Metodologia de Cálculo dos Indicadores do Estatístico Aquaviário

ANTAQ
Agência Nacional de Transportes Aquaviários

METODOLOGIA DE CÁLCULO DOS INDICADORES DO ESTATÍSTICO AQUAVIÁRIO

Diretor-Geral Substituto
Caio César Farias Leôncio

Diretora
Flávia Morais Lopes Takafashi

Diretor
Wilson Pereira de Lima Filho

Diretor
Alber Furtado de Vasconcelos Neto

Superintendente de ESG e Inovação
Cristina Castro Lucas de Souza

Gerente de Estatística e Avaliação de Desempenho
Fernando Antonio Correia Serra

Edição e Conteúdo
Leopoldo Heitor Capelini Kirchner

Capa e Contracapa
Chardonnay Athalie Francis

Agência Nacional de Transportes Aquaviários

INTRODUÇÃO

Sabe-se que dados se convertem em informações e que estas são subsídios para planejamento, estudos, políticas de governo e outras ações relacionadas ao mercado sobre o qual se quer conhecer.

O Brasil vem há muito tempo coletando dados e publicando informações sobre a movimentação e o transporte de cargas no modal aquaviário, permitindo aferições históricas robustas do comportamento das instalações portuárias instaladas no país.

A cronologia resumida do processo de coleta e tratamento dos dados aquaviários é demonstrada na Figura 1, a seguir apresentada.

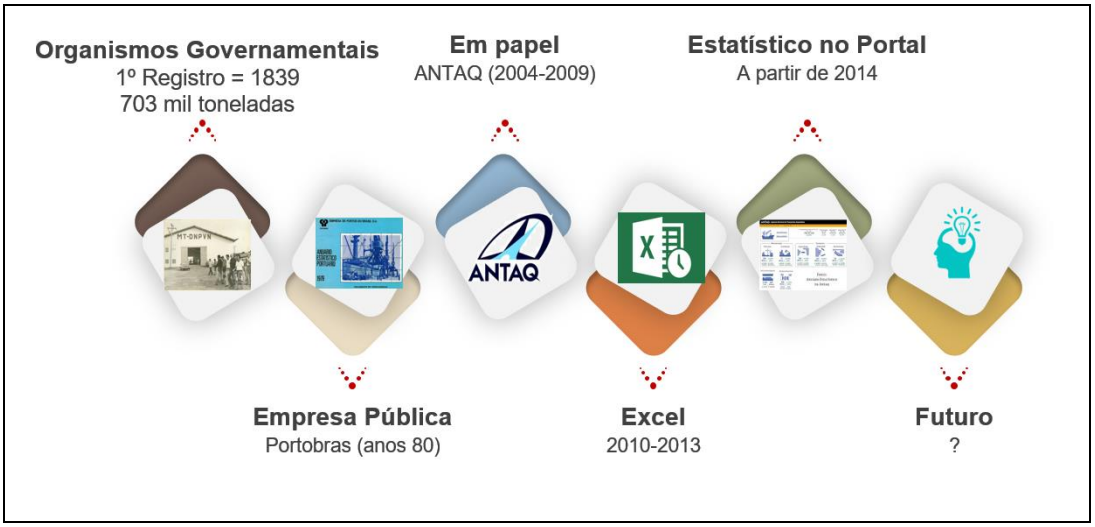


Figura 1 - Cronologia da coleta dos dados aquaviários

A publicação mais antiga disponível para consulta atualmente na ANTAQ chama-se "Anuário Estatístico Portuário" e refere-se ao ano de 1979, sendo que a elaboração dessa publicação era de responsabilidade da Empresa de Portos do Brasil S.A. – Portobrás.

Em 2003, esse material passou a ser produzido pela ANTAQ, ainda seguindo os mesmos moldes da Portobrás, em versão escrita, permanecendo assim até o ano de 2009, quando então foi impressa a última edição em papel.

O ano de 2010 foi marcante para a história das estatísticas publicadas pela ANTAQ, pois todas as instalações portuárias brasileiras, sejam elas portos organizados ou terminais privados autorizados, passaram a informar mensalmente sua movimentação por meio eletrônico através do Sistema de Desempenho Portuário – SDP.

Isso foi possível com a edição da Resolução no 1.390/2009-ANTAQ, que estabeleceu especificamente a obrigação das autoridades portuárias de se integrarem ao SDP, e da Resolução Nº 1.401/2009-ANTAQ, que impôs a mesma obrigação para os terminais de uso privado.

O SDP foi criado muito antes, em 2004, com a implementação piloto em apenas três portos: Santos, Fortaleza e Paranaguá.

Até antes da criação deste sistema, os dados eram enviados para a ANTAQ por meio de planilhas eletrônicas ou mesmo de documentação física. A ideia era que, com o tempo, o SDP se tornasse a única fonte primária de dados para a elaboração de estatísticas de todo o sistema aquaviário nacional.

O ano de 2010 foi, portanto, um marco nas estatísticas do setor aquaviário brasileiro, pois um grande paradigma foi alterado: em vez de publicar os dados anualmente, e com uma defasagem muito grande que chegava a quase um ano após o ano de referência, os dados estatísticos começaram a ser publicados mensalmente.

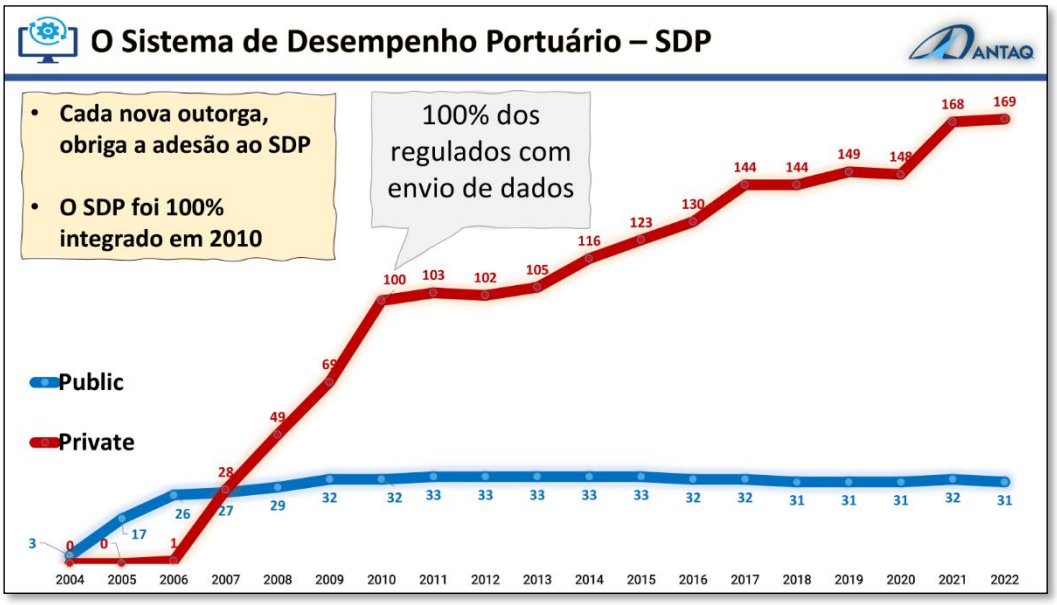


Figura 2 - Cronologia do SDP

A partir de 2014, criou-se o Painel Estatístico Aquaviário, uma ferramenta totalmente interativa, que pode ser acessada no endereço http://ea.antaq.gov.br, com versões para ambientes desktop e mobile.

O Painel Estatístico Aquaviário (EA) permite consultas muito mais completas e variadas para o público em geral, tornando-se referência não somente no Brasil, mas em todo o mundo, conforme demonstram as informações sobre acessos realizados na plataforma.

Ano após ano, o EA é atualizado com melhorias, e hoje é um exemplo a nível mundial, já tendo apresentações realizadas nos Estados Unidos da América, em Cabo Verde e no International Transport Forum – ITF, organismo da OCDE.

A Resolução Nº 75/2022-ANTAQ reforça a obrigatoriedade do envio mensal de uma série de dados ao SDP por todas as instalações portuárias brasileiras, o que também foi fundamental para que o painel ganhasse completude e qualidade.

O Brasil é o único país do mundo que consegue divulgar mensalmente a movimentação e o transporte de carga de todas as suas instalações portuárias, em média, 45 dias após o mês de referência de sua ocorrência.

O Estatístico Aquaviário da ANTAQ é resultado de quatro grandes pilares, formados por regulamentação, reuniões de alinhamento, evoluções consensuais e uma equipe altamente qualificada, como mostrado na Figura 3, a seguir apresentada.

Figura 3 - Pilares do SDP e Estatístico Aquaviário da Antaq

O Estatístico Aquaviário possui, além de estatísticas de movimentação e transporte de carga, o cálculo de vários indicadores muito conhecidos no setor, sendo eles elementos-chave para a mensuração da produtividade técnica dos terminais, de acordo com seus perfis de carga.

Todo esse histórico de dados que a ANTAQ possui permitiu que esses indicadores fossem calculados com muito mais precisão e no tempo hábil para serem utilizados sob várias perspectivas do mercado.

Para descrever detalhadamente a metodologia de cálculo dos indicadores existentes no Painel Estatístico Aquaviário, e, em alguns casos, apresentando exemplos de cálculo para facilitar a compreensão do leitor, foi desenvolvido este manual de indicadores, com o objetivo de orientar o leitor sobre as metodologias e os aspectos relevantes de seus cálculos.

Espera-se com isso aumentar ainda mais a usabilidade e o conhecimento acerca do Estatístico Aquaviário, especialmente dos indicadores que são apresentados no dashboard, para que possam ser aproveitados pelo setor regulado e pela sociedade em geral.

Como parte desse manual, serão detalhados os seguintes indicadores:

- Indicadores temporais;
- Consignação Média;
- Produtividade Média, também conhecida como Prancha Média; e
- Taxa de Ocupação de um Berço.

