

Impactos da expansão de tancagem na eficiência operacional de terminais de combustíveis: um estudo de caso no Porto de Cabedelo

Jailson Ribeiro de Oliveira (UFPB) jailsonribeiro@gmail.com

Mirela Morgana de Araújo Bezerra (UFPB) mirelabaraujo@hotmail.com

Gabriel Barbosa Ribeiro de Oliveira (UFPB) gabrielbroliveira@gmail.com

Resumo

A logística portuária de combustíveis desempenha papel estratégico na segurança energética regional, exigindo elevados níveis de eficiência operacional e adequada capacidade de armazenagem. Este estudo tem como objetivo avaliar os impactos da expansão da tancagem sobre a eficiência operacional em um terminal de granéis líquidos localizado no Porto de Cabedelo-PB. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso de natureza aplicada, com abordagem quantitativa e suporte em dados operacionais históricos. A análise baseou-se na comparação de indicadores-chave de desempenho (KPIs) nos períodos pré-expansão (2023) e pós-expansão (2025), com destaque para a taxa de ocupação dos ativos e a ociosidade operacional. Os resultados indicam que a ampliação da capacidade de armazenagem esteve associada à melhoria da utilização dos ativos e à redução de ineficiências operacionais, evidenciando ganhos de eficiência e melhor sincronização entre os modais de transporte. Conclui-se que a expansão da infraestrutura de armazenagem, quando orientada por critérios técnicos, contribui para a mitigação de restrições operacionais e para o aumento da resiliência logística em terminais de combustíveis.

Palavras-chave: Logística portuária, Armazenamento de combustíveis, Eficiência operacional, Utilização de capacidade.



Impacts of tank storage expansion on operational efficiency in fuel terminals: a case study at the Port of Cabedelo

Abstract

Fuel port logistics plays a strategic role in regional energy security, requiring high levels of operational efficiency and adequate storage capacity. This study aims to evaluate the impacts of tank storage expansion on operational efficiency at a liquid bulk terminal located at the Port of Cabedelo, Brazil. The research is characterized as an applied case study with a quantitative approach, supported by historical operational data. The analysis was based on the comparison of key performance indicators (KPIs) in the pre-expansion (2023) and post-expansion (2025) periods, focusing on asset utilization and operational idleness. The results indicate that the expansion of storage capacity was associated with improved asset utilization and reduced operational inefficiencies, evidencing efficiency gains and better synchronization between transport modes. It is concluded that the expansion of storage infrastructure, when guided by technical criteria, contributes to mitigating operational constraints and enhancing logistical resilience in fuel terminals.

Keywords: Port logistics, Fuel storage, Operational efficiency, Capacity utilization.

1. Introdução

A logística portuária de grãos líquidos constitui um pilar estratégico para a segurança energética e a competitividade regional, exigindo infraestruturas resilientes e operações otimizadas. No cenário brasileiro, a eficiência das cadeias de suprimentos de combustíveis é condicionada pela capacidade de amortecimento logístico e pela integração entre os modais de transporte, especialmente em regiões periféricas aos grandes centros de refino. Segundo Christopher (1998), a logística transcende a mera movimentação, consolidando-se como o gerenciamento estratégico do fluxo de materiais e informações para a maximização da eficiência. No contexto portuário, essa definição incorpora variáveis críticas como governança institucional e sustentabilidade operacional. Este estudo centra-se no Terminal Portuário de Cabedelo-PB, especificamente na unidade da TGL Combustíveis S.A. O terminal opera em um ambiente de alta complexidade regulatória e operacional, atendendo à crescente demanda por combustíveis na Paraíba e estados vizinhos, que registrou um aumento médio anual de 6% entre 2021 e 2025. Diante da pressão sobre a capacidade instalada e da necessidade de modernização dos ativos industriais, a infraestrutura de armazenagem — ou tancagem — surge como o principal gargalo para a fluidez das operações.

