

MÉTODO ABREVIADO DAS OBSERVAÇÕES INSTANTÂNEAS

DAYR AMÉRICO DOS REIS

“...De maneira geral o investigador cientificamente treinado para as operações industriais e empresariais realiza melhor suas tarefas do que qualquer outro tipo de profissional, ao separar fatos de opiniões, chegando a conclusões que estão adequadamente relacionadas com a realidade que está sendo estudada.” — DEAN E. WOOLDRIDGE.

O método que se vai sugerir é de fundamento estatístico ao qual resolvemos chamar: “Método Abreviado das Observações Instantâneas”.

Os gerentes, os engenheiros e outros supervisores, técnicos ou não, identificarão nêle um expediente simples para *determinar e corrigir a curto prazo*, a capacidade ociosa (ou o excesso de trabalho) dos equipamentos instalados ou dos funcionários que executam suas tarefas cotidianas.

Além de conduzir ao correto balanceamento da carga de trabalho, o método a ser propôsto permite ainda localizar, com a precisão desejada, as áreas de atividade em que o equipamento existente poderia ser vantajosamente acrescido, substituído ou simplesmente removido. Em muitos casos mostrar-se-á compensador vender-se tal capacidade ociosa.

Pela sua simplicidade e rapidez, o método deve ser aplicado, de tempos a tempos, para auscultar a situação rei-

nante. Assim é que, o estudo de amostragem de longa duração é substituído por "tomadas de pulso" eventuais e a ação corretiva é desencadeada prontamente. Assim, a ociosidade ou a sobrecarga flagrantes são imediatamente encaradas e solucionadas.

No final do trabalho achamos interessante e até *sui generis* apresentar uma lista de atividades às quais se tem aplicado o método geral das observações instantâneas (devido a Tippetts) e, daquelas que poderão fornecer material atramente para aplicações futuras do método compacto.

Outrossim, um exemplo real de aplicação, conduzida por nós já há algum tempo, de um estudo da ociosidade do equipamento numa seção de processamento de dados, servirá de idéia viva sobre como aplicar o método sugerido, à medida do trabalho das máquinas.

A aplicação do Método Abreviado das Observações Instantâneas à medida do trabalho humano, inclusive o de supervisão, requer um desenvolvimento mais minucioso, razão pela qual deixaremos de aqui fazê-lo para retomar o assunto num artigo posterior.

Lista de Símbolos Usados Neste Trabalho

- S — precisão relativa (em decimais)
- p — frequência relativa teórica do acontecimento
- p' — uma estimativa de p (em decimais)
- N — número de observações (ou tamanho da amostra)
- \bar{n} — número médio de observações diárias
- D.P. — desvio-padrão da distribuição de frequências
- l.c.i. — limite de contrôle inferior (em %)
- l.c.s. — limite de contrôle superior (em %)

O MÉTODO DAS OBSERVAÇÕES INSTANTÂNEAS

Desde 1933 que a indústria mundial emprega o Método das Observações Instantâneas.

O processo concebido por L. H. C. TIPPETS e aplicado por êle à indústria têxtil britânica, expandiu-se inesperadamente na última década, quando se começou a perceber seu caráter geral de aplicabilidade a qualquer tipo de atividade que se possa imaginar.

O presente trabalho é um método abreviado, que procuramos sugerir visando mormente à facilidade de manuseio dos dados e a velocidade de obtenção dos resultados.

Há muito que, ao aplicarmos o método de TIPPETS aos problemas práticos, sentíamos a necessidade de torná-lo mais curto, reduzindo o número de elementos da amostra estatística, para não tornar extenuante a tarefa de efetuar as observações.

Além disso, os gerentes costumam ficar impacientes à espera de resultados que não aparecem logo no início e apreciam muito a urgência com que tratamos os seus problemas.

Em geral, numa sala de produção ou num escritório, nem tudo está perdido; às vèzes, uma pequenina modificação pode fazer com que a produtividade global experimente substancial aumento.

