

NP 6110  
Análise de Processos Tempos, Métodos e Movimentos

Prof. Roberto Tálamo

Departamento de Engenharia de Produção

## Sumário

Tempos e Métodos.....	3
1. Tempos Cronometrados.....	3
1.1 Determinação do número de cronometragens .....	4
1.2 Determinação do Tempo Médio ou Tempo Cronometrado (TM ou TC) .....	5
1.3 Avaliação da velocidade do operador – O fator de ritmo (FR).....	6
1.4 Determinação do Tempo Normal - TN.....	6
1.5 Determinação do Fator de Tolerância (FT). .....	6
1.6 Determinação do Tempo Padrão - TP.....	7
1.7 Tempos Acíclicos .....	8
1.8 Validade de uma cronometragem.....	8
2. Determinação do Tempo Padrão para uma peça e para um lote.....	13
2.1 Determinação do Tempo Padrão Total de uma peça.....	13
2.2 Determinação do Tempo Padrão de um lote de peças. ....	14
3. Tempos Sintéticos .....	15
3.1 Alcançar .....	16
3.2 Movimentar.....	17
3.3 Girar .....	18
3.4 Pegar.....	18
3.5 Posicionar.....	19
3.6 Soltar um objeto. ....	19
3.7 Desmontar um objeto. ....	19
3.8 Tempo dos Olhos. ....	19
4. Balanceamento de Linhas de Montagem. ....	22
5. Diagrama Homem-Máquina .....	28
6. Análise do Processo Produtivo.....	33
Anexo 1: Tabela da Distribuição Normal Reduzida para área central .....	37
Anexo 2: Tabela da Distribuição Normal Reduzida para área residual .....	38
Anexo 3: Fatores Estatísticos.....	39

## Tempos e Métodos

### 1. Tempos Cronometrados.

#### 1.1 Finalidade

O estudo de Tempos tem uma importância muito grande dentro de uma indústria, como por exemplo:

- Estabelecer padrões de programas de produção,
- Auxiliar a determinação de custos padrões de modo preciso,
- Estimar o custo de novos produtos,
- Programar a mão de obra necessária para um determinado patamar de produção, etc.

#### 1.2 Métodos e Instrumentos

Existem alguns métodos de ampla utilização dentro da indústria. Um dos mais utilizados é a cronometragem das atividades de produção. Em nosso Estudo de Tempos e Métodos de Medida do Trabalho, iniciaremos com o estudo da cronometragem.

Os Instrumentos tradicionalmente utilizados nos estudos de cronometragem são:

- Cronômetro,
- Filmadora ou máquina fotográfica digital,
- Folha de apontamentos.

Atualmente, os instrumentos necessários aos estudos de cronometragem são bastante fáceis de serem obtidos e de custo bastante acessível.

#### 1.3 Etapas a serem seguidas

- Discutir claramente com os envolvidos o tipo de trabalho a ser executado, buscando a colaboração de todos,
- Definir o método de trabalho e planejar os elementos da operação a ser cronometrada,
- Treinar o operador para que ele possa desenvolver a atividade dentro do ritmo e método esperados,
- Anotar todos os dados adicionais observados,
- Fotografar o posto de trabalho e a peça a ser produzida e analisada,
- Executar uma cronometragem preliminar (em geral 5 observações) para obter os dados necessários à determinação do número necessário de cronometragens ( $n$ ),
- Realizar as  $n$  cronometragens definidas e determinar o tempo médio das operações -  $TM$ ,
- Avaliar o fator de ritmo do operador e determinar o Tempo Normal –  $TN$ ,
- Determinar as tolerâncias de fadiga e de necessidades pessoais,
- Avaliar graficamente a validade dos dados obtidos,
- Determinar o Tempo Padrão –  $TP$ , objeto do estudo.

#### 1.4 Divisão da operação em elementos

Os elementos são as partes que forma uma operação completa. Por exemplo: Um operador pega um blank, posiciona dentro da prensa, estampa a peça, retira o retalho e posiciona a peça dentro de uma caixa. Os elementos dessa operação poderiam ser:

1. Pegar o blank,
2. Colocar o blank na prensa,

3. Acionar a prensa,
4. Retirar o retalho e jogar na caixa de sucata,
5. Retirar a peça,
6. Acondiciona a peça na caixa de transporte.

É sempre conveniente que os elementos se restrinjam a uma operação elementar.

### 1.1 Determinação do número de cronometragens

A determinação do número adequado de cronometragens é feita através do conceito da distribuição normal (Distribuição de Gauss) com o uso do conceito de intervalo de confiança de uma média.

A expressão utilizada é:

$$n = \left( \frac{z \cdot R}{E_R \cdot d_2 \cdot \bar{x}} \right)^2$$

Sendo:

z: Coeficiente da distribuição normal reduzida para uma dada probabilidade, obtido na tabela de distribuição Normal (Anexo 1),

R: Amplitude da amostra, ou seja, a diferença entre o maior e o menor valor observado,

$E_R$ : Erro relativo praticado na análise, variando entre 5% e 10%. É um dado pré determinado,

$d_2$ : Constante estatística tabelada (Anexo 2),

$\bar{x}$  : Média dos valores observados na amostra de tempos.

Exemplo resolvido:

Uma operação foi inicialmente cronometrada em 7 vezes, obtendo-se um tempo médio de 1 minuto e 34 segundos e uma amplitude de 20 segundos. Determinar o número de cronometragens para um intervalo de confiança de 95%, com um erro relativo de 5%.

Solução:

$$n = \left( \frac{1,96 \cdot 20}{0,05 \cdot 2,704 \cdot 94} \right)^2 = 9,5 \text{ cronometragens}$$

## 1.2 Determinação do Tempo Médio ou Tempo Cronometrado (TM ou TC)

O Tempo Médio ou Tempo Cronometrado é determinado a partir do cálculo da média dos tempos observados numa tarefa. Vejamos o exemplo abaixo:

Exemplo 1. Uma operação de montagem em análise foi dividida em elementos e estes foram cronometrados, conforme os dados do quadro abaixo. Cada cronometragem foi feita em momentos diferentes e de forma independente uma da outra. Determinar o Tempo Médio – TM.

Elemento	Cronometragem (segundos)				
	1	2	3	4	5
1. Posicionar peça plástica no suporte	5	7	5	5	4
2. Quebrar canal de injeção	7	7	9	7	6
3. Posicionar o conjunto de corte no furo central	11	13	12	14	12
4. Acionar a prensa e retirar o conjunto montado	4	4	5	4	4
5. Embalar o conjunto e colocar no aramado	5	6	4	5	5
Tempo Total de cada cronometragem	32	37	35	35	31
Tempo Médio ou Tempo Cronometrado =	$\frac{32+37+35+35+31}{5} = 34 \text{ segundos}$				

Exemplo 2. A cronometragem de uma operação foi efetuada em quatro horários distintos, conforme indicado no quadro abaixo. Determinar o TM dessa cronometragem (Obs.: Tempos em segundos).

Horário cronometragem elemento	8:30 horas			11:00 horas			14:00 horas			17:30 horas		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. apoiar a chapa na prensa	5	7	5	6	6	8	5	6	7	6	5	8
2. acionar a prensa e aguardar	10	10	11	11	11	12	10	10	11	10	11	11
3. retirar a peça da prensa	3	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	3
4. rebarbar o furo central	5	5	5	6	6	7	5	5	4	5	4	5
Total dos tempos	23	26	25	28	27	31	24	25	27	26	23	27
Amplitude de Cada Amostra	3			4			3			4		
Tempo Médio de cada horário	24,67			28,67			25,33			25,33		
TM	26											

### 1.3 Avaliação da velocidade do operador – O fator de ritmo (FR).

A velocidade  $V$  do operador será determinada pelo técnico da cronometragem, por comparação com uma velocidade **considerada normal**, que será o padrão 100%. Desse modo, temos:

Velocidade ou Fator de Ritmo = 100% - O operador tem um ritmo normal.

Velocidade ou Fator de Ritmo > 100% - O operador tem um ritmo abaixo do normal.

Velocidade ou Fator de Ritmo < 100% - O operador tem um ritmo acima do normal.

Essa velocidade padrão, ou Fator de Ritmo, deverá ser obtida ao longo do tempo, através de tarefas simples, como por exemplo:

Cada operador distribui as 52 cartas de um baralho, marcando-se o tempo de cada um, obtendo-se a média dos tempos, que será a velocidade padrão.

Montar um conjunto simples, conhecido por todos os operadores envolvidos, marcando-se o tempo de cada um, obtendo-se a média dos tempos, que será a velocidade padrão.

O Fator de Ritmo é calculado por:

$$F_{R_{OperadorX}} = \frac{\overline{V}_{operadores}}{V_{operadorX}}$$

### 1.4 Determinação do Tempo Normal - TN

O Tempo Normal será obtido através dos valores do Tempo Médio e do Fator de Ritmo ( $F_R$ ) do Operador, calculados previamente, conforme indicado.

A determinação do Tempo Normal é feita pela seguinte expressão:

$$TN = TM \cdot F_{R_{OperadorX}}$$

### 1.5 Determinação do Fator de Tolerância (FT).

As pessoas necessitam de paradas ao longo do dia, para atendimento de necessidades pessoais e/ou redução da fadiga. Desse modo, deve-se prever interrupções no trabalho para proporcionar descanso e atendimento às necessidades pessoais. Para necessidades pessoais utiliza-se entre 10 min. e 25 min., ao longo de uma jornada diária de 8 horas.

