

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS APLICADAS AO PROCESSO DE DRAFT SURVEY

TECHNOLOGICAL INNOVATIONS APPLIED TO THE DRAFT SURVEY PROCESS

FERNANDO ARAÚJO DOMINGUES (FATEC RUBENS LARA)
fernando.domingues@fatec.sp.gov.br

ME. ALVARO CAMARGO PRADO (FATEC RUBENS LARA)
alvaro.prado@fatec.sp.gov.br

RESUMO

A arqueação é necessária para o embarque e desembarque de cargas aquaviárias, assegurando a precisão do peso e evitando prejuízos. O draft survey, que mede o calado da embarcação antes e depois do carregamento, é essencial, mas demorado e sujeito a imprecisões, resultando em atrasos e perdas financeiras. Este trabalho visa identificar como a tecnologia pode reduzir o tempo e melhorar a precisão do draft survey. Também aborda modelos inovadores aplicados em outros portos. A pesquisa utilizou fontes bibliográficas, legislação e artigos científicos. O draft survey é amplamente usado em portos de graneis sólidos, como o Porto de Santos, onde o processo demora cerca de uma hora, causando atrasos e prejuízos. As condições climáticas podem afetar os carregamentos e causar divergências entre a carga declarada e a calculada, resultando em prejuízos e tempo de permanência maior. O trabalho destaca a necessidade de tecnologia em portos movimentados para reduzir o tempo de embarque e evitar disputas econômicas. A comunidade portuária e científica deve desenvolver métodos, processos e dispositivos econômicos para melhorar o draft survey. Muitas fontes citadas são de pesquisadores orientais, focados em aprimorar as operações portuárias.

PALAVRAS-CHAVE: Arqueação; Granel Sólido; Processos Portuários.

ABSTRACT

The Draft Survey is necessary for the loading and unloading of waterway cargo, ensuring weight accuracy and avoiding losses. The draft survey, which measures the vessel's draft before and after loading, is essential, but time-consuming and subject to inaccuracies, resulting in delays and financial losses. This work aims to identify how technology can reduce the time and improve the accuracy of the draft survey. It also

addresses innovative models applied in other ports. The research used bibliographic sources, legislation and scientific articles. The draft survey is widely used in dry bulk ports, such as the Port of Santos, where the process takes around an hour, causing delays and losses. Weather conditions can affect loads and cause discrepancies between the declared load and the calculated load, resulting in losses and longer dwell times. The work highlights the need for technology in busy ports to reduce shipping times and avoid economic disputes. The port and scientific community must develop economic methods, processes and devices to improve the draft survey. Many sources cited are from Eastern researchers, focused on improving port operations.

KEYWORDS: Draft Survey; Solid Bulk; Port Processes.

1 INTRODUÇÃO

A arqueação é uma das muitas operações que podem ocorrer durante o embarque, ou desembarque, de cargas transportadas pelo modal aquaviário. Sua utilização decorre da necessidade de comprovação do peso embarcado de uma carga por seu contratante, para não resultar em prejuízos monetários. Cabe ressaltar que, no caso da movimentação de cargas de longas distâncias, o contratante geralmente está aguardando sua encomenda embarcada em outro hemisfério, continente ou país, o que torna obrigatória a operação antes da desatracação da embarcação.

Um dos procedimentos do processo de arqueação, que é o correto dimensionamento da carga embarcada em um navio qualquer, é o *draft survey*, que pode ser traduzido por pesquisa, ou levantamento, de calado, no qual o calado da embarcação é medido duas vezes, antes e depois do carregamento, em diversos pontos do casco do navio. Além dessa etapa, deve ser aferida a densidade da água no local e outras medições, para que se possa efetuar os cálculos que resultam na validação do carregamento.

