



## OBJETIVOS

- ▶ Estudar os tempos e métodos de trabalho por meio da cronoanálise para definição de Tempo Padrão do Elemento e de operação, bem como calcular a carga de mão-de-obra e de máquina.

## Sumário

INTRODUÇÃO .....	3
Técnicas de medida do trabalho .....	3
Tempos Pré-determinados .....	4
Tempos Estatísticos .....	4
Cronometragem.....	4
Amostragem do Trabalho .....	4
Tempos Históricos .....	5
Cálculo dos Tempos .....	5
Aplicabilidade .....	5
Vantagens e Desvantagens .....	6
Cálculo dos Tempos.....	6
Aplicabilidade .....	6
Vantagens e Desvantagens .....	7
Cronometragem.....	7
Aplicabilidade .....	8
SEQUÊNCIA DE PROCEDIMENTO DA CRONOMETRAGEM .....	8
Divisão da Operação em Elementos .....	10



	2
MÉTODOS DE CRONOMETRAGEM .....	11
Nivelamento dos Tempos .....	12
DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE OBSERVAÇÕES .....	13
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO OPERADOR E TEMPO NORMAL .....	14
AVALIAÇÃO DO RITMO OU VELOCIDADE.....	15
Cálculo do Tempo Observado .....	17
Cálculo do Tempo Normal .....	17
TOLERÂNCIAS .....	18
Tolerância Pessoal .....	18
Tolerância para Esperas Inevitáveis .....	19
Tolerância para Fadiga .....	20
TEMPO PADRÃO .....	23
Tempo Padrão do Elemento e Operação .....	23
DETERMINAÇÃO DA CARGA DE MÃO-DE-OBRA.....	23
DETERMINAÇÃO DA CARGA MÁQUINA.....	24
REFERÊNCIAS .....	25



## INTRODUÇÃO

A Medida do Trabalho consiste na aplicação de certas técnicas visando determinar a quantidade de tempo requerida para que uma pessoa qualificada e treinada execute, em ritmo normal, uma tarefa, segundo determinado método. Este tempo é denominado de TEMPO-PADRÃO.

O tempo-padrão é uma medida industrial importante e comumente usado com os seguintes propósitos:

- Determinação do número de máquinas atribuíveis a um executante;
- Planejamento, programação e controle da produção;
- Cálculo de custos-padrão, estimativa de custo de produto novo;
- Determinação da carga de mão-de-obra (número de pessoas necessárias para realizar a tarefa);
- Proporcionar uma base para o estabelecimento de incentivos fiscais;
- Balancear o trabalho de grupos ou linhas de produção, etc.

Efetua-se a Medida do Trabalho nos seguintes casos: lançamento de uma nova fabricação, introdução de modificações na fabricação, os tempos estão obsoletos, solicitação do mestre e solicitação do executante.

### Técnicas de medida do trabalho

Existem diferentes técnicas para se determinar o tempo de uma operação produtiva. A escolha da técnica a ser utilizada requer o exame de alguns elementos: exatidão da medida, aplicação do conhecimento do tempo, rapidez para se determinar os tempos, pessoal técnico necessário para realizar os estudos, tipos de produção e padronização dos Métodos de trabalho.



As técnicas mais desenvolvidas são: Cronometragem e Tempos Pré-determinados. As mais simples são: Tempos Históricos, Tempos Estimativos e Tempos Estatísticos. Além destas, há uma técnica auxiliar das acima que é a Amostragem do Trabalho.

### **Tempos Pré-determinados**

São tempos geralmente curtos, de movimentos padronizados, permitindo reconstituir todas as atividades industriais e obter seu tempo de execução.

### **Tempos Estatísticos**

É uma técnica utilizada quando se quer conhecer a tempo de uma operação (que não está em execução) através de tempos conhecidos de operações semelhantes.

### **Cronometragem (Estudo de Tempos)**

Consiste em fazer a medida do trabalho de forma absoluta por observação direta e medida efetiva utilizando cronômetro.

### **Amostragem do Trabalho**

Trata-se de uma técnica que permite através de observações aleatórias, avaliar as parcelas da jornada de trabalho, durante as quais, executantes e máquinas produzem ou estão inativos e determinar a atividade relativa dos diversos executantes e diferentes máquinas.

### **Tempos Históricos**

É a mais simples de todas as técnicas. Consiste em se determinar o tempo



real de uma operação com base em dados de produção acontecida no passado recente (semanas ou meses passados).