Podemos determinar o Fator de Tolerância através da porcentagem do tempo total, gasto com a tolerância, ou através do tempo total da jornada comparado ao tempo da jornada útil (exceto as tolerâncias).

A determinação é feita como segue:

$$FT = \frac{1}{1 - p} \qquad FT = \frac{\text{Jornada} \cdot \text{Total}}{\text{Jornada} \cdot \text{Útil}}$$

### 1.6 Determinação do Tempo Padrão - TP

O Tempo Padrão é determinado através dos valores de TN e FT, calculados conforme indicado acima.

O cálculo do TP é feito como segue:

$$TP = TN \cdot FT$$

Exercício 1: Uma empresa tem uma jornada de trabalho das 7:30hs às 17:30hs, com uma hora para almoço e 25 minutos destinados às necessidades pessoais. Foi feita a cronometragem de uma operação, obtendo-se um TM de 55 segundos.

Considerando-se que o operador cronometrado tem uma velocidade de 105%, determinar no TP dessa operação.

Exercício 2: Uma empresa tem uma jornada de trabalho de 8,50 horas e concede 15% do tempo para necessidades pessoais e refeições. Uma operação de montagem foi cronometrada e determinou-se um TM de 84 segundos. Considerando-se que o operador cronometrado tem uma velocidade de 93%, determinar o tempo padrão dessa operação.

Exercício 3: Dada a cronometragem abaixo, efetuada 7 vezes, verificar se o número de cronometragens foi suficiente, verificar se todas as cronometragens são válidas, determinar o TM, o TN e o TP, considerando-se:

Velocidade do operador em 103%.

A jornada de trabalho é de 8 horas e 45 minutos e a empresa concede 1,6 horas para necessidades pessoais e descanso.

Elementos	Cronometragens						
	1	2	3	4	5	6	7
1	3	4	4	5	3	3	4
2	12	12	15	14	18	15	15
3	22	22	25	25	24	21	22
4	17	16	16	15	18	14	14
5	5	5	4	4	7	5	5
Total							
TM							
TN							
TP							

Exercício 4: Uma operação é constituída de 3 elementos e foi cronometrada 5 vezes. A empresa concede 45 minutos para fadiga e 30 minutos para necessidades pessoais em um dia de trabalho de 8 horas. Determinar TM, TN, TP. Quantas peças serão produzidas por dia?

Elementos	Cronometragens (minutos)				
	1	2	3	4	5
1	1,03	1,04	1,02	1,02	1,04
2	2,07	2,02	2,04	2,03	2,04
3	0,72	0,80	0,75	0,76	0,72
Total					
Velocidade do operador	105%	100%	95%	95%	90%

## 1.7 Tempos Acíclicos

São os tempos correspondentes a operações ou elementos que ocorrem a intervalos regulares, dentro de uma operação completa. Vejamos o seguinte exemplo:

Um operador monta um pequeno módulo eletrônico, composto de uma placa de circuito impresso, alguns componentes eletrônicos e um pequeno cabo de fiação. A instrução de montagem que esse operador recebe é a seguinte:

- A cada 10 módulos montados, ele deverá testar o último deles em um equipamento de teste localizado à sua frente;
- Os módulos devem ser colocados em uma caixa contento separadores para 40 peças, de modo que, ao completar 40 módulos ele deve fechar e lacrar a caixa e colar uma etiqueta autoadesiva de identificação.

Podemos observar que os tempos de teste eletrônico e de embalagem são tempos acíclicos e os mesmos devem ser cronometrados normalmente, seguindo-se o padrão descrito anteriormente.

O detalhe importante associado ao tempo acíclico é que este deve ser rateado para o número de operações para as quais ele é válido. Assim, de acordo com o exemplo acima, o tempo de teste deve ser dividido entre 10 módulos enquanto o tempo de embalagem deve ser dividido por 40 módulos de modo que o tempo padrão final do produto leve em consideração os tempos de teste e embalagem.

## 1.8 Validade de uma cronometragem.

No estudo de Tempos de qualquer operação, deveremos considerar apenas as cronometragens válidas, ou seja, aquelas que representem de modo global, a duração de cada elemento da operação. Entretanto, nem sempre os desvios de tempo são detectáveis facilmente. Se um operador vai retirar uma peça da ferramenta de um prensa após a estampagem, e esta apresenta uma certa dificuldade para ser retirada, certamente o tempo dessa operação, se cronometrado, será maior que o real.

Do mesmo modo, se estivermos cronometrando uma operação de estampagem, e por um motivo qualquer, a peça não foi totalmente prensada, é possível que o tempo de cronometragem obtido seja menor que o real.

A fim de eliminar-se estes tipos de falhas, faremos a verificação da validade dos tempos cronometrados através de um Gráfico de Controle.



O procedimento e o conceito utilizado, inclusive os parâmetros estatísticos, são idênticos aos utilizados na construção de um gráfico de CEP.

A validade das cronometragens é feita como segue:

Determinar os limites de controle das médias dos tempos cronometrados, através das seguintes expressões:

Sendo:

$$LSC_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_2 \cdot \bar{R} \quad LIC_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_2 \cdot \bar{R}$$

$\bar{R}$  = Amplitude entre as cronometragens maior e menor

Determinar o Limite Superior de Controle das Amplitudes, conforme indicado abaixo:

$\bar{\bar{x}}$  = Média Global de Todas as Cronometragens

$$LSC_R = D_4 \cdot \bar{R}$$

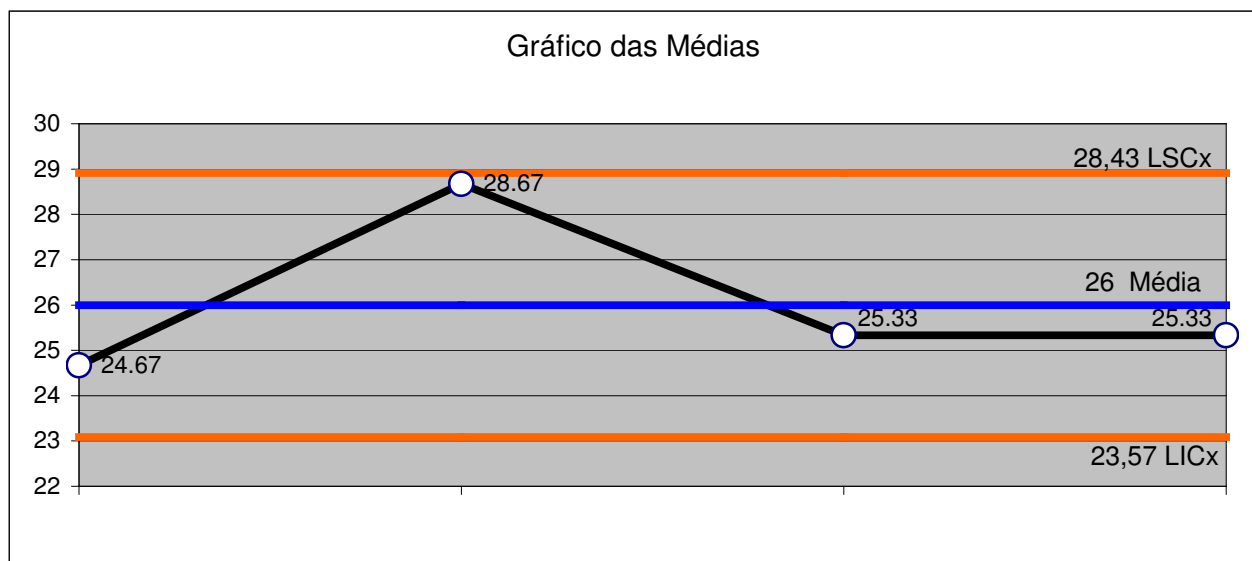
$A_2$  = Fator Estatístico Tabelado

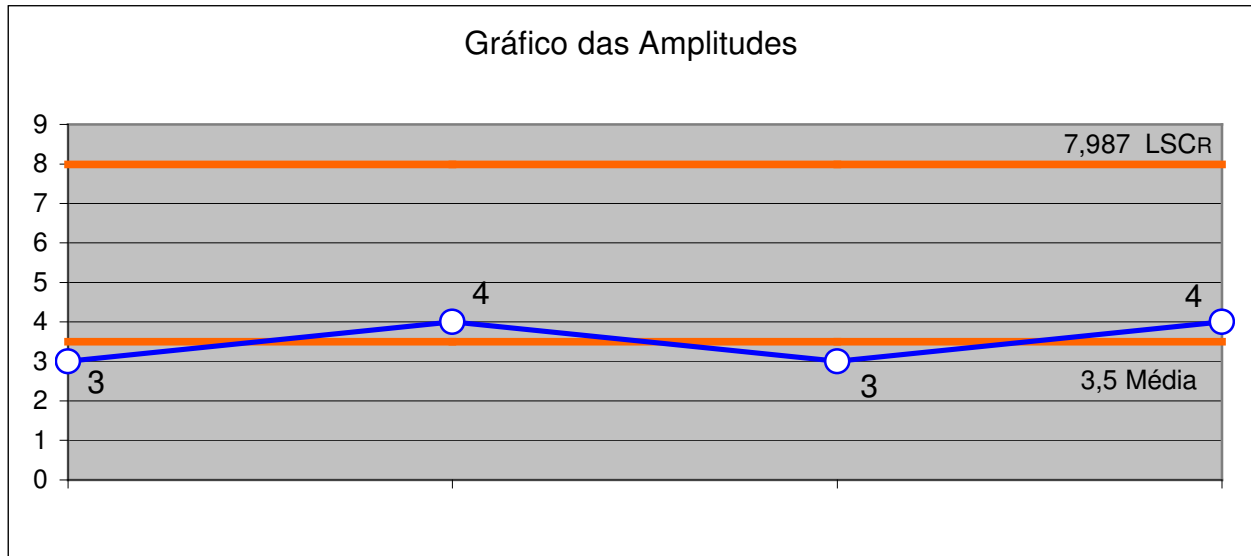
Sendo:

$D_4$  = Fator Estatístico Tabelado

O Limite Inferior de Controle da Amplitude ( $LIC_R$ ) existe conceitualmente, mas não será utilizado pois não há sentido em se estabelecer um valor mínimo para a variação entre os valores (tempos) medidos. O ideal é termos a amplitude mais próxima possível do zero.

