

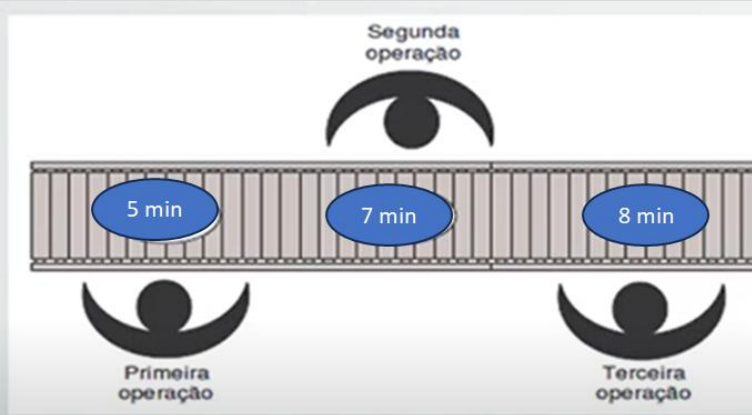


Administração da Produção

**DESCOMPLICANDO O BALANCEAMENTO DE
LINHA**

Professora Dra. Thaisa Rodrigues

Uma fábrica de brinquedos está produzindo um carrinho de plástico em larga escala. A linha de montagem é composta por três postos de trabalho. Seu objetivo é balancear a linha de montagem para aumentar a eficiência e atender à demanda de **30 carrinhos por hora**.



1. ANALISE O CENÁRIO ATUAL (APRESENTADO NO PROBLEMA) E O IDEAL (PARA ATINGIR 30 CARRINHOS/H)

- Calcule o TC real e o TC Ideal
- Calcule o Número teórico de postos de trabalho e identifique o NR.
- Calcule a Capacidade Produtiva
- Calcule a eficiência e a ociosidade de cada posto de trabalho
- Calcule a Eficiência da linha de produção e

CENÁRIO 1: Análise da situação descrita no problema e como teríamos que ser para atingir a meta de produção (demanda).

a) TC real = 8 min (operação que determina o ritmo de produção)

TC ideal? meta = 30 carrinhos / hr

1 hr = 60 min = turno / período de análise

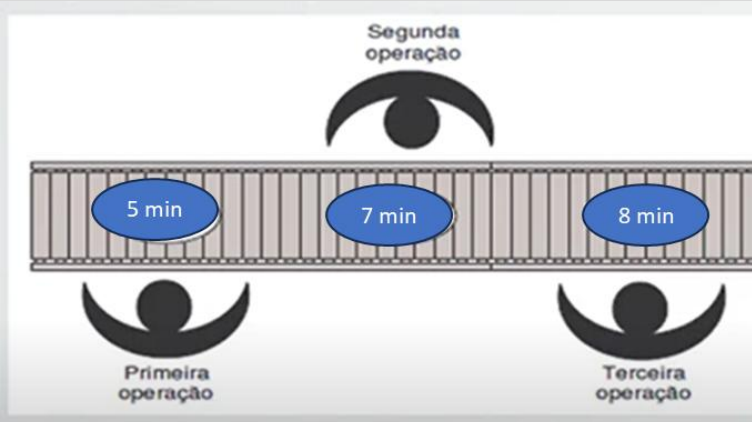
30 carrinhos = quantidade / meta de produção = demanda a ser produzida