### Cálculo dos Tempos

Para se determinar os tempos históricos de operações produtivas coleta-se os seguintes dados, através de boletins de produção: número da peça, nome da operação, designação do posto de trabalho, quantidade produzida e número de minutos de produção consumidos. Com esses dados, o tempo histórico da operação será o quociente da divisão entre o total de minutos e a quantidade produzida.

$$\text{Tempo Histórico} = \frac{\text{minutos de produção}}{\text{quantidade produzida}}$$

### Aplicabilidade

Essa técnica é utilizada para cálculo de Carga de Trabalho, em programação da produção, para determinação de prazos de execução de lotes de produção, estimativa inicial e grosseira de custo de mão de obra. Não deve ser utilizada para medir ou avaliar a produtividade dos operários, face a sua pequena precisão.

### Vantagens e Desvantagens

As vantagens desta técnica são a rapidez para determinar os tempos de



muitas operações, desde que haja boletins de produção arquivados, e a facilidade de cálculos (não requer pessoal especializado). As desvantagens são a pequena exatidão e margem de erro desconhecida, como também, aplicabilidade reduzida a estimativas grosseiras de custos e ao cálculo de Carga de Trabalho.

### Tempos Estimativos

Esta técnica é também conhecida como Pré-cálculo de Tempos. Consiste em estimar tempos de operações produtivas que não estão em execução. Estas operações serão realizadas no futuro, isto é, ao se contratar uma encomenda de peças e/ou produtos ainda não produzidas pela empresa.

### Cálculo dos Tempos

O cálculo dos tempos segue as seguintes etapas:

a - Analisar a operação, isto é, determinar os elementos que a compõem, considerando-se a máquina a ser utilizada, características do material, ferramentas e dispositivos de trabalho e o local da operação. É desenvolvida com base em desenho, amostras e/ou modelos da peça a ser produzida.

b - Estimar o tempo dos elementos da operação com base em operações semelhantes cujos tempos tenham sido determinados. As tabelas de "elementos básicos", elaborados na empresa, são valiosa fonte de dados para esta técnica.

### Aplicabilidade

É utilizada quando a empresa fabrica produtos sob encomenda ou produtos diversificados que não constam de sua linha, no caso de lançamento de novos produtos e quando não se dispõe de outros meios para se conhecer os tempos de operações.



### Vantagens e Desvantagens

As vantagens se resumem na possibilidade de se obter um dado básico (tempo) sem a existência efetiva do trabalho.

As desvantagens residem na margem de erro que pode estar contida no valor obtido.

### Cronometragem

Cronometragem ou Estudo de Tempos é uma técnica que permite fixar, partindo de um número limitado de observações, o tempo necessário à execução de uma dada tarefa, segundo normas de rendimento bem definidas. Utiliza cronômetro e requer pessoal especializado (cronoanalista) para a sua execução. Como o objetivo desta técnica é a determinação do Tempo-padrão de uma operação, devem ser observadas algumas condições como:

O método de trabalho da operação deve estar padronizado, isto é, racionalizado e oficializado;

O operador deve ser habilitado e treinado neste método de trabalho;

As condições de máquina, materiais, dispositivos e ferramentas devem ser normais;

As condições do local de trabalho (luz, ruídos, temperatura, calor, disposição do material, etc.) devem ser os habituais;

O profissional que realizará o estudo deve ser um cronoanalista habilitado e treinado;

### Aplicabilidade

O Tempo-padrão da operação é uma medida do trabalho de aplicação em



todas as modalidades vistas. É usado oficialmente na empresa e não pode ser alterado sem que haja justificativa para um novo estudo.

### SEQUÊNCIA DE PROCEDIMENTO DA CRONOMETRAGEM

A cronometragem é elaborada pelo cronoanalista, em duas fases: a primeira no próprio local da operação que vai ser estudada e a segunda (cálculos) no escritório.

Na primeira fase, o analista ao cronometrar o operador deverá também avaliar o ritmo ou eficiência com que ele executou a tarefa.

Na segunda fase, com os dados da cronometragem e da avaliação do desempenho do operador, o analista determina o Tempo Normal da tarefa, isto é, o tempo requerido para realizar a tarefa trabalhando com um ritmo normal (100%).

Em seguida, ele faz um estudo para estimar os atrasos inevitáveis que ocorrem durante a jornada de trabalho, a fadiga causada pela tarefa e outros fatores que afetam o trabalho. Estes fatores são acrescentados ao tempo normal obtendo-se, então, o Tempo Padrão da tarefa. A metodologia da cronometragem segue as seguintes etapas:

1- Inicialmente, deve ser efetuada uma coleta das informações relativas à tarefa a cronometrar, a fim de conhecer os objetivos da mesma. Obter toda documentação necessária.