Guiados por êsse intento foi que concebemos um método compacto, que não tomasse mais de cinco dias de observações para que se pudesse apontar, com razoável precisão, os acontecimentos *mais freqüentes*, isto é, aquêles de maior incidência. Se o acontecimento a ser estudado fôr a "ociosidade" dos equipamentos de uma determinada oficina, então, o método abreviado será capaz de indicar, com precisão nunca inferior a 6% e ao cabo de cinco dias úteis, à razão de 50 observações por dia, quais as máquinas mais ociosas (*ociosidade* acima de 80%). Em contrapartida o método apontará as máquinas mais ocupadas (*ocupação* acima de 80%).

Conhecendo-se o *quanto* se está perdendo em capacidade de produção, por equipamento, os administradores poderão

decidir com maior segurança sôbre as possíveis soluções que cada caso comporte.

No fim do artigo apresentamos algumas sugestões que, tendo sido bem aceitas em outras ocasiões, e se terem mostrado de real serventia, fizeram por merecer aqui a sua citação.

Mesmo admitindo que o leitor já conheça o Método das Observações Instantâneas, é nosso intento reapresentar na seção seguinte, alguns dos seus conceitos fundamentais, para depcis então passarmos à descrição do método abreviado.

Elementos do Método

Também conhecido como Método de Amostragem do Trabalho (Work sampling), o processo idealizado por TIPPETS é uma técnica de medição de atividade qualquer mediante "amostras" da mesma. Sua aplicabilidade é tão vasta que se pode estudar, com a mesma facilidade e precisão, as máquinas, os materiais, as operações e os funcionários que intervêm num processo industrial ou numa atividade qualquer.

O elemento básico do estudo é a OBSERVAÇÃO INSTANTÂNEA feita AO ACASO, do acontecimento que se deseja avaliar.

Chama-se OBSERVAÇÃO INSTANTÂNEA à observação feita em um momento específico e em determinado local de trabalho. Tal observação representa o trabalho efetuado nesse instante determinado e, constitui por sua vez, uma amostra do trabalho que se está executando no mencionado local.

Uma só observação, é claro, não dará uma idéia definida da atividade global e do seu progresso. Entretanto, se tais observações forem reconduzidas de maneira sistemática e planejada, no fim de algum tempo teremos reunido estimativas quantitativas bem "reais" da atividade estudada.

Um Exemplo Simples

O Método Geral de Amostragem do Trabalho usa a teoria da amostragem aleatória. Selecionam-se amostras “ao acaso”, de um conjunto e, quando um número suficiente delas tiver sido selecionado, arrisca-se uma previsão para o grupo todo.

Suponhamos que se deseje estimar a porção da jornada de trabalho que vem sendo utilizada eficientemente por um determinado operário. Fazemos cinquenta observações, ao acaso, do seu desempenho durante o dia todo. Os resultados, representamo-los na FIGURA 1.

FIGURA 1 — Exemplo de Amostragem do Trabalho

SITUAÇÃO	MARCAÇÃO	TOTAL
TRABALHANDO	THL THL THL THL THL THL THL THL THL	40
PARADO	THL THL	10

Das observações efetuadas, dez nos indicam que o funcionário esteve ocioso, em vinte por cento (20%) do tempo em que foi observado.

O princípio que fundamenta o Método das Observações Instantâneas é o de se supor que vinte por cento (20%) seja uma medida confiável da ociosidade do funcionário, desde que um número *estatisticamente suficiente* de observações seja tomado.

Conceitos Estatísticos Básicos

O Método de Amostragem do Trabalho ou das Observações Instantâneas baseia-se nas *leis da probabilidade*.

Amostra é o conjunto de observações tomadas de uma fonte com o propósito de obter informações sobre essa fonte.

Universo ou *população* é a denominação que se dá à fonte de tais observações.