Exemplo: Aplicaremos o conceito da análise gráfica aos dados do Exemplo 2.





É importante observar que uma leitura será considerada válida somente se seus pontos estiverem dentro dos limites de controle no gráfico das Médias e no gráfico das Amplitudes.

Exercício

Dado estudo de cronometragem sintetizado na tabela abaixo, determinar:

- a) O número necessário de cronometragens,
- b) TM, TN, TP,
- c) Verificar se todas as cronometragens são válidas,
- d) TP para um lote de 12.000 peças.

Dados:

- Grau de acerto desejado de 96%, com  $E_R$  de 5%,
- Tempo acíclico do elemento 3 é valido para 20 operações,
- A jornada de trabalho é de 8,3 horas concedendo-se 75 minutos para folgas e refeições,
- TM do set up é de 50', válido para 800 peças, com a  $Vel_{op}$  sendo 90%,
- TM da finalização é de 12', válido para 500 peças, com a  $Vel_{op}$  sendo 90%.

Cronometragens (em segundos)																								
El.	1				2				3				4				5				6			
1	12	10	9	11	10	10	12	14	12	10	11	11	11	12	12	10	12	10	11	9	12	12	13	12
2	27	26	27	25	24	28	27	28	27	30	31	30	20	19	21	29	28	29	27	29	25	26	29	27
3	22							19							21									
4	30	30	30	32	30	31	32	30	31	30	30	30	31	29	27	30	31	29	30	30	29	29	30	31
5	11	10	12	12	11	11	10	9	10	12	12	12	11	11	12	12	9	10	11	11	12	12	12	12
Total																								
Vel. Op.	110%				120%				100%				90%				100%				95%			
R																								
R\																								
TM																								
TM\																								
TN																								
TN\																								
TP																								

**Exercício:**

Dada a cronometragem abaixo, efetuada em quatro horários diferentes, verificar se todas as cronometragens são válidas e determinar o Tempo Médio dessa operação.

Horário cronometragem elemento	8:30 horas			11:00 horas			14:00 horas			17:30 horas		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. apoiar a chapa na prensa	5	7	5	6	5	8	5	6	7	6	5	8
2. acionar a prensa e aguardar	10	10	11	11	10	12	11	10	11	10	11	11
3. retirar a peça da prensa	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	4	3
4. rebarbar o furo central	5	5	5	6	4	7	5	5	4	5	4	4
Total dos tempos	25	26	25	28	23	32	25	26	27	26	23	26
Amplitude de Cada Amostra												
Tempo Médio de cada horário												
TM												



## 2. Determinação do Tempo Padrão para uma peça e para um lote.

Conforme vimos anteriormente, através da cronometragem ou dos tempos sintéticos chegamos ao valor do Tempo Padrão de uma peça.

Porém, devemos observar que esse TP refere-se à peça isoladamente, e durante o processo de produção normal, ou seja, não levamos em conta ainda os “set-ups” de máquina ou os processos de finalizações (embalagens).

Neste capítulo veremos como levar em conta os set-ups e as finalizações para a determinação do Tempo Padrão total de uma peça.

### 2.1 Determinação do Tempo Padrão Total de uma peça.

Geralmente, a fabricação de uma peça depende da execução de uma seqüência de operações. Neste caso, o procedimento a ser seguido é o seguinte:

Determinar o tempo padrão de cada operação do processamento da peça, no ciclo normal  
Somar todos os Tempos Padrões, correspondentes às trocas de ferramental, ajustes de máquina, regulagens, etc.

Devemos entender set-up como toda preparação ou trabalho feito para colocar um equipamento em condições de produzir uma peça em regime normal. O tempo de set-up é contado desde o início da preparação da máquina/processo até a obtenção da primeira peça aprovada, com a conseqüente liberação da produção. Podemos dizer que o set-up é uma atividade acíclica dentro do processo de produção, ocorrendo uma ou algumas vezes durante a produção de um lote de peças.

Para a inclusão destes tempos (set-up e finalização) no tempo padrão de uma peça, devemos distribuir esses tempos por todas as peças do lote e acrescenta-lo ao Tempo Padrão individual da mesma.

Ex:

E1. Um produto industrial é processado em 3 operações cuja soma dos Tempos Padrões dá 3,50 minutos. O tempo de set-up é de 5,0 minutos para cada 1000 peças. As peças produzidas são colocadas em uma caixa com capacidade para 100 peças, que ao ser completada é fechada e lacrada. O tempo deste embalamento é de 1,50 minutos. Determinar o Tempo Padrão total da peça.

## 2.2 Determinação do Tempo Padrão de um lote de peças.

Neste caso, deve-se verificar o número de vezes em que deve ser feito o ajuste do processo (set-up) e o número de finalizações necessárias ao lote de peças. O Tempo Padrão será determinado como segue:

$$\text{Tempo Padrão do Lote} = n.T_{\text{Ajuste}} + p.TP_i + f.TF$$

### Exercícios

E1. Uma peça foi cronometrada e determinou-se um Tempo Padrão, em regime de produção normal, de 4,30 minutos por peça. O Tempo Padrão do set-up dessa peça é de 6 horas, e programado para a produção de 1000 unidades. Calcular o tempo padrão para um lote de 1800 peças.

E2. Uma operação é realizada em uma máquina que apresenta um TP de set-up de 15 minutos, e que deve ser refeito a cada 5000 peças fabricadas. O operador da máquina, a cada 1000 peças, deve coloca-las numa caixa situada ao lado da máquina. As caixas vazias são colocadas ao lado da máquina por ajudantes de produção que também retiram as caixas cheias. A operação tem um tempo de cronometrado de 1,09 segundos e a velocidade do operador foi avaliada em 105%. O FT é de 1,25 e o tempo cronometrado entre a colocação das caixas vazias e retirada das caixas cheias é de 4,8 minutos, considerando-se que neste caso a velocidade do operador é de 100%. Calcular o Tempo Padrão para um lote de 3000 peças.

E3. Um processo de fabricação consiste em cortar barras de aço com 1,0 metro de comprimento, em máquina de serrar. Para executar o corte, a máquina de serrar deve ser preparada de maneira adequada, colocando-se uma serra nova e marcando-se o ponto de corte de modo que tenham sempre o mesmo comprimento. Essas atividades demoram em média 10 minutos, e são suficientes para o corte de 100 barras. A operação de corte foi cronometrada 10 vezes, obtendo-se um Tempo Médio de 10,7 segundos e a velocidade do operador foi admitida como sendo 110%. O Fator de Tolerâncias é de 1,20. Determinar:

O Tempo Padrão por peça.

O Tempo Padrão por peça, incluindo set-up.

O Tempo Padrão de um lote de 1550 peças.

E4. Uma operação de estampagem apresenta Tempo Padrão de 40 minutos para set-up, executado a cada 10000 peças. As peças apresentam um Tempo Normal de 4 segundos para estampagem. Se a empresa concede um FT de 1,3 determine o Tempo Padrão de um lote de 5000 peças.

E5 Uma peça apresenta um Tempo Padrão de 4,30 min. Considerando-se seu tempo de set-up de 6 horas, destinado a produzir 1000 peças, determinar o Tempo Padrão de 1800 peças.

### 3. Tempos Sintéticos

O estudo de tempos sintéticos permite a determinação dos Tempos Padrões ainda na fase de planejamento de um trabalho, quando este ainda não está implantado. Podemos dizer que é um método alternativo para a determinação de tempos padrões, sem o uso preliminar da cronometragem, conforme o procedimento que vimos anteriormente.

Existem dois sistemas para a determinação dos Tempos Padrões:

Fator de Trabalho - FT

Método da Medida de Tempo – MMT

Ambos sistemas identificam inicialmente todos os micro movimentos envolvidos numa operação executada por um operador. Para cada micro movimento são associados tempos tabelados em função da distância do objeto ao operador e da dificuldade de manuseio que o objeto apresenta. Esses tempos tabelados foram obtidos através de observações e análises ao longo do tempo.

No caso da determinação do Tempo Padrão de uma operação através de Tempos Sintéticos, divide-se essa operação em micro movimentos, determina-se o tempo associado a cada um deles, soma-se todos os tempos, determinando-se o Tempo Padrão final.

O estudo de Tempos Sintéticos apresenta a seguinte seqüência:

Selecionar a operação a ser executada.

Desenvolver um posto de trabalho piloto e treinar o operador.

Filmar a operação, de modo que nenhum micro movimento seja perdido.

Identificar todos os micro movimentos e caracterizá-los de acordo com suas dificuldades.

Medir as distâncias de modo genérico, ou seja, com precisão de centímetros.

Selecionar os tempos das tabelas.

