

Estudo de Tempos & Métodos: Cronometragem

Depto. de Engenharia de Produção

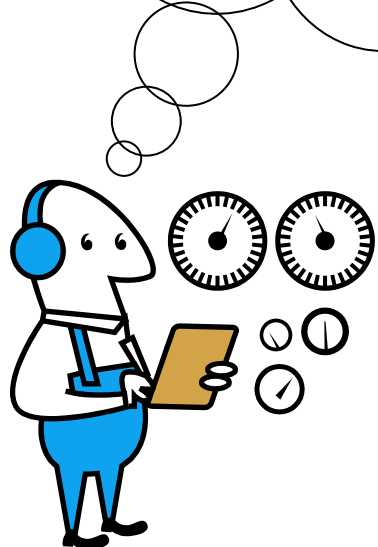
Escola Politécnica da USP

Prof. Dr. Dario Ikuo Miyake

2023

Dados para o planejamento e controle das operações de produção

- Qual o custo unitário de produção?
- Quanto tempo vai demorar para terminar estes lotes?
- Estes pedidos vão ser entregues no prazo? ...



Definição de ET&M

Estudo de Tempos e Métodos (ET&M) é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com os seguintes objetivos:

- Desenvolver o método mais adequado que, em geral, é aquele de menor custo
- Padronizar este método
- Determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada para executar uma determinada tarefa ou operação, trabalhando em um ritmo normal
- Orientar o treinamento no método especificado

Estudo do Trabalho

Estudo de Tempos e Métodos

Projeto de Métodos

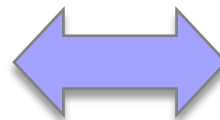
Encontrar o **método-padrão** para se executar uma tarefa



Estudo de Tempos ou

Medida do Trabalho

Determinar o **tempo-padrão** para executá-lo



Estudo de Métodos ou Projeto de Métodos

1. Selecionar o trabalho a ser estudado
2. Registrar o trabalho (método atual) a ser estudado
 - propósito de cada elemento, local em que cada elemento é feito, sequência em que cada elemento é feito
 - pessoa que executa o elemento
 - meios usados na execução de cada elemento
3. Examinar os fatos registrados criticamente
4. Desenvolver um novo método mais prático, econômico e efetivo
 - eliminar elementos desnecessários do método
 - combinar a execução dos elementos necessários do método
 - mudar a sequência dos elementos para melhorar a eficiência do trabalho
 - simplificar os elementos para reduzir o conteúdo do trabalho
5. Instalar o novo método
6. Manter o método através da verificação periódica dele em uso

Projeto de Métodos

Princípios de Economia de Movimentos

Usando o corpo humano da forma que melhor funciona	<ol style="list-style-type: none"> 1. O trabalho deveria ser arranjado de modo que um ritmo natural possa tornar-se automático. 2. Considere a simetria do corpo, por exemplo, os movimentos dos braços deveriam ser: <ul style="list-style-type: none"> – simultâneos; e – opostos e simétricos. 3. As capacidades totais do corpo humano deveriam ser empregadas. Por exemplo: <ul style="list-style-type: none"> – nenhuma das mãos deveria ficar ociosa; – o trabalho deveria ser distribuído para as partes conforme suas habilidades; – os “limites” seguros do corpo deveriam ser observados. 4. Os braços e as mãos, como pesos, estão sujeitos às leis da física e a energia deveria ser conservada. Por exemplo: <ul style="list-style-type: none"> – o conjunto de movimentos deveria trabalhar a favor do corpo e não contra ele; – o arco uniforme e contínuo do movimento de balística seria o mais eficiente; – a distância de movimentos deveria ser minimizada. 5. As tarefas deveriam ser simplificadas. Por exemplo: <ul style="list-style-type: none"> – os contatos visuais deveriam ser poucos e agrupados; – ações desnecessárias, demoras e tempos ociosos deveriam ser eliminados; – o grau de precisão e controle requeridos deveria ser minimizado; – o número de movimentos individuais deveria ser minimizado juntamente com os conjuntos de músculos envolvidos.
Arranjando o local de trabalho para ajudar o desempenho	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deveria haver um lugar definido para todas as ferramentas e materiais. 2. Ferramentas, materiais e controles deveriam ser colocados perto do ponto de uso. 3. Ferramentas, materiais e controles deveriam ser colocados para permitir a melhor seqüência e curva de movimentos. 4. O local de trabalho deveria adequar-se tanto às tarefas como às capacidades humanas.
Usando artefatos mecânicos para reduzir o esforço humano	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apoios e travas deveriam segurar o trabalho precisamente onde necessário. 2. Guias deveriam ajudar o posicionamento do trabalho sem demandar concentração do operador. 3. Os controles e os artefatos operados com os pés poderiam liberar as mãos do trabalho. 4. Artefatos mecânicos poderiam multiplicar as habilidades humanas. 5. Os sistemas mecânicos deveriam ser adequados ao uso humano.

Fonte: Adaptada de BARNES, Frank, C. (1938) PRINCIPLES OF MOTION ECONOMY, 1983. Atlanta. *Proceedings of the Southern Management Association Annual Meeting*. Atlanta, 1983, p. 298.