Uma amostra tirada ao acaso, de um conjunto maior tende a ter a mesma composição que o grupo original ou universo. Se a amostra for *suficientemente grande*, suas características diferirão bem pouco das características do universo de onde saiu.

O problema de como selecionar uma amostra de um universo, de sorte que as conclusões sobre o mesmo, tiradas a partir da amostra, sejam válidas, é muito complicado.

Ficará convencionado desde já que se uma amostra for extraída, isto se fará através um método chamado: de amostragem aleatória.

Para os fins deste trabalho, basta confiar na intuição e pensar na amostragem aleatória como se fosse um processo de seleção no qual os componentes são selecionados *cegamente* ou *ao acaso*, tal e qual a um sorteio com bolinhas numeradas de uma urna ou, a um jogo de azar, ou quando recebemos ou escolhemos as cartas de um baralho.

Posteriormente, será apresentada uma tábua de números aleatórios com a finalidade de padronizar e facilitar o procedimento nesse campo. (Vide Quadro 1).

Curva de Distribuição Normal

A curva normal — fundamental no desenvolvimento do método — representa graficamente a probabilidade ou chance de ocorrência de um acontecimento qualquer. Focalizemos o seguinte exemplo:

Se mil (1.000) indivíduos, escolhidos ao acaso, fossem medidos em estatura, qual seria a configuração dos resultados?