TC IDEAL = $\frac{60 \text{ min}}{30 \text{ carrinhos}} = 2 \text{ min}$

TC IDEAL = takt time

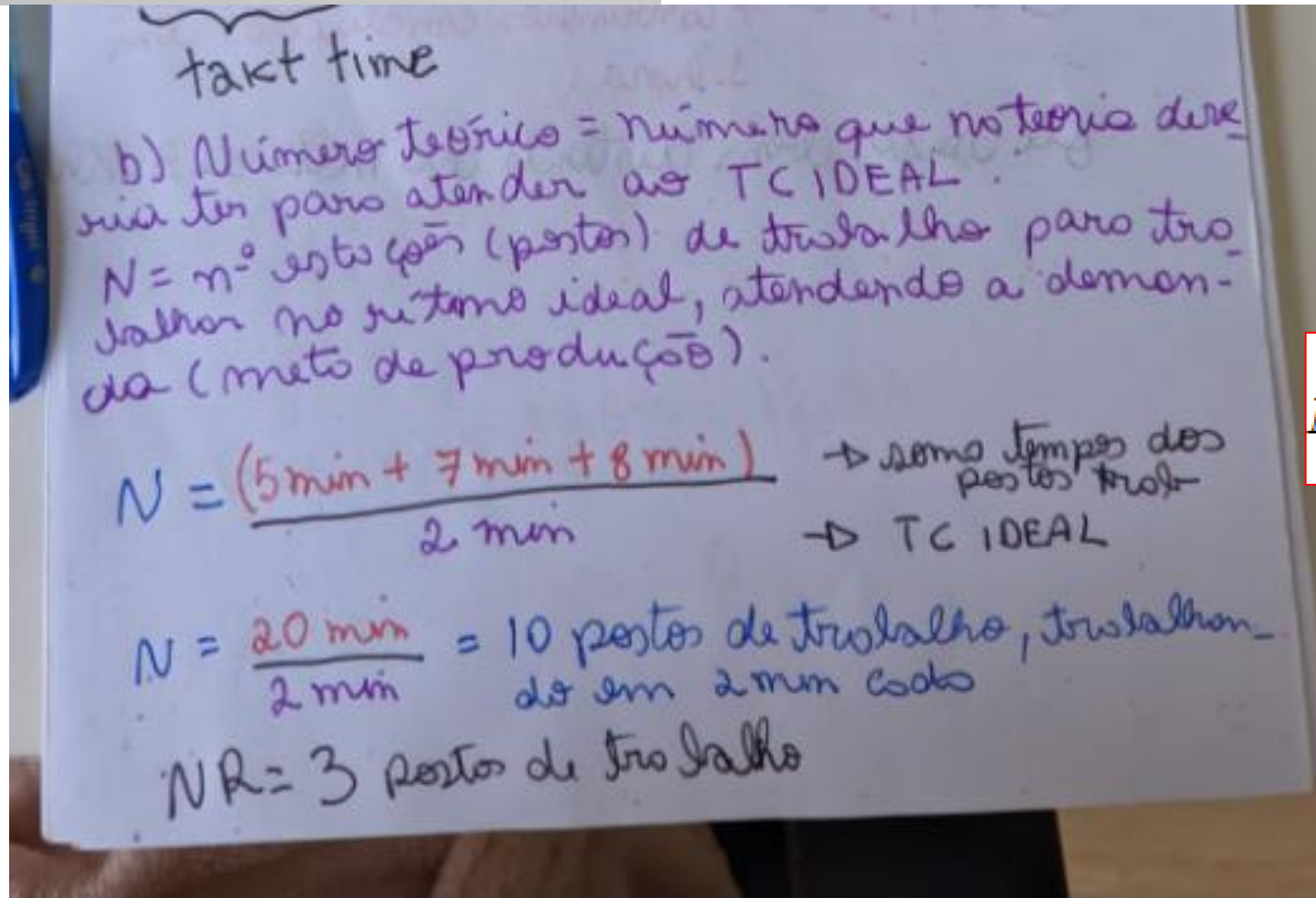
$$TC = \frac{\text{Tempo disponível por período}}{\text{Unidades a serem produzidas no mesmo período}}$$

Uma fábrica de brinquedos está produzindo um carrinho de plástico em larga escala. A linha de montagem é composta por três postos de trabalho. Seu objetivo é balancear a linha de montagem para aumentar a eficiência e atender à demanda de **30 carrinhos por hora**.