Obter o Tempo Padrão.

#### O SISTEMA MMT.

O sistema do Método da Medida do Tempo classifica os micro movimentos em 8 categorias diferentes:

Alcançar: Levar a mão até um objeto. Existem 5 classes diferentes de alcançar: A, B, C, D e E.

Movimentar: Mover um objeto. Existem 3 classes diferentes de Movimentar: A, B e C.

Girar: Refere-se ao movimento de Girar a mão.

Pegar um objeto com a mão.

Posicionar um objeto ou montar um objeto.

Soltar um objeto.

Desmontar um objeto.

Tempo dos olhos: É o tempo de duração para que os olhos se voltem para algum objeto.

A unidade de tempo de cada micro movimento é chamada de UMT – Unidade de Medida de Tempo, e vale um centésimo de milésimo de hora, ou seja: 0,00001h ou 0,0006min.

Para melhor detalhamento vamos ampliar a definição dos itens 1 e 2, ou seja, Alcançar e Movimentar:

### 3.1 Alcançar

É o elemento básico usado quando a finalidade principal é transportar a mão ou os dedos a um determinado objetivo. O tempo de “alcançar” está associado aos fatores relacionados à natureza, destino, Distância percorrida e Tipo de alcance.

Classificação de Alcançar: Existem 5 categorias diferentes de “alcançar”, em função da natureza do objeto a ser atingido pela mão:

- A: quando o objeto está em posição definida, está na outra mão ou está em repouso sob a outra mão.
- B: quando o objeto está sob uma localização genérica, sendo que a localização pode variar de ciclo para ciclo.
- C: quando o objeto situa-se em um grupo de objetos.
- D: para objetos muito pequenos, exigindo precisão à sua coleta.
- E: quando o objeto está em localização indefinida, exigindo que o operador movimente seu corpo a fim de preparar-se para um próximo movimento ou tenha que desimpedir o caminho.

A distância percorrida é medida através da trajetória da mão a partir de sua posição inicial até o final do movimento. Neste caso, há três tipos de situações a serem consideradas:

A mão não está em movimento no início e no final do alcançar. Parte do repouso e volta ao repouso.

A mão está em movimento no início ou no final do alcançar.

A mão está em movimento tanto no início quanto no final do alcançar.

Distância Percorrida (mm)	UMT				Mãos em movimento		Caso e Descrição
	A	B	C ou D	E	A	B	
≤ 19	2,0	2,0	2,0	2,0	1,6	1,6	A. Alcançar o objeto em localização fixa, em outra mão ou a mão sobre ele.
19 a 25	2,5	2,5	3,6	2,4	2,3	2,3	
25 a 50	4,0	4,0	5,9	3,8	3,5	2,7	Região intermediária entre A e B
51 a 76	5,3	5,3	7,3	5,3	4,5	3,6	B. Alcançar apenas um objeto, cuja posição pode variar entre cada ciclo.
77 a 100	6,1	6,4	8,4	6,8	4,9	4,3	
101 a 127	6,5	7,8	9,4	7,4	5,3	5,0	Região intermediária entre B e C
128 a 152	7,0	8,6	10,1	8,0	5,7	5,7	C. Alcançar o objeto misturado a outros, podendo ocorrer procura e seleção.
153 a 178	7,4	9,3	10,8	8,7	6,1	6,5	
179 a 203	7,9	10,1	11,5	9,3	6,5	7,2	Região intermediária entre C e D
203 a 228	8,3	10,8	12,2	9,9	6,9	7,9	D. Alcançar objeto muito pequeno, devendo ser segurado com cuidado.
229 a 254	8,7	11,5	12,9	10,5	7,3	8,6	
255 a 305	9,6	12,9	14,2	11,8	8,1	10,1	Região intermediária entre D e E
305 a 355	10,5	14,4	15,6	13,0	8,9	11,5	E. Alcançar o objeto em posição não definida para se colocar a mão, em posição que exija o movimento do corpo tanto para o próximo movimento quanto para desimpedir o caminho.
355 a 406	11,4	15,8	17,0	14,2	9,7	12,9	
406 a 457	12,3	17,2	18,4	15,5	10,5	14,4	
458 a 508	13,1	18,6	19,8	16,7	11,3	15,8	
509 a 559	14,0	20,1	21,2	18,0	12,1	17,3	
560 a 610	14,9	21,5	22,5	19,2	12,9	18,8	
611 a 660	15,8	22,9	23,9	20,4	13,7	20,2	
661 a 711	16,7	24,4	25,3	21,7	14,5	21,7	
712 a 762	17,5	25,8	26,7	22,9	15,3	23,2	



### 3.2 Movimentar

É o elemento básico usado quando a finalidade predominante é o transporte de um objeto ao seu destino. Existem 3 classes de Movimentar:

Classe A: Quando o objeto vai de uma mão para a outra ou de encontro a um batente.

Classe B: Quando o objeto vai para uma localização aproximada ou indefinida.

Classe C: Quando o objeto vai para uma localização exata.

Distância Percorrida (mm)	UMT				Peso Permitido			Caso e Descrição	
	A	B	C	Mãos em movimento B	Peso até (kgf)	Fator	Constante UMT		
≤ 19	2,0	2,0	2,0	1,7	≤ 1,15	0	0	A. Mover o objeto para a outra mão ou contra um anteparo.	
19 a 25	2,5	2,9	3,4	2,3					
25 a 50	3,6	4,6	5,2	2,9	1,15 a 3,4	1,06	2,2		
51 a 76	4,9	5,7	6,7	3,6					
77 a 100	6,1	6,9	8,0	4,3	3,4 a 5,7	1,11	3,9		
101 a 127	7,3	8,0	9,2	5,0					
128 a 152	8,1	8,9	10,3	5,7					
153 a 178	8,9	9,7	11,1	6,5	5,7 a 8,0	1,17	5,6		B. Mover o objeto para local aproximado ou indefinido.
179 a 203	9,7	10,6	11,8	7,2	8,0 a 10,2	1,22	7,4		
203 a 228	10,5	11,5	12,7	7,9					
229 a 254	11,3	12,2	13,5	8,6	10,2 a 12,5	1,28	9,1		
255 a 305	12,9	13,4	15,2	10,0					
305 a 355	14,4	14,6	16,9	11,4					
355 a 406	16,0	15,8	18,7	12,8	12,5 a 14,8	1,33	10,8	C. Mover o objeto para local exato.	
406 a 457	17,6	17,0	20,4	14,2					
458 a 508	19,2	18,2	22,1	15,6	14,8 a 17,0	1,39	12,5		
509 a 559	20,8	19,4	23,8	17,0					
560 a 610	22,4	20,6	25,5	18,4					
611 a 660	24,0	21,8	27,3	19,8	17,0 a 19,3	1,44	14,3		
661 a 711	25,5	23,1	29,0	21,2					
712 a 762	27,1	24,3	30,7	22,7	19,3 a 21,6	1,50	16,0		

O tempo para Movimentar sofre interferência das seguintes variáveis:

Condição: Natureza ou destino.

Distância percorrida durante o movimento.

Tipo de movimento.

Fator de Peso: estático ou dinâmico.

O tempo de movimentar também sofre influência da distância, a exemplo do que ocorre com o Alcançar. Os três tipos de movimentar são os mesmos que os descritos para o alcançar. Quando se movimenta um objeto ou aplica-se uma força acima de 1,15kg, deve-se aplicar um tempo adicional através dos fatores indicados na coluna "Fator".

### 3.3 Girar

É um movimento usado para girar a mão, vazia ou carregada, com um movimento que cause a rotação do pulso e antebraço, tendo como eixo de rotação o próprio antebraço. O tempo de girar depende de duas variáveis:

Grau de Giro.

Fator de Peso.

Peso	UMT para o grau de giro										
	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
Pequeno: 0 a 900g	2,8	3,5	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8	7,4	8,1	8,7	9,4
Médio: 901 a 4500g	4,4	5,5	6,5	7,5	8,5	9,6	10,6	11,6	12,7	13,7	14,8
Grande: 4501 a 16000g	8,4	10,5	12,3	14,4	16,2	18,3	20,4	22,2	24,3	26,1	28,2
Aplique pressão caso I : 16,2 UMT						Aplique Pressão caso II : 10,6 UMT					

### 3.4 Pegar

É o elemento básico empregado quando a finalidade predominante é assegurar-se do controle eficiente de um ou mais objetos com os dedos ou com a mão. As respectivas UMT estão indicadas abaixo:

Tabela de Tempos para a Operação Pegar.		
Caso	Descrição	UMT
1A	Pegar e erguer um objeto pequeno, médio ou grande, facilmente tátil.	2,0
1B	Objetos muito pequenos ou objetos em repouso sobre uma superfície plana.	3,5
1C1	Interferência ao pegar objetos pela base ou por um dos cantos. Objetos quase cilíndricos. Diâmetro maior que 12,0mm.	7,3
1C2	Interferência ao pegar objetos pela base ou por um dos cantos. Objetos quase cilíndricos. Diâmetro entre 6,0mm e 12,0mm.	8,7
1C3	Interferência ao pegar objetos pela base ou por um dos cantos. Objetos quase cilíndricos. Diâmetro menor que 6,0mm.	10,8
2	Pegar um objeto seguidamente, por duas vezes.	5,6
3	Pegar um objeto e transferir.	5,6
4A	Necessidade de procurar e selecionar objeto em meio a outros. Maiores que 25x25x25 mm.	7,3
4B	Necessidade de procurar e selecionar objeto em meio a outros. Medidas do objeto entre 6x6x3,5mm até 25x25x25 mm .	9,1
4C	Necessidade de procurar e selecionar objeto em meio a outros. Menores que 6x6x3,5 mm	12,9
5	Pegar e encaixar, com possibilidade de escorregamento.	0

### 3.5 Posicionar

Para distâncias de movimento em direção a um encaixe, no valor de 25mm ou menos.

