

## **OPERAÇÕES E LOGÍSTICA**

### **FLEXITANK: UMA ALTERNATIVA PARA A OTIMIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE GRANÉIS LÍQUIDOS**

### **FLEXITANK: AN ALTERNATIVE FOR OPTIMIZING LIQUID BULK TRANSPORTATION**

## RESUMO

Este estudo investiga o uso do flexitank como uma alternativa eficiente para o transporte de graneis líquidos, destacando a redução de custos e a maior praticidade nas operações logísticas. A análise aborda a cadeia de transporte dessa solução, iniciando por uma visão global e avançando até o contexto brasileiro, além de detalhar suas características e vantagens competitivas. As conclusões apontam que a adoção dessa tecnologia contribui para uma redução expressiva nos custos logísticos, além de oferecer maior flexibilidade no transporte de líquidos. Os resultados foram obtidos por meio de um questionário não padronizado e uma entrevista com o diretor de uma empresa especializada na área.

**Palavras Chaves:** Flexitank, Granéis Líquidos, Otimização, Transporte.

## ABSTRACT

This study investigates the use of flexitank as an efficient alternative for transporting liquid bulk, highlighting cost reduction and greater practicality in logistics operations. The analysis covers the transportation chain of this solution, starting from a global perspective and moving towards the Brazilian context, while also detailing its features and competitive advantages. The conclusions indicate that the adoption of this technology significantly contributes to lowering logistics costs, as well as offering greater flexibility in liquid transportation. The results were obtained through a non-standardized questionnaire and an interview with the director of a specialized company in the field.

**Keywords:** Flexitank; Liquid Bulk; Optimization; Transport.

## 1. INTRODUÇÃO

O transporte de graneis líquidos têm sido um desafio logístico a ser superado, dado o nível de especialização para manuseio e transporte, garantindo a integridade e não contaminação do conteúdo transportado.

O valor global do mercado de Flexitank foi avaliado em cerca de USD 300 milhões em 2021, com projeções de atingir USD 1 bilhão até 2030, crescendo a uma taxa composta anual de aproximadamente 15% durante o período de 2022 a 2030" (Grand View Research, 2022; MarketsandMarkets, 2023).

Já no Brasil, o uso de Flexitank cresceu cerca de 20% ao ano nos últimos cinco anos, refletindo a demanda crescente por soluções mais eficientes no setor logístico (Associação Brasileira de Logística [ABRALOG], 2023).

Frente as constantes inovações do setor logístico, surge os flexitank como uma alternativa viável para alavancar o transporte de graneis líquidos. Os flexitank são tanques flexíveis instalados dentro de containers padrão alimento de 20 pés, podendo transportar desde 10.000 até 26.000 litros, dependendo do modelo do tanque, densidade do produto e distância da planta para o destino.

A estrutura do tanque permite com que o espaço dentro do container seja bem utilizado, além do que, o flexitank é utilizado da forma "one way", ou seja, é usado apenas uma vez e descartado, não sendo necessário fazer limpezas, nem remoções, diminuindo o custo logístico.

Mediante o cenário exposto, foi levantado a seguinte questão: quais são os benefícios do uso do flexitank para transporte de graneis líquidos? O objetivo desse estudo é identificar o impacto do uso de flexitank na exportação de graneis líquidos.

## 2. CENÁRIO GERAL DO TRANSPORTE DE GRANEIS LÍQUIDOS

O transporte de cargas líquidas, é sem dúvidas, vital para inúmeras indústrias, tais como a de energia, química, alimentícia e farmacêutica. Muitos produtos são transportados de forma abrangente, como petróleo, produtos químicos, gás natural liquefeito, óleos vegetais, sucos e outros. Os combustíveis de petróleo e derivados protagonizam o comercial global de líquidos. Antes da pandemia de COVID-19, em 2019, em média 60% do petróleo mundialmente consumido era transportado pelo mar, o que demonstra o quanto o transporte marítimo de líquidos é necessário para abastecer as demandas energéticas. (IEA, 2020).

O transporte marítimo de líquidos a granel, é um componente essencial da cadeia logística global, responsável por cerca de 90% do volume de mercadorias transportadas no mundo (Lun e Zhu, 2017, p. 4-11). Particularmente bebidas, apresentam desafios significativos no que diz respeito à gestão de custos e eficiência logística. As empresas de bebidas enfrentam altos custos operacionais relacionados ao transporte, o que torna essencial a implementação de estratégias eficazes para a redução desses gastos (FreightWaves, Beverage Company, 2020).