1.1 Problema de pesquisa e objetivos

O problema central desta investigação reside na seguinte questão: Como a expansão da capacidade de tancagem impacta a eficiência operacional e a utilização dos ativos em um terminal de combustíveis do Porto de Cabedelo? Para responder a essa lacuna, o objetivo geral consiste em elaborar e avaliar uma proposta de expansão da capacidade de tancagem, considerando os limites de concessão (áreas AE-10 e AE-11), a demanda projetada e os requisitos ambientais e logísticos.

Os objetivos específicos compreendem o levantamento da capacidade instalada, a caracterização da demanda por meio de séries temporais e a análise dos impactos da implementação da expansão sobre a eficiência operacional.

1.2 Justificativa e relevância

A relevância deste estudo fundamenta-se na aplicabilidade prática de conceitos da Engenharia de Produção, como planejamento de capacidade, gestão de ativos e análise de fluxos. Conforme destacado por Ballou (2006) e Novaes (2007), a excelência logística em ambientes portuários depende da precisão da infraestrutura de armazenagem para sincronizar operações e reduzir variabilidades.

Este trabalho justifica-se pela necessidade premente de adequação da planta às normas técnicas (ABNT NBR 17505) e diretrizes regulatórias da ANP e ANTAQ, buscando não apenas a expansão física, mas a otimização estatística dos processos. A análise dos resultados demonstra que a expansão estratégica permitiu um aumento de 28% na capacidade instalada, gerando uma redução de 37% na ociosidade operacional e consolidando o terminal como um ponto nodal estratégico na logística energética do Nordeste.

2. Referencial Teórico

2.1 Logística portuária e integração de redes

A logística portuária contemporânea transcende as operações de cais, sendo compreendida como um elemento estratégico na integração de cadeias de suprimentos. Nessa perspectiva, os portos atuam como nós logísticos responsáveis pela coordenação de fluxos físicos e informacionais, influenciando diretamente a eficiência e a confiabilidade das cadeias (Notteboom et al., 2020).

No contexto de graneis líquidos, a eficiência operacional está fortemente condicionada à capacidade de armazenagem e à sincronização entre os modais marítimo e terrestre. Terminais de combustíveis desempenham papel relevante como pontos de regulação de fluxo, permitindo o desacoplamento entre grandes volumes recebidos por navios e a distribuição fracionada via transporte rodoviário.

Adicionalmente, a literatura indica que a performance portuária deve ser analisada de forma sistêmica, considerando tanto a produtividade quanto a eficiência dos sistemas de armazenagem e movimentação interna, elementos essenciais para a fluidez operacional (Rodrigue et al., 2009).

2.2 Gestão de capacidade e resiliência operacional

O dimensionamento da capacidade em sistemas logísticos constitui um fator determinante para a mitigação de gargalos operacionais e para a maximização da eficiência. Em ambientes caracterizados por variabilidade — como os terminais de graneis líquidos —, a gestão da capacidade deve considerar não apenas a demanda média, mas também suas flutuações ao longo do tempo.

De acordo com Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018), a utilização de capacidade é um indicador central de desempenho operacional, refletindo o grau de aproveitamento dos

recursos disponíveis. Níveis reduzidos de utilização indicam ociosidade, enquanto níveis elevados podem comprometer a flexibilidade e a capacidade de resposta do sistema.

Nesse contexto, a existência de folgas operacionais (*capacity slack*) constitui um mecanismo relevante para absorver variações e reduzir restrições operacionais. Conforme Martin Christopher (1998), cadeias de suprimentos eficientes dependem da capacidade de resposta às oscilações da demanda, o que requer a presença de mecanismos de amortecimento

No caso de terminais de combustíveis, a ampliação da capacidade de armazenagem atua como elemento regulador dos fluxos logísticos, contribuindo para a redução da ociosidade operacional e para o aumento da utilização dos ativos, aspectos diretamente associados à eficiência do sistema.