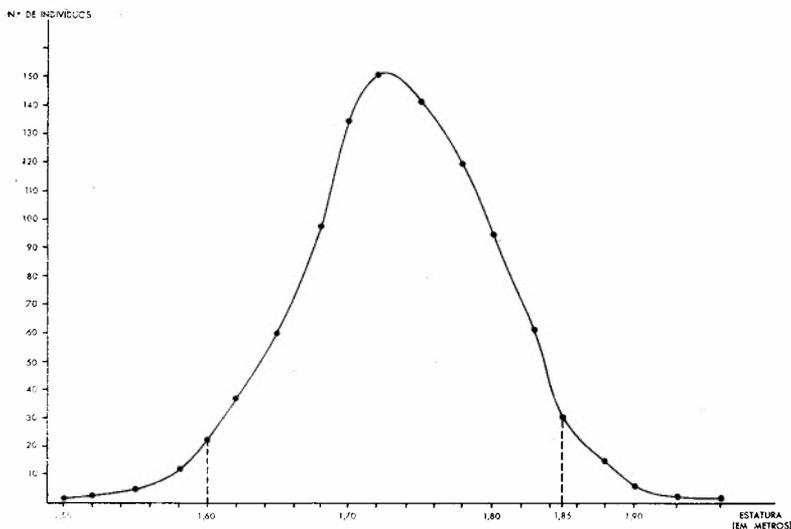
QUADRO 1

TABELA DE HORAS E MINUTOS ALEATÓRIOS

P	1	2	3	4	5
8:05	8:05	8:05	8:05	8:05	8:05
8:15	8:20	8:10	8:15	8:20	8:10
8:20	8:50	8:20	8:20	8:25	8:20
8:35	8:55	8:35	8:25	8:45	8:25
8:50	9:10	8:55	8:55	8:55	8:30
8:55	9:20	9:00	9:10	9:05	8:40
9:00	9:35	9:10	9:20	9:10	8:55
9:10	9:45	9:20	9:35	9:20	9:10
9:20	9:55	9:35	9:40	9:35	9:20
9:25	10:00	9:45	9:55	9:50	9:30
9:35	10:30	10:00	10:00	10:10	9:35
9:40	10:40	10:05	10:30	10:20	10:25
9:50	11:05	10:30	10:50	10:30	10:30
9:55	11:10	10:45	11:05	10:35	10:35
10:30	11:15	10:50	11:10	10:50	10:40
10:45	11:25	11:00	11:15	11:00	10:55
11:05	11:30	11:05	11:25	11:05	11:05
11:10	11:40	11:10	11:30	11:10	11:10
11:15	11:45	11:15	11:45	11:15	11:15
11:25	11:50	11:20	11:50	11:25	11:25
11:45	12:00	11:25	12:00	11:40	11:30
11:50	13:00	11:30	13:00	11:45	11:40
12:00	13:05	11:45	13:10	12:00	11:45
13:00	13:10	12:00	13:30	13:00	11:50
13:10	13:15	13:00	13:35	13:10	12:00
13:25	13:20	13:10	13:40	13:30	13:00
13:35	13:25	13:35	13:55	13:35	13:10
13:45	13:30	13:40	14:00	13:55	13:15
13:55	13:35	13:45	14:05	14:00	13:25
14:00	13:55	13:55	14:10	14:05	13:35
14:05	14:00	14:00	14:20	14:35	13:55
14:10	14:05	14:05	14:30	14:45	14:00
14:15	14:20	14:35	14:35	14:50	14:05
14:35	14:35	14:55	14:45	14:55	14:35
14:55	14:55	15:00	14:50	15:00	14:40
15:20	15:15	15:05	14:55	15:20	14:55
15:45	15:20	15:20	15:15	15:35	15:20
15:50	15:40	15:35	15:20	15:45	15:45
15:55	15:45	15:40	15:25	15:50	15:50
16:10	15:50	15:45	15:45	16:00	15:55
16:15	16:10	15:50	15:50	16:10	16:10
16:25	16:25	16:10	16:10	16:25	16:25
16:40	16:35	16:25	16:25	16:45	16:35
16:45	16:40	16:35	16:30	16:55	16:45
16:50	16:45	16:60	16:55	17:00	16:50
16:55	16:50	17:10	17:10	17:10	16:55
17:10	17:10	17:25	17:25	17:25	17:10
17:15	17:25	17:35	17:30	17:45	17:25
17:25	17:35	17:50	17:55	17:55	17:35
17:40	17:40	17:55	18:00	18:00	17:45

Podemos adiantar ao leitor que se a experiência fôsse realizada e, a não ser que estivéssemos na porta de um clube onde se praticasse o basquetebol ou nas proximidades de um circo, com seus anões e gigantes, a configuração resultante seria aproximadamente o que mostra a FIGURA 2.

FIGURA 2 — Tabela e Curva de Distribuição de Estatutos de Indivíduos



O que se pode concluir, aliás, até intuitivamente, sem mesmo olhar a FIGURA 2 é o seguinte:

- Existem bem poucos indivíduos com estatura inferior a 1,50 m ou superior a 1,90 m.
- Poucos se situam entre 1,50 e 1,65 m, bem assim como entre 1,75 m e 1,90 m.
- A grande concentração ocorre na faixa que vai de 1,65 m a 1,75 m, com a média em torno de 1,70 m.

Essa tendência, com relação à distribuição de alturas de indivíduos, pode ser expressa gráficamente pela *curva normal* ou, algébricamente pela *função normal*. Esta função e sua curva representativa são criações dos matemáticos. Elas nos auxiliam sobremaneira na quantificação dos fe-

nômenos naturais cujas leis de distribuição passam a receber também a denominação de *normais*.

Outros exemplos de distribuição cujos gráficos podem ser convenientemente ajustados por uma curva normal, acham-se nas variáveis do tipo contínuo, a saber: os *diâmetros* de uma barra de aço obtida na linha de produção de um fabricante industrial; os *pesos* de um determinado grupo de pessoas da comunidade e muitas outras distribuições típicas que se situam na indústria e na natureza.

Medidas das Áreas Abaixo da Curva Normal

Se precisarmos conhecer a porcentagem de casos que caem dentro de limites específicos, poderemos valer-nos da curva normal e suas relações conhecidas em matemática.

Para aplicá-la, basta retermos de memória o que se segue. A FIGURA 3 ajuda à memorização como insinuante auxílio visual que é.