2- Contatar com as pessoas envolvidas: se a operação estiver sendo executada por vários operadores, selecionar aquele que satisfaça as condições convencionais de seleção (aptidão conforme especificada), formação (quando se



tratar de executante especializado) e treinamento. Deve-se escolher um executante que trabalhe mais próximo do ritmo de referência. Explicar ao operador o que e para que vai fazer a cronometragem e pedir sua colaboração.

3- Verificar se o método está sendo executado de acordo com o estabelecido. No caso de não haver método estabelecido, determinar inicialmente qual o melhor método. Se existe, verificar se pode ser melhorado (arranjo físico do posto de trabalho, utilização do homem, etc.). Examinar também, as condições do ambiente, dos equipamentos, dos materiais utilizados e propondo, se necessário, modificações para melhorar a execução do trabalho.

4 - Uma vez definido o método a ser seguido, deve-se instruir o operador de acordo com este. Prossegue-se anotando na folha de observação o nome do operador, uma Descrição da operação, o setor em que a tarefa se processa, o layout do local, os equipamentos, ferramentas, dispositivos e materiais em uso.

5 - Dividir a tarefa em elementos. Os elementos da tarefa são passos distintos que o operador deve dar no processo de executar a tarefa.

6 - Determinar o número de ciclos a cronometrar, realizar a cronometragem e anotar os tempos observados e o ritmo ou eficiência do operador.

7 - Determinar o tempo representativo, aplicar os fatores de avaliação de ritmo ou eficiência e calcular o tempo normal de cada elemento.

8 - Estimar os fatores de tolerância e determinar o tempo padrão.



### Divisão da Operação em Elementos

A divisão da operação em elementos é básica para uma boa cronometragem e respectiva avaliação de ritmo. Elemento é uma pequena subdivisão de um ciclo de trabalho ou de uma operação, possuindo um ponto de início e fim definido que pode ser descrito ou medido com precisão.

A divisão da operação em elementos e a cronometragem individual de cada um deles tem como objetivo:

- Permitir uma análise detalhada do método usado;
- Permitir uma avaliação do ritmo mais precisa (o executante pode variar o seu ritmo durante o ciclo);
- Isolar elementos que provocam mais fadiga e fixar, com exatidão, concessões para repouso;
- Determinar os tempos de referência para os elementos que se reencontram facilmente, de forma a estabelecer tabelas e catálogos de tempos;
- Separar as atividades repetitivas das atividades intermitentes;
- Separar as atividades controladas pelo homem e pela máquina,

Na divisão de uma operação em elementos, deve-se procurar seguir os seguintes critérios:

- Os elementos devem ser os mais curtos possíveis desde que possam ser medidos com precisão (não inferior a 0,04 minutos);
- Os pontos inicial e final devem ser definidos e facilmente detectáveis:



- Os elementos executados pelo homem devem ser separados dos executados pela máquina;
- Os elementos cíclicos (que ocorrem sempre na operação) devem ser separados dos elementos acíclicos, isto é, que ocorrem na repetição da operação durante a jornada de trabalho.

### MÉTODOS DE CRONOMETRAGEM

Os métodos mais comuns para cronometragem são: repetitiva, contínua (com ou sem cronômetro de recuperação) e acumulativa.

**Cronometragem Repetitiva:** O cronometrista zera o cronometro no fim de cada elemento. No fim do elemento, o cronometrista lê a graduação onde está o ponteiro e ao mesmo tempo aciona o botão de comando e o ponteiro volta ao zero e reinicia sua marcha imediatamente. As leituras registradas do cronômetro representam os tempos dos elementos.

**Cronometragem-Contínua:** No caso de cronômetro sem recuperação, o cronometrista começa a cronometragem disparando o cronômetro no início do primeiro elemento e mantém o cronometro em movimento durante o período de estudo. Ao fim de cada elemento, o observador faz a leitura e registra o valor lido na folha de cronometragem. O tempo para cada elemento é obtido no fim do estudo tirando a diferença entre leituras sucessivas. No caso de cronômetro com recuperação, o cronometrista começa a cronometragem no início do primeiro elemento e, no fim de cada elemento, pressiona o botão lateral que para o ponteiro de recuperação permitindo a leitura com o ponteiro parado. Pressionando novamente o botão, o ponteiro de recuperação reencontra imediatamente o ponteiro em movimento.

**Cronometragem Acumulativa:** São utilizados dois cronômetros, os quais



são montados juntos sendo ligados por um mecanismo de alavanca de tal forma que, quando dá início ao primeiro cronômetro, o segundo para automaticamente, e vice-versa.

### Nivelamento dos tempos

A cronometragem é como qualquer outro trabalho e requer um certo treinamento, habilidade e boa vontade. Apesar disso, é impossível evitar erros.

