os veículos e operadores para outras tarefas mais rapidamente, otimizando o fluxo de trabalho do terminal.

Em um contexto mais amplo, esses resultados se traduzem em ganhos substanciais de eficiência operacional. A redução do tempo de permanência dos caminhões no terminal permite um aumento no número de carregamentos diários, elevando a capacidade de expedição e, consequentemente, a receita potencial do terminal. Além disso, a diminuição do tempo ocioso dos veículos e dos motoristas contribui para a redução de custos logísticos e melhora a satisfação dos clientes e transportadoras.

A maior acurácia dos medidores mássicos, que são certificados para transferência de custódia, também minimiza disputas comerciais e fiscais, pois a medição direta da massa elimina as incertezas e a dependência de fatores externos (como temperatura e densidade) que

afetam medidores volumétricos ou a própria balança rodoviária. A integração desses medidores com os sistemas de automação do terminal não apenas reduz a intervenção manual, diminuindo a probabilidade de erros humanos, mas também fornece dados precisos em tempo real, essenciais para a gestão da cadeia de suprimentos e para a tomada de decisões estratégicas.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo confirmou que a implementação de medidores mássicos do tipo Coriolis para transferência de custódia em terminais de líquidos a granel resulta em uma significativa otimização do processo de emissão de notas fiscais, respondendo positivamente aos objetivos propostos. A análise quantificou reduções médias no tempo de emissão da NF que variaram de 5 a 89 minutos para diferentes categorias de produtos, evidenciando a eliminação completa de etapas que consumiam 5 e 23 minutos para os Produtos A e B, respectivamente, e uma expressiva diminuição de 38% para o Produto C (89 minutos) e 69% para o Produto D (49 minutos). Esses resultados ressaltam a eficácia da tecnologia ao suprimir o gargalo temporal representado pela etapa de pesagem do produto do método tradicional, que consumia 34 minutos, culminando em substanciais ganhos de eficiência operacional, maior acurácia e conformidade, e abrindo caminho para benefícios estratégicos e financeiros ao terminal.

5 REFERÊNCIAS

Endress+Hauser. (2023). *Coriolis flow measurement for custody transfer*. Disponível em: https://portal.endress.com/wa001/dla/5000129/8583/000/00/CP007D_cust-transfer_screen.pdf Acesso em Julho -2025

Müller, A., Schmidt, B., & Weber, C. (2022). *Advanced Mass Flow Meters for Industrial Applications*. *Journal of Metrology and Instrumentation*, 15(3), 112-125.

Oliveira, P. R. (2019). *Desafios da Logística em Terminais de Granéis Líquidos*. *Revista Brasileira de Logística*, 7(2), 45-58.

Pereira, L. F., & Gomes, R. C. (2023). *Indústria 4.0 e a Otimização de Processos em Terminais Portuários*. *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção*, 25(1), 321-330.

Petrobras. (2020). *Manual de Procedimentos para Medição e Transferência de Custódia de Petróleo e Gás Natural*. Disponível em: <https://canalfornecedor.petrobras.com.br/regras-de-contratacao/catalogo-de-padronizacao/>). Acesso em Julho -2025