### **3. CENÁRIO BRASILEIRO DO TRANSPORTE DE GRANÉIS LÍQUIDOS**

O transporte de granéis líquidos no Brasil envolve várias áreas e setores da economia, partindo do agronegócio até a indústria química. O Brasil, como robusto produtor e exportador de commodities agrícolas e minerais, é dependente de uma infraestrutura que permita a movimentação de líquidos como petróleo e seus derivados, etanol, químicos e óleos vegetais. Porém, a atual infraestrutura de transporte de líquidos no Brasil enfrenta diversos desafios, como a dependência do modal rodoviário, a falta de investimentos em outros modais e o melhoramento nas condições de armazenamento e manuseio. (Rocha e Ribeiro, 2022).

Historicamente, o modal rodoviário é o mais utilizado para o transporte, sua participação na movimentação de cargas do Brasil é de aproximadamente 60% (IBGE, 2019). Esse modal inclui uma parte considerável do transporte de granéis líquidos, no que tange a distribuição doméstica. Entretanto, a dependência constante da infraestrutura rodoviária acarreta um grande custo logístico e vários desafios ambientais e de segurança, como vazamentos e emissões de gases de efeito estufa. Além disso, a infraestrutura atual é extremamente sobrecarregada, e com limitações estrondosas, elevando os riscos e custos associados ao transporte de líquidos. (ANTT, 2020).

Ultimamente, têm-se visto inúmeros esforços para aumentar a diversificação dos modais de transporte e melhorar a infraestrutura atual. A expansão dos modais ferroviário e hidroviário se mostra como uma solução para a redução de custos logísticos e melhoramento da eficiência do transporte de líquidos. No ano de 2019, o governo brasileiro iniciou um Programa de Parcerias de Investimentos (PPI) voltados para atrair investimentos de empresas privadas em infraestrutura através de projetos

ferroviários e portuários, que são peças-chave para o transporte de grânéis líquidos. (Rocha, 2023).

A demanda expansiva por práticas sustentáveis e eficientes igualmente têm impulsionado a introdução de tecnologias inovadoras no transporte de líquidos. O uso de sistemas de monitoramento em tempo real, flexitanks, e a modernização de equipamentos são algumas das novidades implantadas no setor logístico para aumentar a segurança e eficiência. Além disso, as regulamentações ambientais estão se tornando mais ríspidas, fazendo com que as empresas melhorem seus processos para que tenham práticas mais sustentáveis e seguras quando trabalham com o manuseio de líquidos. (Brito & Vasconcelos, 2020).

#### **4. CONCEITUANDO FLEXITANK**

Os flexitank são estruturas flexíveis projetadas para o transporte de líquidos em grandes volumes, frequentemente utilizados em contêineres de carga. Fabricados a partir de materiais plásticos robustos, esses tanques são capazes de acomodar diferentes tipos de líquidos, como água, óleos e produtos químicos. A principal vantagem dos flexitank é a sua capacidade de maximizar o espaço de carga, permitindo que os transportadores movimentem grandes quantidades de líquido de forma eficiente e segura. Apesar disso, o comportamento do líquido durante o transporte pode impactar a integridade estrutural do flexitank, especialmente em condições de movimento e aceleração. (Azahar et al., 2023, pp. 117-124).

#### **5. BENEFÍCIOS DO FLEXITANK**

Os flexitank são soluções práticas e ecológicas para o transporte de líquidos a granel, feitos de material 100% reciclável, o que elimina o risco de contaminação entre cargas. Eles oferecem uma redução significativa no custo por litro transportado e nos gastos com mão de obra, além de serem facilmente armazenados em caixas empilháveis, o que otimiza o espaço. Quando utilizados em containers convencionais, os flexitank também ajudam a reduzir os custos de frete e demurrage (taxas). No entanto, a primeira operação de carga e descarga requer assistência técnica para treinamento dos operadores. Além disso, os flexitank são limitados ao transporte de produtos alimentícios e líquidos não perigosos e, se for necessário aquecê-los, será

necessário usar um equipamento adicional, como o Heather Pad, o que pode aumentar o custo desse processo (BEFLEXI, 2019).