Tempo Normal x Tempo Padrão

- O **Tempo Normal (TN)** é a duração do tempo necessário para um trabalhador qualificado executar uma tarefa padronizada em um ritmo (desempenho) normal sem ocorrência de demoras nem interrupções. Este tempo não leva em conta os intervalos não-produtivos.
- O **Tempo Padrão (TP)** é o **Tempo Normal** acrescido de tolerâncias (tempos adicionais) destinadas à cobertura de:
 - paradas por **necessidade pessoal** (ex. tomar água, ir ao banheiro),
 - intervalos para descanso (recuperação da **fadiga**), e
 - paradas ou esperas causadas por eventos **fora do controle do operador** (ex. atender o supervisor/chefe; demoras por falha de máquina, falta de energia, atraso no suprimento de insumos, bloqueio do fluxo de saída da máquina).

Determinação do Tempo Normal (TN)

1. Determinação do **Tempo Observado** (TO)

- ▶ Após eliminação de dados estranhos (que não refletem condição normal de produção), calcular a média aritmética da amostra de tempos cronometrados
- ▶ Média Aritmética = **Tempo Observado** = TO

Determinação do Tempo Normal (TN)

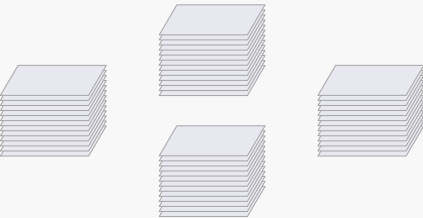

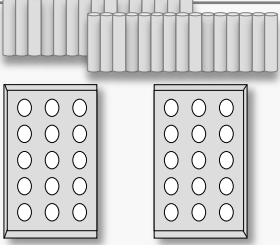
2. Avaliação do Ritmo do operador (*FR*)

- ▶ Avaliação pessoal do cronoanalista, considerando:
 - Ponderação de fatores que caracterizam como a tarefa observada foi executada:
 - Habilidade do operador
 - Esforço despendido
 - Condições de trabalho
 - Consistência (sub/super avaliação)
 - Comparação com médias históricas
 - Comparação com valores de referência

Determinação do Tempo Normal (TN)

2. Avaliação do Ritmo do operador (*FR*)

- ▶ Valores de referência para execução de tarefas em **ritmo normal**. Exemplos:

Tarefa	Ilustração	Ritmo normal (100%)
Tempo para repartir um jogo de baralho de 52 cartas em 4 pilhas iguais no ritmo normal		0,5 min = 30 s
Andar 4827 metros		1 hora = 60 min isso equivale a 80,5 m/min ou 1,3 m/s
Inserir 30 pinos de madeira em placas perfuradas		0,41 min = 25 s

Determinação do Tempo Normal (TN)

2. Avaliação do Ritmo do operador (FR)

- ▶ Avaliação pessoal do cronoanalista, considerando que:

$FR > 100\%$ se o ritmo observado for acima do normal

$FR = 100\%$ se o ritmo observado for normal

$FR < 100\%$ se o ritmo observado for abaixo do normal

assim, se o analista perceber que o TO não resultou da execução do trabalho num ritmo “normal”, então o FR por ele avaliado é considerado na estimação do TN que indica o tempo a ser atingido executando o mesmo trabalho num ritmo normal

Determinação do Tempo Normal (TN)

3. Determinação do **Tempo Normal** (*TN*)

- ▶ *TN* = Tempo Observado x Fator de Ritmo

$$TN = TO \times FR$$

Também chamado de Avaliação de Ritmo ou simplesmente Ritmo

Determinação do Tempo Padrão (TP)

Para a execução de uma tarefa padronizada, é preciso prever um tempo maior que o TN devido à necessidade de considerar necessidades pessoais e fadiga do operador, além da ocorrência de interrupções no processo por eventos fora do controle.

$$\text{Tempo Padrão} = \text{Tempo Normal} + \text{Tolerância de tempo} = \text{Tempo Normal} \times \text{Fator de Tolerância} \rightarrow \text{TP} = \text{TN} \times \text{FT} > \text{TN}$$

O Fator de Tolerância (FT) é comumente definido em função de percentagens de tempo (TOL%) adicionais a serem concedidas para acomodar demoras/interrupções motivadas por:



1. Necessidades pessoais

- Geralmente em torno de 5% (corresponde a 24 minutos num turno de 8 horas ou 480 minutos)



2. Fadiga

- Geralmente em torno de 5% [consultar Fig. 234 do livro de Barnes (1977)]



3. Esperas fora de controle

- Estimativa com base nas condições de cada situação de trabalho/ processo

Determinação do Tempo Padrão (TP)

- Tempo Padrão = Tempo Normal x Fator de Tolerância
- $TP = TN \times FT$

Se as tolerâncias forem definidas como uma porcentagem do tempo total, então:

$$TP = TN \cdot \frac{100}{100 - TOL\%}$$

Sendo o fator de tolerâncias (FT) dado por:

$$FT = \frac{100}{100 - TOL\%}$$

Se as tolerâncias forem definidas como uma porcentagem do tempo de trabalho, então:

$$TP = TN \cdot \left(1 + \frac{TOL\%}{100} \right)$$

Sendo o fator de tolerâncias (FT) dado por:

$$FT = 1 + \frac{TOL\%}{100}$$



Definição básica assumida neste curso

Determinação do Tempo Padrão (TP)