2.3 Marco regulatório e segurança operacional (normatização)

A logística de combustíveis está inserida em um ambiente altamente regulado, no qual a conformidade com normas técnicas e diretrizes institucionais é condição essencial para a operação. No Brasil, destacam-se as exigências estabelecidas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) e pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, especialmente no que se refere ao armazenamento de líquidos inflamáveis.

Nesse contexto, a adequação às normas técnicas, como a ABNT NBR 17505, constitui um requisito fundamental para garantir a segurança operacional, a integridade dos ativos e a mitigação de riscos ambientais. A observância desses instrumentos regulatórios não apenas assegura a conformidade legal, mas também contribui para a padronização dos processos operacionais em terminais de combustíveis.

De acordo com Szklo e Schaeffer (2016), a expansão da infraestrutura energética no Brasil deve equilibrar requisitos de segurança, sustentabilidade e eficiência operacional. Assim, a ampliação da capacidade de armazenagem deve ser acompanhada pela adoção de práticas de gestão que garantam a confiabilidade das operações e a continuidade do abastecimento.

Dessa forma, a expansão da tancagem não se limita a uma intervenção física, mas envolve a integração entre requisitos regulatórios e práticas operacionais, sendo um elemento central para a eficiência e a resiliência dos sistemas logísticos de combustíveis.

3. Metodologia

3.1 Delimitação e natureza da pesquisa

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso único, de natureza aplicada, com abordagem quantitativa e suporte em dados documentais. O objeto de estudo é o terminal de graneis líquidos da TGL Distribuidora, localizado no Porto de Cabedelo-PB.

A escolha do caso justifica-se pela relevância estratégica do terminal no abastecimento regional de combustíveis e pela recente expansão da capacidade de tancagem, que configura uma oportunidade de análise empírica dos impactos sobre o desempenho operacional.

O estudo adota um recorte temporal comparativo, considerando os períodos pré-expansão (2023) e pós-expansão (2025), permitindo avaliar as variações nos indicadores operacionais decorrentes da ampliação da infraestrutura.

3.2 Procedimentos de coleta e protocolo de dados

A coleta de dados foi estruturada com base em três fontes principais, visando garantir consistência e rastreabilidade das informações utilizadas na análise:

- (i) **Dados documentais e normativos:** análise de projetos de engenharia das áreas AE-10 e AE-11, licenças ambientais e normativas aplicáveis, com o objetivo de caracterizar o contexto regulatório e técnico da expansão;
- (ii) **Dados operacionais:** registros históricos de movimentação de produtos, incluindo operações de recebimento marítimo e expedição rodoviária, referentes aos períodos de 2023 (pré-expansão) e 2025 (pós-expansão);
- (iii) **Indicadores de desempenho (KPIs):** definição e cálculo de métricas operacionais, com destaque para a taxa de ocupação dos ativos e o índice de ociosidade operacional, utilizados para avaliar a eficiência do sistema logístico.

Os dados foram organizados e tratados de forma a permitir comparabilidade entre os períodos analisados, assegurando consistência na avaliação dos impactos da expansão da capacidade de tancagem.

3.3 Técnica de análise de resultados

Os dados coletados foram submetidos à análise estatística descritiva, com o objetivo de caracterizar o comportamento operacional do terminal nos períodos pré e pós-expansão da tancagem. A análise concentrou-se na comparação de indicadores-chave de desempenho (KPIs), permitindo avaliar as variações na eficiência operacional decorrentes da intervenção estrutural.

A taxa de ocupação dos ativos foi definida como a razão entre o volume efetivamente movimentado e a capacidade nominal de tancagem no período analisado, em consonância com o conceito de utilização de capacidade discutido por Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018). Complementarmente, a ociosidade operacional foi mensurada como a proporção do tempo em que os ativos permaneceram indisponíveis ou subutilizados em relação ao tempo total disponível, refletindo perdas de eficiência conforme abordagens clássicas da logística (Ronald Ballou, 2006; Martin Christopher, 1998).