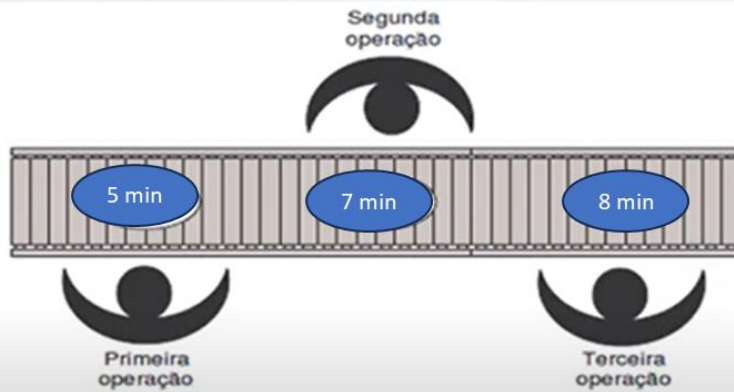
1. ANALISE O CENÁRIO ATUAL (APRESENTADO NO PROBLEMA) E O IDEAL (PARA ATINGIR 30 CARRINHOS/H)

- Calcule o TC real e o TC Ideal
- Calcule o Número teórico de postos de trabalho e identifique o NR.
- Calcule a Capacidade Produtiva
- Calcule a eficiência e a ociosidade de cada posto de trabalho
- Calcule a Eficiência da linha de produção e



$$N = \frac{\sum \text{Tempos das tarefas}}{\text{TC IDEAL}}$$

Uma fábrica de brinquedos está produzindo um carrinho de plástico em larga escala. A linha de montagem é composta por três postos de trabalho. Seu objetivo é balancear a linha de montagem para aumentar a eficiência e atender à demanda de **30 carrinhos por hora**.



1. ANALISE O CENÁRIO ATUAL (APRESENTADO NO PROBLEMA) E O IDEAL (PARA ATINGIR 30 CARRINHOS/H)

- a) Calcule o TC real e o TC Ideal
- b) Calcule o Número teórico de postos de trabalho e identifique o NR.
- c) Calcule a Capacidade Produtiva
- d) Calcule a eficiência e a ociosidade de cada posto de trabalho
- e) Calcule a Eficiência da linha de produção e

c) Capacidade Produtiva da realidade atual?

O objetivo era produzir 30 unidades por hora, porém sabemos que nesse TC é de 8 min e não 2 min (que seria a situação ideal). Logo, quantos carrinhos estamos produzindo em 1 h?

Capacidade de produção = $\frac{60 \text{ min}}{\text{TC que está analisando}}$

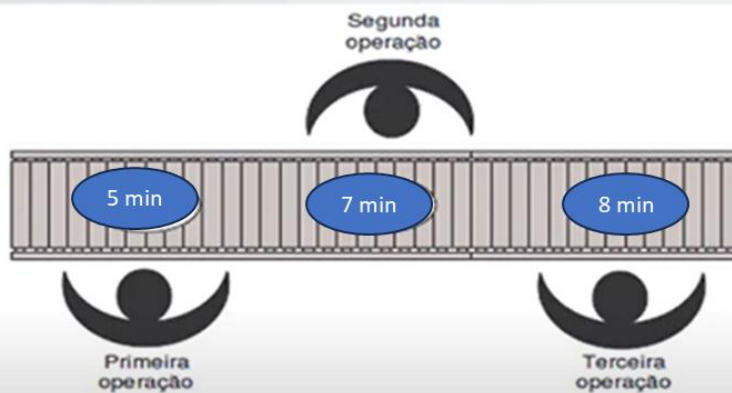
$C = \frac{60 \text{ min}}{8 \text{ min}}$

$C = 7,5 = 7 \text{ carrinhos concluídos em 1 hora.}$

ou seja, bem distante do meta de 30/h

$$\text{Capacidade} = \frac{\text{Tempo disponível por turno}}{\text{Tempo de ciclo (TC)}}$$

Uma fábrica de brinquedos está produzindo um carrinho de plástico em larga escala. A linha de montagem é composta por três postos de trabalho. Seu objetivo é balancear a linha de montagem para aumentar a eficiência e atender à demanda de **30 carrinhos por hora**.