- Exemplo: cálculo do Tempo Padrão para uma tarefa cujo Tempo Normal é de 60 segundos, considerando:

a) tolerância de 20% do tempo total de trabalho

$$FT = \frac{100}{100 - \text{TOL}\%}$$

$$FT = \frac{100}{100 - 20} = \frac{1}{0,8} = 1,25$$

$$TP = 60 \times 1,25 = 75 \text{ segundos}$$

b) tolerância de 20% do tempo de trabalho (efetivo)

$$FT = 1 + \frac{\text{TOL}\%}{100}$$

$$FT = 1 + \frac{20}{100} = 1 + 0,2 = 1,2$$

$$TP = 60 \times 1,2 = 72 \text{ segundos}$$

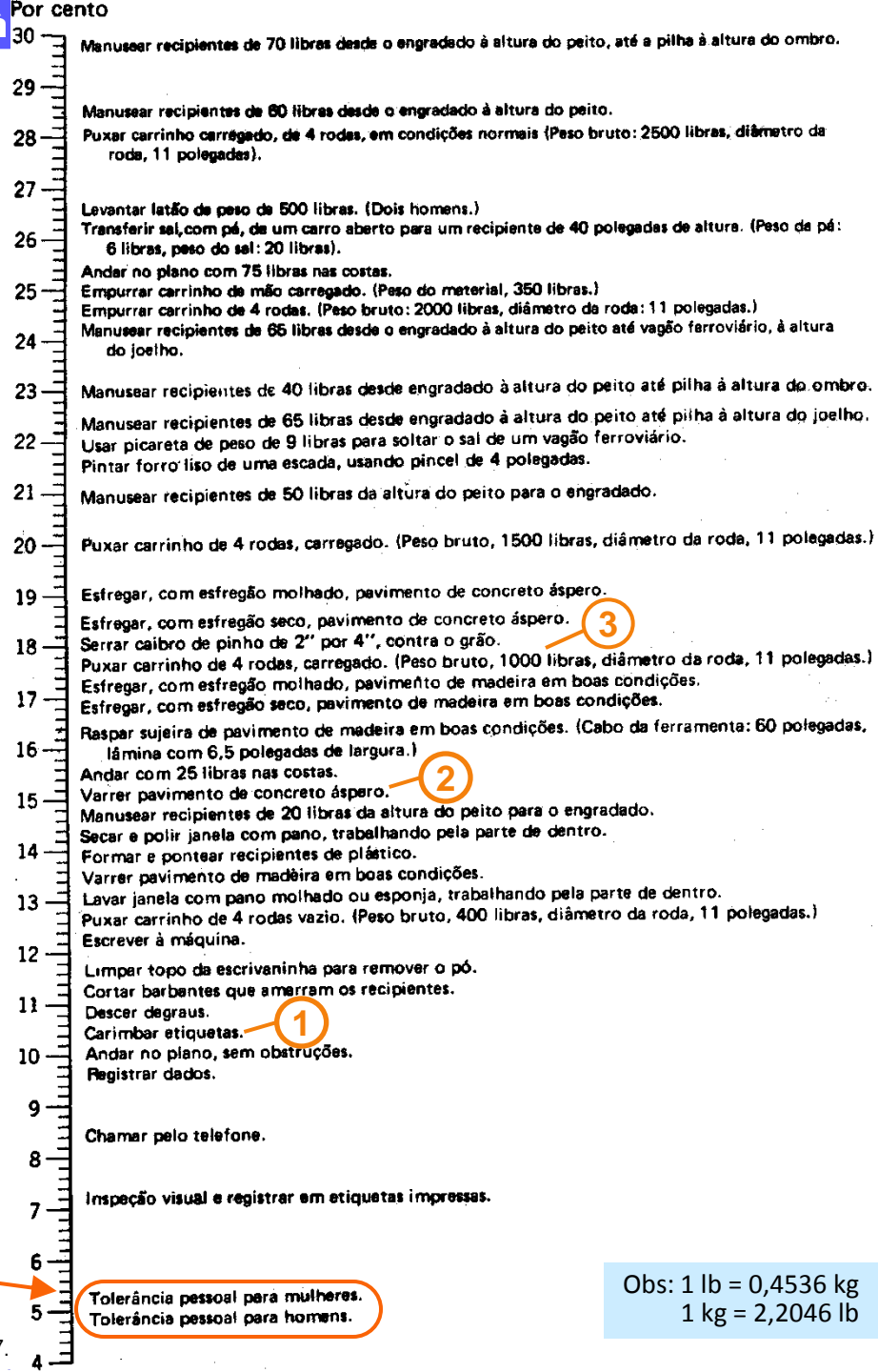


Critério principal considerado nesta disciplina

Para fins de planejamento da produção, deve-se ter o cuidado de distinguir claramente qual é a base considerada pelo termo TOL% pois no caso a) teríamos uma taxa de produção de $3600/75=48$ ciclos/hora já considerando o caso b) teríamos $3600/72=50$ ciclos/hora, ou seja, uma discrepância de cerca de 4% no resultado da produção.