INDICADORES TEMPORAIS

1. Os indicadores temporais são os elementos básicos para a construção dos indicadores mais complexos do painel Estatístico Aquaviário, como Prancha Média e Taxa de Ocupação. Embora sejam conceitualmente simples de explicar, são de suma importância para estudar vários aspectos de disponibilidade da infraestrutura portuária.
2. O tempo médio de espera para atracação pode indicar não apenas quanto tempo um navio permanece parado desde o seu fundeio até o momento em que atraca em uma instalação de acostagem, mas também fornece uma ideia de quanto tempo leva uma viagem do ponto de fundeio ao ponto de atracação (em portos que possuem um canal de acesso muito extenso, esse número é significativo), uma vez que esse indicador engloba esse valor.
3. O tempo para início de operação pode indicar a agilidade que a instalação portuária tem para, de fato, começar a operar um navio. A estatística desse indicador pode sugerir melhorias em áreas como logística interna, prontidão de mão de obra, disponibilidade de equipamentos no menor tempo possível, entre outros. Fatores externos à vontade do terminal também podem influenciar esses números, como, por exemplo, atrasos na documentação que dependam de outros órgãos do governo, uma fiscalização prévia no navio antes de iniciar a operação ou questões climáticas.
4. O tempo de operação é, sem dúvida, um dos principais indicadores temporais de eficiência de uma instalação portuária, afinal, quanto menor esse tempo, maior produtividade será medida consequentemente. O tempo de operação é utilizado diretamente no cálculo da Prancha Média Operacional.
5. O tempo para desatracação possui um princípio semelhante ao do tempo para início de operação, ou seja, pode indicar a agilidade de uma instalação portuária em liberar um navio para partir após a finalização de sua operação no berço.
6. O tempo atracado é utilizado para calcular a Prancha Média Geral. Para um terminal eficiente, é crucial que a diferença entre o tempo atracado e o tempo de operação de um navio seja a menor possível.
7. O tempo de estadia serve para medir quanto tempo, em média, um navio permanece na área de uma instalação portuária, desde o momento de seu fundeio até o momento de sua desatracação.

8. PONTOS TEMPORAIS

8.1. **Data/hora da Chegada**: É definida como o momento em que o navio chega à área de fundeio de uma instalação portuária e lança âncora. A partir desse ponto, o navio passa a aguardar a autorização para se dirigir ao cais e atracar.

8.2. **Data/hora da Atracação**: É definida como o momento em que o navio encosta no berço em que ficará atracado, após sua completa amarração. Diz-se então que o navio está "atracado".

8.3. **Data/hora do Início de Operação**: É definida como o momento em que se inicia a primeira operação de embarque/desembarque de carga no navio.

8.4. **Data/hora do Final de Operação**: Data/hora do Final de Operação: É definida como o momento em que se finaliza a última operação de embarque/desembarque de carga no navio.

8.5. **Data/hora de Desatracação**: É definida como o momento em que o navio não está mais preso ao berço em que ficou atracado, após sua completa desamarração, ou seja, após a retirada do último cabo. Diz-se então que o navio está "desatracado".

OBS: A Data/hora da Chegada e a Data/hora da Atracação poderão ter o mesmo valor nos casos em que não houver necessidade de o navio permanecer aguardando sua vez de atracar em uma área de fundeio, dirigindo-se diretamente para o cais.

9. DEFINIÇÕES BÁSICAS

9.1. **Tempo de Espera para Atracação** (tEA_i) de um navio *i* é a diferença calculada, em horas, entre a "Data/hora da Atracação" no porto e a "Data/hora da Chegada" na área de fundeio do porto, onde o navio passa a aguardar autorização para prosseguir para a atracação.

9.2. **Tempo para Início de Operação** (tIO_i) de um navio *i* é a diferença calculada, em horas, entre a "Data/hora do Início de Operação" no porto e a "Data/hora da Atracação" no porto.

9.3. **Tempo de Operação** (tOP_i) de um navio *i* é a diferença calculada, em horas, entre a "Data/hora do Final de Operação" no porto e a "Data/hora do Início de Operação" no porto. Esse tempo de referência é utilizado para calcular o indicador "Prancha Média Operacional", que será detalhado posteriormente.

9.4. **Tempo para Desatracação** (tDE_i) de um navio *i* é a diferença calculada, em horas, entre a "Data/hora de Desatracação" do porto e a "Data/hora do Final de Operação" no porto.

9.5. **Tempo Atracado** (tAT_i) de um navio *i* é a diferença calculada, em horas, entre a "Data/hora de Desatracação" do porto e a "Data/hora da Atracação" no porto. Esse tempo de referência é utilizado para calcular o indicador "Prancha Média Geral", que será detalhado posteriormente.

9.6. **Tempo de Estadia** (tES_i) de um navio *i* é a diferença calculada, em horas, entre a "Data/hora de Desatracação" do porto e a "Data/hora de Chegada" na área de fundeio do porto.

9.6.1. O **tempo de estudo** (t) é definido como o total de dias existente no período (janeiro = 31 dias, ano 2021 = 365 dias).

9.6.2. *n* é o **total de navios desatracados** no período de estudo.

10. PROPRIEDADES GERAIS:

10.1. "Data/hora da Chegada" ≤ "Data/hora da Atracação" < "Data/hora de Início de Operação" < "Data/hora de Final de Operação" < "Data/hora de Desatracação". A ilustração abaixo mostra a sequência de maneira didática.

10.2. $tAT_i \leq tES_i$. A igualdade só ocorre quando "Data/hora da Chegada" = "Data/hora da Atracação".

10.3. $tOP_i < tES_i$. Essa propriedade é que define a existência de dois indicadores de produtividade distintos: a prancha média operacional e a prancha média geral.

10.4. Apenas tEA_i pode ter um valor nulo, que ocorre quando "Data/hora da Chegada" = "Data/hora da Atracação". Todos os demais tempos sempre terão valores não nulos, em razão da propriedade descrita em (10.1).

11. DEFINIÇÃO FORMAL DOS INDICADORES TEMPORAIS MÉDIOS

11.1. **Tempo Médio de Espera para Atracação** (*tMEA*): É a média aritmética simples entre todos os tEA_i dos *n* navios que desatracaram no período em estudo *t*.

$$tMEA = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^{n} tEA_i$$

11.2. **Tempo Médio para Início de Operação** (tMIO): É a média aritmética simples entre todos os tIO_i dos *n* navios que desatracaram no período em estudo *t*.

$$tMIO = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^{n} tIO_i$$

11.3. **Tempo Médio de Operação** (*tMOP*): É a média aritmética simples entre todos os tOP_i dos *n* navios que desatracaram no período em estudo *t*.

$$tMOP = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^{n} tOP_i$$

11.4. **Tempo Médio para Desatracação** (*tMDE*): É a média aritmética simples entre todos os tDE_i dos *n* navios que desatracaram no período em estudo *t*.

$$tMDE = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^{n} tDE_i$$

11.5. **Tempo Médio Atracado** (*tMAT*): É a média aritmética simples entre todos os tAT_i dos *n* navios que desatracaram no período em estudo *t*.

$$tMAT = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^{n} tAT_i$$

11.6. **Tempo Médio de Estadia** (*tMES*): É a média aritmética simples entre todos os tES_i dos *n* navios que desatracaram no período em estudo.

$$tMES = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^{n} tES_i$$

12. METODOLOGIA DE CÁLCULO GERAL

12.1. **Descrição básica para o cálculo** de qualquer um dos indicadores temporais definidos formalmente.

12.1.1. Qualquer um dos indicadores é calculado com base nas datas finais e iniciais dos navios que desatracaram no período de estudo t desejado. O primeiro passo é, portanto, identificar todos os navios que atracaram e posteriormente desatracaram no berço durante o tempo de estudo, utilizando como ponto de referência a data de desatracação da embarcação.

12.1.2. Para efeito de explicação da metodologia, considere $tfinal_i$ como o ponto temporal final de um navio *i* e $tinicial_i$ como o ponto temporal inicial deste mesmo navio.

12.1.3. Uma vez determinado qual dos indicadores médios se quer calcular (*tMEA*, *tMIO*, *tMOP*, *tMDE*, *tMAT*, *tMES*), passa-se a fazer atracação por atracação, a diferença entre $tfinal_i$ e $tinicial_i$, obtendo-se o valor individual (tEA_i, tIO_i, tOP_i, tDE_i, tAT_i, tES_i) de cada navio *i*, conforme descrito nas definições básicas desses indicadores.

12.1.4. Procede-se à soma de todos os indicadores temporais individuais dos *n* navios para obter o tempo total do indicador no período em estudo.

12.1.5. Por fim, realiza-se a divisão do tempo total do indicador pelo número de navios desatracados *n* para determinação do indicador médio correspondente, conforme descrito na definição formal dos indicadores temporais médios.

13. COLETA DOS DADOS BÁSICOS PARA O CÁLCULO

13.1. **Periodicidade:** Mensal.

13.2. **Origem dos dados primários:** Sistema Desempenho Portuário – SDP.

13.3. **Responsável pelo envio dos dados primários:** Instalação portuária.

CONSIGNAÇÃO MÉDIA

14. A Consignação Média (CM) é um indicador medido em unidades (carregadas e/ou descarregadas) por navio quando se trata da movimentação de contêineres e em toneladas (carregadas e/ou descarregadas) por navio para os demais grupos de mercadoria:

$$CM = \sum_{i=1}^{n} \frac{Ncont_i}{n}$$

→Para movimentação de conteineres, com $1 \leq i \leq n$, onde n é o número de navios desatracados no período em estudo.

$$CM = \sum_{i=1}^{n} \frac{Peso_i}{n}$$

→ Para os demais grupos de mercadorias, $1 \leq i \leq n$, onde n é o número de navios desatracados no período em estudo.

15. Algumas análises interessantes podem ser realizadas com base nesse indicador. Por exemplo, quanto maior for o valor da tonelagem média de um tipo de mercadoria em uma instalação portuária, pode-se inferir que, devido ao fato de os navios estarem operando no porto mais carregados, em tese, um programa de dragagem tanto do porto em si (nos berços) quanto do canal de acesso está sendo bem executado ao longo do tempo. Isso manteria em um bom nível o calado da instalação em geral.
16. Também se pode supor que existe uma boa demanda pela mercadoria em estudo na hinterlândia da instalação portuária, considerando a concentração de carga que está chegando ou saindo da mesma, evidenciada pelo grande volume de operação de cada navio.
17. A tonelagem média dos navios que frequentam uma instalação portuária é um fator importante, por exemplo, para o planejamento de investimentos futuros em adequação da infraestrutura necessária para receber navios cada vez maiores, uma tendência natural do mercado de construção naval e do comércio global.

18. DEFINIÇÕES BÁSICAS

18.1. $Ncont_i$ é o total de unidades de contêineres movimentados no navio *i*.

18.2. $Peso_i$ é o peso total, em toneladas, de outro tipo de mercadoria que não seja carga conteinerizada (podendo ser agrupamentos por perfil de carga, por código SH2 do NCM, código SH4 do NCM ou ainda pela nomenclatura simplificada da ANTAQ) movimentados no navio *i*.

18.3. *n* é o total de navios desatracados no período de estudo que movimentaram aquele tipo de mercadoria que está sob análise, seja carga conteinerizada ou outro tipo de mercadoria ou classificação.

18.4. NCM = Nomenclatura Comum do Mercosul. A ANTAQ recebe as informações das instalações portuárias de todo o país baseadas na codificação dos quatro primeiros dígitos do NCM, que é um sistema de classificação de mercadorias utilizado pelos países membros do Mercosul. A tabela detalhada com essa codificação pode ser encontrada no link fornecido pela ANTAQ:

https://web3.antaq.gov.br/portalv3/sdpv2servicosonline/ConsultarMercadoria.aspx

19. METODOLOGIA DE CÁLCULO

19.1. Consignação Média de uma instalação portuária (*CM*)

19.1.1. Identificam-se os navios que atracaram na instalação portuária durante o tempo de estudo, utilizando como ponto de referência a data de desatracação da embarcação. O foco é nos navios que movimentaram o tipo de carga que se deseja analisar, seja carga conteinerizada ou outro tipo de mercadoria.