Essa operação, bastante utilizada nos embarques de carga a granel, sólida ou líquida, tem duas questões relevantes: o tempo gasto em sua execução e a precisão dos resultados, prejudicada por diversos fatores. Assim, é possível que uma desatracação sofra atrasos no tempo estimado para ocorrer, se houver problemas nos procedimentos de arqueação. Da mesma maneira, a imprecisão dos resultados pode levar a perdas monetárias pela diferença entre a carga paga e a embarcada.

O que se pretende identificar neste trabalho é: de que maneira o desenvolvimento tecnológico pode ser aplicado na redução do tempo empregado nestes procedimentos? A partir dessa questão, o objetivo é apontar possíveis melhorias na utilização do tempo e no ganho de precisão da arqueação, em suas etapas de execução. Como objetivo secundário serão apresentados novos modelos já estudados e aplicados em outros portos.

Para atingir os objetivos do trabalho foi utilizada a metodologia de pesquisa bibliográfica a obras clássicas sobre o tema de arquitetura naval, legislação pertinente

e artigos científicos recentes, publicados em diversas fontes nacionais e internacionais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Fonseca (2019) detalha quais são as principais dimensões e pesos em navios, entre eles os mercantes, aos quais associa a arqueação como forma de comparação entre eles. As etapas do processo de arqueação são voltadas para a obtenção de resultados sem um gasto excessivo de tempo. Na impossibilidade de pesagem direta das embarcações, sem e com carga, recorre-se aos dados da embarcação, encontrados em sua documentação técnica e a medições do calado do navio antes e após seu carregamento.

2.1 Operação de Arqueação

O calado é a distância medida entre a superfície da água e o ponto mais inferior da embarcação (FONSECA, 2019), conhecido como quilha. Para facilitar essa leitura, os navios apresentam escalas onde estão registradas as medidas a partir da quilha, nas unidades métricas ou inglesas, conforme mostra a figura 1.

Figura 1 – Marcas de calado no casco de um navio mercante (em metros).



Fonte: o autor.

Na Figura 1, pode-se observar que o calado verificado está em torno de 7,0 m, mas é necessária uma precisão na leitura, para evitar discordância entre o contratante da carga e seu fornecedor contratado.

Oliveira (2022) descreve a operação de arqueação em etapas, descritas a seguir:

Etapa 1: leitura dos calados.

Etapa 2: sondagem dos tanques de água de lastro e demais fluidos.

Etapa 3: obtenção dos dados hidrostáticos do navio, utilizando sua tabela hidrostática.

Etapa 4: checagem da densidade da água no local de atracação.

Etapa 5: de posse dos dados obtidos nas etapas anteriores, proceder aos cálculos de arqueação.

Pode-se observar que a precisão das medições é o que garante o resultado correto do processo. Entretanto, essas medições não são tão simples quanto possam parecer, podendo ocorrer desvios, causados por:

- Mar excessivamente agitado dificulta a leitura de calado.
- Instrumentos descalibrados ou mal configurados interferem na sondagem dos tanques e na leitura de densidade da água.
- Tabela hidrostática do navio desatualizada (MENON, 2021).

Para Elnoury e Gaber (2018), em algumas vezes, os resultados do *draft survey* podem ser bem diferentes daqueles esperados, principalmente relativos às chamadas “constantes” de uma embarcação, que são utilizadas nos cálculos. Isso ocorre em embarcações com muitos anos de uso. Entre os fatores que podem induzir a erros na arqueação, estão as condições do mar, que deve ter ondulação de, no máximo, 0,5 m; as informações incorretas sobre os dados hidrostáticos da embarcação; problemas na leitura dos tanques do navio, onde pode haver a presença de lama e detritos e, referente ao porto, a leitura incorreta da densidade da água.