Ao fazer os cálculos, verifica-se que um ou outro tempo está completamente afastado dos demais. Se não há nenhuma anotação no estudo que explique a razão, só pode ser um erro de leitura. Este tempo deve ser excluído dos cálculos. A eliminação dos tempos incorretos é a primeira fase do nivelamento. Quando o cronoanalista é bem treinado, tais erros são muito raros.

Quando uma peça cai do suporte, um parafuso de guia que se desaperta, uma broca quebra ou outras ocorrências imprevisíveis acontecem, não se deve parar o estudo. Deve-se apenas registrar a ocorrência para depois saber por que este tempo está diferente dos demais.

O próprio operador pode interromper o trabalho para limpar uma ferramenta ou enxugar o suor da testa. Tudo isso deve ser anotado. Alguns cronometristas, especialmente quando usam o método repetitivo, limitam-se a parar o cronômetro quando verificam a ocorrência de uma dessas irregularidades. Dessa forma, o tempo fica automaticamente excluído do estudo.

Todavia este método não é aconselhável. Algumas dessas ocorrências, quando anotadas, ajudam a localizar falhas no trabalho. Por exemplo, se em vários estudos da mesma operação é anotado que "a peça cai", pode significar que o suporte ou as guias não são adequadas. Além disso, anotando todas as irregularidades, se terá um retrato mais fiel do trabalho observado. Mais tarde,



na fase de cálculo, decidiremos se o tempo da irregularidade deve ser ou não excluído do estudo.

Lembre-se que você está observando e cronometrando ao mesmo tempo. Deve prestar atenção nos pontos de separação dos elementos e anotar os tempos na folha. Tudo isso o deixa bastante ocupado. Ao anotar as irregularidades, deve fazê-lo com a máxima rapidez possível. O método simples é fazer um círculo em volta do tempo que contém irregularidade. Tome nota num canto da folha de estudo. Uma simples palavra pode servir de lembrete. Uma das vantagens de anotar qualquer irregularidade, é que na hora dos cálculos não somos obrigados a excluir tempo somente porque são muito altos. Sabemos o que aconteceu e podemos explicá-lo. Isso dá mais crédito ao estudo.

### DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE OBSERVAÇÕES

O tempo requerido para a execução dos elementos de uma operação variará ligeiramente de ciclo para ciclo. Mesmo que o operador trabalhe num ritmo constante, nem sempre executará cada elemento de ciclos consecutivos exatamente no mesmo tempo. As variações no tempo são causadas por vários fatores: o método do operador, seu ritmo e habilidade, erros de leitura do cronômetro e diferenças possíveis na determinação do ponto exato de término, no qual a leitura deve ser feita.

O estudo de tempos é um processo de amostragem; conseqüentemente, quanto maior o número de ciclos cronometrados, tanto mais representativos serão os resultados obtidos para a atividade em estudo. Entretanto, um grande número também encarece o estudo. A consistência nos valores de tempos medidos em um estudo de tempos e de grande importância para a determinação de valores reais de uma operação. Quanto maior for a variabilidade das leituras



de um elemento, tanto maior será o número de observações para que se tenham tempos consistentes, com a precisão desejada.

Fórmula para Determinar o Número de Observações

Nível de Confiança: 95%

Precisão: 5%

$$N' = \left[ \frac{40\sqrt{N\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

Nível de Confiança: 95%

Precisão: 10%

$$N' = \left[ \frac{20\sqrt{N\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

Onde:

N' = Número de observações necessário para produzir o nível de confiança e precisão desejados.

N = Número de observações realizadas

X = Tempo observado

## AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO OPERADOR E TEMPO NORMAL

É suficiente observar um local de trabalho, ainda que superficialmente, para verificar que vários operadores, embora executem a mesma tarefa, apresentam produtividades diferentes. Alguns são mais rápidos e possuem uma boa produção. Outros são lentos e produzem menos. Dessa forma, não seria correto estudar o operador que trabalha rapidamente e submeter, como padrão para o grupo, os resultados de tal estudo.



Entretanto, o estudo sobre o trabalhador de baixa produtividade pode resultar num padrão 'frouxo' e num custo excessivo de mão-de-obra para o produto. Também, ao longo de uma jornada e durante a execução de diversos elementos de ciclo repetitivo o desempenho do executante se altera. Para considerar todas estas variações o cronometrista no momento do estudo além de anotar as leituras, deverá avaliar o desempenho do operador tendo como base um "operador normal". Esta é a etapa mais importante e difícil do Estudo de Tempos. Para auxiliar o cronometrista nesta etapa, foram desenvolvidos vários métodos como: Sistema "Bendaux", Sistema de "Westinghouse", Avaliação Sintética do Ritmo, Avaliação Objetiva do Ritmo e Avaliação da Velocidade. Serão apresentados aqui apenas o Sistema de Avaliação da Velocidade.