19.1.2. Para cada navio, identifica-se o total de unidades de contêineres movimentados $Ncont_i$ ou o peso total movimentado $Peso_i$ caso se trate de outro tipo de mercadoria.

19.1.3. Faz-se a soma de todos os $Ncont_i$ ou $Peso_i$ para obter o valor total da movimentação, expresso em unidades de contêineres ou em toneladas de carga, respectivamente.

19.1.4. Por fim, faz-se a divisão do total movimentado pelo número de navios desatracados *n* para determinação da Consignação Média – *CM* da instalação portuária para o tipo de mercadoria em questão.

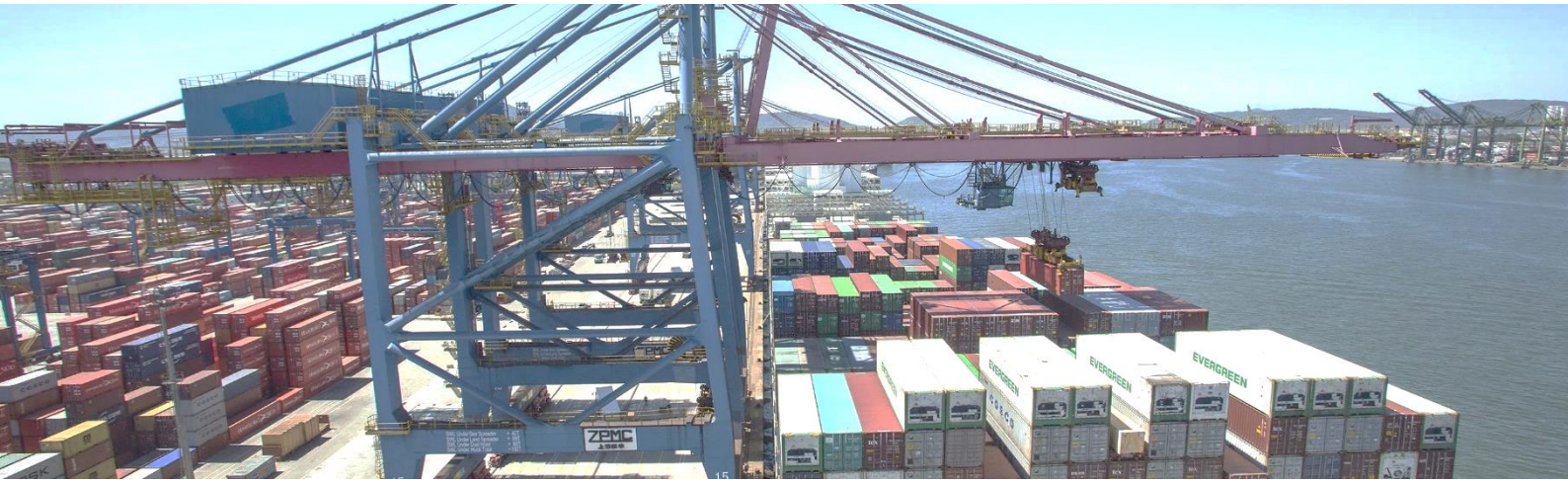
Obs: Este cálculo exemplificado para uma instalação portuária por completo também pode ser realizado para berço, bastando para tal considerar apenas os navios desatracados no berço desejado ou ainda um conjunto de berços (avaliando, por exemplo, um terminal arrendado com berços dedicados dentro de um porto organizado).

20. COLETA DOS DADOS BÁSICOS PARA O CÁLCULO

20.1. **Periodicidade:** Mensal.

20.2. **Origem dos dados primários:** Sistema Desempenho Portuário – SDP.

20.3. **Responsável pelo envio dos dados primários:** Instalação portuária.



PRANCHA MÉDIA

21. A Prancha Média é um indicador crucial que mede a produtividade média de uma instalação portuária ou berço em um determinado período de tempo, como mês, bimestre ou ano, em relação a um grupo específico de mercadorias. A Prancha Média pode ser calculada considerando-se o tempo de operação dos navios ou o tempo atracado.
22. Uma característica interessante deste indicador é que um valor maior da Prancha Média para um tipo de mercadoria sugere que a instalação portuária possui condições operacionais superiores, como melhores equipamentos para manuseio daquela mercadoria específica, o que resulta em maior eficiência.
23. O acompanhamento da evolução histórica deste indicador pode revelar problemas ou melhorias na operação portuária. Se a Prancha Média diminui ao longo do tempo, pode ser um sinal de dificuldades operacionais, enquanto um aumento pode indicar melhorias na eficiência e na capacidade de manuseio.
24. A Prancha Média é reconhecida como o principal indicador de produtividade nos portos brasileiros, tanto públicos quanto privados. As instalações portuárias monitoram este indicador de acordo com metodologias similares, embora possam existir variações locais que incluem descontos específicos, os quais não são considerados aqui para manter um cálculo padrão e universal para todo o país.
25. Algumas inferências importantes podem ser feitas a partir da análise da Prancha Média. Por exemplo, a presença de portêineres (guindastes de cais especializados em contêineres) e MHCs (Máquinas de Manuseio de Contêineres) é essencial para a eficiência na movimentação de contêineres na beira do cais. O número de equipamentos instalados nos terminais especializados impacta diretamente a capacidade total de operação do terminal. Terminais não especializados frequentemente enfrentam restrições para atracação de navios, pois só podem receber aqueles que possuem equipamentos de bordo, que tendem a ter uma produtividade muito baixa. Combinado com os equipamentos de beira de cais, existem ainda outros equipamentos que influenciam diretamente a capacidade de movimentação de um terminal. Os contêineres precisam estar disponíveis rapidamente (no caso de embarque) ou então precisam desocupar a área operacional (no caso de desembarque) o mais rápido possível. Para esses fins, citam-se: RTG, reach stackers, top-lifts, straddle carriers, runners, empty container handlers e terminal tractors (Kirchner, 2013).

26. DEFINIÇÕES BÁSICAS

26.1. O **tempo de operação** (to_i) de um navio *i* é definido pela diferença entre a "Data/Hora do Final de Operação" e "Data/Hora de Início de Operação" do navio. A unidade de medida é em horas.

26.2. O **tempo de atracação** (ta_i) de um navio *i* é definido pela diferença entre a "Data/Hora da Desatracação" e "Data/Hora da Atracação" do navio. A unidade de medida é em horas.

26.3. O **tempo total de operação** (*tto*) dos navios em um berço ou em uma instalação portuária é definido como a soma de todos os tempos de operação de todos os navios que utilizaram aquele espaço durante o período em estudo. A unidade de medida é em horas.

26.4. O **tempo total atracado** (*tta*) dos navios em um berço ou em uma instalação portuária é definido como a soma de todos os tempos de atracação daqueles navios que estiveram atracados naquele espaço durante o período em estudo. A unidade de medida é em horas.

26.5. $Ncont_i$ é o total de unidades de contêineres movimentados no navio *i*.

26.6. $Peso_i$ é o peso total, em toneladas, de outro tipo de mercadoria que não seja carga conteinerizada (podendo ser agrupamentos por perfil de carga, por código SH2 do NCM, código SH4 do NCM ou ainda pela nomenclatura simplificada da ANTAQ) movimentados no navio *i*.

26.7. *n* é o total de navios desatracados no período de estudo que movimentaram **EXCLUSIVAMENTE** aquele tipo de mercadoria que está sob análise, seja carga conteinerizada ou outro tipo de mercadoria ou classificação.

26.8. NCM = Nomenclatura Comum do Mercosul. A ANTAQ recebe as informações das instalações portuárias de todo o país baseada na codificação dos 4 primeiros dígitos do NCM. A tabela utilizada pode ser encontrada no link:

https://web3.antaq.gov.br/portalv3/sdpv2servicosonline/ConsultarMercadoria.aspx

27. VARIAÇÕES DE CÁLCULO DA PRANCHA MÉDIA

O indicador "PRANCHA MÉDIA" pode ser calculado segundo duas visões diferentes, e todas elas estão disponíveis para consulta no Painel Estatístico Aquaviário:

27.1. **Prancha Média GERAL** (PMG): Esse é o caso em que se leva em consideração todo o período em que o navio ficou atracado no berço, e é obtida pela divisão do somatório total de unidades de contêineres movimentados ($Ncont_i$) pelo tempo total atracado dos navios (*tta*). Para outros tipos de mercadorias, é obtida pela divisão do somatório total de toneladas de carga movimentada ($Peso_i$) pelo tempo total atracado dos navios (*tta*).

$$PMG = \frac{1}{tta} \times \sum_{i=1}^{n} Ncont_i$$

→ Para movimentação de contêineres. A medida é dada em unidades/hora.

$$PMG = \frac{1}{tta} \times \sum_{i=1}^{n} Peso_i$$

→ Para os demais grupos de mercadorias. A medida é dada em toneladas/hora.

27.2. **Prancha Média OPERACIONAL** (PMO): Esse é o caso em que se leva em consideração apenas o período em que o navio ficou operando movimentação de carga no berço, e é obtida pela divisão do somatório total de unidades de contêineres movimentados (Nconti) pelo tempo total de operação dos navios (tto). Para outros tipos de mercadorias, é obtida pela divisão do somatório total de toneladas de carga movimentada (Pesoi) pelo tempo total de operação dos navios (tto).

$$PMO = \frac{1}{tto} \times \sum_{i=1}^{n} Ncont_i$$

→ Para movimentação de contêineres. A medida é dada em unidades/hora.

$$PMO = \frac{1}{tto} \times \sum_{i=1}^{n} Peso_i$$

→ Para os demais grupos de mercadorias. A medida é dada em toneladas/hora.

28. METODOLOGIA DE CÁLCULO GERAL

28.1. Prancha Média GERAL (*PMG*)

28.1.1. Identifica-se quais são os navios que atracaram, seja no berço ou na instalação portuária, durante o tempo de estudo, considerando como ponto sempre a data de desatracação da embarcação, e que movimentaram **EXCLUSIVAMENTE** o tipo de carga que se deseja apurar (carga conteinerizada ou outro tipo de mercadoria).

Obs1: É importante e absolutamente necessário que a seleção de navios seja apenas daqueles que movimentaram exclusivamente o tipo de mercadoria que se deseja obter a PMG ou PMO. Isso porque a ANTAQ recebe as informações temporais das instalações portuárias por navio, e não por carga. Esse fato impossibilita que se faça uma distribuição do tempo de atracação ou de operação por tipo de carga, quando o navio possui múltiplos tipos de mercadorias. Uma divisão proporcional por exemplo não faria sentido (a dificuldade de operação de contêiner é muito diferente de se operar bobinas de papel ou ainda blocos de pedra por exemplo).