1. ANALISE O CENÁRIO ATUAL (APRESENTADO NO PROBLEMA) E O IDEAL (PARA ATINGIR 30 CARRINHOS/H)

- Calcule o TC real e o TC Ideal
- Calcule o Número teórico de postos de trabalho e identifique o NR.
- Calcule a Capacidade Produtiva
- Calcule a eficiência e a ociosidade de cada posto de trabalho
- Calcule a Eficiência da linha de produção e

d) Eficiência e ociosidade de cada posto (estação) de trabalho.

Eficiência = uso de recursos, neste caso a utilização do recurso humano, quanto tempo as pessoas daquele posto de trabalho estão trabalhando.
 → tempo do tarefa daquele posto

$$E_1 = \frac{5 \text{ min}}{1 \times 8 \text{ min}} \times 100\% = 62,5\%$$

posto de trabalho 1
 TC da realidade (situação atual)

$$E_2 = \frac{7}{8} \times 100\% = 87,5\%$$

percentual de tempo que ficou trabalhando

$$E_3 = \frac{8}{8} \times 100\% = 100\%$$

$$E = \frac{\sum \text{Tempos das tarefas}}{(\text{N}^\circ \text{ de estações} \times TC)} \times 100$$

$$O = 100\% - E$$

$$O_{\text{ociosidade}} = 100\% - E$$

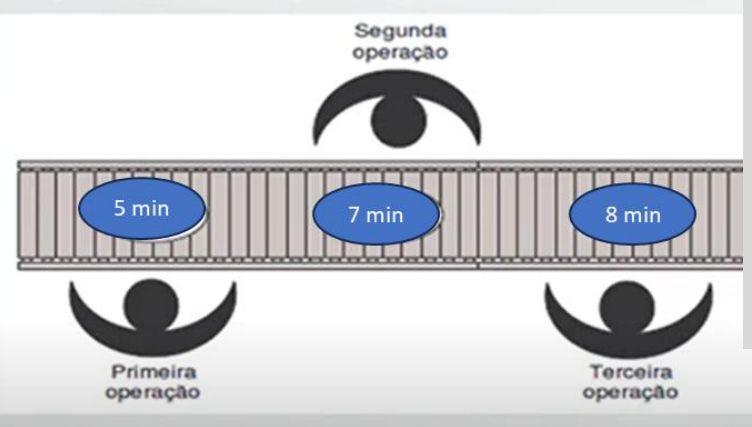
$$O_1 = 100\% - 62,5\% = 37,5\%$$

posto 1

$$O_2 = 100\% - 87,5\% = 12,5\%$$

$$O_3 = 100\% - 100\% = 0$$

Uma fábrica de brinquedos está produzindo um carrinho de plástico em larga escala. A linha de montagem é composta por três postos de trabalho. Seu objetivo é balancear a linha de montagem para aumentar a eficiência e atender à demanda de **30 carrinhos por hora**.



1. ANALISE O CENÁRIO ATUAL (APRESENTADO NO PROBLEMA) E O IDEAL (PARA ATINGIR 30 CARRINHOS/H)

- a) Calcule o TC real e o TC Ideal
- b) Calcule o Número teórico de postos de trabalho e identifique o NR.
- c) Calcule a Capacidade Produtiva
- d) Calcule a eficiência e a ociosidade de cada posto de trabalho
- e) Calcule a Eficiência da linha de produção e