Resumo das Relações

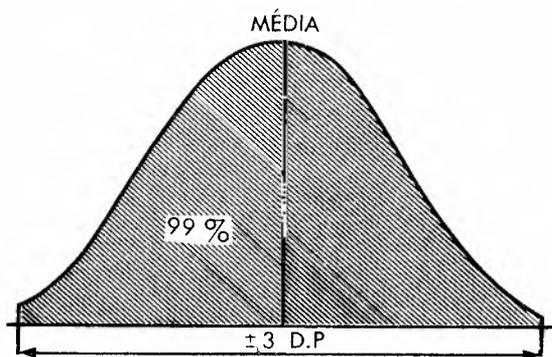
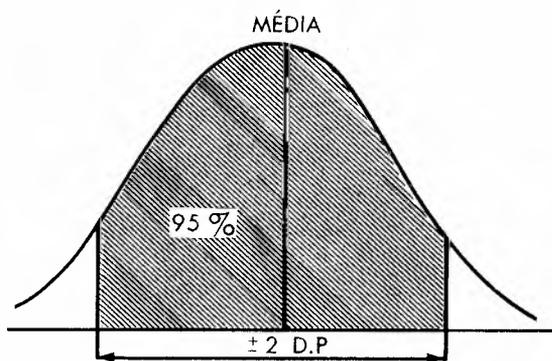
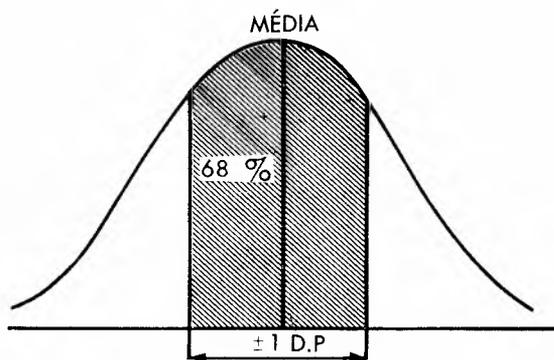
- 68% dos casos estarão situados dentro de *um* (1) desvio-padrão (D.P.), a partir da média, para a direita e para a esquerda (± 1 D.P.).
- 95% dos casos estarão localizados dentro de *dois* (2) desvios-padrão (± 2 D.P.).
- 99,7% dos casos cairão dentro de *três* (3) desvios-padrão (± 3 D.P.).

O desvio-padrão (D.P.) será calculado por uma fórmulazinha que daremos adiante.

Significado do Desvio-Padrão

No caso da experiência de amostragem sobre “alturas de indivíduos”, poder-se-ia calcular a *média* e o *desvio-padrão* da distribuição de frequências da amostra.

FIGURA 3 — Medida das Áreas abaixo da Curva normal



As fórmulas usadas podem ser encontradas no apêndice. Interessa-nos somente o resultado

$$\begin{aligned}\bar{x} &= 172 \text{ centímetros e} \\ s &= 6,25 \text{ centímetros.}\end{aligned}$$

A curva normal nos assegura que 95% dos indivíduos (950 numa amostra de 1.000) terão provavelmente estaturas compreendidas entre:

$$1,72 \pm 2 \times 0,0625, \text{ isto é,} \\ 1,60 \text{ m e } 1,84 \text{ m, aproximadamente.}$$

Da tabela e do gráfico da FIGURA 2, que resumem a nossa experiência, vê-se que cerca de 953 indivíduos (aproximadamente 95% da amostra) têm estatura entre 1,60 m e 1,85 m, o que confirma a previsão feita pela curva normal.

Fórmula do Desvio-Padrão

Tem-se:

$$D.P. = \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}} \quad (1)$$

onde:

P = freqüência teórica de um acontecimento

N = número de tentativas independentes ou número de elementos da amostra.

O que o leitor não técnico precisa ter em mente, mesmo que o seja de maneira imprecisa, é que a fórmula supõe duas coisas:

- Que a distribuição de freqüência é binominal (modelo matemático típico para as variáveis discretas).