Tolerância para fadiga

- Percentagem de tolerância devido à fadiga deve ser definida em função do esforço físico e mental e das condições do local de trabalho (ex. calor, umidade, poeira): quanto mais fatigante for o trabalho, maior deve ser a % a ser concedida.
- O exemplo da figura ao lado fornece a % de tolerâncias pessoais e para fadiga consideradas para tarefas realizadas num armazém.
 - 1) carimbar etiquetas: 10,5%
 - 2) varrer pavimento de concreto áspero: 15%
 - 3) puxar carrinho de 4 rodas com carga de 1000 lb (453,6 kg): 17,5%
- Estas percentagens já incluem cerca de 5% para tolerância pessoal.

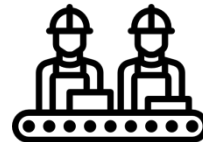


Obs: 1 lb = 0,4536 kg
1 kg = 2,2046 lb

Métodos de Medida do Trabalho

Técnicas de medição direta do trabalho:

▶ Cronometragem

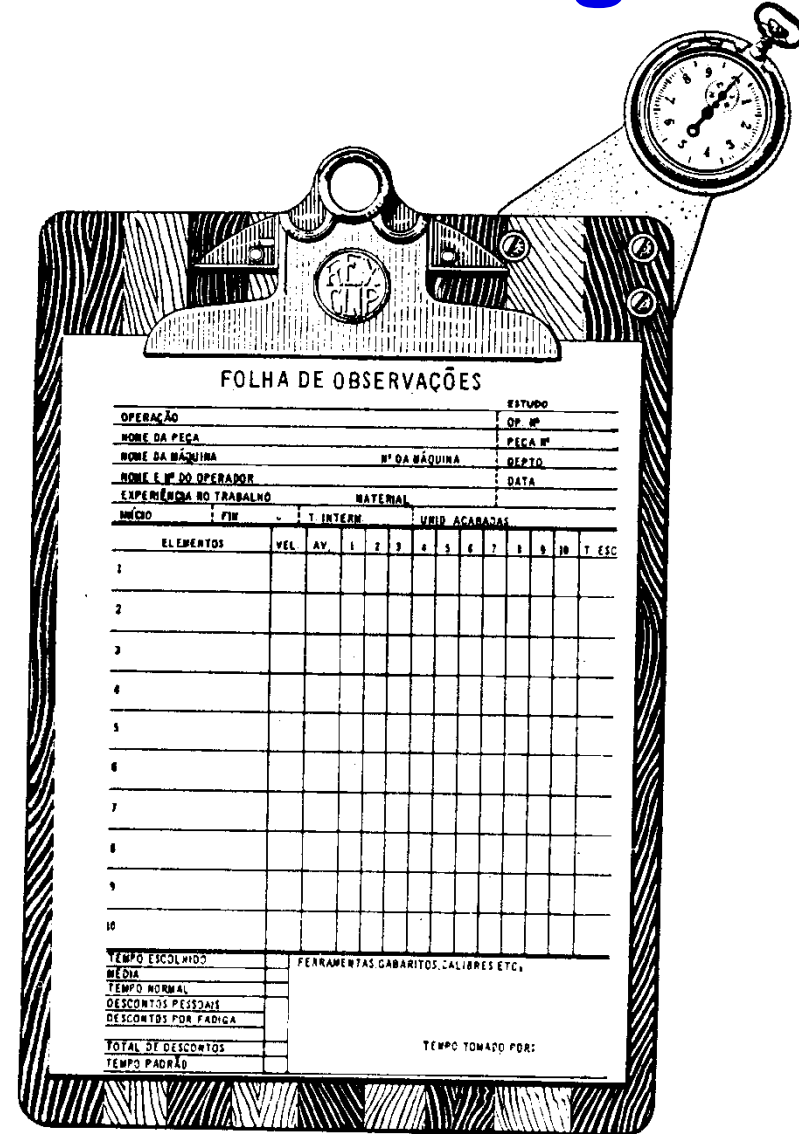


▶ Amostragem do Trabalho



Estudo de Tempos: Cronometragem

- Técnica de medida observando-se *in loco* (ou através de vídeos) o método no local de trabalho
 - ▶ Exige preparação prévia
 - ▶ Requer:
 - Cronômetro
 - Folha de observações
 - Prancheta