## **6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A metodologia deste artigo foi desenvolvida a partir de três pilares principais, visando identificar os fatores-chave que demonstram a relevância do flexitank no transporte de graneis líquidos e na redução de custos logísticos. O primeiro pilar envolveu a pesquisa e análise de dados bibliográficos, utilizando artigos acadêmicos e publicações relevantes. Posteriormente, foram criados dois tipos de questionários: um qualitativo e outro quantitativo. O questionário qualitativo, com perguntas abertas, foi aplicado a funcionários de empresas de logística, permitindo que os entrevistados expressassem suas opiniões e experiências de forma mais detalhada. Por outro lado, o questionário quantitativo, com perguntas fechadas, foi projetado para obter respostas mais diretas e objetivas, garantindo uma análise mais precisa dos dados coletados.

Além disso, realizamos uma entrevista com o CEO da empresa Flexiready, que atua na área logística e comércio exterior, o que possibilitou uma compreensão mais profunda do mercado e das vantagens estratégicas do flexitank. Por fim, os resultados obtidos nas diferentes fases foram comparados, permitindo identificar pontos de convergência que sustentam as questões centrais do estudo.

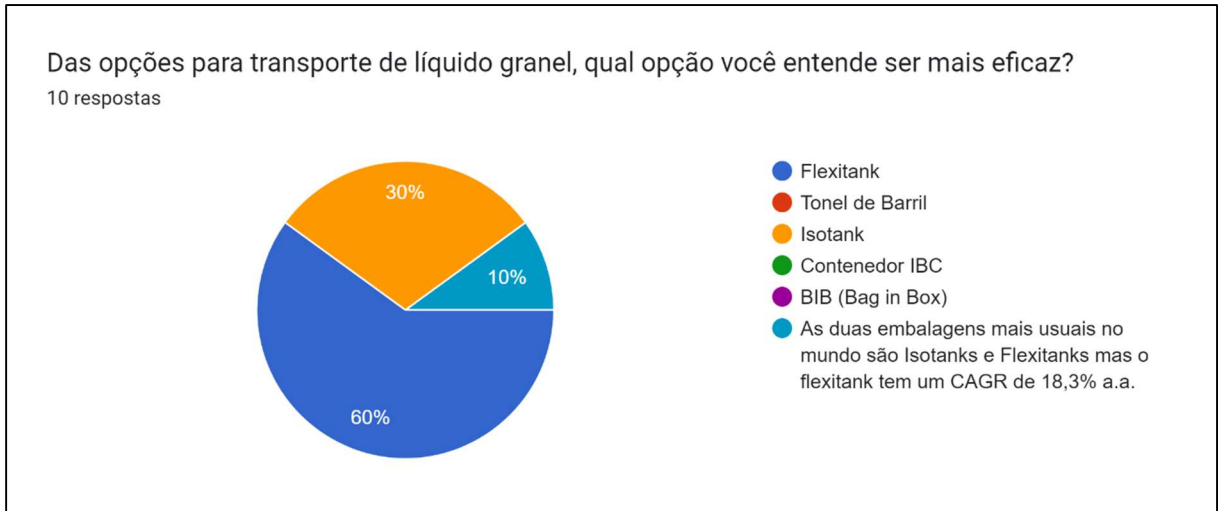
## **7. RESULTADOS**

Neste capítulo, são expostos os resultados obtidos por meio de uma pesquisa realizada com dez profissionais da área de logística, que responderam a um questionário contendo tanto questões quantitativas quanto qualitativas. O intuito dessa investigação foi reunir informações e percepções capazes de auxiliar na compreensão do problema abordado e no alcance dos objetivos propostos. Os dados quantitativos foram organizados e apresentados por meio de gráficos, como ilustrado nas figuras a seguir.

Como visto na figura 1, o flexitank é identificado como a opção mais eficaz para o transporte de líquidos a granel, de acordo com a maioria dos entrevistados. Isso pode ser atribuído às suas vantagens em termos de custo e eficiência operacional. No

entanto, o isotank continua sendo uma alternativa relevante para aplicações específicas.