Obs2: Considerando a observação anterior, quanto mais específico o tipo de mercadoria, maior a probabilidade de não se obter um resultado satisfatório, uma vez que um NCM muito específico pode ter pouquíssimos navios exclusivos para aquele tipo de mercadoria, ou mesmo não ter nenhum, o que impossibilitará o fornecimento de um resultado nesse último caso.

28.1.2. Navio por navio, identifica-se o total de unidades de contêineres movimentados $Ncont_i$ *ou* o peso total movimentado $Peso_i$ caso se trate de outro tipo de mercadoria.

28.1.3. Faz-se a soma de todos os $Ncont_i$ ou $Peso_i$ para obter o valor total da movimentação, em unidades de contêineres ou em toneladas de carga respectivamente.

28.1.4. Para cada navio, calcula-se o tempo de atracação ta_i para cada navio *i* identificado.

28.1.5. Calcula-se então o valor do tempo total atracado dos navios (*tta*), onde:

$$tta = \sum_{i=1}^{n} ta_i$$

28.1.6. Por fim, calcula-se a *PMG* de acordo com a formulação já descrita anteriormente.

28.2. <u>**Prancha Média OPERACIONAL (PMO)**</u>

28.2.1. Identifica-se quais são os navios que atracaram, seja no berço ou na instalação portuária, durante o tempo de estudo, considerando como ponto sempre a data de desatracação da embarcação, e que movimentaram <u>**EXCLUSIVAMENTE**</u> o tipo de carga que se deseja apurar (carga conteinerizada ou outro tipo de mercadoria).

Obs1: É importante e absolutamente necessário que a seleção de navios seja apenas daqueles que movimentaram exclusivamente o tipo de mercadoria que se deseja obter a PMG ou PMO. Isso porque a ANTAQ recebe as informações temporais das instalações portuárias por navio, e não por carga. Esse fato impossibilita que se faça uma distribuição do tempo de atracação ou de operação por tipo de carga, quando o navio possui múltiplos tipos de mercadorias. Uma divisão proporcional por exemplo não faria sentido (a dificuldade de operação de contêiner é muito diferente de se operar bobinas de papel ou ainda blocos de pedra por exemplo).

Obs2: Considerando a observação anterior, quanto mais específico o tipo de mercadoria, maior a probabilidade de não se obter um resultado satisfatório, uma vez que um NCM muito específico pode ter pouquíssimos navios exclusivos para aquele tipo de mercadoria, ou mesmo não ter nenhum, o que impossibilitará o fornecimento de um resultado nesse último caso

28.2.2. Navio por navio, identifica-se o total de unidades de contêineres movimentados $Ncont_i$ *ou* o peso total movimentado $Peso_i$ caso se trate de outro tipo de mercadoria.

28.2.3. Faz-se a soma de todos os $Ncont_i$ ou $Peso_i$ para obter o valor total da movimentação, em unidades de contêineres ou em toneladas de carga respectivamente.

28.2.4. Navio por navio, calcula-se o tempo de operação to_i para cada navio *i* identificado.

28.2.5. Calcula-se então o valor do tempo total de operação dos navios (*tto*), onde:

$$tto = \sum_{i=1}^{n} to_i$$

28.2.6. Por fim, calcula-se a *PMO* de acordo com a formulação já descrita anteriormente.

29. **PROPRIEDADES GERAIS:**

29.1. Considerando sempre os mesmos *n* navios, tem-se que $tto \leq tta$. A igualdade só irá ocorrer quando necessariamente a "Data/Hora de Início de Operação" = "Data/Hora de Atracação" e "Data/Hora de Final de Operação" = "Data/Hora de Desatracação" em todo navio *i*.

29.2. PMO ≤ PMG. A igualdade só irá ocorrer quando necessariamente a "Data/Hora de Início de Operação" = "Data/Hora de Atracação" e "Data/Hora de Final de Operação" = "Data/Hora de Desatracação" em todo navio *i*.

30. **COLETA DOS DADOS BÁSICOS PARA O CÁLCULO**

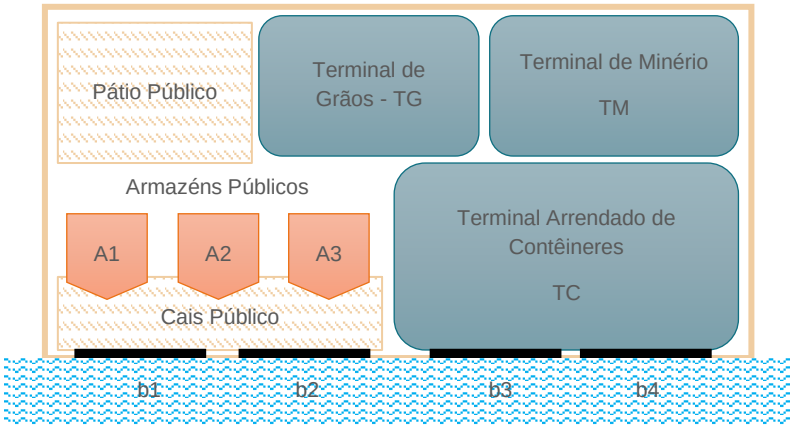
30.1. **Periodicidade:** Mensal.

30.2. **Origem dos dados primários:** Sistema Desempenho Portuário – SDP.

30.3. **Responsável pelo envio dos dados primários:** Instalação portuária.

EXEMPLO PRÁTICO DE CÁLCULO

Considere um porto organizado que possua o seguinte esquema zoneamento:



- Os berços b1 e b2 são berços públicos, vinculados à área pública conhecida como "Cais Público", onde qualquer terminal arrendado do porto pode operar um navio.
- Os berços b3 e b4 são berços que, apesar de públicos por definição, são dedicados a um terminal arrendado específico, vinculados neste exemplo à um terminal de contêineres.

Considere ainda que no mês de janeiro de 2024 ocorreram as seguintes atracações nos berços do porto:

i. No berço b1:
Não ocorreu nenhuma atracação, em razão de reformas estruturais sem previsão de conclusão.

ii. No berço b2:

Identificador	Perfil da Carga	Código SH4 NCM	Descrição	Toneladas Movimentadas
1	Granel Sólido	1201	Soja, mesmo triturada	44.000
2	Granel Sólido	1201	Soja, mesmo triturada	52.000
3	Granel Sólido	1201	Soja, mesmo triturada	46.000
4	Granel Sólido Granel Sólido	1201 1001	Soja, mesmo triturada Trigo e mistura de trigo com centeio	25.000 37.000
5	Granel Sólido	1001	Trigo e mistura de trigo com centeio	61.000
6	Granel Sólido	1001	Trigo e mistura de trigo com centeio	48.000

Identificador	Data/hora atracação	Data/hora início de operação	Data/hora fim de operação	Data/hora desatracação
1	2/1/2024 10:00	2/1/2024 15:00	5/1/2024 17:00	5/1/2024 19:00
2	6/1/2024 14:30	6/1/2024 16:30	9/1/2024 2:00	9/1/2024 7:00
3	10/1/2024 12:00	10/1/2024 13:00	13/1/2024 14:00	13/1/2024 18:30
4	15/1/2024 13:00	15/1/2024 14:30	19/1/2024 15:00	19/1/2024 21:00
5	21/1/2024 10:00	21/1/2024 18:00	26/1/2024 12:00	26/1/2024 16:00
6	28/1/2024 17:00	28/1/2024 20:00	2/2/2024 16:00	2/2/2024 19:00

iii. No berço b3:

Hipoteticamente, trata-se de um berço especializado, com equipamentos de boa performance para movimentação de contêineres.

Identificador	Perfil da Carga	Código SH2 NCM	Descrição	Unidades Movimentadas
1	Conteinerizada	CT	Contêineres	568
2	Conteinerizada	CT	Contêineres	450
3	Conteinerizada	CT	Contêineres	665
4	Conteinerizada	CT	Contêineres	710
5	Conteinerizada	CT	Contêineres	592

Identificador	Data/hora atracação	Data/hora início de operação	Data/hora fim de operação	Data/hora desatracação
1	2/1/2024 7:00	2/1/2024 9:00	3/1/2024 13:00	3/1/2024 15:00
2	5/1/2024 16:30	5/1/2024 18:00	6/1/2024 16:30	6/1/2024 19:00
3	10/1/2024 7:00	10/1/2024 8:00	10/1/2024 17:00	10/1/2024 19:00
4	14/1/2024 17:00	14/1/2024 19:00	15/1/2024 6:00	15/1/2024 8:30
5	18/1/2024 13:00	18/1/2024 13:30	20/1/2024 1:30	20/1/2024 8:00

iv. No berço b4:

Hipoteticamente, o berço b4 pode operar tanto com contêineres quanto com carga geral.

Identificador	Perfil da Carga	Código SH2 NCM	Descrição	Un ou Ton Movimentadas
1	Conteinerizada	CT	Contêineres	350 un
2	Conteinerizada	CT	Contêineres	288 un

	Carga Geral	4822	Bobinas de Papel	15.000 ton
3	Conteinerizada	CT	Contêineres	370 un
4	Conteinerizada	CT	Contêineres	542 un
5	Conteinerizada Carga Geral	CT 4822	Contêineres Bobinas de Papel	150 un 28.000 ton
6	Carga Geral Carga Geral	4822 2515	Bobinas de Papel Mármore e granito	17.000 ton 41.000 ton
7	Carga Geral Carga Geral	4822 2515	Bobinas de Papel Mármore e granito	12.000 ton 38.000 ton

Identificador	Data/hora atracação	Data/hora início de operação	Data/hora fim de operação	Data/hora desatracação
1	2/1/2023 7:00	2/1/2023 10:30	3/1/2024 11:00	3/1/2024 15:00
2	4/1/2024 16:30	4/1/2024 18:30	8/1/2024 14:30	8/1/2024 19:00
3	10/1/2024 7:00	10/1/2024 9:00	11/1/2024 16:00	11/1/2024 19:00
4	13/1/2024 17:00	13/1/2024 18:00	15/1/2024 2:30	15/1/2024 8:30
5	18/1/2024 13:00	18/1/2024 13:30	22/1/2024 1:00	22/1/2024 6:00
6	23/1/2024 8:00	23/1/2024 10:00	26/1/2024 17:30	26/1/2024 19:30
7	27/1/2024 10:00	27/1/2024 11:30	30/1/2024 20:00	30/1/2024 23:30

Deseja-se calcular a prancha média geral (PMG) e a prancha média operacional (PMO) do porto sob várias visões, de acordo com as questões a seguir:

1. No berço b2 são movimentados dois tipos de granel sólido. Qual é a PMG e a PMO para:
    a. O perfil de carga “Granel Sólido”.
    b. O NCM 1201.
    c. O NCM 1001.
2. No berço b3 são movimentados apenas contêineres. Qual é a PMG e a PMO neste berço para carga conteinerizada?
3. No berço b4 são movimentados dois tipos de perfis de carga e três tipos de mercadorias distintas. Qual é a PMG e a PMO para?
    a. O perfil de carga “Carga Conteinerizada”.
    b. O perfil de carga “Carga Geral”.
    c. O NCM CT.
    d. O NCM 4822.
    e. O NCM 2515.
4. Qual é a PMG e a PMO do porto segundo os perfis de carga?
    a. Granel Sólido.
    b. Carga Conteinerizada.
    c. Carga Geral.