Classe de Ajuste		Simetria	Fácil manuseio	Difícil manuseio
1. Folgado	Não é requerida precisão	S	5,6	11,2
		SS	9,1	14,7
		NS	10,4	16,0
2. Justo	Requerida pouca precisão.	S	16,2	21,8
		SS	19,7	25,3
		NS	21,0	26,6
3. Preciso	Requerida muita precisão.	S	43,0	48,6
		SS	46,5	52,1
		NS	47,8	53,4

### 3.6 Soltar um objeto.

Caso	UMT	Descrição
1	2,0	Soltar normalmente dos dedos, por movimento natural e independente.
2	0	Soltar por contato.

### 3.7 Desmontar um objeto.

Classe de ajuste	Fácil manuseio	Difícil manuseio
1. Frouxo: Pouco esforço , encaixe com movimento subseqüente.	4,0	5,7
2. Justo: Esforço normal com pouco recuo.	7,5	11,8
3. Apertado: Esforço considerável e acentuado recuo da mão.	22,9	34,7

### 3.8 Tempo dos Olhos.

No estudo da movimentação dos olhos são considerados dois tempos:

- Tempo de focalização,
- Tempo de movimentação dos olhos.

O tempo de focalização é o tempo necessário para os olhos focarem um objeto de modo a distingui-lo através de certas características da área que o circunda.

No caso do tempo de focalização, admite-se um tempo único de 7,3 UMT.

O tempo de movimentação é determinado pela distância (T) entre os pontos através dos quais os olhos se deslocam, e pela distância (D) medida perpendicularmente do olho até a linha de deslocamento, conforme indicado abaixo:

$$\text{Tempo de movimentação dos olhos} = 15,2 \cdot \frac{T}{D} \cdot \text{UMT}$$

Admitindo-se **sempre** 20UMT como o valor máximo possível.

Exemplo:

Após escrever uma carta, uma pessoa deixa uma caneta e a tampa sobre a mesa, a uma distância de 10 cm uma da outra, e cada uma a 30 cm de distância das mãos esquerda e direita, respectivamente. Determinar o tempo padrão para a operação de pegar a caneta, pegar a tampa, tampá-la e colocá-la no bolso, utilizando o sistema de tempos sintéticos MMT.

### Exercícios Propostos

1. Um caixa de um banco trabalha dentro da seguinte seqüência:

Permanecendo sentado, ele pega um cheque colocado pelo cliente sobre o guichê à sua frente, na altura de seus olhos. Após pegar o cheque com a mão direita e repassa-lo à mão esquerda, ele digita com a mão direita uma seqüência de 11 dígitos em um teclado colocado à sua frente, próximo ao alcance de sua mão. Em seguida, com a mão esquerda ele passa o cheque por uma leitora ótica, situada à sua esquerda. Aguarda 8 segundos para a impressão do comprovante, destaca-o manualmente com a mão direita, coloca sobre o balcão à disposição do cliente. Em seguida, abre uma gaveta à sua frente, coloca o cheque dentro de uma caixa apropriada, fecha a gaveta com as duas mãos e retorna à posição original. Determinar o Tempo Padrão necessário para o processamento de:

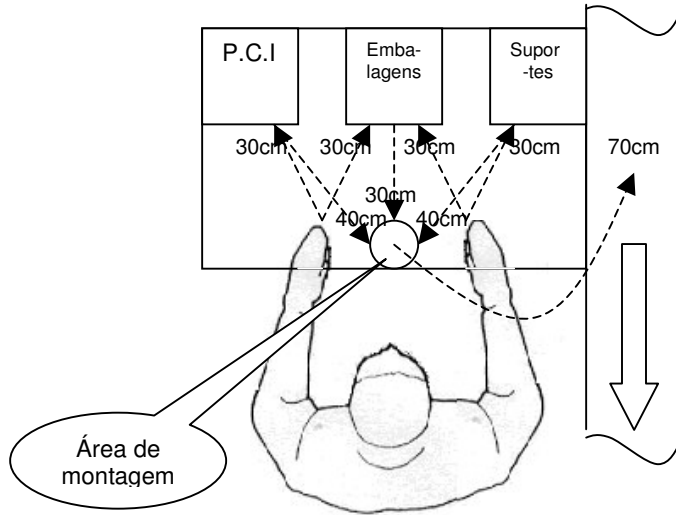
Um cheque.

Dez cheques de um mesmo cliente.

2. Um operador de prensa tem uma caixa de blanks colocada à sua esquerda, a uma distância horizontal de 30cm de sua mão em repouso. Cada blank pesa, em média, 1,5 kg. O operador pega o blank com as duas mãos, leva-o até a ferramenta de estampagem, posiciona o blank com pequena interferência, a uma distância de 60 cm de seu corpo. Em seguida, solta o blank e aciona dois comandos localizados à sua frente, na altura de cada uma das mãos. Após a estampagem, ele retira o retalho com a mão direita e o joga em uma caixa de sucata localizada a 1,5 metros de distância. Retira a peça da máquina com as duas mãos, trazendo-a próxima de seu corpo, e em seguida, posiciona a peça dentro de uma caixa plástica. Retorna à sua posição original e reinicia as operações.

3. Um operador está sentado à frente de uma bancada, com as mãos sobre a mesma e ao lado de uma esteira rolante. Ele deve pegar uma placa de circuito impresso com a mão esquerda, pegar um suporte plástico com a mão direita e montar o conjunto. Em seguida, deve pegar uma embalagem, embalar o produto e colocá-lo embalado na esteira rolante, retornando à posição inicial.

O suporte, a placa e a embalagem pesam menos de 50g cada. A distância dos olhos do operador até a área de montagem é de aproximadamente 40 cm. Determinar o TP dessa operação, em segundos, através dos tempos sintéticos, indicando na tabela abaixo todos os movimentos que você identificou.



item	Descrição	UMT	“

#### 4. Balanceamento de Linhas de Montagem.

O Balanceamento de Linhas de Montagem é uma atividade a ser executada quando já dispomos dos Tempo Padrões de um processo qualquer, obtido através de cronometragens ou Tempos Sintéticos.

O balanceamento é uma atividade que tem por finalidade determinar a quantidade real de operadores num processo de produção seriada, verificar a taxa de ocupação de cada posto de trabalho e avaliar-se a eficiência global de trabalho.

A determinação destes dados é feita por métodos determinísticos e empíricos como veremos.

Para se fazer o balanceamento de uma linha de montagem, devemos determinar em primeiro lugar o tempo de ciclo (TC). O TC expressa a frequência com que uma peça deve sair da linha de produção, ou seja, é o tempo de execução total de uma peça na linha de produção.

O TC é determinado pela divisão entre o tempo total de produção e o número de peças a serem produzidas, como segue:

$$TC = \frac{\text{Tempo de Produção}}{\text{Quantidade total de produtos a ser produzida}}$$

A partir do Tempo de Ciclo, determinamos o número teórico de operadores, necessário para a produção da peça, conforme indicado abaixo:

$$NT_{\text{Operadores}} = \frac{\text{Tempo total de operação de um produto}}{\text{Tempo de Ciclo}} = \frac{\sum \text{Tempos individuais de operação}}{TC}$$

Após a determinação do número teórico de operadores ( $NT_{\text{Operadores}}$ ), devemos determinar, empiricamente, o Número Real de operadores, utilizando algumas regras práticas:

Esse número é determinado por simulação.

Deve-se distribuir o tempo de trabalho em cada posto e alocando-se o menor número possível de operadores por posto.

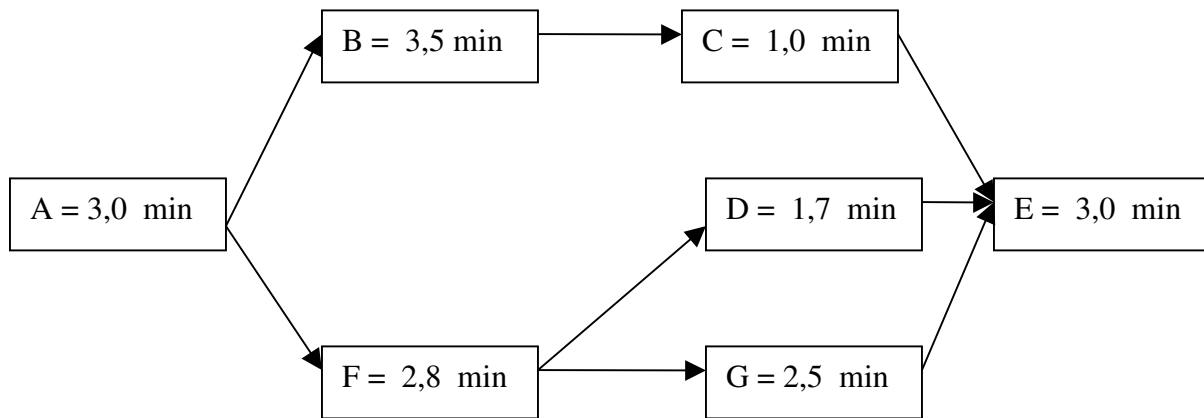
O tempo de operação atribuído a cada operador nunca deve ultrapassar o TC.