Considerando a similaridade entre as análises expostas, há uma tendência na comunidade marítima internacional sobre uma possível redução nos prováveis desvios relatados, utilizando ferramentas tecnológicas que visem sua redução, tornando os resultados mais confiáveis. Algumas das soluções propostas já estão sendo aplicadas, porém outras estão ainda em estudo. Uma forma de minimizar os desvios é a aplicação de correções matemáticas aos dados obtidos. Elnoury e Gaber (2018) afirmam que os métodos matemáticos para a correção de calado, inclinação ou deflexões podem ser usados para economizar o tempo nas operações e que se os dados forem usualmente corrigidos pelos mesmos métodos, os desvios são minimizados de maneira uniforme.

2.2 Métodos Matemáticos para Correção nos Desvios de Medição

Como pesquisa de métodos matemáticos, Canimoglu, Yildirim e Inegol (2021) propõem a aplicação do método analítico Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP), ou Processo Difuso de Análise Hierárquica, usado na modelagem de problemas não-estruturados com multivariáveis. O método consiste em considerar critérios qualitativos e quantitativos em problemas de tomada de decisão.

A aplicação do método na tentativa de reduzir os erros de arqueação decorre da quantidade mundial do transporte marítimo de carga granel sólido, que em 2018, foi de 5,23 bilhões de toneladas (UNCTAD, 2019), sendo que este é o principal processo para confirmar a quantidade de carga embarcada.

2.2 Pesquisas Sobre o Uso de Novas Tecnologias no *Draft Survey*

Além dos trabalhos que propõem soluções matemáticas para redução dos desvios nos resultados de arqueação e de métodos que levam a possíveis soluções aos problemas no processo, o desenvolvimento tecnológico também tem contribuído para simplificar o *draft survey* e coletar resultados mais precisos que os obtidos de forma manual. Wei (2023), faz uma revisão dos métodos mais testados na área, notadamente os que envolvem reconhecimento de imagem por meio de algoritmos dedicados, além de alternativas que já estão disponíveis para utilização, inclusive possibilitando leituras em condições impeditivas para o trabalho manual.

3 DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA

A principal ação no *draft survey* é a leitura do calado da embarcação. Essa leitura é passível de erros pelas condições nas quais ela é realizada. Pode surgir em uma leitura discordância entre as partes que estão realizando a operação (contratante e contratado, ou seus representantes). O serviço não é oferecido pela Autoridade Portuária, então deve ser atribuído a empresas especializadas, disponíveis nas regiões portuárias. Essa divergência deve ser evitada, pois ela significa uma diferença de carga embarcada, resultando em diferença financeira.

3.1 Procedimentos de *draft survey*

A leitura é realizada em seis pontos diferentes da embarcação: na vante, a meia-nau e na ré, uma no lado atracado e a segunda no lado externo da embarcação. Cada um desses pontos tem uma escala de calado pintada no casco, conforme mostra

Figura 3 – Sondagem dos tanques de lastro



Fonte: o autor.

Depois de mergulhada no tanque, a trena metálica, que é marcada com giz, por exemplo, será conferida para que se registre a profundidade molhada do tanque, conhecendo a altura exata em que a superfície está, conforme demonstra a Figura 4.

Figura 4 – Medição da profundidade molhada do tanque de lastro



Fonte: o autor.

O navio ainda contém outros líquidos necessários à sua viagem, chamados de dedutíveis, como água potável, combustível, lubrificantes e demais, que devem ter seu peso considerado nos cálculos. Com a Tabela Hidrostática da embarcação é possível determinar as dimensões dos tanques e demais pesos que devem ser computados de

partes da embarcação, denominadas “constantes”, para que se possa, finalmente, efetuar os cálculos (OLIVEIRA, 2022), que não são objeto deste trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme exposto, o processo de *draft survey* ainda é praticamente manual e dependente de interpretações dos leitores das variáveis existentes. Dessa forma, se conhece a possibilidade de erros nos procedimentos e convive-se com eles, na ausência de melhores práticas que possam utilizar recursos tecnológicos mais avançados. Convém ressaltar que esses recursos devem ser homologados pelos órgãos internacionais ligados ao setor, para que as partes envolvidas possam aceitar os resultados com contestação mínima.