e) Eficiência da linha de produção descrita no problema

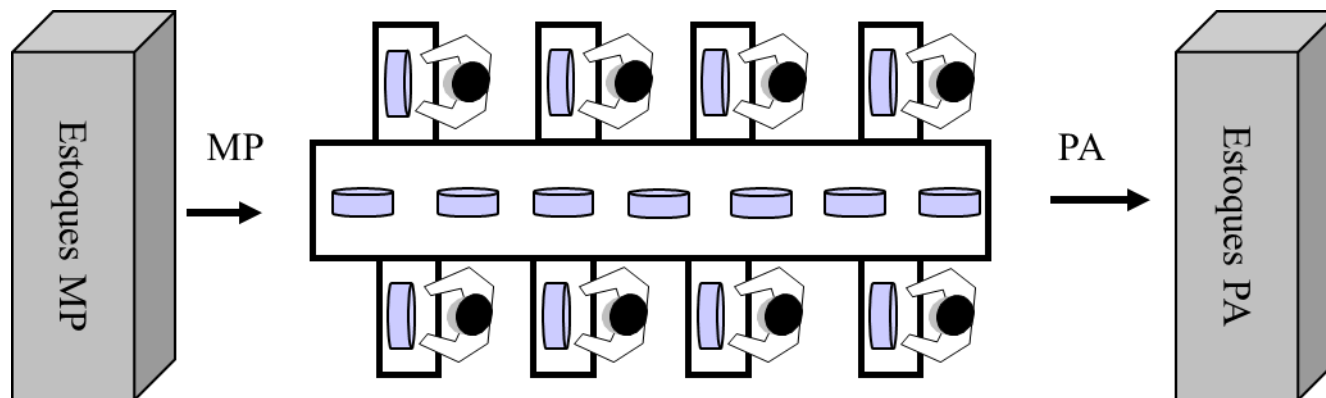
$$E = \frac{\text{soma dos tempos dos postos de trabalho}}{\left(\begin{matrix} \text{número real} \\ \text{dos postos de} \\ \text{trabalho} \end{matrix} \times \text{TC real} \right)} \times 100\%$$
$$E = \frac{(5 \text{ min} + 7 \text{ min} + 8 \text{ min}) \times 100\%}{(3 \times 8 \text{ min})}$$
$$E = \frac{20 \times 100\%}{24} = 83,33\%$$

significa que atualmente a linha de produção trabalha em 83,3% do tempo

$$E = \frac{\sum \text{Tempos das tarefas}}{(\text{N}^\circ \text{ de estações} \times TC)} \times 100$$

Balanceamento de Linha de Produção

O **balanceamento de linha** é a técnica de **distribuir uniformemente as tarefas entre os postos de trabalho** de uma linha de produção, de modo que **todos os operadores ou máquinas trabalhem com tempos semelhantes**, minimizando o tempo ocioso e os gargalos.



Definições sobre Balanceamento de Linha de Produção

1. **Tempo de ciclo (TC)** É o tempo / intervalo entre uma unidade sair e a próxima, o ritmo de produção. Se a linha está desbalanceada, o TC é igual ao maior tempo do posto de trabalho, ou seja, igual ao gargalo.
2. **TC real = TC atual = TC definido pela situação descrita na atividade, no desenho**
3. **Takt time: TC ideal para atender a demanda (meta de produção em um determinado tempo / turno)**

Ex. Precisamos produzir 30 peças por hora. Para atender esta questão, qual o tempo de ciclo?

$$TC = \frac{\text{Tempo disponível por período}}{\text{Unidades a serem produzidas no mesmo período}}$$

$$TC = 60\text{min}/30 = 2\text{min} = \text{takt time}$$

Tempo disponível por período = tempo do turno que está analisando, neste caso seria 1 hora, pois quer saber qual seria o ritmo de produção (TC ideal) para produzir 30 peças (demanda) em 1 hora.

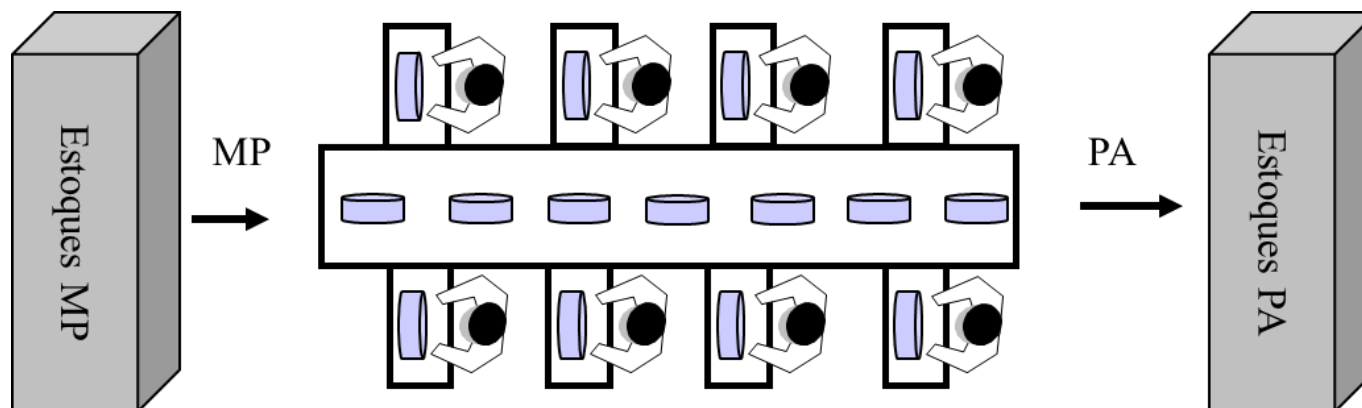
Definições:

Balanceamento de Linha de Produção

3. Tempo de Tarefa (T_i) - É o tempo necessário para executar uma atividade ou operação em um posto de trabalho.

Obs.: Posto de trabalho = Estação de Trabalho. Em um posto de trabalho é realizado uma tarefa, esta tarefa pode ser composta de uma ou mais operações.

4. Lead time produtivo – Soma de todos tempo de tarefa = tempo total de produção = duração de produção.



Definições:

Balanceamento de Linha de Produção

5. Número Teórico de Estações (N): Número mínimo que na teoria teria que existir, de postos de trabalho necessários para atender um TC ideal (takt time) para atingir uma determinada meta de demanda (meta de produção em um determinado intervalo de tempo).

A soma dos tempos das tarefas é a soma dos tempos de todas estações de trabalho / postos de trabalho = **Lead time produtivo** – Soma de todos os tempos de tarefa = tempo total de produção = duração de produção.

$$N = \frac{\sum \text{Tempos das tarefas}}{TC \text{ IDEAL}}$$

Definições:

Balanceamento de Linha de Produção

6. Eficiência da Linha (E) Mede o quanto a linha está balanceada, ou seja, o quanto os postos de trabalho ou estações de trabalho estão efetivamente trabalhando e não ociosos:

$$E = \frac{\sum \text{Tempos das tarefas}}{(\text{N}^\circ \text{ de estações} \times TC)} \times 100$$

Somatório dos tempos das tarefas = soma dos tempos de cada estação (posto) de trabalho = lead time produtivo = duração da produção.

Número de estações = número de postos de trabalho que estamos analisando na situação atual

TC = tempo de ciclo da situação atual / real que estamos avaliando

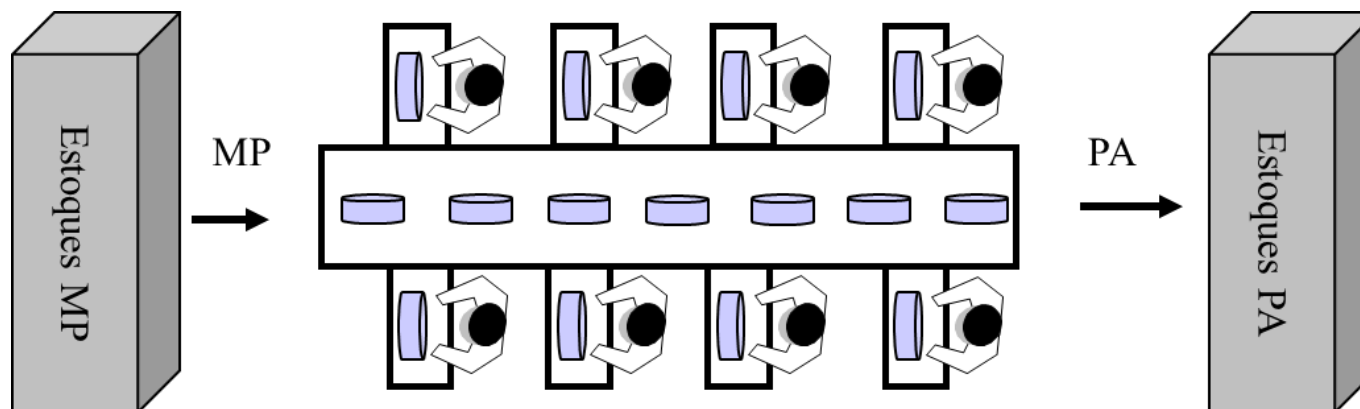
Podemos adaptar esta fórmula para analisar cada posto de trabalho, deste caso, o somatório dos tempos de tarefa seria igual ao tempo para realização da tarefa daquele posto de trabalho que estamos analisando e o número de estações de trabalho (posto de trabalho) seria 1.