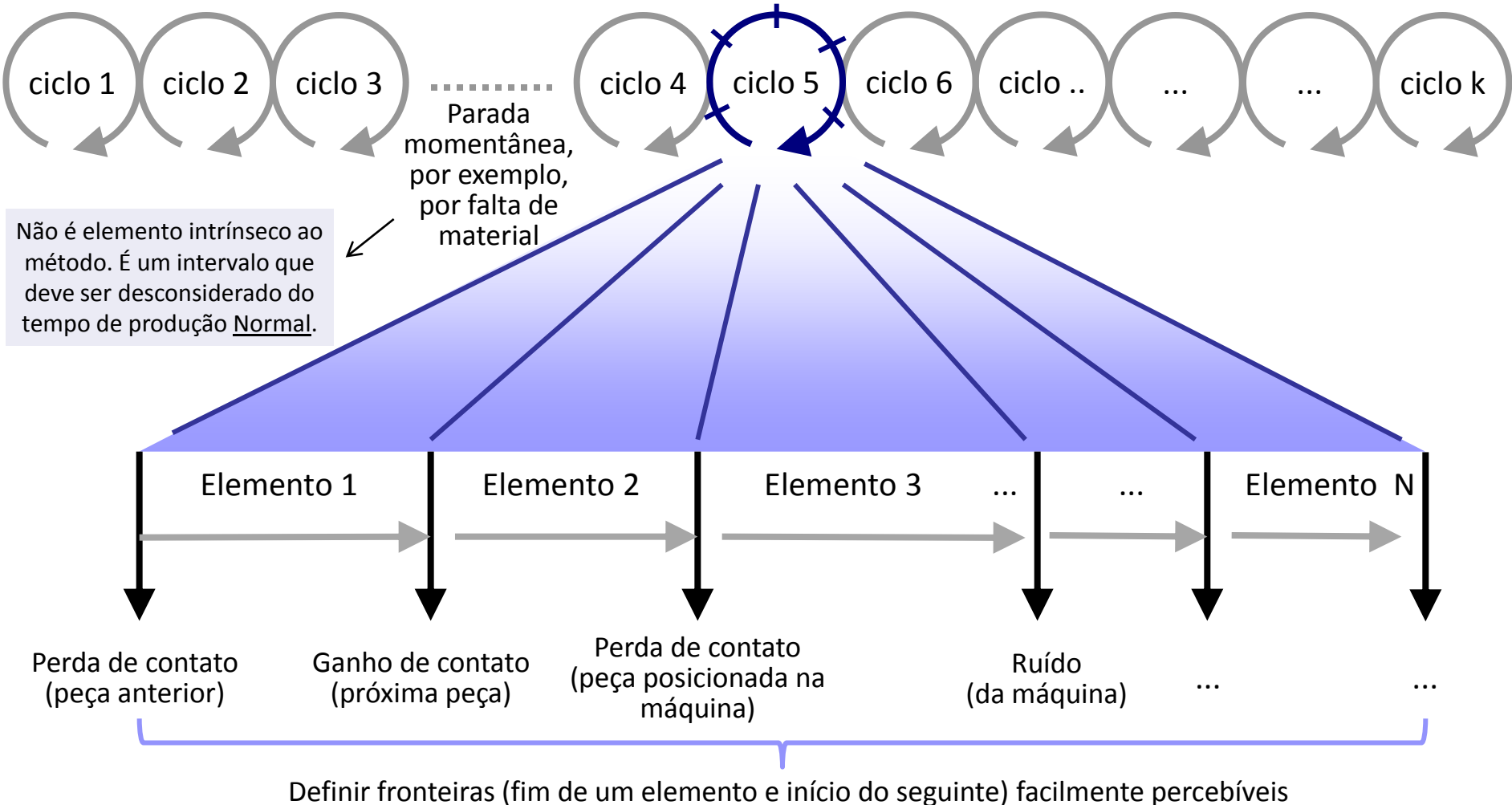
Fonte: Fig. 214 de Ralph Barnes “Estudo de movimentos e de tempos”, Edgard Blücher, São Paulo, 6ª ed., 1977.

Recomendações para Cronometragem

- Verificar se a operação a ser medida é repetitiva
- Entrar em contato com os envolvidos
 - ▶ Gerente/supervisor do setor onde a medição será feita
 - ▶ Grupo(s)/funcionário(s) a ser(em) observado(s)
- Obter informações sobre a operação e o operador envolvido
 - ▶ Experiência na função
 - ▶ Idade
- Definir claramente o início e o fim de um ciclo da operação a ser cronometrada

Recomendações para Cronometragem

Divisão do ciclo da operação a ser analisada em elementos



Recomendações para Cronometragem

Considerar que o ciclo a ser medido é composto por uma sequência de elementos de movimentos

- Na identificação e delimitação dos elementos que compõem uma tarefa, distinguir:

Repetido em todos os ciclos durante a execução da tarefa

▷ Elemento **regular** x Elemento menos frequente

Ex: colocar peças na caixa X fechar/lacrar a caixa

▷ Trabalho humano x Processo da máquina

Ex: operador alimenta máquina X máquina conforma o material

▷ Elemento intrínseco x Elemento extrínseco

Ex: separar cartas num setor de triagem X parar para atender o chefe

▷ Elemento planejado x Incidente

Ex: realizar um movimento padronizado X queda de ferramenta

Recomendações para Cronometragem

- Coleta e registro de dados
 - ▷ Uso de cronômetro/coletor de dados
 - ▷ Técnicas de leitura
 - Repetitiva: Disparar o cronômetro no início de um ciclo e parar o cronômetro ao final deste para ler e registrar o tempo do ciclo medido. Repetir este procedimento o número de vezes necessário.
 - Contínua: Disparar o cronometro e medir vários ciclos sucessivos continuamente, registrando o instante em que ocorreu a passagem de um ciclo (ou de um elemento) ao ciclo (ou elemento) imediatamente seguinte.*
- Determinação do número de ciclos a serem cronometrados (tamanho da amostra)
- Identificar e eliminar elementos extrínsecos
 - ▷ Ex: falha na operação; paradas por atraso de etapas anteriores, bloqueio da etapa seguinte ou indisponibilidade de algum recurso