Neste aspecto, Canimoglu, et al. (2021), desenvolveram sua pesquisa para contribuir na melhoria dos resultados de arqueação, que com a expansão do comércio marítimo mundial ganhou importância como metodologia para assegurar ao contratante que a carga contratada corresponde ao efetivamente carregado. Somente no Porto de Santos, em 2022, foram embarcadas 70,2 milhões de toneladas de carga do tipo granel sólido, principal objeto dos processos de arqueação (SANTOS AUTORIDADE PORTUÁRIA, 2023).

Na primeira etapa do trabalho citado foram analisados 100 relatórios de *draft survey*, com os quais foi constatada diferença entre os registros da carga na origem e no destino, que em 9 casos chegaram a mais de 0,50%. Na segunda etapa, foram entrevistados especialistas para responderem quais as mais prováveis causas dos erros e quais as possíveis soluções.

Como primeiro resultado, Canimoglu et al. (2021), obtiveram os erros de arqueação em ordem hierárquica, conforme segue:

1. Leitura de calado: deve-se às dificuldades encontradas no instante da leitura e os erros potenciais em função destas dificuldades, como o estado das marcas de leitura e as condições climáticas.
2. Medida da água de lastro: a inabilidade na determinação da densidade da água de lastro, erros na sondagem dos tanques e não considerar as medidas do navio potencializam este erro.
3. Falta de conhecimento: a deficiência de conhecimento sobre o processo, por parte dos encarregados das leituras, implica em baixo desempenho no acerto das leituras.
4. Cálculo de deslocamento: o erro nas correções de calado, inclinação e densidade da água do porto são de responsabilidade dos profissionais encarregados.

As soluções alternativas basearam-se nas opiniões dos especialistas, submetidas ao mesmo método, resultando em:

- a. Treinamento dos profissionais, com certificação.
- b. Padronização de procedimentos.

- c. Profissionais isentos que não defendam as partes do negócio, como comprador, vendedor, embarcador ou armador.

Como contribuição relativa a novas tecnologias, Wey (2023) analisa diversos métodos em estudos para aplicação na operação leitura de calado, dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Pesquisa de métodos aplicados em arqueação

Escopo da pesquisa	Métodos	Observação visual	Imagem	Radar	Sensor de pressão	Robô	Ultrassom
Leitura de calado	Água calma	Bom	Bom	Médio	Médio	Bom	Médio
	Presença de ondas	Bom	N/A	Médio	N/A	Médio	Pobre
	Água com gelo	Bom	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Visão noturna	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Regular
	Recurso humano	Médio	Bom	Médio	Bom	Bom	Médio
	Custo de manutenção	Bom	Médio	Pobre	Médio	Pobre	Pobre

Fonte: Wey (2023) adaptada pelo autor.

Wey (2023) pesquisou os métodos existentes que já estão sendo utilizados, ou testados e analisou os resultados relatados por pessoas, ou empresas, que os utilizaram. Estes resultados servem como um guia de orientação para testar os novos métodos, ou até mesmo desenvolver dispositivos similares que possam oferecer resultados dentro do esperado. Existem também no mercado alguns dispositivos que poderiam ser usados até mesmo em outras medições, como as trenas laser, sonares e as chamadas e-réguas (WEY, 2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os procedimentos de *draft survey* são amplamente utilizados em portos que embarcam graneis sólidos, caso do Porto de Santos e de outros portos brasileiros, já que o País vem se destacando como grande exportador de commodities, como o açúcar, o milho e o chamado complexo soja. Tomando como base o volume exportado somente pelo Porto de Santos, em 2022, de 70,2 milhões de toneladas, isso resultaria

em mais de mil embarques no ano. O *draft survey* é um processo que leva, no mínimo, uma hora para ser executado, a partir do momento em que todos os envolvidos estejam posicionados em seus postos.