RESOLUÇÃO

A metodologia adotada pela ANTAQ para o cálculo da Prancha Média Geral (PMG) e da Prancha Média Operacional (PMO) é crucial para avaliar a eficiência das operações portuárias. Vamos detalhar cada um desses cálculos:

*A **PMG** é obtida pela divisão do somatório total de unidades de contêineres movimentados pelo tempo total atracado dos navios. Para outros tipos de mercadorias, é obtida pela divisão do somatório total de toneladas de carga movimentada pelo tempo total atracado dos navios. Os navios desatracados no período de estudo que são considerados no cálculo são aqueles que movimentaram **EXCLUSIVAMENTE** aquele tipo de mercadoria ou de perfil de carga.*

*A **PMO** é obtida pela divisão do somatório total de unidades de contêineres movimentados pelo tempo total de operação dos navios. Para outros tipos de mercadorias, é obtida pela divisão do somatório total de toneladas de carga movimentada pelo tempo total de operação dos navios. Os navios desatracados no período de estudo que são considerados no cálculo são aqueles que movimentaram **EXCLUSIVAMENTE** aquele tipo de mercadoria ou de perfil de carga.*

Com o conceito básico acima, passa-se à resolução das questões.

Questão 1:

a) Pode-se perceber que no berço b_2 todas as seis atracações movimentaram o perfil "Granel Sólido". Entretanto, somente as 5 primeiras irão entrar no cálculo da PMG e PMO do berço para o mês de **janeiro/2024**. Note que o navio nº 6 tem a sua desatracação em fevereiro, ou seja, este navio será contabilizado para cálculo destes indicadores somente no mês de fevereiro. Todas as demais irão entrar no cálculo da PMG e PMO do berço em janeiro.

$$PMG = \frac{1}{tta} \times \sum_{i=1}^{n} Peso_i \text{ e } PMO = \frac{1}{tto} \times \sum_{i=1}^{n} Peso_i$$

$$\sum_{i=1}^{5} Peso_i = [44 + 52 + 46 + (25 + 37) + 61] \times 1.000 = 265.000$$

Cálculo do *tta* e *tto*:

Identificador	ta_i (h)	to_i (h)
1	ta_1 = 81,0	to_1 = 74,0
2	ta_2 = 64,5	to_2 = 57,5
3	ta_3 = 78,5	to_3 = 73,0
4	ta_4 = 104,0	to_4 = 96,5
5	ta_5 = 126,0	to_5 = 114,0
Total	*tta* = 576,0	*tto* = 531,0

Portanto, temos que:

$$PMG_{GSb2} = \frac{265.000}{454} = 583{,}7 \text{ ton/h}$$

$$PMO_{GSb2} = \frac{265.000}{415} = 638{,}6 \text{ ton/h}$$

b) Para o cálculo de PMG e PMO do berço b_2 para o NCM 1201, a primeira coisa a se fazer é identificar quais atracações movimentaram exclusivamente esse tipo de mercadoria. Pode-se perceber que no berço b_2 somente as 1, 2 e 3 atendem esse pré-requisito. Note que a

atracação 4, apesar de ter movimentado soja, também movimentou trigo, e, portanto, não irá entrar no cálculo.

$$PMG = \frac{1}{tta} \times \sum_{i=1}^{n} Peso_i \text{ e } PMO = \frac{1}{tto} \times \sum_{i=1}^{n} Peso_i$$

$$\sum_{i=1}^{1,2,3} Peso_i = [44 + 52 + 46] \times 1.000 = 142.000$$

Cálculo do *tta* e *tto*:

Identificador	ta_i (h)	to_i (h)
1	ta_1 = 81,0	to_1 = 74,0
2	ta_2 = 64,5	to_2 = 57,5
3	ta_3 = 78,5	to_3 = 73,0
Total	*tta* = 224,0	*tto* = 204,5

Portanto, temos que:

$$PMG_{"1201"b2} = \frac{142.000}{224} = 633{,}9 \text{ ton/h}$$
$$PMO_{"1201"b2} = \frac{142.000}{204{,}5} = 694{,}4 \text{ ton/h}$$

c) Por fim, para o cálculo de PMG e PMO do berço b_2 para o NCM 1001, repete-se o procedimento executado no item (b). Pode-se perceber que no berço b_2 somente as 5 e 6 atendem esse pré-requisito, mas o navio 6 não tem a desatracação no mês de janeiro. Note que a atracação 4, apesar de ter movimentado trigo, também movimentou soja, e, portanto, não irá entrar no cálculo.

$$PMG = \frac{1}{tta} \times \sum_{i=1}^{n} Peso_i \text{ e } PMO = \frac{1}{tto} \times \sum_{i=1}^{n} Peso_i$$

$$\sum_{i=1}^{5} Peso_i = [61] \times 1.000 = 61.000$$

Cálculo do *tta* e *tto*:

Identificador	ta_i (h)	to_i (h)
5	ta_5 = 126,0	to_5 = 114,0
Total	*tta* = 126,0	*tto* = 114,0

Portanto, temos que:

$$PMG_{"1001"b2} = \frac{61.000}{126} = 484{,}1 \text{ ton/h}$$

$$PMO_{"1001"b2} = \frac{61.000}{114} = 535{,}1 \text{ ton/h}$$

Questão 2:

- Para o berço b_3, o cálculo é mais simples, haja vista que tão somente atracações que movimentaram exclusivamente contêineres foram operadas

$$PMG = \frac{1}{tta} \times \sum_{i=1}^{n} Ncont_i \; e \; PMO = \frac{1}{tto} \times \sum_{i=1}^{n} Ncont_i$$

$$\sum_{i=1}^{5} Ncont_i = 568 + 450 + 665 + 710 + 592 = 2.985$$

Cálculo do *tta* e *tto*:

Identificador	ta_i (h)	to_i (h)
1	ta_1 = 32,0	to_1 = 28,0
2	ta_2 = 26,5	to_2 = 22,5
3	ta_3 = 12,0	to_3 = 9,0
4	ta_4 = 15,5	to_4 = 11,0
5	ta_5 = 43,0	to_5 = 36,0
Total	*tta* = 129,0	*tto* = 106,5

Portanto, temos que:

$$PMG_{Contb3} = \frac{2.985}{129} = 23 \text{ un/h}$$

$$PMO_{Contb3} = \frac{2.985}{106{,}5} = 28 \text{ un/h}$$

Questão 3:

a) Para o cálculo de PMG e PMO do berço b_4 para carga conteinerizada, a primeira coisa a se fazer é identificar quais atracações movimentaram exclusivamente esse perfil de carga, lembrando sempre do conceito que é utilizado na metodologia da ANTAQ. Pode-se perceber que no berço b_4 somente as atracações 1, 3 e 4 atendem esse pré-requisito.

$$PMG = \frac{1}{tta} \times \sum_{i=1}^{n} Ncont_i \; e \; PMO = \frac{1}{tto} \times \sum_{i=1}^{n} Ncont_i$$

$$\sum_{i=1}^{1,3,4} Ncont_i = 350 + 370 + 542 = 1.262$$

Cálculo do *tta* e *tto*:

Identificador	ta_i (h)	to_i (h)
1	ta_1 = 32,0	to_1 = 24,5
3	ta_3 = 36,0	to_3 = 31,0
4	ta_4 = 39,5	to_4 = 32,5
Total	*tta* = 107,5	*tto* = 88,0

Portanto, temos que:

$$PMG_{Contb4} = \frac{1.262}{107,5} = 12 \text{ un/h}$$

$$PMO_{Contb4} = \frac{1.262}{88} = 14 \text{ un/h}$$

b) Para o cálculo de PMG e PMO do berço b_4 para carga geral solta, assim como no item (a), identifica-se quais atracações movimentaram exclusivamente esse perfil de carga. Pode-se perceber que no berço b_4 somente as atracações 6 e 7 atendem esse pré-requisito.

$$PMG = \frac{1}{tta} \times \sum_{i=1}^{n} Peso_i \; e \; PMO = \frac{1}{tto} \times \sum_{i=1}^{n} Peso_i$$

$$\sum_{i=1}^{6,7} Peso_i = [(17 + 41) + (12 + 38)] \times 1.000 = 108.000$$

Cálculo do *tta* e *tto*:

Identificador	ta_i (h)	to_i (h)
6	ta_1 = 83,5	to_1 = 79,5
7	ta_2 = 85,5	to_2 = 80,5
Total	*tta* = 169,0	*tto* = 160,0

Portanto, temos que:

$$PMG_{CGeralb4} = \frac{108.000}{169} = 639,1 \text{ ton/h}$$

$$PMO_{CGeralb4} = \frac{108.000}{160} = 675,0 \text{ ton/h}$$

c) Para o cálculo de PMG e PMO do berço b_4 para o NCM CT, perceba que as atracações que movimentaram exclusivamente o perfil de carga "Carga Conteinerizada" são as mesmas que movimentaram o NCM "CT" (não poderia ser diferente inclusive). Logo, trata-se do mesmo caso calculado no item (a) e, portanto, não há necessidade de se repetir o cálculo. Tem-se então o resultado abaixo já pronto:

$$PMG_{CTb4} = \frac{1.262}{107,5} = 12 \text{ un/h}$$

$$PMO_{CTb4} = \frac{1.262}{88} = 14 \text{ un/h}$$

d) Para o cálculo de PMG e PMO do berço b_4 para o NCM 4822, identifica-se quais atracações movimentaram exclusivamente esse grupo de mercadoria. Pode-se perceber que no berço b_4 não existem atracações que movimentaram exclusivamente bobinas de papel. Com isso, **não é possível calcular qualquer tipo de prancha média** para esse grupo de mercadoria nesse berço no período.

e) Para o cálculo de PMG e PMO do berço b_4 para o NCM 2515, identifica-se quais atracações movimentaram exclusivamente esse grupo de mercadoria. Novamente, pode-se perceber que no berço b_4 não existem atracações que movimentaram exclusivamente mármore e granito. Assim como no item anterior, **não é possível calcular qualquer tipo de prancha média** para esse grupo de mercadoria nesse berço no período.