Balanceamento de Linha de Produção

7. Ociosidade: tempo que um posto de trabalho fica parado aguardando o trabalho de outro posto para continuar.

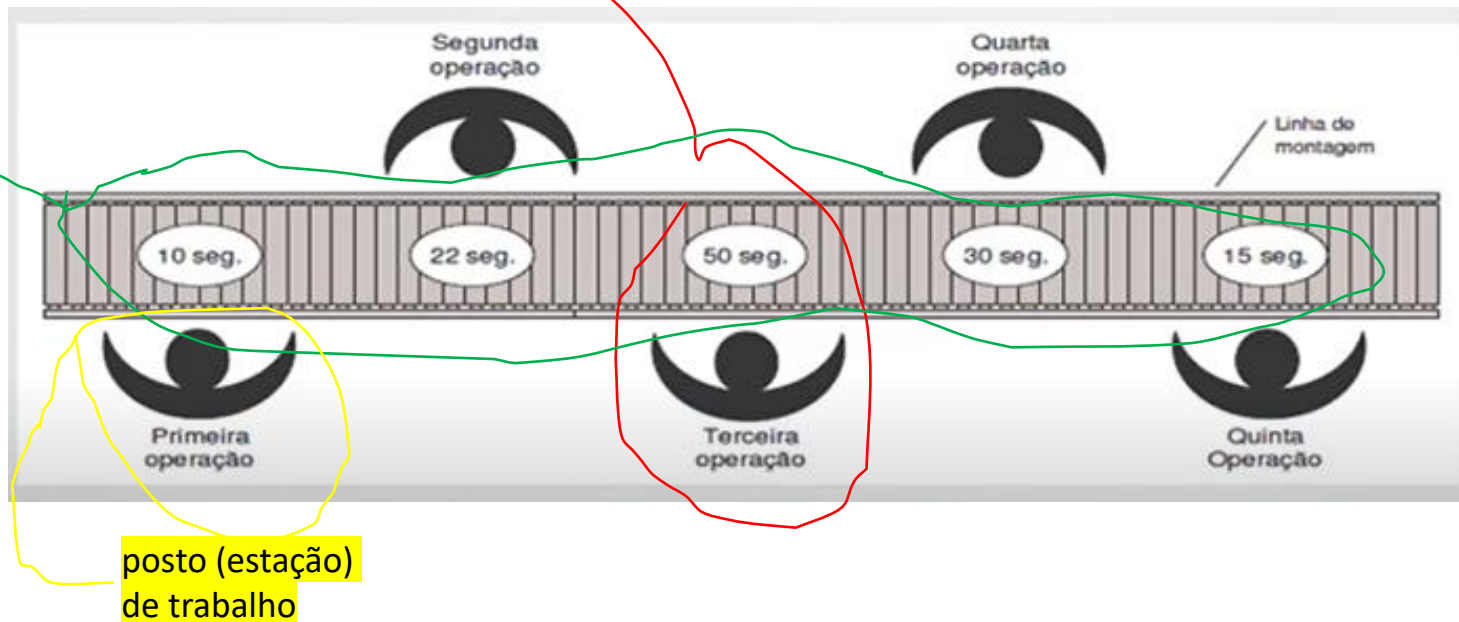
Ociosidade é igual ao percentual de tempo que aquela estação (posto) de trabalho ficou parada.

$$O = 100\% - E$$



Exemplo abaixo

- TC = tempo necessário para execução da tarefa individual mais demorada “gargalo” = 50 s
- Lead time produtivo (duração da produção) = soma dos tempos de todas tarefas = $10 + 22 + 50 + 30 + 15 = 127$ segundos



