

SOMÁTICA EDUCAR
ARQUEAÇÃO DE NAVIOS – *DRAFT SURVEY*

ATHOS UBIRAJARA DA FROTA SILVA
athos@creapr.org.br

2020

**BALANÇA RODOVIÁRIA X ARQUEAÇÃO “DRAFT SURVEY”
SOB UM OLHAR ANALÍTICO**

1. OBJETIVO

O objetivo do presente texto analítico é relatar algumas comparações e cuidados entre os métodos de pesagem por meio de uma balança rodoviária instalada em um determinado porto e por meio de uma arqueação “draft survey” de um navio, e ao final desta comparação mostrar o melhor dos métodos para a quantificação de uma carga a granel a exportar ou importar.

Na sequência serão apresentadas as características de cada um deles.

2. BALANÇA RODOVIÁRIA

2.1. Função de uma balança rodoviária

A balança rodoviária é um equipamento essencial para qualquer setor de logística que busque total controle sobre as cargas que movimenta.

É o equipamento utilizado nos portos do Brasil para pesar/quantificar a carga a ser carregada nos navios ou deles descarregada, a qual foi ou será transportada por modal rodoviário, isto é, caminhões, carretas ou “bitrens”.

2.2. Estrutura de uma balança rodoviária

A balança rodoviária possui excelente resistência estrutural, capaz de suportar grandes cargas sem nenhum problema ou deformação em sua superfície.

É formada por vigas em “I”, em aço carbono, com certificações para evitar deformações, por limitadores de movimento, por células de carga com grau de proteção IP67, tudo em conformidade com o RPM (regulamento técnico metrológico), conforme Portaria INMETRO 236/94.

Balança rodoviária:



2.3. Manutenção e aferição:

Toda balança rodoviária deve ter um plano de manutenção e aferição periódico, incluindo limpezas e pinturas, que deve ser executado de maneira funcional e ágil.

As aferições devem ser realizadas por empresas especializadas e certificadas para tal, cadastradas pelo INMETRO.

2.4. Célula de carga da balança rodoviária

As células de carga de uma balança rodoviária são responsáveis por medir e transferir as informações; elas absorvem com eficiência impactos causados por possíveis arrancadas ou freadas bruscas dos veículos, sem danificar seu funcionamento.

As células de carga consistem de um elemento de medição onde os *strain gages* são fixados. Este elemento é geralmente feito de aço ou alumínio, sendo muito resistente, mas também possuindo uma certa elasticidade, mesmo que mínima. O aço ou alumínio é levemente deformado sob o efeito da carga, mas então volta à sua posição inicial, com uma resposta elástica a cada carga. Essas mudanças extremamente pequenas (microdeformações) podem ser medidas pelos *strain gages* (abreviados como SG). Então finalmente a deformação do SG é interpretada pelo componente eletrônico (amplificador), permitindo, assim, determinar o peso.

Exemplo de célula de carga para balança digital:



2.5. Tipos de balança rodoviária

Existem dois modelos de balança rodoviária: a mecânica e a eletrônica. As duas têm vantagens específicas e podem ser usadas de acordo com a necessidade.

2.5.1. Balança Rodoviária Mecânica

A balança rodoviária mecânica é utilizada para efetuar a medição de massa das mercadorias que são transportadas pelos caminhões. No geral, possui as seguintes características:

- a) rápida para ser montada e desmontada;
- b) fácil manutenção;
- c) simples para higienização e pintura;
- d) excelente custo-benefício;
- e) rápido deslocamento;
- f) estrutura resistente – com células de apoio até 150% mais aptas a absorver os choques provenientes de acelerações e frenagens abruptas.

O aparato rodoviário mecânico de medição de peso é colocado nas centrais de armazenamento e carregamento, especificamente nas saídas e nas entradas. Já as alavancas de carga da balança rodoviária mecânica têm marcas de suporte com o correto equilíbrio de massa, com pouco espaçamento, tornando mais adequada a distribuição do peso. Neste caso, a balança rodoviária mecânica é usada na:

- Medição de massa dos carregamentos, com a instalação feita sobre o terreno ou de forma embutida e até semiembutida;
- Capacidade de apoio, para não causar rebaixamento ou desnível de qualquer espécie no local.

A balança rodoviária mecânica dispõe de zona média de medição de massa destinada à diminuição de até 30% das deflexões das vigas, com acréscimo de 40% na vida útil das estruturas pelo concreto, que sofre menor índice de fadiga.