### AValiação DO RITMO OU VELOCIDADE

É um dos sistemas de avaliação mais usados atualmente. Neste sistema, a velocidade do movimento ou ritmo de trabalho desenvolvido pelo operador durante a Realização da tarefa é avaliada em relação a um ritmo normal. Essa avaliação é expressa como um fator. A Avaliação de Ritmo é, então, definida como a operação mental pela qual o cronometrista compara o ritmo do operador em observação com seu próprio conceito de ritmo normal.

Ritmo é a velocidade instantânea de produção de um efeito útil. Esta velocidade resulta principalmente da rapidez e precisão dos movimentos efetuados segundo um modo operativo definido. Resulta de quatro fatores principais:

- Velocidade de gestos (natureza do trabalho, de fabricação e dimensões das peças);
- Esforços empregados (manuseio de corpos pesados);



- Aptidões psicomotoras (coordenar simultaneamente os movimentos dos olhos e mãos);
- Atenção e participação mental.

Ritmo Normal ou Ritmo de Referência é um ritmo convencionalmente escolhido e definido para padrão de referência e que o cronometrista o relaciona para avaliar o ritmo observado. Este ritmo pode ser sustentado dia após dia, sem fadiga exagerada, nem física nem mental e é caracterizado pelo cumprimento de um esforço razoável e regular.

A avaliação do ritmo é expressa como um fator ou coeficiente. Este fator pode ser expresso em porcentagem, pontos ou em outras unidades. Será usado aqui o sistema de porcentagens com nível normal de execução correspondente a 100%. Para o caso de a operação estar sendo executada com ritmo abaixo do normal, o cronometrista expressará o ritmo avaliado para cada leitura como sendo 105,110, ... ou... 90,85, para o caso de a operação estar sendo realizada com ritmo acima do normal. O ritmo deve ser expresso de 5 em 5 unidades, terminando por zero ou cinco.

A avaliação é aplicada a cada elemento ou a cada leitura individual do estudo, a fim de que se possa obter a tempo normal para cada elemento ou leitura individual.

É muito importante efetuar esta avaliação durante a execução do elemento da operação e registrá-la antes que a tempo seja anotado. Sem isso, corre-se a risco de ter-se a avaliação influenciada pelos tempos e pelas avaliações anteriores anotadas para o elemento.

A avaliação de ritmo depende do julgamento do cronometrista e não há maneira de estabelecer-se um tempo padrão para uma operação sem ter que se



basear no julgamento do mesmo. Dessa forma, o cronometrista deve ser treinado e aferido por meio de treinamento específico.

### Cálculo do Tempo Observado

O tempo observado é a média aritmética dos tempos cronometrados para cada elemento da operação. O tempo observado também é conhecido como tempo selecionado.

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

### Cálculo do Tempo Normal

Por meio da avaliação de ritmo do operador observado, os tempos requeridos na execução de uma tarefa são então ajustados aos tempos considerados normais para realizar esta tarefa. Quando a avaliação do ritmo é aplicada para cada elemento, o **tempo normal** é calculado da seguinte forma:

$$T_{\text{Nel}} = \frac{\bar{X} \times \text{Coeficiente Ritmo Médio}}{\text{Ritmo Referência}} \quad \text{onde:}$$

$$\begin{aligned} T_{\text{Nel}} &= \text{Tempo Normal do Elemento} \\ \bar{X} &= \text{Tempo Observado do Elemento} \end{aligned}$$

Uma vez definidos os qualificativos para cada um dos fatores, lê-se na tabela os valores correspondentes. O tempo normal é obtido somando-se esses valores, adicionando a unidade (1) e multiplicando-se pelo tempo observado da



operação.

### TOLERÂNCIAS

O tempo normal para uma operação não considera nenhuma tolerância. É simplesmente o tempo necessário para que uma pessoa qualificada execute a operação trabalhando em ritmo normal.

Entretanto, não se pode esperar que uma pessoa trabalhe o dia inteira sem interrupções. O operador pode gastar o seu tempo em necessidades pessoais, descansando e por motivos fora de seu controle. Estas interrupções da produção ocasionam variações no ritmo de trabalho, com consequentes quedas na produtividade de um operador. Para compensar esta queda, há que adicionar acréscimos no tempo normal, sob a forma de tolerâncias ou concessões que podem ser classificadas em: tolerância pessoal, por fadiga e esperas inevitáveis.