A eficiência da linha de montagem assim planejada é calculada através da relação entre o número real e o número teórico de operadores.

$$E_F = \frac{NT_{Op.}}{NR_{Op.}}$$

Exemplo:

Uma linha de montagem tem que produzir 10 peças por hora, sendo que os operadores trabalham 45 minutos em cada hora. Determinar o TC, o N e o número real de operadores, dadas as seguintes operações:



$TC = 45 \text{ min}/10 \text{ peças/hora} = 4,5 \text{ minutos por peça.}$

$\Sigma T_i = 17,5 \text{ minutos}$

$N = 17,5 / 4,5 = 3,89 \text{ operadores, teoricamente.}$

Determinação do número real:

Posto	1	2	3	4	5	TC
Operações	A	B+C	F+D	G	E	
Tempo (T)	3,0	4,5	4,5	2,5	3,0	4,5
Ocupação (%)	66,7	100,0	100,0	55,6	66,7	

Portanto, o número real é de 5 operadores.

$\text{Eficiência} = 3,89 / 5 = 77,8\%$

Exercícios:

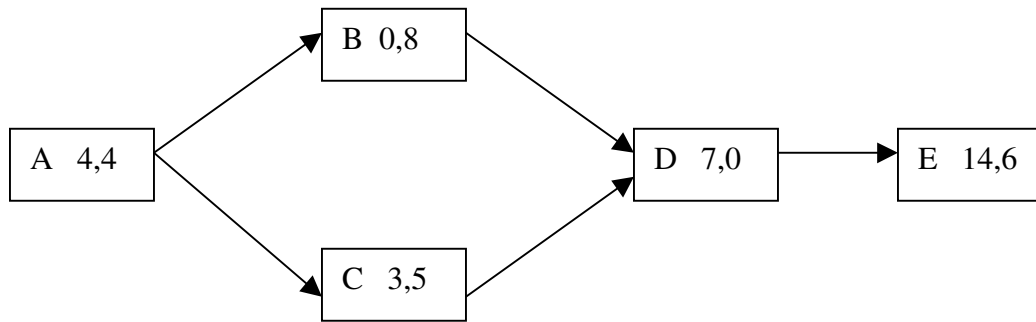
1. Um fabricante de armários estruturou uma linha de montagem a partir das peças pré fabricadas e sabendo que deve produzir 6 armários por hora. A figura abaixo mostra a seqüência de operações, com os tempos em minutos. Cada operador trabalha 48 minutos por hora. Determinar:

O tempo do ciclo.

O número teórico de operadores

A distribuição do trabalho e o número real de operadores

A eficiência do balanceamento

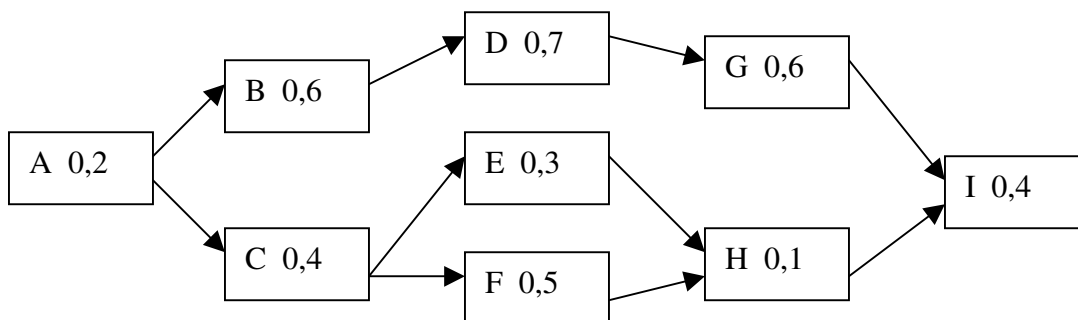


2. Um fabricante de calçados estruturou sua linha de produção para fabricar 1 par de sapatos por minuto. As relações entre as atividades são mostradas abaixo, com os tempos em minutos. Determinar:

O número teórico de operadores

A distribuição do trabalho e o número real de operadores

A eficiência do balanceamento





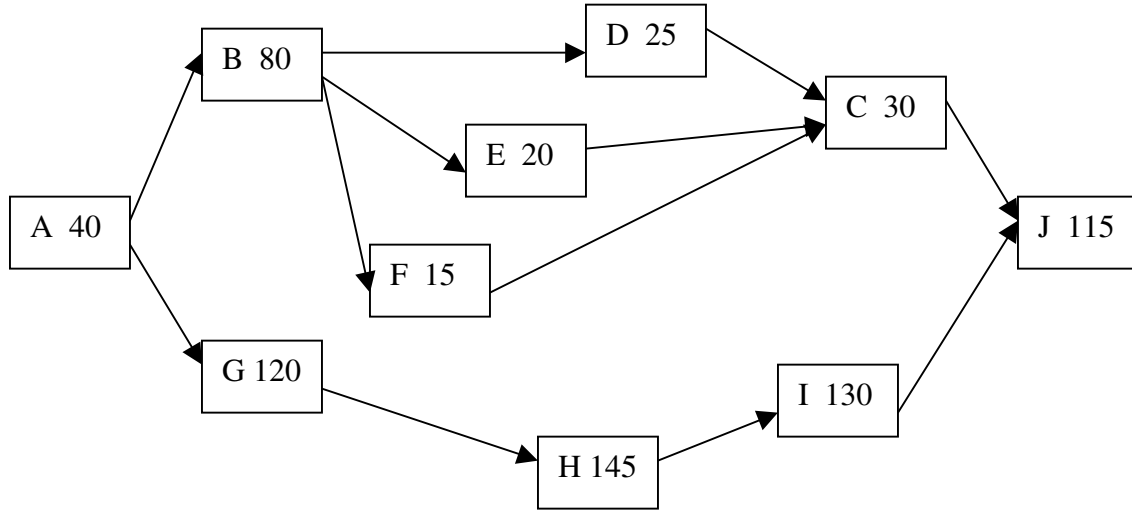
1. A seqüência de operações indicada abaixo prevê a produção de até 200 unidades de produto por hora, mas por razões de manutenção, estipulou-se uma porcentagem de funcionamento de 96% do tempo total. Considerando-se que os tempos de operação estão dados em segundos, calcule:

O tempo do ciclo.

O número teórico de operadores

O número real de operadores e a possível divisão do trabalho

A eficiência do balanceamento



#### 4. Balanceamento de Linhas de Montagem quando há a montagem de mais de um produto.

A metodologia aplicada é a mesma do caso anterior, apenas considerando-se como tempo de ciclo o tempo ponderado obtido a partir da quantidade de cada modelo a ser produzido.

Para fixarmos melhor este método, vamos analisar um exemplo prático:

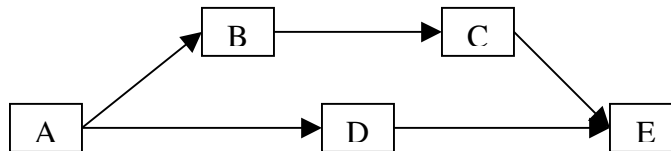
Suponha que uma empresa tenha que montar os produtos X, Y e Z numa determinada seqüência de montagem determinada.

Essa empresa estipulou que cada operador irá trabalhar durante 48 minutos por hora, devendo-se produzir um total de 30 unidades de produtos (X+Y+Z).

A tabela abaixo indica o tempo de operação de cada produto:

Tempo gasto por produto em cada operação			
Operação	Produto		
	X	Y	Z
A	2,5	3,0	2,8
B	1,7	1,2	2,4
C	-----	1,5	0,8
D	2,0	1,0	2,0
E	1,6	-----	-----
Quantidade a ser produzida, por hora.	10	8	12

Seqüenciação das operações:



1º Passo:

Determinar-se o tempo ponderado de cada operação:

Operação	Tempo ponderado de cada operação	Total
A	$\frac{2,5 \times 10 + 3,0 \times 8 + 2,8 \times 12}{30}$	2,72 min
B	$\frac{1,7 \times 10 + 1,2 \times 8 + 2,4 \times 12}{30}$	1,85 min
C	$\frac{0 \times 10 + 1,5 \times 8 + 0,8 \times 12}{30}$	0,72 min
D	$\frac{2,0 \times 10 + 1,0 \times 8 + 2,0 \times 12}{30}$	1,73 min
E	$\frac{1,6 \times 10 + 0 \times 8 + 0 \times 12}{30}$	0,53 min

2º Passo:

Determinação do número teórico de operadores:

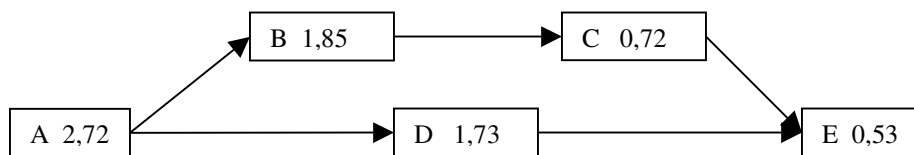
$$N = \sum T_i / TC = 7,55 \text{ min} / 1,6 \text{ min} = 4,72 \text{ operadores}$$

3º Passo:

A determinação do tempo de ciclo é feita do mesmo modo que no caso anterior:

$$TC = \frac{48 \text{ min trabalhados/hora}}{30 \text{ produtos / hora}} = 1,6 \text{ min/ produto}$$

Reconstituo a sequência de operações com os tempos ponderados já determinados:



A partir daí, faço o balanceamento do mesmo modo como no caso anterior:

Posto	1	2	3	4	TC
Operações	A	B	D	C+E	
Nº operadores	2	2	2	1	
Tempo	1,36	0,93	0,87	1,25	1,25

Portanto, o número real de operadores é = 7

4º Passo

Determinação da eficiência:

$$E = 4,72 / 7 = 67,4\%$$

## 5. Diagrama Homem-Máquina

### Exercícios sobre Diagrama Homem-Máquina

1. Um operador trabalha simultaneamente com duas máquinas diferentes, M1 e M2, que fabricam a mesma peça. Os tempos padrões para os elementos das operações de carregar máquina, máquina trabalhando e descarregar máquina são respectivamente, em segundos por unidade:

	Carga	Operação	Descarga
Máquina 1	15"	60"	10"
Máquina 2	15"	90"	5"

Determinar:

- A duração do ciclo de produção, utilizando o diagrama Homem-Máquina,
- A ociosidade do operador no ciclo de produção (se existir) para as duas máquinas,
- A produção das duas máquinas em uma jornada de trabalho de oito horas.