2.5.2. Balança Rodoviária Eletrônica

A balança rodoviária eletrônica é o aparelho usado para medir o peso dos carregamentos levados por veículos de grande volume de carga. Suas vantagens são:

- a) altamente segura;
- b) piso de ferragem modulada;
- c) fácil deslocamento;
- d) montagem e desmontagem prática;

- e) alta confiabilidade;
- f) logística simplificada;
- g) estrutura de alta resistência – com células de carga que podem suportar até 150% mais peso do que a sua capacidade nominal, absorvendo os impactos provenientes de fortes frenagens, acelerações (arrancadas bruscas), excesso de cargas e manobras sobre sua plataforma.

O dispositivo rodoviário eletrônico de medição de massa é distribuído nos postos de carregamento e armazenamento, exatamente nas entradas e nas saídas. O seu uso é feito no cálculo do peso das mercadorias, podendo ser instalado sobre o piso, de modo embutido ou semiembutido, necessitando apenas de capacidade de suporte suficiente para não ocasionar qualquer desnível ou rebaixamento no solo.

Além disso, as células de massa da balança rodoviária eletrônica possuem marcas de apoio com a devida distribuição de peso nas células, com menores espaços, tornando mais propício o equilíbrio da sua distribuição.

Seja mecânica ou eletrônica, a balança rodoviária é fundamental para se ter o controle do peso das cargas.

3. ARQUEAÇÃO DE NAVIOS – *DRAFT SURVEY*

Arquear é determinar o volume de água deslocado por um navio, por meio da leitura de calados, cálculos matemáticos e tabelas. O cálculo desse volume é realizado com base no princípio de Arquimedes:

“Todo corpo, parcialmente ou totalmente submerso em um líquido, sofre uma força vertical de baixo para cima, denominada empuxo, cuja intensidade é igual ao peso do volume deslocado por aquele corpo”.

Portanto o peso correspondente ao volume de água deslocado pelo navio é igual ao peso total do navio.

A arqueação é a medida do volume interno de uma embarcação. A arqueação de cada navio compreende a arqueação bruta e a arqueação líquida. Atualmente, as medidas de arqueação internacionalmente em vigor consistem em valores adimensionais obtidos por fórmulas de cálculo onde entram os volumes expressos em metros cúbicos, o número de passageiros, o pontal e a imersão de cada navio.



O propósito da arqueação de navios é determinar a quantidade de carga carregada em uma embarcação ou dela descarregada para benefício de todas as partes interessadas, entre elas pode-se citar, por exemplo, Receita Federal, embarcador, cliente, Marinha, entre outros órgãos reguladores e de fiscalização.

Uma arqueação deve ser realizada antes do início do carregamento ou descarregamento para determinar o peso do volume de água inicialmente deslocado pela embarcação. Esse valor irá indicar seu peso total, podendo também ser realizado no decorrer da operação (carga ou descarga) para um resultado intermediário e após o seu término, sendo os dois últimos levando em conta o deslocamento inicial e final, situação em que se mede a diferença, no intuito de determinar a carga do navio. Para executar a arqueação, é indispensável o conhecimento do navio, sua geometria, sua estrutura e engenharia e com intermédio de algumas constantes do navio, bem como a utilização de tabelas. Com isso é possível determinar a quantidade de carga carregada ou descarregada de bordo.

A arqueação é aceita no comércio internacional como o processo mais conveniente e econômico de medição de carga de um navio.

“A Convenção Internacional sobre a Arqueação de Navios, 1969 (ICTM 1969), foi adaptada no mesmo ano pela Organização Marítima Internacional (OMI), entrando em vigor a 18 de julho de 1982. A ICTM 1969 determinou que as antigas medidas da tonelagem de arqueação bruta (TAB) e tonelagem de arqueação líquida (TAL) fossem substituídas, respetivamente, pela arqueação bruta (AB) e pela arqueação líquida

(AL). *Foi a primeira tentativa com sucesso para introduzir um sistema universal de medição da arqueação*”.

Historicamente, a arqueação de um navio era medida em termos do número de tonéis de vinho que podia transportar. O tonel, por sua vez, era uma unidade de volume, cujo valor concreto variava de região para região (por exemplo, o tonel inglês era equivalente a 954 litros; o português, a 840 litros e o francês de Paris, a 133 litros). O termo "tonelagem" referia-se à taxa que um navio pagava por cada tonel transportado, bem como ao valor do seu peso.

Para uma medição uniforme da capacidade dos navios, foram feitas várias tentativas de estabelecer um sistema universal. Em 1849, começou a ser usado na Grã-Bretanha o Sistema Moorsom, cujo uso acabou por se expandir à maioria dos países, tornando-se um sistema internacional. Segundo esse sistema, a capacidade dos navios era medida numa unidade de volume equivalente a 100 pés cúbicos (2,83 metros cúbicos), designada "*register ton*" (tonelada de registro). Nos países de língua francesa, esta unidade passou a ser designada "*tonneau*" (tonel) e nos de língua portuguesa, "tonelada de arqueação".