*Obs: A técnica de leitura contínua requer a realização de uma cronometragem mais curta que a técnica repetitiva

Estudo de Tempos por Cronometragem: Unidades de medida e instrumentos

- 1 minuto = 60 segundos
 - ▷ Na figura ao lado, se o ponteiro principal estivesse na 3ª volta, o tempo a ser lido seria:
 $2 \times 60 \text{ s} + 10 \text{ s} = 120 \text{ s} + 10 \text{ s} = 130 \text{ s}$

- 1 minuto = 100 centésimos de minuto (cmin)
 - ▷ 1 cmin = 0,01 minuto
 - ▷ Na figura ao lado, se o ponteiro principal estivesse na 3ª volta, o tempo a ser lido seria:
 $2 \times 100 \text{ cmin} + 18 \text{ cmin} = 2 \times 100 \text{ cmin} + 18 \text{ cmin}$
 $= 218 \text{ cmin} = 2,18 \text{ min}$



Estudo de Tempos por Cronometragem: Unidades de medida e instrumentos

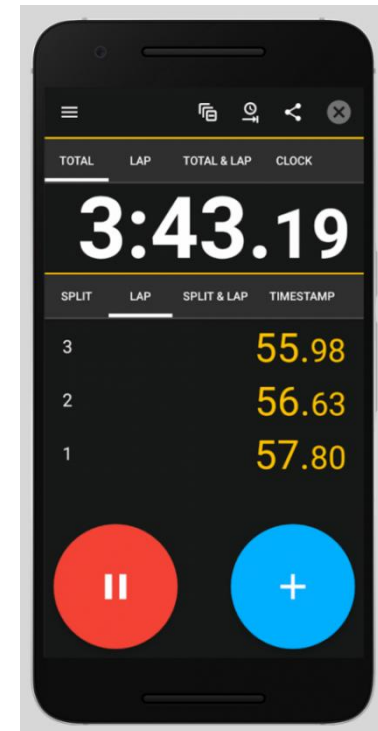
■ Cronômetro digital

- Com botão Lap/Split (Volta/Parcial) para marcação de tempos



■ Cronômetro em App de celular

- Ex. Chronus Stopwatch (Google Play)



Coleta de dados por cronometragem com leitura contínua de dados



i	elemento i		ciclos										total	TO _i			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	levantar peça e colocá-la no gabarito	T															
		L	0,12	1,29	2,39	3,54	4,66	5,77	6,92	8,01	9,14	10,32					
2	apertar parafuso de fixação	T															
		L	0,25	1,41	2,51	3,68	4,77	5,89	7,04	8,14	9,26	10,43					
3	aproximar manualmente a broca	T															
		L	0,30	1,45	2,55	3,72	4,82	5,93	7,08	8,18	9,29	10,47					
4	abrir furo de 1/4"	T															
		L	0,87	1,99	3,11	4,23	5,36	6,51	7,60	8,71	9,88	11,03					
5	retirar a broca do furo	T															
		L	0,91	2,02	3,14	4,26	5,39	6,54	7,63	8,74	9,92	11,06					
6	retirar parafuso de fixação	T															
		L	0,97	2,08	3,21	4,32	5,45	6,60	7,69	8,80	9,99	11,14					
7	retirar peça do gabarito	T															
		L	1,05	2,17	3,29	4,40	5,54	6,68	7,76	8,88	10,08	11,21					
8	limpar cavaco com ar comprimido	T															
		L	1,18	2,27	3,41	4,54	5,67	6,80	7,89	9,00	10,20	11,32					
9		T															
		L															
10	(1)	T															
		L	11,44	12,56	13,69	14,82	15,87	17,01	18,09	19,21	20,31	21,42					
11	(2)	T															
		L	11,56	12,70	13,81	14,93	15,99	17,11	18,22	19,36	20,43	21,53					
12	(3)	T															
		L	11,60	12,74	13,85	14,96	16,03	17,15	18,26	19,40	20,47	21,57					
13	(4)	T															
		L	12,14	13,27	14,40	15,48	16,60	17,69	18,76	19,93	21,02	22,11					
14	(5)	T															
		L	12,17	13,30	14,43	15,51	16,63	17,72	18,79	19,96	21,05	22,14					
15	(6)	T															
		L	12,23	13,36	14,49	15,58	16,69	17,77	18,85	20,02	21,10	22,20					
16	(7)	T															
		L	12,31	13,44	14,58	15,66	16,77	17,84	18,93	20,08	21,18	22,28					
17	(8)	T															
		L	12,45	13,56	14,68	15,75	16,89	17,98	19,08	20,19	21,30	22,40					
18		T															
		L													tempo observado do ciclo:		

dados em minuto centesimal

T: duração de tempo do elemento

L: leitura do instante marcado no cronômetro

Coleta de dados por cronometragem com leitura contínua de dados

Sequência seguida para o preenchimento dos dados coletados (“lidos” no cronometro) neste exemplo