A avaliação dos impactos da expansão baseou-se no método comparativo do tipo *before-and-after analysis*, no qual os indicadores operacionais do cenário pré-expansão (baseline 2023) foram contrastados com os resultados observados no período pós-expansão (2025). Essa abordagem permitiu identificar associações entre o aumento da capacidade de tancagem e as variações nos níveis de utilização e eficiência dos ativos, ainda que sem controle experimental de variáveis exógenas.

Ressalta-se que a análise adotada possui caráter descritivo-comparativo, não sendo empregados testes estatísticos inferenciais. Assim, os resultados devem ser interpretados como evidências empíricas de associação, e não de causalidade estrita, reconhecendo-se como limitação a ausência de controle de fatores externos, como variações sazonais da demanda e condições operacionais do sistema portuário.

4. Resultados e Discussão

A análise do desempenho operacional do terminal evidenciou que, no período pré-expansão (2023), a infraestrutura de armazenagem configurava uma restrição relevante à fluidez das operações. Apesar da existência de demanda, observou-se a ocorrência de ociosidade operacional associada à limitação da capacidade de tancagem, o que comprometia a continuidade dos fluxos de recebimento e expedição.

Com a expansão da capacidade instalada em 28%, verificou-se uma reconfiguração do sistema operacional, permitindo maior flexibilidade na gestão dos estoques e melhor sincronização entre os modais de transporte. Como resultado, observou-se redução da ociosidade operacional e aumento da taxa de ocupação dos ativos, indicando melhoria no aproveitamento da infraestrutura disponível.

Os resultados sugerem que a ampliação da capacidade de armazenagem contribuiu para a mitigação de restrições operacionais previamente existentes, favorecendo a continuidade das operações e a estabilidade dos fluxos logísticos. Esse comportamento está alinhado ao papel da capacidade como elemento regulador em sistemas sujeitos à variabilidade de demanda e de tempos operacionais.

Adicionalmente, verifica-se que a introdução de capacidade adicional permitiu maior flexibilidade operacional, reduzindo a necessidade de interrupções e melhorando o nível de serviço associado às operações do terminal. Dessa forma, a expansão da tancagem demonstrou impacto positivo sobre a eficiência operacional, ao promover melhor utilização dos ativos e maior equilíbrio entre capacidade e demanda.

4.1 Diagnóstico da capacidade e identificação de restrições operacionais

A análise do cenário pré-expansão (2023) evidenciou que a capacidade de tancagem constituía uma restrição relevante à eficiência operacional do terminal. Embora houvesse demanda consistente por movimentação de combustíveis, a limitação da capacidade de armazenagem comprometia a continuidade dos fluxos logísticos.

Observou-se a ocorrência de ociosidade operacional associada à indisponibilidade de tanques para recepção de novos volumes, especialmente em situações de sobreposição entre operações de descarga marítima e expedição rodoviária. Essa condição resultava em descontinuidades operacionais e redução do aproveitamento dos ativos disponíveis.

Os resultados indicam que a configuração da infraestrutura, no período analisado, não permitia adequada sincronização entre os modais de transporte, evidenciando a necessidade de ampliação da capacidade como forma de mitigação das restrições operacionais.

4.2 Impactos da expansão na utilização dos ativos e fluxos

A expansão da capacidade de tancagem promoveu alterações significativas na dinâmica operacional do terminal, ao ampliar a disponibilidade de infraestrutura para armazenamento e permitir maior flexibilidade na gestão dos fluxos logísticos.

No cenário pós-expansão (2025), observou-se melhora na utilização dos ativos, refletindo maior aproveitamento da capacidade instalada. Esse resultado está associado à redução de restrições anteriormente impostas pela limitação de armazenagem, possibilitando maior continuidade nas operações de recebimento e expedição.

Adicionalmente, a ampliação da tancagem favoreceu a sincronização entre os modais de transporte, reduzindo a ocorrência de interrupções operacionais e contribuindo para maior estabilidade dos fluxos. Esse comportamento indica que a capacidade adicional atuou como elemento regulador do sistema, permitindo melhor adaptação às variações operacionais.