2. Um processo industrial apresenta um operador que maneja duas máquinas, M<sub>1</sub> e M<sub>2</sub>, independentes entre si. Ambas produzem a mesma peça. Os tempos de operação estão indicados abaixo:

Operação	Duração (minutos)
Carrega e põe em operação a M <sub>1</sub>	0,5
Descarrega a M <sub>1</sub>	1
Carrega e põe em operação a M <sub>2</sub>	0,5
Descarrega M <sub>2</sub>	0,5
Operação da M <sub>1</sub>	2
Operação da M <sub>2</sub>	2,5
Inspeciona a peça da M <sub>1</sub> , denominada P <sub>1</sub> .	0,5
Inspeciona a peça da M <sub>2</sub> , denominada P <sub>2</sub> .	0,5

Utilizando a carta de atividades múltiplas fornecida a seguir, pede-se:

- Calcular a duração do ciclo conjunto para o Operador e as Máquinas,
- Calcular a quantidade de peças produzidas em um ciclo conjunto HM,
- Calcular o tempo ocioso do operador como % do tempo de ciclo repetitivo.

3. Um operador trabalha com duas máquinas, simultaneamente, produzindo a mesma peça em ambas máquinas. As máquinas operam sozinhas e são independentes entre si. As operações efetuadas são:

Elemento	Descrição	Duração
1	Operador carrega põe a M1 para trabalhar.	0,5'
2	Máquina 1 operando	4'
3	Operador descarrega a M1	0,5'
4	Operador inspeciona peça da M1 (P1)	1'
5	Operador carrega e põe a M2 em operação.	0,5'
6	Máquina 2 operando	5'
7	Operador descarrega a M2	0,5'
8	Operador inspeciona peça da M2	1'

Observação: Os elementos são independentes entre si e a numeração dos mesmos é apenas ilustrativa, não representando uma seqüência obrigatória de trabalho. Você poderá estabelecer a seqüência de trabalho que julgar mais adequada. Determinar:

- O tempo do ciclo deste processo,
- A produção diária em um turno de 8 horas trabalhadas.

	T		T		T	
						01
						02
						03
						04
						05
						06
						07
						08
						09
						10
						11
						12
						13
						14
						15
						16
						17
						18
						19
						20
						21
						22
						23
						24
						25
						26
						27
						28
						29
						30
						31
						32
						33
						34
						35
						36
						37
						38
						39
						40
						41
						42
						43
						44
						45
						46
						47
						48
						49
						50
						51
						52
						53
						54
						55
						56
						57
						58
						58
						60
						61
						62
						63
						64
						65
						66
						67
						68
						69
						70

	T		T		T	
						01
						02
						03
						04
						05
						06
						07
						08
						09
						10
						11
						12
						13
						14
						15
						16
						17
						18
						19
						20
						21
						22
						23
						24
						25
						26
						27
						28
						29
						30
						31
						32
						33
						34
						35
						36
						37
						38
						39
						40
						41
						42
						43
						44
						45
						46
						47
						48
						49
						50
						51
						52
						53
						54
						55
						56
						57
						58
						58
						60
						61
						62
						63
						64
						65
						66
						67
						68
						69
						70

		T		T		T	
							01
							02
							03
							04
							05
							06
							07
							08
							09
							10
							11
							12
							13
							14
							15
							16
							17
							18
							19
							20
							21
							22
							23
							24
							25
							26
							27
							28
							29
							30
							31
							32
							33
							34
							35
							36
							37
							38
							39
							40
							41
							42
							43
							44
							45
							46
							47
							48
							49
							50
							51
							52
							53
							54
							55
							56
							57
							58
							58
							60
							61
							62
							63
							64
							65
							66
							67
							68
							69
							70

		T		T		T	
							01
							02
							03
							04
							05
							06
							07
							08
							09
							10
							11
							12
							13
							14
							15
							16
							17
							18
							19
							20
							21
							22
							23
							24
							25
							26
							27
							28
							29
							30
							31
							32
							33
							34
							35
							36
							37
							38
							39
							40
							41
							42
							43
							44
							45
							46
							47
							48
							49
							50
							51
							52
							53
							54
							55
							56
							57
							58
							58
							60
							61
							62
							63
							64
							65
							66
							67
							68
							69
							70



## 6. Análise do Processo Produtivo.

A análise de qualquer processo produtivo é uma atividade constante que deve fazer parte da cultura de uma empresa. Todo processo produtivo, mesmo o mais atualizado, sempre admite melhorias e evoluções.

Para uma análise técnica e eficiente, existe o “Gráfico de Fluxo de Processo”, conforme veremos.

### Gráfico de Fluxo de Processo.






É um quadro de registro de operações, com a finalidade de facilitar a compreensão do trabalho, facilitando a análise de possíveis melhorias.


O registro das operações começa com a entrada da matéria prima no processo produtivo, seguindo seus passos ao longo de todo processo, até a expedição. A execução do Gráfico de Fluxo de Processo evidentemente extrapola departamentos, não se restringindo à produção.

O Gráfico de Fluxo de Processo deve ser adequado à realidade de cada empresa e pode ser executado tanto para a sequenciação de atividades de um operador como para o fluxo percorrido por um material. Desse modo podemos ter o Gráfico para atividades do *homem* como podemos ter o Gráfico para operações de *material*. Esses dois tipos de gráficos não devem ser misturados.

O estudo do Gráfico de Fluxo de Processo pode indicar a existência de operações que podem ser parcialmente ou totalmente eliminadas, pode indicar operações que podem ser combinadas bem como, pode indicar o melhor trajeto de um material ao longo de um processo produtivo. O objetivo será sempre a redução de custos através da racionalização do uso de materiais e mão de obra.

Através do Gráfico de Fluxo de Processo também avalia-se o impacto de uma modificação sobre um processo produtivo, antes que estas modificações sejam efetivamente implantadas. Para a construção do Gráfico de Fluxo de Processo são usados símbolos padronizados, conforme indicado abaixo:

Símbolo	Denominação	Descrição
	Operação	Ocorre quando um material / produto é modificado intencionalmente em uma ou mais operações. É a fase mais importante do processo.
	Transporte	Corresponde a qualquer deslocamento do material dentro do processo, exceto quando a movimentação for parte integrante da operação.
	Inspeção	É toda avaliação qualitativa ou quantitativa sobre o material, a partir de padrões preestabelecidos.
	Espera	Toda espera corresponde a um intervalo de tempo entre a última operação efetuada e o início da operação seguinte.
	Armazenamento	É toda manutenção de um material sob controle físico, exigindo sua requisição ou autorização para um manuseio posterior.

Dois símbolos podem ser combinados a fim de descrever uma operação conjunta, como por exemplo, uma operação combinada com inspeção: 

A seguir temos um exemplo proposto de uma carta auxiliar para a construção de um Gráfico de Fluxo de Processo:

Gráfico de Fluxo de Processo			
Data: / /		Departamento:	
Processo em Análise:		Elaborado por:	
		Relatório nº:	Folha : de
Distância em metros	Tempo em minutos	Operação	Descrição do Processo
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
		○ → □ D ▽	
Total:	Total:	Total:	

Resultado da Análise				
	Método atual	Método proposto	Diferença	Ganho %
Operações. ○				
Transportes. →				
Inspeções. □				
Esperas. D				
Armazenagens. ▽				
Distância percorrida em metros				

A montagem do gráfico nos indica as distâncias totais percorridas e o total de operações de cada tipo. Isto facilita a análise quanto aos transportes a serem eliminados, operações a serem eliminadas ou combinadas.

Exercício:

- Em um posto de trabalho, um operador estampa uma peça e a acondiciona em uma caixa projetada para 120 peças. A taxa de produção é de 600 peças/hora,
- Quando uma caixa é completada ele pega três peças aleatoriamente, as inspeciona com um calibrador P/NP e preenche uma carta de CEP com os dados obtidos. Em média, demora ao redor de 3' neste processo.
- Caso haja rejeição, ele leva a caixa até uma área de segregação, preenche um relatório de rejeição e retorna ao processo. Leva em média, 10' neste processo.
- A caixa rejeitada é selecionada 100% na área de segregação, por outro funcionário, e retorna ao processo para reposição das peças rejeitadas. Demora em média 10" por peça.
- Se as peças forem aprovadas ele preenche uma etiqueta de identificação, coloca a etiqueta na caixa e a deixa de lado. Demora ao redor de 1' para isto.
- Quando ele completa 10 caixas, coloca-as em um carrinho e as leva até o almoxarifado, distante uns 30 metros. Demora em média 5' nesta operação.
- Em seguida vai até um local distante ao redor de 20 metros do almoxarifado (10 metros de distância de seu posto de trabalho), para pegar outras caixas, trocando cada uma delas por uma requisição que ele mesmo preenche. Demora ao redor de 2' para isso.
- Conforme a área de manutenção da empresa, e para manter a manutenção preditiva, o processo é parado a cada 5 horas para revisão da máquina. Esse processo demora aproximadamente 1 hora.
- Após o processamento, a caixa com as peças permanece estocada por dois dias e em seguida é transportada ao cliente.

