



## NOTA DE AULA 08 – DIMENSIONAMENTO DE BERÇOS DE CAIS, ARMAZÉNS E VIAS FÉRREAS

### TERMINOLOGIA DE OPERAÇÃO PORTUÁRIA

- **Berço:** local onde o navio atraca
- **Cabotagem:** navegação no próprio país
- **Longo Curso:** navegação de um país a outro
- **Pátio:** área para armazenagem a céu aberto
- **Unitiz de Carga:** volume maior formado pela união de peças menores
- **Pallet:** estrado de madeira universalmente utilizado
- **Pré-Lingado:** carga paletizada preparada previamente ao embarque
- **Container:** caixa gigante com dimensões padronizadas internacionalmente
- **Lash:** navio que leva barcas a bordo e não precisa de cais tradicional
- **Piggy-Back:** container apropriado para transporte ferroviário
- **Carga Paletizada:** carga transferida em pequenos pedaços
- **Porte Bruto(TPB):** deslocamento a plena carga menos o deslocamento leve
- **Tonelagem:** volume do navio medido em tonelagem de arqueação
- **Tonelagem de Arqueação:** volume igual a 100 ft<sup>3</sup> (2,97 m<sup>3</sup>)

### PLANEJAMENTO DA OPERAÇÃO

Consiste em prever os acontecimentos futuros e projetar o seu atendimento racional a partir do conhecimento de:

- características físicas do porto
- disponibilidade de instalações

#### **OBJETIVOS:**

- reduzir o tempo de espera
- reduzir o tempo atracado = tempo de atendimento + paralisações

#### **ELEMENTOS DE CONHECIMENTOS INDISPENSÁVEIS AO PLANEJADOR**

- acessos marítimos e terrestres
- meteorologia
- hidráulica marítima
- características das instalações
- cais
- largura da faixa de operação
- profundidade de berço de cais
- instalações acessórias (água, energia, telefone)

#### **ELEMENTOS DE ESTIVA E CAPATAZIA**



Estivagem: técnica de arrumação de carga

- Estiva:**
- trabalha dentro do navio
  - trabalha sob a direção do comando do navio
  - é remunerado por tonelada

- Capatazia:**
- trabalha no cais e armazéns
  - é subordinado ao porto
  - é remunerado por tonelada

**Grupo:** conjunto básico de empregados portuários formado pela categoria de trabalhadores de capatazia

**Terno:** grupo acrescido de outras categorias, incluindo estiva e arrumadores com direito a remuneração por tonelada

### JORNADA DE TRABALHO PORTUÁRIA

- 07 às 11 e 13 às 17: horário diurno normal
- 11 às 13: almoço
- 17 às 19: 1ª prorrogação
- 19 às 23/ 00 às 04: horário noturno normal
- 23 às 24: refeição
- 04 às 06: 2ª prorrogação
- 06 às 07: 3ª prorrogação

### ELEMENTOS DE ESTATÍSTICA PORTUÁRIA

- tempo de espera para atracar
- jornada de trabalho
- número de porões operando por navio
- taxa média de carga/descarga operando por equipamento (terno)
- velocidade de carga/descarga = toneladas/terno\*hora

### EXERCÍCIO DE DIMENSIONAMENTO DE BERÇOS DE ATRACAÇÃO EM CAIS

Determine o número de berços de cais necessários para que um porto tenha condições de exportar 700.000 t/ano (toneladas/ano) de feijão, considerando os seguintes dados:

- velocidade de carga/descarga nos equipamentos portuários: 20 toneladas/terno×hora
- tempo para atracar e desatracar os navios: 1,0 hora
- tempo perdido com chuva e intempéries: 2 dias/mês
- o navio opera com 3 porões simultaneamente, em cada porão opera um terno
- a capacidade de carga dos navios é 840 toneladas
- o porto não opera aos domingos e durante 10 feriados nacionais
- as estatísticas mostram que ocorre cerca de 30% de paralisações na jornada de trabalho
- jornada de trabalho: 18 horas/dia
- devido à rotatividade não ser 100%, o rendimento global anula na movimentação de cargas corresponde a 70% do máximo possível.