● Que a distribuição binomial possa ser calculada através de uma curva normal que se lhe ajuste convenientemente. A razão disto é que o cálculo da binomial se torna extenso e difícil quando o número N cresce.

Utiliza-se então o artifício de ajustar-se à binomial uma curva normal apropriada e calculá-la de acordo com suas propriedades conhecidas.

Nível de Confiança

Neste ponto, vale fazer logo a pergunta que o leitor certamente estará já para fazer: que grau de confiança devemos atribuir a todas essas previsões, feitas através de processos estatísticos?

Quando aplicamos a curva normal, afirmamos, como no exemplo visto, que 95% dos indivíduos teriam estaturas compreendidas entre 1,60 m e 1,85 m, o que ficou comprovado plenamente pela experiência. Os demais 5% poderiam ter ou não. O grau de certeza ou *nível de confiança* foi de 95%. O risco de errar foi de 5%.

Qualquer previsão feita na base de dois desvios-padrão estará *provavelmente certa* em 95% dos casos. Se a base de trabalho tivesse que ser mais cuidadosa ainda, arriscaríamos uma previsão baseada em três desvios-padrão. Neste caso, o nível de confiança ascenderia a 99,7%, o que significaria quase certeza absoluta.

Simplificações e Suposições Usadas na Prática

Na prática o problema aparece da seguinte maneira: qual deve ser o tamanho (N) da amostra, para que se possa estimar a frequência teórica (probabilidade p) de um acontecimento, de sorte que se esteja certo em 95% dos casos (ou que se erre em apenas 5% das vezes) e, que no final, a estimativa de p , (p'), não difira do valor verdadeiro de p em mais do que uma certa fração S de p ?

A fração S é a precisão da estimativa.

Particularizando, com um exemplo, o problema geral acima enunciado, vamos supor que um diretor de empresa deseje conhecer a aplicação do seu tempo em manter a correspondência de serviço em dia.

O método geral que vem sendo explicado, ou o Método Abreviado que mais adiante descreveremos para o leitor, poderá informar ao mencionado diretor, com 95% de certeza (ou com a certeza que ele desejar), acerca do seu tempo dispendido em *escrever cartas*. A resposta será dada sob forma de porcentagem; por exemplo: o tempo que V.S. dedica à correspondência se situa entre 19 e 21% do seu tempo total.

Vamos dar mais um exemplo.

Admitamos que o gerente de uma fábrica quer saber se, de um determinado grupo de máquinas, alguma ou algumas possuem capacidade ociosa. Em caso positivo ele pretenderá alugá-las, durante aquele intervalo de tempo disponível a uma outra empresa que lhe pagará bom dinheiro.

Um rápido estudo pelo Método Abreviado das Observações Instantâneas poderá indicar-lhe: as máquinas *mais* usadas, as que são *menos* usadas e uma terceira categoria, mais estranha que as outras duas: as que *não* são usadas.

Se o leitor for um administrador da produção saberá que a afirmação não é exagerada. Existe um número incomensurável de fábricas e oficinas que possuem máquinas as quais simplesmente não são *nunca* usadas. O fato pode passar até muitos anos despercebido.

Além de indicar a prioridade com que se deva considerar cada caso, o Método das Observações Instantâneas irá fornecer ao gerente da produção o exato número de horas ociosas de que se poderá dispor.

Simultaneamente, ter-se-á uma indicação precisa de quais seriam as máquinas mais *sobrecarregadas*, ressaltando-se neste caso a necessidade de se começar a pensar em equipamento adicional.

Tudo isso poderá ser *previsto* com a certeza que se desejar (usualmente 95% de nível de confiança) e, com a *precisão* que se pretender emprestar à estimativa (normalmente $\pm 5\%$).