**Tolerância Pessoal:** Todo trabalhador deve ter tempo para suas necessidades pessoais (tomar água, ir ao sanitário. etc.) e por esta razão, a tolerância pessoal será considerada em primeiro lugar.

Para um trabalho leve, onde o operador trabalha oito horas por dia sem período de descanso pré-estabelecido, o trabalhador médio usará para tempo pessoal de 2 a 5% (10 a 24 minutos) por dia. Embora a necessidade de tempo pessoal varie mais com o indivíduo do que com o trabalho, é um fato que os empregados precisam maior tolerância quando o trabalho for pesado e estiver sendo executado em condições desfavoráveis. Particularmente em atmosfera quente e úmida. Nestas condições, é possível que os estudos venham a mostrar que mais de 5% do tempo deve ser reservado para o tempo pessoal.



**Tolerância para Esperas Inevitáveis:** As demoras ocasionadas por paradas podem ser evitáveis e inevitáveis. Aquelas paradas feitas intencionalmente pelo operador não serão consideradas na determinação do tempo padrão. Na realidade, ocorrem paradas inevitáveis devido a quebras da máquina, a falta de materiais, materiais defeituosos, ajustes e trocas de ferramentas na máquina, etc.

Tolerâncias para esperas inevitáveis é, então, o tempo incluído num padrão de produção para permitir ao operador atender a pequenos atrasos que ocorrem durante o ciclo do trabalho, alheios a sua vontade, mas que fazem parte normal da jornada de trabalho. A duração dessa tolerância pode ser determinada através de estudos contínuos ou de amostragem do trabalho.

No **Estudo Contínuo da Produção**, observa-se a operação para qual deve ser determinado um fator de tolerância para espera inevitável ou necessidade pessoal, por um período contínuo de tempo (8 a 40 horas). Durante este período, são registradas as atividades que ocorrem (atividades normais, demoras evitáveis, demoras inevitáveis, necessidade pessoal) e o tempo despendido em cada uma delas. A tolerância por espera inevitável é a porcentagem das horas observadas com demoras inevitáveis em relação as atividades normais.

O **Estudo de Amostragem do Trabalho** consiste de uma série de observações, intermitentes e aleatórias, a seção em que a tarefa está sendo feita e anota-se qual das atividades está ocorrendo. A tolerância por espera é a porcentagem do número de observações de demoras inevitáveis em relação ao número de observações de atividades normais.



**Tolerância para Fadiga:** O empregado durante o dia de trabalho está submetido a um esforço que consome energia, o que provoca como consequência uma perda da capacidade produtiva. A isso chamamos cansaço, que se caracteriza por um sentimento de fadiga.

A tolerância para fadiga é o tempo incluído num padrão de produção, para permitir ao trabalhador recuperar-se da fadiga provocada pelo seu trabalho, a fim de que o mesmo possa manter o seu ritmo de trabalho constante. Vários fatores afetam a fadiga resultante de um trabalho que uma pessoa executa em um dia. Esses fatores, embora variáveis de pessoa para pessoa, independem de quem está trabalhando, mas dependem, sobretudo, das condições e tipo de trabalho. Os fatores são: esforço físico, esforço mental, monotonia e condições ambientais.

A tolerância para fadiga pode ser calculada utilizando-se a tabela abaixo, ou estabelecendo-se tabelas de coeficientes de tolerâncias próprios para as atividades da empresa.

No caso em que a tolerância para fadiga não for a mesma para todos os elementos, deve ser calculada a tolerância para cada elemento.



TEMPOS E METODOS CÁLCULO DA FADIGA			
SEÇÃO _____		ANALISTA _____	
PEÇA Nº _____		DESCRIÇÃO _____	
OPERAÇÃO _____		CICLO _____ MIN.	
<b>CÁLCULOS:</b>			
EF – ESFORÇO FÍSICO	–	_____ %	CA – CONDIÇÕES AMBIENTAIS
EM – ESFORÇO MENTAL	–	_____ %	TÉRMICAS – _____ %
EF + EM = FATOR "A"	–	_____ %	ATMOSFÉRICAS – _____ %
R – TEMPO RECUPERAÇÃO =	–	_____ %	RUÍDO – _____ %
= FATOR "B"	–	_____ %	UMIDADE – _____ %
M – MONOTONIA	–	_____ %	VIBRAÇÃO – _____ % = _____ %
<b>FADIGA:</b> (FATOR "A" X FATOR "B") + M + CA = _____ %			