Questão 4:

A diferença de abordagem com relação à Questão 1, é que agora a contabilização se dá com relação ao porto por inteiro (e não somente por berço).

a) Todas as atracações de granel sólido em janeiro ocorreram somente no berço b_2. Isso significa que a PMG e PMO do porto não é alterada, e, portanto, o resultado é o mesmo obtido no item (a) da Questão 1:

$$PMG_{GS} = \frac{265.000}{454} = 583{,}7 \text{ ton/h}$$

$$PMO_{GS} = \frac{265.000}{415} = 638{,}6 \text{ ton/h}$$

b) Para o cálculo de PMG e PMO do porto para o perfil de carga "Carga Conteinerizada" é importante ver que ocorreram atracações nos berços b_3 e b_4. Com isso, o porto terá o cálculo todo baseado em 8 atracações (todas as 5 do berço b_3 e as atracações 1, 3 e 4 do berço b_4).

$$PMG = \frac{1}{tta} \times \sum_{i=1}^{n} Ncont_i \text{ e } PMO = \frac{1}{tto} \times \sum_{i=1}^{n} Ncont_i$$

$$\sum_{i=1}^{b_{3m},b_{4n}} Ncont_i = 568 + 450 + 665 + 710 + 592 + 350 + 370 + 542 = 4.247$$

Onde:
$1 \leq m \leq 5$, indicando todas as atracações do berço b_3.
n = 1, 3 e 4, indicando somente estas atracações do berço b_4.

Cálculo do *tta* e *tto*:

Identificador	ta_i (h)	to_i (h)
m = 1	ta_{m1} = 32,0	to_{m1} = 28,0
m = 2	ta_{m2} = 26,5	to_{m2} = 22,5
m = 3	ta_{m3} = 12,0	to_{m3} = 9,0
m = 4	ta_{m4} = 15,5	to_{m4} = 11,0
m = 5	ta_{m5} = 43,0	to_{m5} = 36,0
n = 1	ta_{n1} = 32,0	to_{n1} = 24,5
n = 3	ta_{n3} = 36,0	to_{n3} = 31,0
n = 4	ta_{n4} = 39,5	to_{n4} = 32,5
Total	*tta* = 236,5	*tto* = 194,5

Portanto, temos que:

$$PMG_{Cont} = \frac{4.247}{236,5} = 18 \text{ un/h}$$

$$PMO_{Cont} = \frac{4.247}{194,5} = 22 \text{ un/h}$$

c) Por fim, para o cálculo de PMG e PMO do porto para "Carga Geral" seguirá o mesmo procedimento feito no item (a) dessa questão. Como somente no berço b_4 ocorreram as atracações com esse perfil de carga, o resultado para o porto será o mesmo obtido para aquele berço, que já foi calculado no item (b) da Questão 3:

$$PMG_{CGeral} = \frac{108.000}{169} = 639,1 \text{ ton/h}$$

$$PMO_{CGeral} = \frac{108.000}{160} = 675,0 \text{ ton/h}$$

TAXA DE OCUPAÇÃO DE UM BERÇO

31. A Taxa de Ocupação de um berço *j* (TO_j) é o valor obtido pela divisão do tempo total ocupado (toc_j) de um determinado berço *j* de uma instalação portuária pelo tempo de estudo *t*. Trata-se de um indicador adimensional, que pode ser expresso em porcentagem. A fórmula de cálculo da taxa de ocupação de cada um dos berços de uma instalação portuária é dada por:

$$TO_j = \frac{toc_j}{t}$$

→ $1 \leq j \leq n$, onde *n* é o número de berços da instalação portuária.

32. A Taxa de Ocupação de uma instalação portuária (TO_{IP}) é o valor obtido pela média aritmética das taxas de ocupação de cada um dos berços (TO_j) pertencentes à instalação portuária. Trata-se de um indicador adimensional, que pode ser expresso em porcentagem. A fórmula de cálculo da taxa de ocupação de uma instalação portuária é dada por:

$$TO_{IP} = \frac{1}{n} \times \sum_{j=1}^{n} TO_j$$

→ $1 \leq j \leq n$, onde *n* é o número de berços da instalação portuária.

33. A taxa de ocupação é um importante indicador para análise da eficiência, fiscalização e gestão dos serviços portuários. É um indicador que tem o propósito de verificar o nível de utilização das instalações de acostagens de uma instalação portuária.

34. O manual da *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD 1992), por exemplo, recomenda, com base no número de berços de um porto ou terminal, a taxa máxima de ocupação (em %), de tal modo que esse limite não gere impactos logísticos e econômicos a seus usuários:

NÚMERO DE BERÇOS	TAXA DE OCUPAÇÃO MÁXIMA (%)
1	40
2	50
3	55
4	60
5	65
6	70
Mais de 6	70

35. **DEFINIÇÕES BÁSICAS**

35.1. O **tempo de atracação** (t_i) de um navio *i* é definido pela diferença entre a "Data/Hora da Desatracação" e "Data/Hora da Atracação" do navio. A unidade de medida é em dias.

35.2. O **tempo total ocupado** (toc_j) de um berço *j* é definido como sendo a soma de todos os tempos de atracação daqueles navios que ficaram no berço. A unidade de medida é em dias.

35.3. O **tempo de estudo** (t) é definido como o total de dias existente no período (janeiro = 31 dias, ano 2021 = 365 dias).

36. **PROPRIEDADES GERAIS:**

36.1. $0\% \leq TOj \leq 100\%$ e $0\% \leq TO_{IP} \leq 100\%$.

36.2. $t_i \leq toc_j$ para qualquer navio *i* que tenha atracado no berço *j*.

36.3. $toc_j \leq t$, para qualquer berço *j* da instalação portuária.

37. **VARIAÇÕES DE CÁLCULO DA TAXA DE OCUPAÇÃO**

O indicador "Taxa de Ocupação" pode ser calculado segundo três visões diferentes, e todas elas estão disponíveis para consulta no Painel Estatístico Aquaviário:

37.1. **Taxa de Ocupação GERAL** (TO)

37.1.1. Esse é o caso geral, que não faz qualquer distinção nas desatracações que ocorreram no berço *j* durante o tempo de estudo *t* em que se quer fazer esse cálculo. Nesta situação, todas as embarcações que desatracaram são consideradas no cálculo, independente do tipo de operação realizado ou ainda se houve ou não movimentação de carga.

37.1.2. Não existe nenhum procedimento prévio a ser executado nesse caso, e portanto, pode-se ir diretamente para os passos descritos no tópico "METODOLOGIA DE CÁLCULO GERAL".

37.2. **Taxa de Ocupação por TIPO DE OPERAÇÃO DE ATRACAÇÃO Ω** (TOΩ)

37.2.1. Neste caso deve-se escolher um dos tipos de operação possíveis da atracação, para somente depois fazer a seleção das embarcações que farão parte do cálculo da taxa de ocupação.

37.2.2. Existem hoje oito tipos de operação possíveis que pode ser informados no SDP pelas instalações portuárias. São elas: Movimentação de Carga (1), Passageiro (2), Apoio (3), Marinha (4), Abastecimento (5), Reparo/Manutenção (6), Misto (7) ou Retirada de Resíduos (8).

37.2.3. Então, por exemplo, caso se deseje obter a taxa de ocupação de um berço *j* referente a atracações cujo tipo de operação é "Abastecimento", isso é possível, desde que a seleção das embarcações seja feita considerando tão somente aquelas que tiveram a <tag> "TipoOperação" = 5 informada no período *t* em estudo.

37.2.4. O passo a passo, portanto, para o cálculo da Taxa de Ocupação por tipo de operação da atracação Ω ($TO\Omega$), que deve ser feito previamente à metodologia de cálculo geral que será descrita posteriormente é:

1. Seleciona-se o tipo de operação da atracação desejado para o cálculo de $TO\Omega$.
2. Uma vez escolhido o tipo de operação da atracação, somente as desatracações ocorridas durante o período *t* em estudo que tiveram a <tag> "TipoOperação" correspondente deverão ser considerada para o cálculo da $TO\Omega$.
3. Passa-se a seguir os passos descritos no tópico "METODOLOGIA DE CÁLCULO GERAL".

Obs: Não é possível selecionar dois ou mais tipos de operação simultaneamente.

37.3. **Taxa de Ocupação de ATRACAÇÕES COM CARGA Q** (TOQ)

37.3.1. Neste caso, o que difere é apenas a seleção inicial das atracações que farão parte do cálculo da taxa de ocupação que se deseja obter.

38. METODOLOGIA DE CÁLCULO GERAL

38.1. **Taxa de Ocupação de um berço** (TOj)

38.1.1. Identifica-se quais são os navios que atracaram no berço durante o tempo de estudo, considerando como ponto sempre a data de desatracação da embarcação.

38.1.2. Atracação por atracação, faz-se a diferença entre "Data/Hora da Desatracação" e "Data/Hora da Atracação" – t_i, e em seguida soma-se o valor de todos os seus intervalos – toc_j.

38.1.3. Deve-se identificar se existe, na lista de atracações, alguma com sobreposição de intervalos. Essas sobreposições precisam ser subtraídas para que não sejam contabilizadas múltiplas vezes.

38.1.4. Faz-se a soma de todos os t_i para obter o valor de toc_j.

38.1.5. Por fim, faz-se a divisão do tempo total ocupado (toc_j) de um determinado berço *j* de uma instalação portuária pelo tempo de estudo *t* para determinação da taxa de ocupação do berço – TO_j.

38.2. **Taxa de Ocupação de uma instalação portuária** (TOIP)

38.2.1. Para a instalação portuária, calcula-se em cada um de seus berços a taxa de ocupação do berço – TO_j de acordo com o procedimento descrito anteriormente.

38.2.2. Faz-se então a média aritmética das taxas de ocupação de cada um dos berços pertencentes à instalação portuária para obter a taxa de ocupação da instalação portuária – TO_{IP}.

39. **COLETA DOS DADOS BÁSICOS PARA O CÁLCULO**

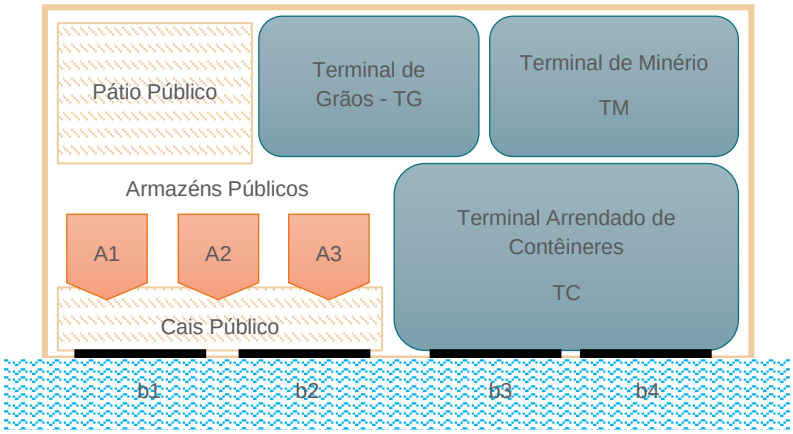
39.1. **Periodicidade:** Mensal.

39.2. **Origem dos dados primários:** Sistema Desempenho Portuário – SDP.

39.3. **Responsável pelo envio dos dados primários:** Instalação portuária.