### SOLUÇÃO:



- tempo de descarga (td) :

$$td = 840 \text{ t} / (3 \text{ porções} \times 20 \text{ t/terno} \times \text{hora}) = 14 \text{ horas}$$

- tempo atracado (ta):

$$ta = 14 \text{ horas} / \eta$$

$$\eta = \text{rendimento na jornada de trabalho} = 100\% - 30\% \text{ (devido paralisações)} = 0,7$$

$$ta = 14 \text{ horas} / 0,7 = 20 \text{ horas}$$

- tempo de atendimento a cada navio (tad):

$$tad = 20 \text{ horas} + 1,0 \text{ hora manobras carga/descarga} = 21 \text{ horas}$$

- velocidade real de carga/descarga (vr):

$$vr = 840 \text{ t} / 21 \text{ horas} = 40 \text{ t/hora}$$

- produtividade efetiva diária (ped):

$$ped = 18 \text{ horas/dia} \times 40 \text{ t/hora} = 720 \text{ t/dia}$$

- dias efetivos de operação por ano (ndias):

$$ndias = 365 - 10 \text{ feriados} - 52 \text{ domingos} - 2 \text{ dias chuva} \times 12 \text{ meses} = 279 \text{ dias/ano}$$

- capacidade anual máxima possível (cam):

$$cam = 279 \text{ dias/ano} \times 720 \text{ t /dia} = 200.880 \text{ t/ano}$$

- capacidade efetiva anual em função da rotatividade (cea):

$$cea = 0,70 \times 200.880 \text{ t/ano} = 140.616 \text{ t/ano}$$

- número de berços de cais necessários para exportar 700.00 t/ano:

$$nberços = 700.000 \text{ t/ano} / 140.616 \text{ t/ano} = 4,97 \quad \mathbf{nberços = 5,00}$$

## **EXERCÍCIO DE DIMENSIONAMENTO DE ARMAZÉNS EM BERÇOS DE CAIS**

Fatores que influenciam:

- área total
- área útil
- altura máxima de empilhamento
- capacidade estática (sobrecarga de projeto)



- capacidade dinâmica (número de toneladas movimentadas por mês)
- rotatividade mensal = 30 dias / número de dias armazenado por carga
- capacidade dinâmica = carga estática/m<sup>2</sup> × área útil × rotatividade/mês
- capacidade anual = capacidade dinâmica × 12 meses/ano

Seja determinar a capacidade de armazenagem de um armazém de 40m × 150 m em um berço de cais, sabendo-se que o mesmo está destinado a armazenar feijão em sacos. Considere ainda os seguintes dados:

- a sobrecarga de projeto do armazém é de 4,0 t/m<sup>2</sup>
- a altura máxima de empilhamento é de 3,50 m por norma de Segurança do Trabalho
- o volume específico dos sacos de feijão é de 1,52 m<sup>3</sup>/tonelada
- a permanência média da carga de feijão é de 18 dias/mês
- a área útil do armazém é 60% da área total

### SOLUÇÃO:

- área total (at):

$$at = 40 \text{ m} \times 150 \text{ m} = 6.000 \text{ m}^2$$

- área útil (au):

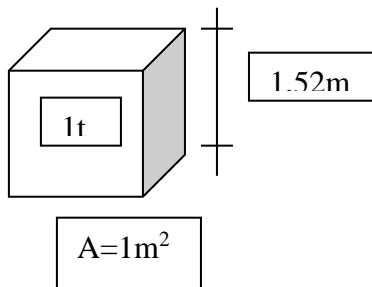
$$au = 0,60 \times 6.000 \text{ m}^2 = 3.600 \text{ m}^2$$

- capacidade estática máxima (cem):

$$cem = 3.600 \text{ m}^2 \times 4 \text{ t/m}^2 = 14.400 \text{ t}$$

- capacidade de armazenamento de feijão por metro quadrado (ca):

$$\text{volume específico} = 1,52 \text{ m}^3/\text{t}$$



Armazenando feijão a 3,5 m de altura tem-se:

Para uma área de 1 m<sup>2</sup>

$$1,52 \text{ m} \quad \text{_____} \quad 1 \text{ tonelada}$$

$$3,5 \text{ m} \quad \text{_____} \quad x \text{ (t)} \quad x(t) = 3,5\text{m} \times 1\text{t} / 1,52 \text{ m} = 2,30 \text{ t/m}^2$$

- verificando a capacidade estática de armazenamento:

$$2,30 \text{ t/m}^2 \text{ (feijão)} < 4,00 \text{ t /m}^2 \text{ (sobrecarga de projeto)} \quad \Rightarrow \text{OK! pode-se armazenar o feijão a 3,5 m de altura!}$$

- rotatividade da carga de feijão (rot):



$$\text{rot} = 30 \text{ dias} / 18 \text{ dias/mês} = 1,66 / \text{mês}$$

- capacidade dinâmica mensal (cd):

$$\text{cdm} = 2,3 \text{ t/m}^2 \times 3.600 \text{ m}^2 \times 1,66 / \text{mês} = 13.744,8 \text{ t/mês}$$

- capacidade de armazenagem anual (ca):

$$\text{ca} = 12 \text{ meses} \times 13.744,8 \text{ t/mês} = \mathbf{164.937,6 \text{ t/ano}}$$

## EXERCÍCIO DE DIMENSIONAMENTO DE VIA FÉRREA

Fatores que influenciam:

- número de vagões operando
- paralisações na jornada de trabalho
- tempo de atendimento ao comboio ferroviário
- rotatividade diária = jornada diária/tempo de atendimento
- capacidade de recebimento diária
- capacidade anual de recebimento

Seja determinar a capacidade de recebimento de uma linha férrea situada num berço de cais com 150 m de comprimento, sabendo-se que o navio descarrega com 3 porões simultaneamente a uma velocidade de 20t/terno\*hora, considerando ainda os seguintes dados:

- comprimento do vagão: 14,7 m
- capacidade de carga por vagão: 36 t/vagão
- tempo perdido com operações auxiliares: 1,0 hora
- paralisações: 30% da jornada de trabalho
- jornada diária de trabalho: 18 horas/dia
- tempo perdido com chuva e intempéries: 2 dias/mês
- o porto não opera aos domingos e durante 10 feriados nacionais

### SOLUÇÃO:

- número de vagões na linha (nvl):

$$\text{nvl} = 150 \text{ m} / 14,7 \text{ m/vagão} = 10,2 \cong 10 \text{ vagões}$$

- tempo de operação para encher os vagões (tev):

$$\text{tev} = 10 \text{ vagões} \times 36 \text{ t/vagão} / (3 \text{ porões} \times 20 \text{ t/terno*hora}) = 6 \text{ horas}$$

- tempo real devido paralisações (tr):

$$\text{tr} = 6 \text{ horas} / (1 - 0,3) = 8,57 \text{ horas}$$

- tempo de atendimento para o comboio (tac):

$$\text{tac} = 8,57 \text{ horas} + 1,0 \text{ hora} = 9,57 \text{ horas/comboio}$$



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL



- rotatividade diária (rot):

$$\text{rot} = (18 \text{ horas/dia}) / (9,57 \text{ horas/comboio}) = 1,88 \text{ comboio/dia}$$

- número de vagões operados por dia (nvd):

$$\text{nvd} = \text{nvl} \times \text{rot} \qquad \text{nvd} = 10 \times 1,88 = 18,8 \text{ vagões/dia} \cong 18 \text{ vagões/dia}$$

- capacidade de recebimento por dia (crd):

$$\text{crd} = 18 \text{ vagões} \times 36 \text{ t/vagão} = 648 \text{ t/dia}$$

- capacidade de recebimento anual (cra):

$$\text{cra} = 648 \text{ t/dia} \times 279 \text{ dias/ano} = \mathbf{180.792 \text{ t/ano}}$$