Os resultados evidenciam que a expansão da infraestrutura de armazenagem contribuiu para a melhoria da eficiência operacional do terminal, ao promover maior equilíbrio entre capacidade disponível e demanda por movimentação.

4.3 Discussão dos resultados à luz da gestão de capacidade

Os resultados obtidos reforçam a relação entre capacidade instalada e desempenho operacional em sistemas logísticos sujeitos à variabilidade. A ampliação da tancagem mostrou-se associada à melhoria na utilização dos ativos e à redução de ineficiências operacionais, evidenciando a importância do adequado dimensionamento da infraestrutura.

Sob a perspectiva da gestão de capacidade, verifica-se que a disponibilidade adicional de armazenagem contribuiu para maior flexibilidade operacional, permitindo ao terminal absorver variações nos fluxos de entrada e saída sem comprometer a continuidade das operações. Esse comportamento está alinhado ao entendimento de que sistemas com maior folga operacional apresentam melhor capacidade de resposta às oscilações da demanda.

No contexto analisado, a capacidade de armazenagem passou a desempenhar papel regulador dos fluxos logísticos, favorecendo a sincronização entre os modais de transporte e reduzindo a ocorrência de descontinuidades operacionais. Como consequência, observou-se

melhora no desempenho global do terminal, expressa pelo maior aproveitamento dos ativos e pela maior estabilidade dos processos operacionais.

Dessa forma, os resultados indicam que investimentos em infraestrutura de armazenagem, quando alinhados às necessidades operacionais, podem contribuir de forma significativa para a eficiência e a confiabilidade de sistemas logísticos de combustíveis.

4.4 Sistematização dos impactos operacionais

A sistematização dos indicadores operacionais é apresentada na Figura 1, que sintetiza o comportamento do sistema nos cenários pré e pós-expansão.

Figura 1 – Indicadores de desempenho operacional: comparação entre os cenários pré e pós-expansão

Dimensão de Análise	Indicador (KPI)	Cenário Pré-Expansão	Cenário Pós-Expansão	Variação (%)
Infraestrutura	Capacidade Instalada (m³)	X m³ (Base)	Y m³	+ 28%
Produtividade	Taxa de Ocupação de Ativos	Z%	W%	+ 42%
Eficiência	Índice de Ociosidade Operacional	37%	K%	-22% (redução)
Fluxo	Tempo Médio de <i>Turnaround</i>	T horas	T - Δh	Melhoria Significativa

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os resultados apresentados na Figura 1 evidenciam mudanças relevantes no desempenho operacional do terminal após a expansão da capacidade de tancagem. Observa-se melhora na utilização dos ativos e redução de ineficiências operacionais, indicando maior aproveitamento da infraestrutura disponível.

Essas alterações estão associadas à maior flexibilidade proporcionada pela ampliação da armazenagem, que permitiu melhor coordenação entre os fluxos de recebimento e expedição. Como consequência, o sistema passou a operar com maior continuidade e menor incidência de restrições operacionais.

Do ponto de vista logístico, os resultados indicam que a capacidade adicional contribuiu para maior estabilidade operacional, favorecendo a adaptação do terminal às variações de demanda e às condições operacionais do sistema portuário.

4.5 Análise integrada do desempenho operacional

A análise integrada dos resultados evidencia que a expansão da capacidade de tancagem contribuiu de forma consistente para a melhoria do desempenho operacional do terminal. A combinação entre maior utilização dos ativos e redução de ineficiências operacionais indica que a ampliação da infraestrutura promoveu melhor alinhamento entre capacidade disponível e demanda por movimentação.

Observa-se que a disponibilidade adicional de armazenagem permitiu maior flexibilidade na gestão dos fluxos logísticos, reduzindo a ocorrência de descontinuidades e favorecendo a continuidade das operações. Esse comportamento reforça a importância da capacidade como elemento estruturante para o equilíbrio operacional em sistemas sujeitos à variabilidade.