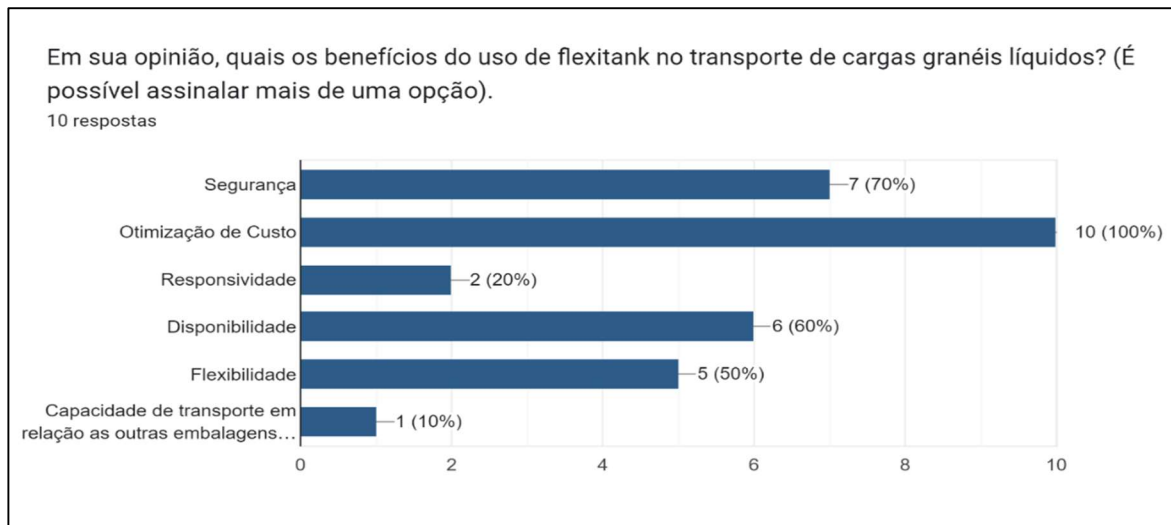
**Figura 1 – Opções de transporte de granel líquido**



Fonte: Própria (2024)

Na figura 2, dentre os 10 entrevistados, todos os entrevistados concordaram que a "otimização de custo" é um benefício significativo. Esse consenso destaca a importância econômica desta solução. Além disso, 7 dos 10 entrevistados selecionaram "segurança" como um benefício, indicando que a segurança também é um fator relevante na avaliação do flexitank. Embora não tenha sido a opção escolhida por todos, a alta frequência de menções à segurança reforça a percepção de que, além da redução de custos, o flexitank oferece vantagens em termos de proteção durante o transporte.

**Figura 2 – Benefícios do Flexitank**

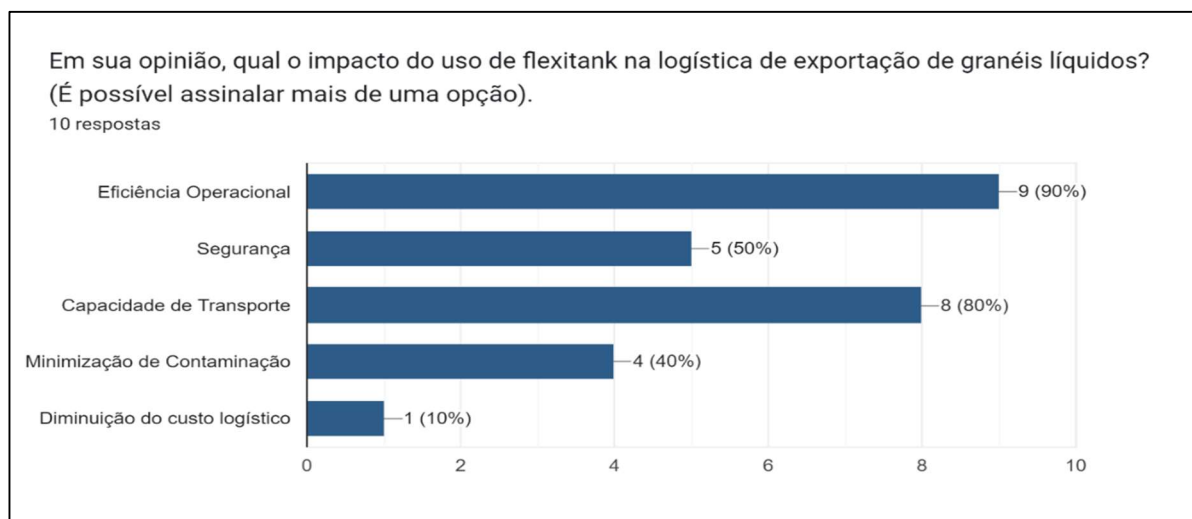


Fonte: Própria (2024)

O gráfico na figura 3 mostra uma alta menção à "eficiência operacional" sugerindo que os profissionais enxergam o flexitank como uma ferramenta que melhora significativamente os processos logísticos, aumentando a agilidade e reduzindo a complexidade nas operações de transporte de granéis líquidos.