Conceitos e Definições

- **Gargalo:** terceira operação: 50 segundos, a esteira deve seguir este ritmo, logo TC atual / real é 50 segundos. Qual a capacidade produtiva?

$$\text{Capacidade} = \frac{\text{Tempo disponível por turno}}{\text{Tempo de ciclo (TC)}}$$

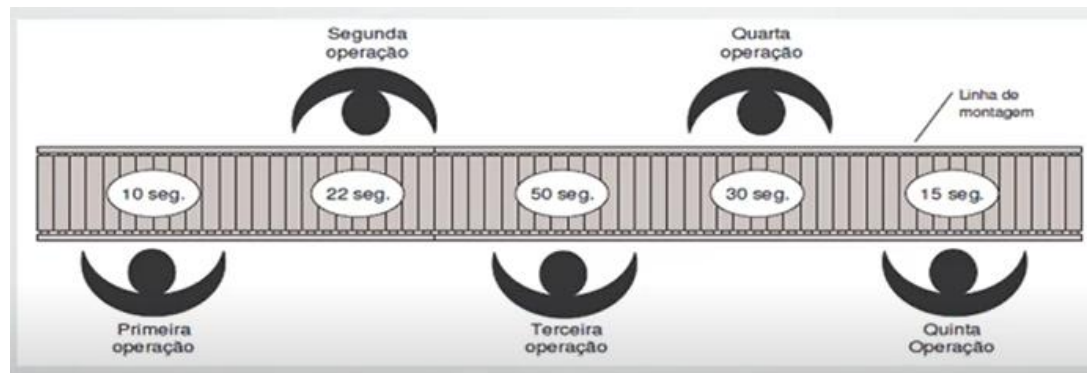
Tempo disponível em 1 h = 60min x 60 s = 3.600 s

TC = gargalo = 50 s

Capacidade produtiva = 3.600/50

Capacidade = 72 peças por hora

- Capacidade produtiva = número de peças produzidas em um determinado período (turno) de tempo
- Tempo disponível por “turno”. O turno seria o tempo que eu quero correlacionar com a demanda que consigo produzir, ex produção de 30 peças por hora, o turno seria 1 hora ou 60 min ou 3.600 segundos
- TC = TC que eu estou analisando, na realidade do problema ou em um possível cenário futuro que eu resolvi propor



- Ainda, se o terceiro posto leva 50 segundos, quer dizer que o primeiro posto fica 40 segundos **ocioso**. Ou seja, 80% do seu tempo ele não faz nada. Logo, podemos concluir que a linha de montagem está desbalanceada.

Explicando melhor:

$$TC = \frac{\text{Tempo disponível por período}}{\text{Unidades a serem produzidas no mesmo período}}$$

$$TC = \frac{\text{capacidade disponível}}{\text{capacidade de produção}}$$

Conceito	Significado
Tempo de Ciclo (TC)	Intervalo entre saídas consecutivas de produtos
Takt Time	Tempo de ciclo ideal com base na demanda
Tempo do Gargalo	Tempo da tarefa mais demorada (limita a cadência real da linha) = TC "Real"
Tempo Total de Produção = lead time produtivo	Soma de todos os tempos das etapas até o produto final
Número de Estações teórico (N)	número de postos de trabalho ideal para atender a demanda
Número real de estações (NR)	Número de postos de trabalho possível / real
Capacidade Produtiva	Tempo total de produção dividido pelo TC
Eficiência da Linha (E)	Mede o quanto a linha está balanceada
Ociosidade	

$$N = \frac{\sum \text{Tempos das tarefas}}{TC}$$

$$\text{Capacidade} = \frac{\text{Tempo disponível por turno}}{\text{Tempo de ciclo (TC)}}$$

$$E = \frac{\sum \text{Tempos das tarefas}}{(\text{N}^\circ \text{ de estações} \times TC)} \times 100$$

$$O = 100\% - E$$

$$E = \frac{N}{NR}$$