EXEMPLO PRÁTICO DE CÁLCULO

Considere um porto organizado que possua o seguinte esquema zoneamento:



- Os berços b1 e b2 são berços públicos, vinculados à área pública conhecida como "Cais Público", onde qualquer terminal arrendado do porto pode operar um navio.
- Os berços b3 e b4 são berços que, apesar de públicos por definição, são dedicados a um terminal arrendado específico, vinculados neste exemplo à um terminal de contêineres.

Considere ainda que no mês de janeiro de 2024 ocorreram as seguintes atracações nos berços do porto:

i. No berço b1:
Não ocorreu nenhuma atracação, em razão de reformas estruturais sem previsão de conclusão.

ii. No berço b2:

Identificador	Data/hora atracação	Data/hora desatracação	Tipo de operação da atracação	Movimentação de carga (S/N)
1	2/1/2024 10:00	5/1/2024 19:00	Movimentação de Carga	S
2	8/1/2024 14:30	11/1/2024 7:00	Movimentação de Carga	S
3	10/1/2024 12:00	15/1/2024 18:30	Movimentação de Carga	S
4	19/1/2024 13:00	22/1/2024 21:00	Movimentação de Carga	S
5	20/1/2024 10:00	22/1/2024 16:00	Abastecimento	N
6	28/1/2024 17:00	2/2/2024 19:00	Movimentação de Carga	S

iii. No berço b3:

Hipoteticamente trata-se de um berço especializado, com equipamentos de boa performance para movimentação de contêineres, o que confere uma boa produtividade nas operações.

Identificador	Data/hora atracação	Data/hora desatracação	Tipo de operação da atracação	Movimentação de carga (S/N)
1	2/1/2024 11:00	2/1/2024 20:00	Movimentação de Carga	S
2	5/1/2024 9:30	5/1/2024 17:00	Movimentação de Carga	S
3	7/1/2024 12:00	8/1/2024 1:30	Movimentação de Carga	S
4	10/1/2024 13:00	11/1/2024 6:00	Movimentação de Carga	S
5	15/1/2024 18:00	16/1/2024 11:30	Movimentação de Carga	S
6	18/1/2024 10:00	18/1/2024 22:30	Movimentação de Carga	S
7	21/1/2024 4:00	21/1/2024 15:30	Movimentação de Carga	S
8	23/1/2024 14:30	24/1/2024 2:30	Movimentação de Carga	S
9	28/1/2024 7:00	28/1/2024 22:00	Movimentação de Carga	S

iv. No berço b4:

Hipoteticamente, o berço b4 possui um calado menor, e, portanto, possui restrição quanto ao recebimento de navios. Por tal razão, o berço tem pouca movimentação de carga e é utilizado muito para atracação de navios de apoio até que obras de dragagem sejam realizadas. O berço também não possui aparelhos especializados, o que faz com que as operações sejam mais lentas que no berço b3.

Identificador	Data/hora atracação	Data/hora desatracação	Tipo de operação da atracação	Movimentação de carga (S/N)
1	30/12/2023 7:00	1/1/2024 15:00	Movimentação de Carga	S
2	1/1/2024 16:30	4/1/2024 19:00	Apoio	N
3	5/1/2024 7:00	5/1/2024 19:00	Passageiros	S
4	6/1/2024 17:00	9/1/2024 8:30	Movimentação de Carga	S
5	9/1/2024 13:00	12/1/2024 6:00	Apoio	N
6	13/1/2024 8:00	14/1/2024 19:30	Movimentação de Carga	S
7	16/1/2024 10:00	19/1/2024 23:30	Movimentação de Carga	S
8	20/1/2024 9:00	20/1/2024 20:00	Passageiros	S
9	21/1/2024 10:00	23/1/2024 9:30	Apoio	N
10	23/1/2024 18:30	27/1/2024 5:30	Movimentação de Carga	S
11	29/1/2024 11:00	30/1/2024 22:00	Movimentação de Carga	S

Deseja-se calcular a taxa de ocupação do porto sob várias visões, de acordo com as questões a seguir:

1. Qual é a taxa de ocupação geral (*TO*) de cada um dos berços b1, b2, b3 e b4?
2. Qual é a taxa de ocupação por tipo de operação ($TO\Omega$) de cada um dos berços b1, b2, b3 e b4?
3. Qual é a taxa de ocupação de atracações com carga (*TOQ*) de cada um dos berços b1, b2, b3 e b4?
4. Qual é a taxa de ocupação geral (TO_{TC}) do terminal de contêineres?
5. Qual é a taxa de ocupação geral (TO_{PO}) do porto organizado?

RESOLUÇÃO

Questão 1:

- Para o berço b_1, temos $TO_{b1} = 0{,}0\%$, uma vez que não houve qualquer desatracação no período em estudo.
- Para o berço b_2 temos que realizar os seguintes passos:
  - Precisamos calcular o tempo de atracação t_i de cada navio *i* que desatracou no período:
  -

Identificador	t_i	Sobreposição?	Desconto	t_i real	OBS
1	t_1 = 81,0	N	0,0	t_1 = 81,0	
2	t_2 = 64,5	N	0,0	t_2 = 64,5	
3	t_3 = 126,5	S	19,0	t_3 = 107,5	(a)
4	t_4 = 80,0	N	0,0	t_4 = 80,0	
5	t_5 = 54,0	S	54,0	t_5 = 0,0	(b)
6	t_6 = 79,0	N	0,0	t_6 = 79,0	(c)

(a) Existe uma superposição do navio 3 com o navio 2 que precisa ser descontado. Essa superposição foi de 19 horas. Por esta razão, t_3 = 107,5 horas.

(b) Existe uma superposição do navio 5 com o navio 4 que precisa ser descontado. Perceba que se trata de um navio de abastecimento, e que ficou o tempo todo atracado junto com o navio anterior (nenhum intervalo de tempo do navio 5 ficou fora do intervalo de tempo do navio 4, e a intersecção foi total). Essa superposição foi, portanto, o tempo de atracação integral do navio 5, ou seja, 54 horas. Por esta razão, t_5 = 0,0 horas.

(c) Apesar da desatracação deste navio ter ocorrida no mês seguinte (fevereiro/2024), para efeitos de cálculo de taxa de ocupação, é necessário levar em consideração essa desatracação. Do contrário, todo o período que o navio ficou atracado no mês de janeiro é perdido, e passa a impressão de berço vazio. Para esse cálculo, basta substituir a data de desatracação do navio 6 por "1/2/2024 00:00". Assim, obtém-se que t_6 = 79 horas.

  - Agora precisamos obter o valor de toc_{b2}, que nada mais é do que a soma dos valores encontrados anteriormente, após descontar todas as sobreposições que por acaso tenham ocorrido.

$$81 + 64{,}5 + 107{,}5 + 80 + 0 + 79 = 412$$

toc_{b2} = 412 horas.

- Por fim, calcula-se TO_{b2}:

$$TO_{b2} = \frac{toc_{b2}}{t} = \frac{412}{744} = 0{,}5537$$

TO_{b2} = 55,4%

- Para o berço b_3 temos que realizar os seguintes passos:
  - Precisamos calcular o tempo de atracação t_i de cada navio i que desatracou no período:

Identificador	ti	Sobreposição?	Desconto	ti real	OBS
1	t_1 = 9,0	N	0,0	t_1 = 9,0	
2	t_2 = 7,5	N	0,0	t_2 = 7,5	
3	t_3 = 13,5	N	0,0	t_3 = 13,5	
4	t_4 = 17,0	N	0,0	t_4 = 17,0	
5	t_5 = 17,5	N	0,0	t_5 = 17,5	
6	t_6 = 12,5	N	0,0	t_6 = 12,5	
7	t_7 = 11,5	N	0,0	t_7 = 11,5	
8	t_8 = 12,0	N	0,0	t_8 = 12,0	
9	t_9 = 15,0	N	0,0	t_9 = 15,0	

  - Agora precisamos obter o valor de toc_{b3}, que nada mais é do que a soma dos valores encontrados anteriormente. Desta vez isso é mais simples, haja vista que não existem sobreposições de navios conforme pode se observar na tabela anterior.

$$9 + 7{,}5 + 13{,}5 + 17 + 17{,}5 + 12{,}5 + 11{,}5 + 12 + 15 = 115{,}5$$

toc_{b3} = 115,5 horas.

  - Por fim, calcula-se TO_{b3}:

$$TO_{b3} = \frac{toc_{b3}}{t} = \frac{115{,}5}{744} = 0{,}1552$$

TO_{b3} = 15,5%

- Para o berço b4 temos que realizar os seguintes passos:
  - Precisamos calcular o tempo de atracação t_i de cada navio i que desatracou no período:

Identificador	ti	Sobreposição?	Desconto	ti real	OBS
1	t_1 = 15,0	N	0,0	t_1 = 15,0	(a)
2	t_2 = 74,5	N	0,0	t_2 = 74,5	
3	t_3 = 12,0	N	0,0	t_3 = 12,0	
4	t_4 = 63,5	N	0,0	t_4 = 63,5	
5	t_5 = 65,0	N	0,0	t_5 = 65,0	
6	t_6 = 35,5	N	0,0	t_6 = 35,5	

7	t_7 = 85,5	N	0,0	t_7 = 85,5	
8	t_8 = 11,0	N	0,0	t_8 = 11,0	
9	t_9 = 47,5	N	0,0	t_9 = 47,5	
10	t_{10} = 83,0	N	0,0	t_{10} = 83,0	
11	t_{11} = 35,0	N	0,0	t_{11} = 35,0	

(a) A desatracação deste navio ocorreu no mês de janeiro/2024, entretanto a atracação iniciou no mês anterior (dezembro/2023). Para efeitos de cálculo de taxa de ocupação, é necessário levar em consideração esse fato. Do contrário, todo o período que o navio ficou atracado no mês de dezembro é contabilizado, e passa a impressão de berço ocupado mais tempo. Para esse cálculo, basta substituir a data de atracação do navio 1 por "1/1/2024 00:00". Assim, obtém-se que t_1 = 15 horas.

- Agora precisamos obter o valor de toc_{b4}, que nada mais é do que a soma dos valores encontrados anteriormente. Novamente isso é feito de modo simples, haja vista que não existem sobreposições de navios conforme pode se observar na tabela anterior.

$$15 + 74{,}5 + 12 + 63{,}5 + 65 + 35{,}5 + 85{,}5 + 11 + 47{,}5 + 83 + 35 = 527{,}5$$

toc_{b4} = 527,5 horas.

- Por fim, calcula-se TO_{b4}:

$$TO_{b4} = \frac{toc_{b4}}{t} = \frac{527{,}5}{744} = 0{,}7090$$

TO_{b4} = 70,9%

Questão 2:

- Para o berço b_1, novamente temos $TO\Omega_{b1} = 0{,}0\%$, para qualquer mercadoria, uma vez que não houve qualquer desatracação no período em estudo.
- Para o berço b_2, percebemos que existem dois tipos de operação realizados no período:
  Ω = "Movimentação de Carga", com 5 atracações.
  Φ = "Abastecimento", com apenas uma atracação.