A "capacidade de transporte" também foi amplamente destacada, com 8 seleções, indicando que os entrevistados reconhecem uma maior capacidade de carga em comparação com outras soluções de transporte. Isso pode contribuir para uma otimização das operações logísticas e um melhor aproveitamento do espaço disponível durante o transporte.

**Figura 3 – Impactos do Flexitank**



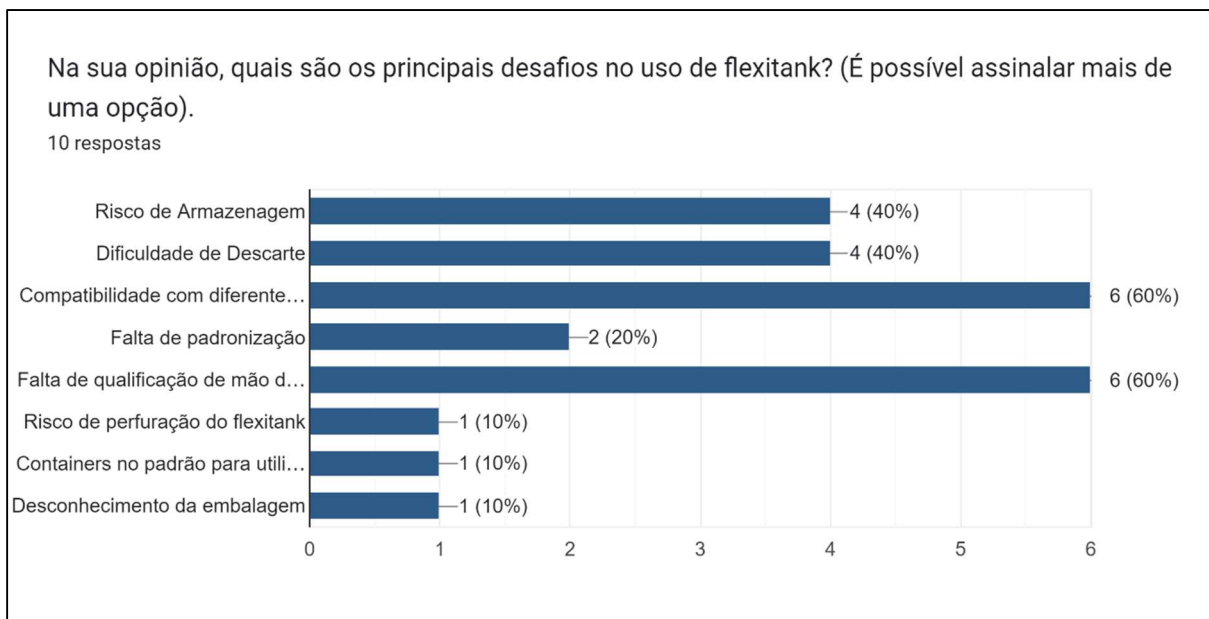


Fonte: Própria (2024)

O gráfico presente na figura 4, nos mostra que 60% dos entrevistados consideram como principais desafios no uso do flexitank: “Dificuldade de Descarte” e “falta de qualificação de mão de obra especializada. Isso sugere que, embora o flexitank tenha várias vantagens, sua implementação ainda enfrenta obstáculos técnicos relacionados à adequação a diferentes produtos e à falta de treinamento adequado para os operadores. A padronização e o treinamento são, portanto, pontos críticos para garantir uma operação eficiente.