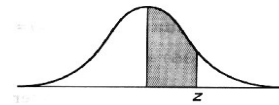
Elaborar o gráfico de processo para o Produto e para o Operador, na produção de peças aprovadas.

Gráfico de Processo:		<input type="checkbox"/> Operador	<input type="checkbox"/> Produto	Identificação do Produto:
Etapa	Distancia	Tempo		Descrição da Operação
				Total

Gráfico de Processo: <input type="checkbox"/> Operador <input type="checkbox"/> Produto				Identificação do Produto:		
Etapa	Distancia	Tempo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Descrição da Operação
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Total

Gráfico de Processo: <input type="checkbox"/> Operador <input type="checkbox"/> Produto				Identificação do Produto:		
Etapa	Distancia	Tempo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Descrição da Operação
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Total

## Anexo 1: Tabela da Distribuição Normal Reduzida para área central



z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2517	0,2549
0,7	0,2580	0,2611	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4382	0,4394	0,4406	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3,0	0,49865	0,498694	0,498736	0,498777	0,498817	0,498856	0,498893	0,498930	0,498965	0,498999
3,1	0,499032	0,499064	0,499096	0,499126	0,499155	0,499184	0,499211	0,499238	0,499264	0,499289
3,2	0,499313	0,499336	0,499359	0,499381	0,499402	0,499423	0,499443	0,499462	0,499481	0,499499
3,3	0,499517	0,499533	0,499550	0,499566	0,499581	0,499596	0,499610	0,499624	0,499638	0,499650
3,4	0,499663	0,499675	0,499687	0,499698	0,499709	0,499720	0,499730	0,499740	0,499749	0,499758
3,5	0,499767	0,499776	0,499784	0,499792	0,499800	0,499807	0,499815	0,499821	0,499828	0,499835
3,6	0,499841	0,499847	0,499853	0,499858	0,499864	0,499869	0,499874	0,499879	0,499883	0,499888
3,7	0,499892	0,499896	0,499900	0,499904	0,499908	0,499912	0,499915	0,499918	0,499922	0,499925
3,8	0,499928	0,499925	0,499933	0,499936	0,499938	0,499941	0,499943	0,499946	0,499948	0,499950
3,9	0,499952	0,499954	0,499956	0,499958	0,499959	0,499961	0,499963	0,499964	0,499966	0,499967
4,0	0,49 <sup>3</sup> 683	0,49 <sup>3</sup> 793	0,49 <sup>3</sup> 867	0,49 <sup>4</sup> 146	0,49 <sup>4</sup> 459	0,49 <sup>4</sup> 66	0,49 <sup>4</sup> 789	0,49 <sup>4</sup> 87	0,49 <sup>5</sup> 207	0,49 <sup>5</sup> 521
5,0	0,49 <sup>5</sup> 713	0,49 <sup>5</sup> 830	0,49 <sup>6</sup> 004	0,49 <sup>6</sup> 421	0,49 <sup>6</sup> 667	0,49 <sup>6</sup> 810	0,49 <sup>6</sup> 893	0,49 <sup>7</sup> 401	0,49 <sup>7</sup> 668	0,49 <sup>7</sup> 818
6,0	0,49 <sup>8</sup> 013	0,49 <sup>8</sup> 470	0,49 <sup>8</sup> 718	0,49 <sup>8</sup> 851	0,49 <sup>9</sup> 223	0,49 <sup>9</sup> 598	0,49 <sup>9</sup> 794	0,49 <sup>9</sup> 896	0,49 <sup>10</sup> 477	0,49 <sup>10</sup> 74

## Anexo 2: Tabela da Distribuição Normal Reduzida para área residual



z	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641
0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,352	0,3483
0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0721	0,0708	0,0694	0,0681
1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0618	0,0606	0,0594	0,0571	0,0559
1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
1,8	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048
2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0041	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
2,7	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
2,8	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
2,9	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
3,0	0,00135	0,001306	0,001264	0,001223	0,001183	0,001144	0,001107	0,00107	0,001035	0,001001
3,1	0,000968	0,000936	0,000904	0,000874	0,000845	0,000816	0,000789	0,000762	0,000736	0,000711
3,2	0,000687	0,000664	0,000641	0,000619	0,000598	0,000577	0,000557	0,000538	0,000519	0,000501
3,3	0,000483	0,000467	0,000450	0,000434	0,000419	0,000404	0,000390	0,000376	0,000362	0,000350
3,4	0,000337	0,000325	0,000313	0,000302	0,000291	0,000280	0,000270	0,000260	0,000251	0,000242
3,5	0,000233	0,000224	0,000216	0,000208	0,000200	0,000193	0,000185	0,000179	0,000172	0,000165
3,6	0,000159	0,000153	0,000147	0,000142	0,000136	0,000131	0,000126	0,000121	0,000117	0,000112
3,7	0,000108	0,000104	0,000100	0,000096	0,000092	0,000088	0,000085	0,000082	0,000078	0,000075
3,8	0,000072	0,000069	0,000067	0,000064	0,000062	0,000059	0,000057	0,000054	0,000052	0,000050
3,9	0,000048	0,000046	0,000044	0,000042	0,000041	0,000039	0,000037	0,000036	0,000034	0,000033
4,0	0,0 <sup>4</sup> 317	0,0 <sup>4</sup> 207	0,0 <sup>4</sup> 133	0,0 <sup>5</sup> 854	0,0 <sup>5</sup> 541	0,0 <sup>5</sup> 340	0,0 <sup>5</sup> 211	0,0 <sup>5</sup> 130	0,0 <sup>6</sup> 793	0,0 <sup>6</sup> 479
5,0	0,0 <sup>6</sup> 287	0,0 <sup>6</sup> 170	0,0 <sup>7</sup> 996	0,0 <sup>7</sup> 579	0,0 <sup>7</sup> 333	0,0 <sup>7</sup> 190	0,0 <sup>7</sup> 107	0,0 <sup>8</sup> 599	0,0 <sup>8</sup> 332	0,0 <sup>8</sup> 182
6,0	0,0 <sup>9</sup> 987	0,0 <sup>9</sup> 530	0,0 <sup>9</sup> 282	0,0 <sup>9</sup> 149	0,0 <sup>10</sup> 777	0,0 <sup>10</sup> 402	0,0 <sup>10</sup> 206	0,0 <sup>11</sup> 104	0,0 <sup>11</sup> 523	0,0 <sup>11</sup> 260

## Anexo 3: Fatores Estatísticos

Tabela de Fatores Estatísticos para Cálculos de Limites e Amostragens											
n	A <sub>2</sub>	$\cong$ A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	C <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	E <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>
2	1,880	1,880	2,695	2,695		3,267	0,798		3,267	2,660	1,128
3	1,023	1,187	1,954	1,826		2,568	0,886		2,574	1,772	1,693
4	0,729	0,796	1,628	1,522		2,266	0,921		2,282	1,457	2,059
5	0,577	0,691	1,427	1,363		2,089	0,940		2,114	1,290	2,326
6	0,483	0,548	1,287	1,263	0,030	1,970	0,952		2,004	1,184	2,534
7	0,419	0,508	1,182	1,195	0,118	1,882	0,959	0,076	1,924	1,109	2,704
8	0,373	0,433	1,099	1,143	0,185	1,815	0,965	0,136	1,864	1,054	2,847
9	0,337	0,412	1,032	1,104	0,239	1,761	0,969	0,184	1,816	1,010	2,970
10	0,308	0,362	0,975	1,072	0,284	1,716	0,973	0,223	1,777	0,975	3,078
11	0,285		0,927		0,321	1,679	0,975	0,256	1,744		3,173
12	0,266		0,886		0,354	1,646	0,978	0,284	1,717		3,258
13	0,249		0,850		0,382	1,618	0,979	0,308	1,693		3,336
14	0,235		0,817		0,406	1,594	0,981	0,328	1,671		3,407
15	0,223		0,789		0,428	1,572	0,982	0,348	1,653		3,476
16	0,212		0,763		0,448	1,552	0,983	0,363	1,637		3,532
17	0,203		0,739		0,466	1,534	0,984	0,370	1,622		3,588
18	0,194		0,718		0,482	1,518	0,985	0,391	1,608		3,640
19	0,187		0,698		0,497	1,503	0,986	0,403	1,597		3,689
20	0,180		0,680		0,510	1,490	0,987	0,415	1,585		3,735
21	0,173		0,663		0,523	1,477	0,988	0,425	1,575		3,778
22	0,167		0,647		0,534	1,466	0,989	0,434	1,566		3,819
23	0,162		0,633		0,545	1,455	0,989	0,443	1,557		3,858
24	0,157		0,619		0,555	1,445	0,989	0,451	1,548		3,895
25	0,153		0,606		0,565	1,435	0,990	0,459	1,541		3,931