Contudo, mesmo o sistema Moorsom não era usado uniformemente em todos os países. Por exemplo, o *tonneu* usado na França correspondia apenas a 1,44 m³. As formas de fazer a medição dos volumes também não eram uniformes. Assim, no âmbito da OMI, em 1969 foi adoptada a Convenção Internacional sobre a Arqueação dos Navios, que substituiu a arqueação medida em toneladas de arqueação por uma nova arqueação medida por um número adimensional, como já mencionado. Oficialmente, a antiga tonelagem de arqueação foi totalmente abolida em 1994, mas ainda é amplamente usada no ramo das atividades náuticas.

Desde os primórdios da navegação em operações de carregamento com carga de granel seco, é extremamente difícil encontrar um sistema de balança eletrônica que possa registrar a quantidade de carga embarcada nos navios de forma a oferecer uma boa precisão. Em virtude desse problema, estudiosos das ciências de engenharia naval, a exemplo do Sistema Moorsom, desenvolveram um método que, utilizando modelos matemáticos, tendo como base o princípio de Arquimedes, possibilita uma dedução próxima do real com variações mínimas e quase que exata da quantidade real de carga embarcada em um navio ou desembarcada dele. Foi Arquimedes,

enquanto estava no banho, absorto em suas reflexões, num certo dia do ano 250 a.C., quem descobriu este princípio da flutuabilidade.

"A cortiça e a madeira flutuam porque são menos densas que a água. Mas os metais são mais densos que a água e um pedaço de bronze, de meio quilo, jogado numa banheira cheia d'água, afundará verticalmente. Mas se esse meio quilo de bronze for martelado, dele sendo feito uma vasilha delgada e oca, irá flutuar. Estará apresentando à água uma superfície consideravelmente maior, e uma força igual ao peso da água deslocada não permitirá que a vasilha afunde."

Apesar da facilidade com que o princípio de Arquimedes pudesse ser comprovado em fins do século XVIII e início do século XIX, os partidários dos navios de ferro ainda eram ridicularizados como loucos e sonhadores. "A madeira flutua, o ferro não flutua", afirmavam os velhos lobos do mar. Em 1787, porém, a barcaça de 21 metros, *Trial*, construída de chapa de ferro por John Wilkinson, sem dúvida flutuou. E em 1821 o *Aaron Manby*, com 32 metros de comprimento, foi o primeiro navio de ferro que atravessou com plena segurança o canal da Mancha. Relutantemente, os céticos tiveram de se calar.

Com o passar do tempo, a matemática aplicada eliminou todas as conjecturas em matérias de cálculo e flutuabilidade de um navio. Todos os barcos modernos têm suas curvas de deslocamento calculadas por arquitetos com base nas linhas e dimensões de seus cascos. E para avaliar o peso ou deslocamento do navio, em qualquer momento, enquanto estiver sendo carregado ou descarregado, simplesmente calculam-se as médias do calado da proa e da popa do navio – a distância vertical entre a linha d'água e da 3 quilha. Uma informação desse gráfico informa quantas toneladas de água estão sendo deslocadas. Esse número é o exato equivalente ao peso do navio, acrescido de tudo que tiver a bordo. Inversamente, pode-se determinar, consultando o gráfico, qual será o calado do navio quando tiver determinada carga.

4. ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS DE PESAGEM POR BALANÇA RODOVIÁRIA E A ARQUEAÇÃO DE NAVIOS-*DRAFT SURVEY*

A balança rodoviária tem uma estrutura rígida a deformações, com células de carga e processadores eletrônicos que operam na precisão do resultado. Uma pesagem completa consiste em pesar o veículo transportador duas vezes, sendo uma vazia e outra, carregada; a diferença é o resultado, que é a quantificação da carga.

A arqueação é realizada de forma simples, não exige equipamentos ou estruturas pesadas, somente uma caderneta, uma caneta, um densímetro, uma calculadora de quatro operações e um profissional em arqueação comumente chamado de arqueador. A arqueação completa do navio consiste em fazer a sua arqueação inicial e final; a diferença é o resultado, que é a quantificação da carga.

A princípio, parece que as duas formas de quantificar acima descritas estão corretas e seria fácil optar qual delas seria utilizada para quantificar a carga, neste caso uma carga de granel em um navio.

Para contextualizar, um estudo de caso com um navio carregado com 60 mil toneladas de fertilizante a descarregar no porto X.