Em cada um dos casos acima, precisamos realizar os seguintes passos:

- Precisamos calcular o tempo de atracação t_i de cada navio i que desatracou no período, separando por tipo de operação:

  - Ω = "Movimentação de Carga"

Identificador	t_i	Sobreposição?	Desconto	t_i real	OBS
1	t_1 = 81,0	N	0,0	t_1 = 81,0	
2	t_2 = 64,5	N	0,0	t_2 = 64,5	
3	t_3 = 126,5	S	19,0	t_3 = 107,5	(a)
4	t_4 = 80,0	N	0,0	t_4 = 80,0	

6	t_6 = 79,0	N	0,0	t_6 = 79,0	(b)

(a) Existe uma superposição do navio 3 com o navio 2 que precisa ser descontado. Essa superposição foi de 19 horas. Por esta razão, t_3 = 107,5 horas.

(b) Apesar da desatracação deste navio ter ocorrida no mês seguinte (fevereiro/2024), para efeitos de cálculo de taxa de ocupação, é necessário levar em consideração essa desatracação. Do contrário, todo o período que o navio ficou atracado no mês de janeiro é perdido, e passa a impressão de berço vazio. Para esse cálculo, basta substituir a data de desatracação do navio 6 por "1/2/2024 00:00". Assim, obtém-se que t_6 = 79 horas.

- Agora precisamos obter o valor de $toc\Omega_{b2}$, que nada mais é do que a soma dos valores encontrados anteriormente, após descontar todas as sobreposições que por acaso tenham ocorrido.

$$81 + 64{,}5 + 107{,}5 + 80 + 79 = 412$$

$$toc\Omega_{b2} = 412 \text{ horas.}$$

- Por fim, calcula-se $TO\Omega_{b2}$:

$$TO\Omega_{b2} = \frac{toc\Omega_{b2}}{t} = \frac{412}{744} = 0{,}5537$$

$$TO\Omega_{b2} = 55{,}4\%$$

  - Φ = "Abastecimento"

Identificador	t_i	Sobreposição?	Desconto	t_i real	OBS
5	t_5 = 54,0	N	54,0	t_5 = 0,0	

- Obtemos então o valor de $toc\Phi_{b2}$, que é baseado nesta única atracação:

$$toc\Phi_{b2} = 54 \text{ horas.}$$

- Por fim, calcula-se $TO\Phi_{b2}$:

$$TO\Phi_{b2} = \frac{toc\Phi_{b2}}{t} = \frac{54}{744} = 0{,}0726$$

$$TO\Phi_{b2} = 7{,}3\%$$

- Para o berço b_3, percebemos que existe apena um tipo de operação, definido por Ω = "Movimentação de Carga". Por consequência não é necessário refazer os cálculos de taxa de ocupação, que já foram realizados na Questão 1. Logo:

$$TO\Omega_{b3} = TO_{b3} = 15{,}5\%$$

- Por fim, para o berço b_4, percebemos que existem três tipos de operação realizados no período:
  Ω = "Movimentação de Carga", com 6 atracações.
  Γ = "Apoio", com 3 atracações.
  Ψ = "Passageiros", com 2 atracações.

  Em cada um dos casos acima, precisamos realizar os seguintes passos:
  - Precisamos calcular o tempo de atracação t_i de cada navio i que desatracou no período, separando por tipo de operação:

    - Ω = "Movimentação de Carga"

Identificador	ti	Sobreposição?	Desconto	ti real	OBS
1	t_1 = 15,0	N	0,0	t_1 = 15,0	(a)
4	t_4 = 63,5	N	0,0	t_4 = 63,5	
6	t_6 = 35,5	N	0,0	t_6 = 35,5	
7	t_7 = 85,5	N	0,0	t_7 = 85,5	
10	t_{10} = 83,0	N	0,0	t_{10} = 83,0	
11	t_{11} = 35,0	N	0,0	t_{11} = 35,0	

(a) A desatracação deste navio ocorreu no mês de janeiro/2024, entretanto a atracação iniciou no mês anterior (dezembro/2023). Para efeitos de cálculo de taxa de ocupação, é necessário levar em consideração esse fato. Do contrário, todo o período que o navio ficou atracado no mês de dezembro é contabilizado, e passa a impressão de berço ocupado mais tempo. Para esse cálculo, basta substituir a data de atracação do navio 1 por "1/1/2024 00:00". Assim, obtém-se que t_1 = 15 horas.

  - Agora precisamos obter o valor de $toc\Omega_{b4}$, que nada mais é do que a soma dos valores encontrados anteriormente, considerando apenas as seis atracações com o tipo de operação Ω. Note que não existem sobreposições de navios, o que tornam as contas mais simples.

$$15 + 63{,}5 + 35{,}5 + 85{,}5 + 83 + 35 = 317{,}5$$

$$toc\Omega_{b4} = 317{,}5 \text{ horas.}$$

  - Por fim, calcula-se $TO\Omega_{b4}$:

$$TO\Omega_{b4} = \frac{toc\Omega_{b4}}{t} = \frac{317{,}5}{744} = 0{,}4267$$

$$TO\Omega_{b4} = 42{,}7\%$$

    - Γ = "Apoio"

Identificador	ti	Sobreposição?	Desconto	ti real	OBS
2	t_2 = 74,5	N	0,0	t_2 = 74,5	
5	t_5 = 65,0	N	0,0	t_5 = 65,0	
9	t_9 = 47,5	N	0,0	t_9 = 47,5	

- O valor de $toc\Gamma_{b4}$ é a soma dos valores encontrados anteriormente, considerando apenas as três atracações com o tipo de operação Γ. Note que não existem sobreposições de navios, o que tornam as contas mais simples.

$$74{,}5 + 65{,}0 + 47{,}5 = 187{,}0$$

$toc\Gamma_{b4}$ = 187 horas.

- Por fim, calcula-se $TO\Gamma_{b4}$:

$$TO\Gamma_{b4} = \frac{toc\Gamma_{b4}}{t} = \frac{187}{744} = 0{,}2513$$

$TO\Gamma_{b4}$ = 25,1%

  - Ψ = "Passageiros"

Identificador	ti	Sobreposição?	Desconto	ti real	OBS
3	t_3 = 12,0	N	0,0	t_3 = 12,0	
8	t_8 = 11,0	N	0,0	t_8 = 11,0	

- O valor de $toc\,\Psi_{b4}$ é a soma dos valores encontrados anteriormente, considerando apenas as duas atracações com o tipo de operação Ψ. Note que não existem sobreposições de navios, o que tornam as contas mais simples.

$$12{,}0 + 11{,}0 = 23{,}0$$

$toc\,\Psi_{b4}$ = 23 horas.

- Por fim, calcula-se $TO\,\Psi_{b4}$:

$$TO\,\Psi_{b4} = \frac{toc\,\Psi_{b4}}{t} = \frac{23}{744} = 0{,}0309$$

$TO\,\Psi_{b4}$ = 3,1%

Questão 3:

- Para o berço b_1, temos $TOQ_{b1} = 0{,}0\%$, uma vez que não houve qualquer desatracação no período em estudo.

- Para o berço b_2, todas as atracações com carga são exatamente as mesmas que foram indicadas com o tipo de operação Ω = "Movimentação de Carga". O cálculo é exatamente o mesmo já realizado na Questão 2, ou seja:

$TOQ_{b2} = TO\Omega_{b2}$ = 55,4%

- Para o berço b_3, assim como no berço b_2, todas as atracações com carga são exatamente as mesmas que foram indicadas com o tipo de operação Ω = "Movimentação de Carga". Portanto:

$$TOQ_{b3} = TO\Omega_{b3} = 15{,}5\%$$

- Por fim, somente no berço b_4 existem novos cálculos a serem realizados. Isso porque os navios com o tipo de operação Ψ = "Passageiros" também estão indicados que movimentaram carga na tabela inicial, além dos navios com o tipo de operação Ω = "Movimentação de Carga". Portanto, para o cálculo de TOQ_{b4} será necessário considerar 9 atracações.

  - Precisamos calcular o tempo de atracação t_i de cada navio i que desatracou no período:

Identificador	ti	Sobreposição?	Desconto	ti real	OBS
1	t_1 = 15,0	N	0,0	t_1 = 15,0	(a)
3	t_3 = 12,0	N	0,0	t_3 = 12,0	
4	t_4 = 63,5	N	0,0	t_4 = 63,5	
6	t_6 = 35,5	N	0,0	t_6 = 35,5	
7	t_7 = 85,5	N	0,0	t_7 = 85,5	
8	t_8 = 11,0	N	0,0	t_8 = 11,0	
10	t_{10} = 83,0	N	0,0	t_{10} = 83,0	
11	t_{11} = 35,0	N	0,0	t_{11} = 35,0	

(a) A desatracação deste navio ocorreu no mês de janeiro/2024, entretanto a atracação iniciou no mês anterior (dezembro/2023). Para efeitos de cálculo de taxa de ocupação, é necessário levar em consideração esse fato. Do contrário, todo o período que o navio ficou atracado no mês de dezembro é contabilizado, e passa a impressão de berço ocupado mais tempo. Para esse cálculo, basta substituir a data de atracação do navio 1 por "1/1/2024 00:00". Assim, obtém-se que t_1 = 15 horas.

  - Agora precisamos obter o valor de $tocQ_{b4}$, que nada mais é do que a soma dos valores encontrados anteriormente. Novamente isso é feito de modo simples, haja vista que não existem sobreposições de navios conforme pode se observar na tabela anterior.

$$15 + 12 + 63{,}5 + 35{,}5 + 85{,}5 + 11 + 83 + 35 = 340{,}5$$

$$tocQ_{b4} = 340{,}5 \text{ horas.}$$

  - Por fim, calcula-se TOQ_{b4}:

$$TOQ_{b4} = \frac{tocQ_{b4}}{t} = \frac{340{,}5}{744} = 0{,}4577$$

$$TOQ_{b4} = 45{,}8\%$$

Questão 4:

- A taxa de ocupação geral (TO_{TC}) do terminal de contêineres é a média aritmética das taxas calculadas para os berços que estão atrelados ao terminal. A descrição da questão indica que esses berços: b_3 e b_4.

$$TO_{TC} = \frac{0{,}1552 + 0{,}7090}{2} = 0{,}4321$$

$$TO_{TC} = 43{,}2\%$$

Questão 5:

- A taxa de ocupação geral (TO_{PO}) do porto organizado de contêineres é a média aritmética das taxas calculadas para todos os berços do porto, incluindo os berços do terminal de contêineres.

$$TO_{PO} = \frac{0 + 0{,}5537 + 0{,}1552 + 0{,}7090}{4} = 0{,}3545$$

$$TO_{PO} = 35{,}5\%$$

ANTAQ
Agência Nacional de Transportes Aquaviários