Além disso, 40% dos entrevistados indicaram o risco de armazenagem e a dificuldade de descarte, destacando preocupações com a segurança durante o armazenamento e o manejo de resíduos pós-uso. Esses aspectos podem gerar custos e complicações adicionais se não forem tratados adequadamente

**Figura 4 – Desafios do Flexitank**

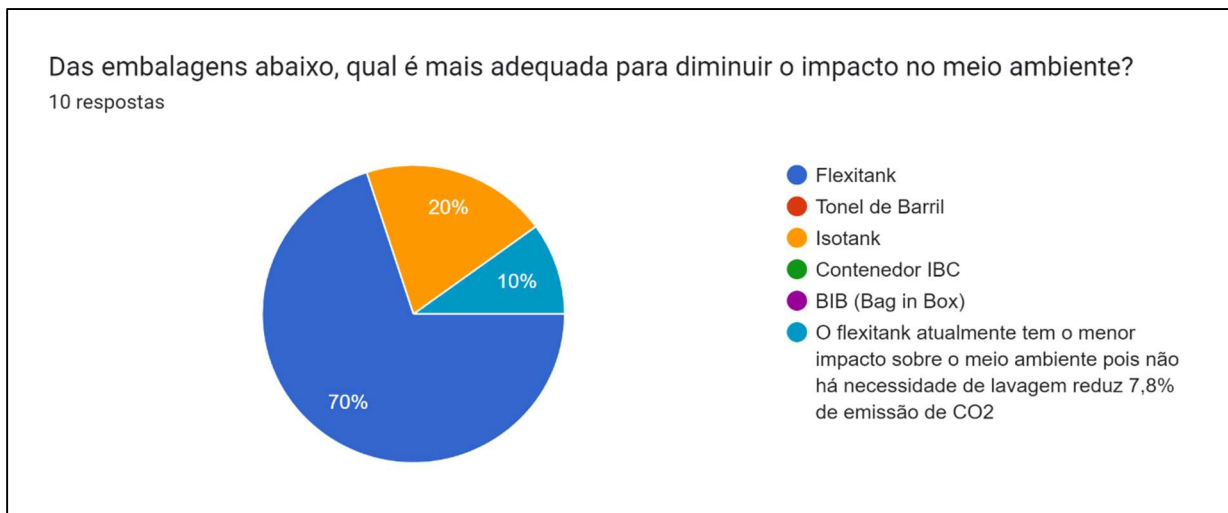


Fonte: Própria (2024)

A figura 5 nos mostra que a preferência dos entrevistados para as embalagens mais adequadas para reduzir o impacto ambiental revela é revelada ser o flexitank, com 70% das respostas. Isso indica que a maioria dos entrevistados acredita que o flexitank é a opção mais sustentável. Um dos motivos apontados é a ausência da

necessidade de lavagem, o que reduz as emissões de CO2 em 7,8%, tornando-o uma escolha ambientalmente eficiente.

**Figura 5 – Embalagens**



Fonte: Própria (2024)

Com as questões qualitativas, buscamos nos aprofundar na preferência entre Flexitank e Isotank, visto que esse foi o segundo mais votado na pesquisa quantitativa. Buscando entender quais as vantagens e desvantagens presentes em cada um dos tanques. Também questionamos sobre o potencial do mercado de flexitanks no Brasil, buscando entender as expectativas dos entrevistados em relação a adoção dessa nova tecnologia.

**A. Na sua opinião, entre o flexitank e o isotank, qual dentre os dois é o mais adequado para o transporte de graneis líquidos? Por quê?**

De forma geral, as respostas destacam as vantagens do flexitank sobre o isotank no transporte de líquidos, especialmente para químicos não perigosos. O flexitank oferece maior versatilidade por poder ser utilizado em diversos tipos de veículos e equipamentos, o que aumenta a disponibilidade e agilidade no transporte. Ele também é eficiente na prevenção de contaminação devido à sua composição robusta. Embora o isotank tenha reduzido custos de frete, o flexitank continua sendo uma opção competitiva por sua capacidade de carga maior e redução de custos operacionais.

## **B. Como você vê o potencial do mercado de flexitank no Brasil?**

As respostas destacam o crescente uso do flexitank no transporte de produtos químicos e líquidos agrícolas, principalmente no Brasil, onde ele está substituindo os isotanks devido a custos mais baixos e maior flexibilidade de tamanho. A capacidade de uso único do flexitank elimina gastos com reposicionamento e limpeza. Com o aumento da demanda, estima-se que o mercado global de flexitanks alcance US\$ 3,3 bilhões até 2033, refletindo o apetite crescente por essa solução de transporte.