Há ainda a possibilidade de os cálculos mostrarem que a carga calculada foi menor que a declarada, forçando a um complemento no carregamento, depois do navio considerado encerrado, o que implica no tempo de permanência do navio maior que o contratado ao terminal, podendo resultar em prejuízo monetário.

Os objetivos deste trabalho são demonstrar como os procedimentos são demorados, ainda porque dependem fundamentalmente de questões climática, que podem atrasar os carregamentos, como ocorre com o açúcar, por exemplo; e que seus resultados podem ser contestados, porque a precisão nos procedimentos é insatisfatória.

Os portos com grande movimentação necessitam da tecnologia para a redução de tempo nos embarques, também para evitar disputas econômicas entre as partes da contratação de movimentação de carga aquaviária. Assim, cabe à comunidade portuária, auxiliada pela comunidade científica, desenvolver novos métodos e processos, ou dispositivos de uso simplificado e custo reduzido, para melhorar os processos acessórios aos carregamentos, como o *draft survey*. Como se pode ver neste trabalho, as fontes citadas que mais se ocupam da questão são de pesquisadores do Oriente, onde estão hoje os maiores destinos dos grãos sólidos, pensando em como aprimorar as operações portuárias.

REFERÊNCIAS

CANIMOGLU, Refik *et al.* Analysis of Draught Survey Errors by Extended Fuzzy Analytic Hierarchy Process. **Journal Of Eta Maritime Science**, Turquia, v. 9, n. 1, p. 51-63, jan. 2021. Disponível em:

https://jag.journalagent.com/jems/pdfs/JEMS_9_1_51_63.pdf. Acesso em: 25 set. 2023.

ELNOURY, Ahmad; GABER, Eslam Mostafa. ACCURACY OF DRAFT SURVEY PROCESS AND AFFECTING FACTORS. **Impact: International Journal of Research in Engineering & Technology**, Alexandria, v. 6, n. 3, p. 19-28, 27 mar. 2018.

Disponível em:

https://scholar.google.com.br/scholar?q=ACCURACY+OF+DRAFT+SURVEY+PROCESS+AND+AFFECTING+FACTORS&hl=pt-BR&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar. Acesso em: 25 set. 2023.

FONSECA, Maurílio Magalhães. **Arte Naval**. São Paulo: Marinha do Brasil, 2019. 735 p.

MENON, Ajay. **Understanding Draft Surveys: importance, calculations & errors**. Importance, Calculations & Errors. 2021. Elaborada para o site Marine Insight.

Disponível em: <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/draft-surveys-calculations-errors/>. Acesso em: 20 set. 2023.

OLIVEIRA, Rogério Freitas. **Influência da Variação Temporal da Densidade da água nas Operações Portuárias do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira**. 2022. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Oceanografia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2022. Disponível em: <https://tedebc.ufma.br/jspui/bitstream/tede/3918/2/ROG%c3%89RIOFREITASOLIVEIRA.pdf>. Acesso em: 20 set. 2023.

SANTOS AUTORIDADE PORTUÁRIA (Santos - SP). **Estatística**: Autoridade Portuária de Santos. Autoridade Portuária de Santos. 2023. Disponível em: <https://www.portodesantos.com.br/informacoes-operacionais/estatisticas/estatisticas-online-b-i/estatisticas-online-b-i-iframe/>. Acesso em: 20 set. 2023.

SÃO PAULO. Portal SIGRH. Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. **Apresentação**. 2023. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/cbhbs/apresentacao>. Acesso em: 20 set. 2023.

UNCTAD - UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (Geneva). **Review of Maritime Transport 2019**. 2019. Disponível em: <https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2019>. Acesso em: 20 set. 2023.

WEI, Yaoming. Research Review of Ship Draft Observation Methods. **American Journal Of Traffic And Transportation Engineering**, Shanghai, v. 8, n. 2, p. 33-42, jun. 2023. Disponível em: <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/ajtte>. Acesso em: 25 set. 2023.