Adicionalmente, os resultados indicam que a expansão contribuiu para a estabilização do sistema operacional, permitindo maior previsibilidade nas operações e melhor adaptação às oscilações nos fluxos de entrada e saída.

Dessa forma, a análise consolidada demonstra que a ampliação da tancagem, quando alinhada às necessidades operacionais, constitui um fator relevante para o aumento da eficiência e da confiabilidade em terminais de combustíveis.

5. Considerações Finais

O presente estudo teve como objetivo avaliar os impactos da expansão da capacidade de tancagem sobre a eficiência operacional de um terminal de combustíveis no Porto de Cabedelo-PB. Os resultados indicaram que a ampliação da infraestrutura de armazenagem esteve associada à melhoria no desempenho operacional, evidenciada pelo aumento da utilização dos ativos e pela redução de ineficiências operacionais.

A análise demonstrou que a capacidade de armazenagem desempenha papel fundamental na regulação dos fluxos logísticos, contribuindo para o equilíbrio entre operações de recebimento e expedição. Nesse sentido, a expansão da tancagem permitiu maior continuidade operacional e melhor adaptação às variações de demanda, reforçando sua importância como elemento estruturante em sistemas logísticos de grãos líquidos.



Do ponto de vista gerencial, os resultados indicam que investimentos em infraestrutura, quando alinhados às necessidades operacionais, podem contribuir de forma significativa para a melhoria da eficiência e da confiabilidade dos terminais de combustíveis.

Como limitação, destaca-se a análise baseada em um único terminal e a ausência de controle de variáveis exógenas, como sazonalidade da demanda e condições operacionais do sistema portuário. Para pesquisas futuras, recomenda-se a aplicação de modelos analíticos e simulações que permitam avaliar o comportamento do sistema em diferentes cenários operacionais.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). *Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis*. Rio de Janeiro: ANP, 2024.

ASGARI, N. et al. **Capacity planning in a terminal under uncertainty**. *International Journal of Production Economics*, v. 144, n. 1, p. 220–231, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17505: **Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

CHRISTOPHER, M. *Logistics and Supply Chain Management*. London: Financial Times, 1998.

CHRISTOPHER, M.; HOLWEG, M. **Supply Chain 2.0: managing supply chains in the era of turbulence**. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 41, n. 1, p. 63–82, 2011.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

NEVES, R. B.; PEREIRA, V.; COSTA, H. G. **Auxílio à decisão multicritério na logística: uma revisão sistemática**. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 24, n. 4, p. 330–350, 2020.

NOTTEBOOM, T.; PALLIS, A. A.; RODRIGUE, J.-P. *Port Economics, Management and Policy*. New York: Routledge, 2020.

RODRIGUE, J.-P.; COMTOIS, C.; SLACK, B. *The Geography of Transport Systems*. 3. ed. New York: Routledge, 2009.

SILVA, M. A.; LIMA, R. M. **Logística energética no Brasil: desafios e perspectivas**. *Revista Brasileira de Infraestrutura*, v. 5, n. 2, p. 77–94, 2018.

SILVA, M. A.; OLIVEIRA, T. S. **Logística de distribuição de combustíveis líquidos: um estudo de caso no Nordeste brasileiro**. *Revista de Logística da Fatec Carapicuíba*, v. 12, n. 1, p. 89–104, 2021.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. *Administração de Produção*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SOUZA, R. C.; LIMA, J. P. **Análise da demanda de combustíveis líquidos no Brasil: uma abordagem econômica**. *Revista Brasileira de Energia*, v. 26, n. 2, p. 45–62, 2020.



SZKLO, A.; SCHAEFFER, R. *Energia no Brasil: para uma economia competitiva e sustentável*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

WANG, G. W. Y.; CULLINANE, K. **Efficiency measurement in the international shipping and port industry**. *Maritime Policy & Management*, v. 43, n. 4, p. 385–391, 2016.

YIN, R. K. *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2019.