Ademais realizamos a entrevista com o CEO da empresa Flexiready, André Luiz Rosa Mesquita, buscando obter uma visão clara sobre quando e por que o flexitank pode ser uma escolha estratégica para exportadores, ajudando empresas a otimizar custos e melhorar a eficiência no transporte de líquidos. Também busca identificar as inovações recentes nesse campo e entender como elas podem impactar o futuro da logística de grânéis líquidos.

### **A. Como você avalia a disputa entre flexitanks e isotanks no mercado de grânéis líquidos?**

A disputa entre flexitanks e isotanks no mercado de grânéis líquidos está centrada em fatores como capacidade, custo e especificidade da carga. O flexitank se destaca por sua capacidade de transportar até 24 mil litros em um contêiner de 20 pés, sendo uma solução eficiente e econômica para cargas não perigosas e de menor valor agregado. Já o isotank, devido à sua estrutura robusta, é preferido para o transporte de líquidos de maior valor ou com requisitos técnicos específicos, como produtos químicos perigosos.

### **B. Em que casos você recomendaria um flexitank em vez de um isotank e vice-versa?**

Recomendaria um flexitank quando o custo por tonelada é um fator determinante e o exportador busca eficiência em cargas de menor valor agregado, como óleos vegetais ou vinhos. O isotank seria recomendado quando há a necessidade de

transporte seguro de líquidos de maior valor ou perigosos, como produtos químicos ou açúcar líquido feito com nanotecnologia, onde a integridade e segurança são prioritárias.

**C. Na sua visão, quais são as principais vantagens do flexitank em comparação com métodos tradicionais de transporte de grânéis líquidos, como tanques ISO (isotanks) ou tambores?**

As principais vantagens do flexitank incluem sua capacidade de transportar até 24 mil litros em um único contêiner de 20 pés, significativamente mais do que tambores (cerca de 18 toneladas) e IBC's (18 a 20 mil litros). Além disso, o custo por tonelada de transporte no flexitank costuma ser mais baixo, o que o torna uma opção atrativa para exportadores que buscam economizar no frete marítimo. Outro ponto positivo é a facilidade de acesso, já que os flexitanks são amplamente disponíveis e podem ser instalados em qualquer contêiner dry de 20 pés, ao contrário dos isotanks, que são mais escassos e limitados.

**D. O flexitank é visto como uma inovação no transporte de grânéis líquidos. O que o torna uma solução inovadora, na sua opinião? Quais avanços tecnológicos recentes você destacaria nesse campo?**

É sim inovador, por sua flexibilidade e eficiência no uso de contêineres secos (dry containers) para o transporte de líquidos, algo que não era originalmente a função desses contêineres. Sua capacidade de transformar um simples contêiner de 20 pés em uma solução de transporte para líquidos até 24 mil litros o torna uma alternativa econômica e prática ao uso de múltiplos tambores.

Um avanço tecnológico recente é o desenvolvimento de flexitanks para cargas perigosas (IMO), expandindo seu uso para o transporte de químicos agressivos, como ácidos e combustíveis. Outro ponto de inovação foi durante a pandemia de Covid-19, quando a indústria de vinho do Chile utilizou-os devido à escassez de garrafas de vidro, mostrando a adaptabilidade desse método de transporte.

## **E. Quais são os principais desafios operacionais na importação e utilização de flexitanks no Brasil?**

Os principais desafios operacionais incluem a falta de conhecimento técnico por parte dos operadores logísticos, desde motoristas até equipes de montagem em terminais. Muitas transportadoras não estão preparadas para transportar líquidos adequadamente, o que pode levar a danos nas cargas. Além disso, a montagem inadequada, muitas vezes realizada por operadores sem o treinamento adequado, pode resultar em acidentes.

Em termos de infraestrutura, há problemas relacionados à preparação dos terminais e ao manuseio apropriado. A falta de reforços nos contêineres, como barras de aço carbono, é outro ponto crítico. Apesar disso, o Brasil já utiliza cerca de 21 mil flexitanks por ano, indicando que há uma demanda significativa, mas o país ainda enfrenta desafios para uma operação eficiente e segura.

## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O flexitank representa uma solução inovadora e competitiva no mercado de transporte de grânéis líquidos, especialmente no contexto brasileiro. Sua capacidade de otimizar custos e melhorar a eficiência logística em cargas de menor valor agregado tem atraído a atenção de exportadores e operadores logísticos. No entanto, os desafios operacionais e a falta de padronização na utilização dos flexitanks continuam sendo barreiras a serem superadas. A falta de qualificação da mão de obra, juntamente com problemas de compatibilidade e dificuldades no descarte, evidencia a necessidade de mais treinamento e desenvolvimento técnico no setor.

Além disso, a disputa com os isotanks se acirra à medida que o mercado de isotanks responde com reduções no preço do frete, tornando a escolha entre as duas opções dependente de fatores específicos da carga, como valor agregado, segurança e requisitos técnicos.

A tendência de crescimento do mercado global, demonstra que a demanda por essa solução continua em ascensão, especialmente em regiões como o Brasil, onde a utilização de já é uma realidade. No entanto, para que o potencial desse mercado seja plenamente explorado, será necessário um esforço conjunto das empresas e do

governo para aprimorar a infraestrutura e a capacitação técnica, garantindo a segurança e a eficiência do uso de flexitanks no transporte de grânéis líquidos.

Este trabalho abre um leque de possibilidades para futuros estudos. Sugere-se que ampliem a amostra estudada, o que fornece uma visão mais abrangente sobre os resultados. Além disso, aplicar métodos alternativos de análise de dados, o que pode fornecer insights complementares. Por fim, uma análise sobre quais tecnologias emergentes podem vir a substituir ou complementar o uso de flexitanks.

## **9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ACCIARO, M.; PAROLA, F.; WILMSMEIER, G. Digitalization in maritime transport and seaports: Strategies for value creation. *Maritime Policy & Management*, v. 47, n. 6, p. 725-742, 2020. doi:10.1080/03088839.2020.1768635.

ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres). Anuário Estatístico 2020. 2020. Disponível em: <http://www.antt.gov.br>.

AZAHAR, M. A. R. CFD Analysis on Different Filling Volume Capacity and Fluid Density for Flexitank Application. *CFD Letters*, v. 15, n. 3, p. 14-28, 2023. Disponível em: [https://semarakilmu.com.my/journals/index.php/CFD\\_Letters/article/view/784](https://semarakilmu.com.my/journals/index.php/CFD_Letters/article/view/784). Acesso em: 13 set. 2024.

BE FLEXI. Who Needs Flexitank. Disponível em: <http://beflexi.com/who-needs-flexitank/>.

BIC (Bureau International des Containers). *Intermodal Equipment Manual: Guidelines for the Safe Transport of Containers*. 2019.

BRASIL. Critérios para análise e classificação de empreendimentos de infraestrutura no Plano Plurianual (PPA) e no Programa de Parcerias de Investimentos (PPI). Brasília: Ministério da Economia, 2023.

BRITO, A.; VASCONCELOS, J. Impactos ambientais e sustentabilidade no transporte de graneis líquidos. *Cadernos de Engenharia Ambiental*, v. 15, n. 4, p. 212-230, 2020. doi:10.1590/S2176-32242020000400006.

CNT (Confederação Nacional do Transporte). Anuário CNT do Transporte. Brasília: CNT, 2021. Disponível em: <http://www.cnt.org.br>. Acesso em: 13 set. 2024.

EIA (U.S. Energy Information Administration). *International Energy Outlook 2021*. 2021. Disponível em: site da EIA.

FREIGHT WAVES. Beverage company transportation spend whitepaper. 2020. Disponível em: <https://sonar.freightwaves.com/white-papers/beverage-company-transportation-spend-whitepaper>.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Pesquisa Anual de Transportes*. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

LUN, Y. H. V.; ZHU, W. Liquid Bulk and Oil Terminals. In: *Marine Terminals, Coastal Engineering and Transportation*. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781118476406.emoe194>.

PPI (Programa de Parcerias de Investimentos). \*\* (2019). \*Programa de Parcerias de Investimentos: Infraestrutura. \* Recuperado de [site do PPI] (<http://www.ppi.gov.br>)

ROCHA, Igor Lopes; RIBEIRO, Rafael Saulo Marques. Capítulo 1 – Infraestrutura no Brasil: contexto histórico e principais desafios. 2022.

ROCHA, Katia. Investimentos privados em infraestrutura nas economias emergentes: a importância do ambiente regulatório na atração de investimentos. 1. ed. 2023.