Como se sabe, o descarregamento deste produto é feito por guindastes equipados com granes sobre funis, que despejam o produto sobre os caminhões, os quais transportam até a balança rodoviária para pesagem, e, após, estes seguem para armazéns de retaguarda onde a carga é acumulada para seguir viagem com carretas maiores chamadas “bitrens” ou outro modal, normalmente o ferroviário.

Para poder descarregar e quantificar toda a carga deste navio, serão necessários caminhões que a levem do costado do navio até a balança rodoviária para pesagem, sabendo-se que a média que cada caminhão carrega em sua caçamba é de aproximadamente 17 toneladas, assim, deverão ocorrer 3.529 viagens do costado à balança, ou seja, 3.529 pesagens com o caminhão vazio e 3.529 pesagens com o caminhão carregado.

Ao final, todos os tíquetes são processados e somados para que se atinja o resultado final da quantificação da carga do navio, após três ou quatro dias de descarregamento.

Já o método pela arqueação é simples: o arqueador, em aproximadamente duas horas e meia, faz a arqueação inicial e já obtém o resultado inicial com a carga mais a constante do navio, assim o arqueador tem uma boa estimativa de quanto está a bordo do navio.

Ao final, o arqueador realiza a arqueação final, já com o navio descarregado, bem como o cálculo, sendo arqueação inicial menos arqueação final, obtendo o resultado.

4.1. Vantagens e desvantagens de cada método de pesagem

A balança rodoviária apresenta várias desvantagens, entre as quais cita-se o intemperismo onde ela está situada – o porto é um lugar com muita umidade e sujeira, o que afeta demais as células de carga da balança, as aferições devem ser constantes e principalmente o desvio padrão da pesagem, pois para pesar 60 mil toneladas de granel fertilizante há a necessidade de 3529 pesagens iniciais e 3529 pesagens finais.

Por outro lado, a arqueação é definida pela leitura dos calados e o arqueador se preocupa muito com os ventos fortes e as marés do local onde o navio se encontra, pois fazer as leituras dos calados com onda é para arqueadores com extrema experiência. Também outra preocupação que o arqueador deve ter é em relação ao seu densímetro, o qual deve estar sempre aferido. Após as coletas dos dados dos calados, da densidade da água e da sondagem dos tanques do navio, o arqueador irá fazer os cálculos e, para isso, sempre confere as tabelas hidrostáticas e de volume dos tanques de lastro a fim de avaliar se as mesmas estão aferidas.

4.2. Conclusões a partir de um olhar analítico

Após os esclarecimentos acima expostos, nota-se que, para quantificar grandes volumes de carga, o método mais adequado com menos desvios padrões para erros é a arqueação, uma vez que o arqueador só precisa ir ao navio duas vezes, uma no início, com o navio carregado, e outra no final, com o navio descarregado.

A balança rodoviária, por sua vez, realiza 3529 pesagens iniciais e 3529 pesagens finais, acumulando desvios padrões de erros para mais ou para menos, conforme esteja mal aferida. Também é comum nos portos do Brasil ter-se muitas

balanças e o caminhão pesa numa balança e sai em outra balança, escolhendo a que estiver mais próxima do navio que ele está carregando. Com isso, gera maiores erros acumulativos para mais ou para menos.

A título de um exemplo muito simples, compara-se a medição por balança rodoviária e a arqueação, ao se medir uma quadra de 100 metros de comprimento, sendo a balança pauzinhos de fósforo e a arqueação uma trena de 100 metros. Dessa forma, seria colocar um pauzinho atrás do outro até completar os 100 metros, e a trena esticada uma vez só. Pergunta-se: qual apresenta maior erro?

E, para concluir, chega-se à conclusão de que a balança rodoviária é um importante equipamento logístico para pesar cargas pequenas como carga solta, caso em que se pesa uma única vez, mas para quantificar granel sólido em grande quantidade como nos navios, a arqueação é o método mais eficaz, rápido e fidedigno.

REFERÊNCIAS

Arquivo Pessoal;
Estudos de Engenharia Naval;
Networking (Comandantes, Super Cargos e Draft Surveyor);
Blogs e Fóruns relacionados ao tema.

Sites consultados:

https://www.hbm.com/pt/6768/como-uma-celula-de-carga-trabalha/?gclid=CjwKCAiAjrXxBRAPEiwAiM3DQrqwaaUGbZkPXxekRgMB3Yo7sCe6b4YNrf-gw0rJjQF2bmiwjoZCARoCOYcQAvD_BwE

<https://www.linkedin.com/pulse/por-que-fazer-arquea%C3%A7%C3%A3o-em-navios-thiago-vieira-silva>

<https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2017/10/arqnot11070.pdf>