T: duração de tempo do elemento

L: leitura do instante marcado no cronômetro

i	elemento i		ciclos										total	TO _i	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	levantar peça e colocá-la no gabarito	T													
		L	0,12	1,29	2,39	3,54	4,66	5,77	6,92	8,01	9,14	10,32			
2	apertar parafuso de fixação	T													
		L	0,25	1,41	2,51	3,68	4,77	5,89	7,04	8,14	9,26	10,43			
3	aproximar manualmente a broca	T													
		L	0,30	1,45	2,55	3,72	4,82	5,93	7,08	8,18	9,29	10,47			
4	abrir furo de 1/4"	T													
		L	0,87	1,99	3,11	4,23	5,36	6,51	7,60	8,71	9,88	11,03			
5	retirar a broca do furo	T													
		L	0,91	2,02	3,14	4,26	5,39	6,54	7,63	8,74	9,92	11,06			
6	retirar parafuso de fixação	T													
		L	0,97	2,08	3,21	4,32	5,45	6,60	7,69	8,80	9,99	11,14			
7	retirar peça do gabarito	T													
		L	1,05	2,17	3,29	4,40	5,54	6,68	7,76	8,88	10,08	11,21			
8	limpar cavaco com ar comprimido	T													
		L	1,18	2,27	3,41	4,54	5,67	6,80	7,89	9,00	10,20	11,32			
9		T													
		L													
10	(1)	T													
		L	11,44	12,56	13,69	14,82	15,87	17,01	18,09	19,21	20,31	21,42			
11	(2)	T													
		L	11,56	12,70	13,81	14,93	15,99	17,11	18,22	19,36	20,43	21,53			
12	(3)	T													
		L	11,60	12,74	13,85	14,96	16,03	17,15	18,26	19,40	20,47	21,57			
13	(4)	T													
		L	12,14	13,27	14,40	15,48	16,60	17,69	18,76	19,93	21,02	22,11			
14	(5)	T													
		L	12,17	13,30	14,43	15,51	16,63	17,72	18,79	19,96	21,05	22,14			
15	(6)	T													
		L	12,23	13,36	14,49	15,58	16,69	17,77	18,85	20,02	21,10	22,20			
16	(7)	T													
		L	12,31	13,44	14,58	15,66	16,77	17,84	18,93	20,08	21,18	22,28			
17	(8)	T													
		L	12,45	13,56	14,68	15,75	16,89	17,98	19,08	20,19	21,30	22,40			
18		T													
		L													tempo de ciclo observado:

Tratamento dos dados coletados (após a cronometragem)

Cálculo da média dos tempos observados (TO_i)

Neste exemplo $n = 20$ para todos os 8 elementos

T: duração de tempo do elemento

L: leitura do instante marcado no cronômetro

i	elemento i		ciclos										total	TO _i
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	levantar peça e colocá-la no gabarito	T	0,12	0,11	0,12	0,13	0,12	0,10	0,12	0,12	0,14	0,12		
		L	0,12	1,29	2,39	3,54	4,66	5,77	6,92	8,01	9,14	10,32		
2	apertar parafuso de fixação	T	0,13	0,12	0,12	0,14	0,11	0,12	0,12	0,13	0,12	0,11		
		L	0,25	1,41	2,51	3,68	4,77	5,89	7,04	8,14	9,26	10,43		
3	aproximar manualmente a broca	T	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04		
		L	0,30	1,45	2,55	3,72	4,82	5,93	7,08	8,18	9,29	10,47		
4	abrir furo de 1/4"	T	0,57	0,54	0,56	0,51	0,54	0,58	0,52	0,53	0,59	0,56		
		L	0,87	1,99	3,11	4,23	5,36	6,51	7,60	8,71	9,88	11,03		
5	retirar a broca do furo	T	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03		
		L	0,91	2,02	3,14	4,26	5,39	6,54	7,63	8,74	9,92	11,06		
6	retirar parafuso de fixação	T	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08		
		L	0,97	2,08	3,21	4,32	5,45	6,60	7,69	8,80	9,99	11,14		
7	retirar peça do gabarito	T	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,07	0,08	0,09	0,07		
		L	1,05	2,17	3,29	4,40	5,54	6,68	7,76	8,88	10,08	11,21		
8	limpar cavaco com ar comprimido	T	0,13	0,10	0,12	0,14	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12	0,11		
		L	1,18	2,27	3,41	4,54	5,67	6,80	7,89	9,00	10,20	11,32		
9		T												
		L												
10	(1)	T	0,12	0,11	0,13	0,14	0,12	0,12	0,11	0,13	0,12	0,12	2,42	0,12
		L	11,44	12,56	13,69	14,82	15,87	17,01	18,09	19,21	20,31	21,42		
11	(2)	T	0,12	0,14	0,12	0,11	0,12	0,10	0,13	0,15	0,12	0,11	2,44	0,12
		L	11,56	12,70	13,81	14,93	15,99	17,11	18,22	19,36	20,43	21,53		
12	(3)	T	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,80	0,04
		L	11,60	12,74	13,85	14,96	16,03	17,15	18,26	19,40	20,47	21,57		
13	(4)	T	0,54	0,53	0,55	0,52	0,57	0,54	0,50	0,53	0,55	0,54	10,87	0,54
		L	12,14	13,27	14,40	15,48	16,60	17,69	18,76	19,93	21,02	22,11		
14	(5)	T	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,62	0,03
		L	12,17	13,30	14,43	15,51	16,63	17,72	18,79	19,96	21,05	22,14		
15	(6)	T	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	1,23	0,06
		L	12,23	13,36	14,49	15,58	16,69	17,77	18,85	20,02	21,10	22,20		
16	(7)	T	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,07	0,08	0,06	0,08	0,08	1,59	0,08
		L	12,31	13,44	14,58	15,66	16,77	17,84	18,93	20,08	21,18	22,28		
17	(8)	T	0,14	0,12	0,10	0,09	0,12	0,14	0,15	0,11	0,12	0,12	2,43	0,12
		L	12,45	13,56	14,68	15,75	16,89	17,98	19,08	20,19	21,30	22,40		
18		T												
		L												