ESFORÇO FÍSICO			ESFORÇO MENTAL			RECUPERAÇÃO		MONOTONIA	
Grau		%	Grau		%	% Tempo Recuperado	Fator "B"	Duração do ciclo (mín.)	%
ML	MUITO LEVE	1,8	L	LEVE	0,8	0 – 5	1,00	de 0 a 0,05	7,8
	6 – 10					0,90	de 0,05 a 0,25	5,4	
L	LEVE	3,8	M	MÉDIO	1,8	11 – 15			0,80
						16 – 20	0,71		
M	MÉDIO	5,4	P	PESADO	3,0	21 – 25	0,62	de 0,51 a 1,00	2,1
						26 – 30	0,54		
P	PESADO	7,2	MP	MUITO PESADO	9,0	31 – 35	0,46	de 1,01 a 2,00	1,0
						36 – 40	0,39		
MP	MUITO PESADO	9,0	P	PESADO	3,0	41 – 45	0,32	de 2,01 a 3,00	0,5
						46 – 50	0,28		
						51 – 55	0,20	de 3,00 a 4,00	0,2
						56 – 60	0,15		

CONDIÇÕES AMBIENTAIS								
TÉRMICAS			ATMOSFÉRICAS			OUTRAS		
Tipo	Temperatura	%	Tipo	Descrição	%	Tipo	Descrição	%
Gelada	de 0 a 7 °C	3,8	Boas	Local bem ventilado ou ar fresco	0	Ruído	Baixo nível	0
							Excessivo, obrigando ao uso de protetor auricular	1,8
Baixa	de 7 a 15 °C	1,8	Razoáveis	Local mal ventilado, presença de mau cheiro ou fumaça não-tóxica	2,4	Umidade	Ambiente seco e agradável	0
							Excessiva	Até 26 °C
Normal	de 15 a 26 °C	0	Més	Alta concentração de pó. Presença de fumaça ou pó tóxicos. Uso obrigatório de máscara facial	5,8	Vibração		Até 40 °C
							Vibração do solo ou máquina	1,8
Excessiva	de 34 a 40 °C	3,8						



	ESFORÇO FÍSICO	ESFORÇO MENTAL	RECUPERAÇÃO		MONOTONIA	
			% Tempo Recuperado	Fator B	Duração Ciclo (min)	%
Trabalho	%	%	0 - 5	1,00	0 a 0,05	7,8
			6 - 10	0,90		
Muito Leve	1,8	—	11 - 15	0,80	0,06 a 0,25	5,4
			16 - 20	0,71		
Leve	3,6	0,6	21 - 25	0,62	0,26 a 0,50	3,6
			26 - 30	0,54		
Médio	5,4	1,8	31 - 35	0,46	0,51 a 1,00	2,1
			36 - 40	0,39		
Pesado	7,2	3,0	41 - 45	0,32	1,01 a 2,00	1,0
			46 - 50	0,26		
Muito Pesado	9,0	—	51 - 55	0,20	2,01 a 3,00	0,5
			56 - 60	0,15	3,01 a 4,00	0,2
CONDIÇÕES AMBIENTAIS						
TÉRMICAS (T)		ATMOSFÉRICAS (A)		OUTRAS		
Temperatura	%	Local	%			%
0 a 7° C	3,6	Bem ventilado	0	Ruído (R)	Baixo nível	0
8 a 15° C	1,8	Mal ventilado ou com leve fumaça	2,4			Que obrigue uso protetor
16 a 25° C	0			Com muita fumaça ou pó que obrigue uso de máscara	5,6	Umidade (U)
26 a 34° C	1,8		Alta (<25° C)			
35 a 40° C	3,6					Vibração (V)
					Do solo ou da máquina	1,8

Fonte: Silva e Coimbra (1980).

ESFORÇO FÍSICO	ESFORÇO MENTAL
<b>ML - Muito Leve:</b> Trabalho sentado, serviço manual, operar pesos minúsculos, movimentos de braços e mãos.	<b>L - Leve:</b> Serviço repetitivo e invariável, pequena responsabilidade de segurança e qualidade, trabalho que não requer decisões.
<b>L - Leve:</b> Trabalho sentado, serviço manual, pequena movimentação do corpo.	<b>M - Médio:</b> Responsabilidade de segurança e qualidade, trabalho que requer pequenas decisões e/ou uso de instrumentos.
<b>M - Médio:</b> Trabalho de pé, pequena movimentação, operar pesos médios.	<b>P - Pesado:</b> Grande responsabilidade de segurança e qualidade, responsabilidade pelo trabalho dos outros, grande necessidade de decisões.