RESUMO DAS SIMPLIFICAÇÕES E SUPOSIÇÕES USUAIS

- Precisão relativa: $\pm 5\%$ ($S = 0,05$, sempre em forma de decimal).
- Nível de confiança: 95% (isto é, risco de êrro = 5%).
- A fórmula, nas condições de nível de confiança = 95%, assume o seguinte aspecto:

$$Sp = 2 \sqrt{\frac{P(1-p)}{N}} \quad (2)$$

$$\text{Donde: } N = \frac{4(1-p)}{S^2 p} \quad (3)$$

Tendo em vista a precisão relativa usualmente aceita, de $\pm 5\%$, vem:

$$N = \frac{4(1-p)}{(0.05)^2 p} = 1.600 \left(\frac{1-p}{p} \right) \quad (4)$$

- Geralmente não se conhece o verdadeiro valor de p . É válido (diz a teoria), substituir-se p por uma de suas estimativas, p' , cuja amostra seja suficientemente grande (por exemplo: 25 ou 50 observações).
- A distribuição de p é binomial e é válido calculá-la mediante o emprêgo de uma normal que se lhe ajuste convenientemente.

O MÉTODO ABREVIADO DE OBSERVAÇÕES INSTANTÂNEAS

Da Necessidade de Um Método Abreviado

Suponha-se que se esteja observando um acontecimento ou atividade e que, uma amostra preliminar revelou a seguinte probabilidade de ocorrência:

$$p' = 0,50 \text{ (ou 50\%)}$$

Quantas observações se deverão realizar para que se tenha uma confirmação 95% exata do valor acima expresso, permitindo-se no máximo uma variação de 5%, no valor de p' ?
Resposta: de acôrdo com a fórmula

$$\text{tem-se: } N = 1.600 \frac{(1 - 0,50)}{0,50} = 1.600$$

Isto significará um estudo de *longa duração* pois, assumindo-se 50 observações diárias, o que já é cansativo, ter-se-ia:

$$\text{duração do estudo} = \frac{1.600}{50} = 32 \text{ dias,}$$

admitindo-se um observador apenas.

Razões econômicas podem opor sérias restrições aos estudos de longa duração, ou que empreguem vários observadores. Ademais, os resultados custam a aparecer, os gerentes andam ávidos por resultados e precisam tomar suas decisões o mais rápido possível.

O Critério dos Oitenta-por-Cento

A simplificação básica em um estudo de amostragem do trabalho que propomos consiste em só estudar os acontecimentos cujas freqüências relativas sejam definidas por:

$$p' \geq 0,80 \text{ (80\%)}, p' \text{ sendo estimado através de uma amostragem preliminar.}$$

Esta é, portanto, a premissa de base do método abreviado. O limite estabelecido levará a um estudo de duração não superior a 5 dias, à razão máxima de 50 observações por dia.

O nível de confiança continua sendo de 95% e a precisão relativa não cairá fora da faixa de $\pm 6\%$.

Como no caso do método geral, mantém-se a suposição de que a distribuição de frequências é binomial e que se pode calculá-la ajustando-se-lhe uma curva normal conveniente. Calculando o valor de N para as condições assumidas acima, tem-se:

$$N = \frac{4(1-p')}{S^2 p'} = \frac{4}{0,06^2} \cdot \frac{1-p'}{p'} \text{ ou}$$

$$N = 1111 \frac{(1-p')}{p'}$$

Para $p' \geq 0,80$, vem:

$$N \leq 1111 \times \frac{0,20}{0,80} \text{ ou}$$

$N \leq 278$, o que permite estabelecer-se um programa de cinco dias de observações, 50 observações diárias, mais 25 observações *preliminares*, por exemplo, ou cinquenta, para se estimar um primeiro valor de p.