dados em minuto centesimal

tempo observado do ciclo: 1 minuto e 12 centésimos

Determinação do Tempo Padrão (TP)

Um exemplo de cálculo:

Se para a tarefa descrita e medida no formulário dado no *slide* anterior o analista responsável pela medição considerou que, de uma forma geral, a sequência de 8 elementos de movimento foi executada a um ritmo médio de 95% (um pouco abaixo do ritmo normal de 100%) ao longo dos 20 ciclos cronometrados e que o total das tolerâncias de tempo a serem concedidas deve ser de 15% do tempo total, então tem-se:

$$TN = TO \times FR = 1,12 \times 0,95 = 1,06 \text{ minutos/ciclo}$$

$$FT = \frac{100}{100 - TOL\%} = \frac{100}{100 - 15} = \frac{1}{0,85} = 1,18$$

$$TP = TN \times FT = 1,06 / 0,85 = 1,06 \times 1,18 = 1,25 \text{ minutos/ciclo}$$

Determinação do Tempo Padrão (TP)

- Há variações na terminologia. Neste exemplo, o **Tempo Normal (TN)** é chamado de **Tempo Básico (TB)** e o **Fator de Ritmo (FR)** (ou **Avaliação de Ritmo**) é chamado de “**Eficiência**” (Ef)
- Neste exemplo, a porcentagem de tempo para tolerâncias é dada em relação ao tempo de trabalho (ver caso “b” para FT) e a Eficiência foi avaliada para cada leitura de tempo (10 ciclos x 4 elementos = 40 vezes)

- $TN = TB = TO \times Ef$
- $TP = TN \times FT = TB \times FT$

Dados de tempos dos 4 elementos que constituem uma tarefa medidos em minutos ao longo de 10 ciclos

Tarefa: Pacote 20 x pt. n° 73/2A		Localização: Departamento de embalagem...										Observador: FWT		
Elemento		Observação										Tempo básico médio	Tolerância	Tempo padrão do elemento
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Fazer a caixa	Tempo observado	0,71	0,71	0,71	0,69	0,75	0,68	0,70	0,72	0,70	0,68			
	Eficiência	90	90	90	90	80	90	90	90	90	90	TN_i	TPE_i	
	Tempo básico	0,64	0,64	0,63	0,62	0,60	0,61	0,63	0,65	0,63	0,61	0,626	10%	0,689
Pacote x 20	Tempo observado	1,30	1,32	1,25	1,33	1,33	1,28	1,32	1,32	1,30	1,30			
	Eficiência	90	90	100	90	90	90	90	90	90	90			
	Tempo básico	1,17	1,19	1,25	1,20	1,20	1,15	1,19	1,19	1,17	1,17	1,168	12%	1,308
Selar e fixar	Tempo observado	0,53	0,55	0,55	0,56	0,53	0,53	0,60	0,55	0,49	0,51			
	Eficiência	90	90	90	90	90	90	85	90	100	100			
	Tempo básico	0,48	0,50	0,50	0,50	0,48	0,48	0,51	0,50	0,49	0,51	0,495	10%	0,545
Montagem externa, fixação e rotulagem	Tempo observado	1,12	1,21	1,20	1,25	1,41	1,27	1,11	1,15	1,20	1,23			
	Eficiência	100	90	90	90	90	90	100	100	90	90			
	Tempo básico	1,12	1,09	1,08	1,13	1,27	1,14	1,11	1,15	1,08	1,21	1,138	12%	1,275

Neste exemplo: tolerância de tempo

adicionado = $0,05 \times 3,817 = 0,191$ SM

Obs. SM - standard minute (minuto padrão)

Tempo padrão em 3,817

Tolerâncias (total) 5% 0,191

TPT Tempo padrão para a tarefa 4,01 SM

Fonte: Fig. 9.7 de Nigel Slack et al. (2002) Administração da produção. 2ª ed. São Paulo: Atlas, p. 289.