<b>P – Pesado:</b> Trabalho em pé, pode haver movimentação em torno do local, carregar, puxar ou manter pesos	
<b>MP – Muito Pesado:</b> Operar de modo contínuo pesos grandes	
<b>TEMPO DE RECUPERAÇÃO</b> É a parte do tempo interno (se houver) do ciclo de trabalho a qual o operador permanece parado enquanto a máquina ou o processo executa operações automaticamente. Durante este tempo o homem recupera-se em parte do esforço físico-mental despendido.	
<b>TEMPO RECUPERADO</b> = $\frac{\text{Tempo Interno Parado} \times 100}{\text{Tempo Total da Máquina}}$	

## TEMPO PADRÃO

### Tempo Padrão do Elemento

É o tempo normal acrescido das tolerâncias por fadiga, tolerâncias pessoal e para espera inevitável e multiplicado pela frequência com que ocorre o elemento.

### Tempo Padrão da Operação

É o somatório dos tempos padrões dos elementos. O tempo padrão pode ser apresentado de diversas formas como:

Minuto por unidade (peça/minuto: minuto/quilo, etc.);

Horas-padrão por cem unidades (horas/100 peças);

Produção horária (peça/hora, quilos/hora, etc.).

## DETERMINAÇÃO DA CARGA DE MÃO-DE-OBRA

Carga de mão-de-obra é a quantidade de pessoas necessárias para a execução de determinada tarefa em um período de tempo estabelecido. Depende do programa de produção, dos tempos padrões por operação e de outros fatores



de influência (produtividade, férias e falta do empregado, paradas inevitáveis, etc.).

Os objetivos principais são determinar a necessidade correta de mão-de-obra, manter o custo dos produtos dentro de um padrão de mão-de-obra pré-estabelecido. Tornar dinâmico o controle de mão-de-obra nas variações do programa de produção, etc.

$$\text{CARGA DE MÃO-DE-OBRA} = \frac{\text{Programa Produção/dia} \times \text{Tempo Padrão/produto}}{\text{Tempo disponível/pessoa/dia}}$$

Onde:

$$\text{Programa Produção/dia} = \frac{\text{Programa Produção/mês}}{\text{Dias de Trabalho/mês}}$$

Acrescentando os outros fatores de influência tem-se a Carga de mão-de-obra Real.

### DETERMINAÇÃO DA CARGA MÁQUINA

Carga Máquina é o quanto uma máquina está ocupada durante um dia de trabalho. Depende do programa de produção, dos tempos padrões e de outros fatores de influência (produtividade de mão-de-obra, parada para preparação, limpeza, manutenção, eficiência dos órgãos auxiliares, etc.).

Os objetivos principais são: determinar se um equipamento tem capacidade de produzir o volume de produção programado, possibilitar a total utilização do equipamento, determinar a necessidade ou não da compra de outro equipamento similar, determinar se o equipamento está sendo bem ou mal aproveitado, etc.



$$\text{CARGA MÁQUINA} = \frac{\text{Programa Prod/dia} \times \text{Tempo Padrão/peça}}{\text{Tempo disponível/dia}}$$

Considerando a eficiência da máquina, determinada pelos outros fatores de influência tem-se a Carga Máquina Efetiva.

## REFERÊNCIAS

BARNES, R.M. **Estudo de movimentos e de Tempos Projeto e Medida do Trabalho**, 6ª Edição, Editora Blucher, 1999.

CHIAVENATO, I. **Planejamento e Controle da Produção**, 2ª Edição, Editora Manole, 2008.

COSTA, A. C. F.; JUNGLES, A. E. **O Mapeamento do Fluxo de Valor Aplicado a uma Fábrica de Montagem de Canetas Simulada**. XXVI ENEGEP, Fortaleza, 2006.

FERREIRA, J. C. E. **Layouts de Sistemas de Manufatura**. UFSC, 2021.

HUTCHINS, D. **Just in Time**. São Paulo: Atlas, 1993.

JURAN, J. M; GRZYNA, F.M. **Controle de Qualidade - Handbook - volume VI** - Makron Books, 1993.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão**. 1 ed. São Paulo: Bookman, 2005.

LOURENÇO FILHO, R. C. B. **Controle Estatístico de Qualidade**- LTC, 1986.

LUBBEN, R. T. **Just in Time – Uma Estratégia Avançada de Produção**. São Paulo: MacGraw-Hill, 1989.

MASP - **Metodologia de Análise e Solução de Problemas**. Equipe Grifo. 2. ed. São



Paulo: Pioneira, 1997.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala.** São Paulo: Editora Bookman, 1997.

SHINGO, S. **Sistema Toyota de Produção: Do ponto de vista da engenharia de produção.** Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, A.V; COIMBRA, R.R. **Manual de Tempos e Métodos.** São Paulo. Hemus, 1980.

SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 1999.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção.** 1 ed, São Paulo, Atlas, 2007.