APLICAÇÃO DO MÉTODO ABREVIADO AO TRABALHO DAS MÁQUINAS

Diagnóstico e Medida da Capacidade Ociosa de Um Equipamento Qualquer

O objetivo é diagnosticar e medir a capacidade ociosa de um equipamento de processamento de dados, do tipo convencional, constituído pelos seguintes grupos de máquinas:

Grupos	Denominação	Quantidade	Símbolos
1	Perfuradoras	duas (2)	P_1 e P_2
2	Verificadoras	uma (1)	V_1
3	Máquinas de Contabilidade	duas (2)	M_1 e M_2
4	Reprodutoras	duas (2)	R_1 e R_2
5	Intercaladoras	duas (2)	I_1 e I_2
6	Classificadoras	duas (2)	C_1 e C_2

Os grupos esquematizados poderiam ser: de tornos, fresadoras, furadeiras, retificadoras, prensas ou de quaisquer outros tipos de máquinas e equipamentos em geral. O que importa é classificá-los de modo homogêneo.

Tabela de Horas e Minutos Aleatórios

O estudo por amostragem, para que seja estatisticamente aceitável requer que todos os instantes tenham a mesma chance de serem escolhidos.

As observações devem ser aleatórias, imparciais e independentes, para que as regras da probabilidade e, por conseguinte, as fórmulas anteriores possam ter validade.

O QUADRO 1 foi construído especialmente para um estudo de cinco dias: 1, 2, 3, 4 e 5 e um dia de amostragem preliminar, P.

Para produzi-la foi utilizado um equipamento IBM convencional constituído de uma perfuradora, uma intercaladora e uma máquina de contabilidade.

Formulários de Amostragem

Os formulários das FIGURAS 4-a e 4-b podem ser empregados com vantagem. Observe-se o horário aleatório disposto na parte superior e diferente em cada dia. O horário dos formulários é organizado segundo a tabela citada em 7.2. Assim: P é o dia preliminar, 1 é o 1.º dia, 2 é o 2.º dia e assim por diante. As marcas superiores correspondem ao acontecimento: MÁQUINA TRABALHANDO; as inferiores, ao evento: MÁQUINA PARADA.

FIGURA 4-a — Formulários de Amostragem

P	FÓLHA DE AMOSTRAGEM		ESTUDOS: SEÇÃO MECANIZADA		TOTALS	PORCEZ TAGEM
	PERFURA DORAS	VERIE V1	M1	M2		
P1					33	65
P2					17	35
V1					30	60
M1					20	40
M2					44	88
R1					6	12
R2					33	67
I1					17	33
I2					23	47
C1					27	53
C2					12	23
					38	77
					12	23
					38	77
					1	2
					49	98
					3	7
					47	93
					12	23
					38	77
					0	0
					50	100

ANOTAÇÕES:

ANALISTA:

DATA.

FIGURA 4-b --- Formulários de Amostragem

1	FÓLHA DE AMOSTRAGEM		ESTUDOS: SEÇÃO MECANIZADA		TOTALS	PORCEN TAGEM
	VERIF V1					
	I1				46	92
	I2				4	8
	C1				2	4
	C2				48	96
					8	16
					42	84
					8	16
					42	84
					0	0
					50	100

ANOTAÇÕES:	ANALISTA:
	DATA:

Como Fazer as Observações

De posse do formulário apropriado ao dia, o observador adentrará os locais de trabalho, onde se situam os grupos de máquinas a serem estudados quanto à *ociosidade* e, marcará no formulário, na linha e no horário correspondentes, se a máquina observada estava TRABALHANDO ou PARADA, no momento exato da observação. Neste último caso costuma-se anotar a causa. Se fôr parada por manutenção ou reparos, a marca poderá ser uma pequena cruz (+) em vez da barra vertical simples (|).

Os resultados do estudo podem ser encontrados nas FIGURAS 4-a e 4-b.

Amostragem Preliminar

Um estudo preliminar foi conduzido durante um dia para se estimar a freqüência relativa de cada acontecimento e selecionar os casos para os quais o estudo deveria prosseguir.

Os resultados fazem parte da fôlha de amostragem preliminar (P). Ver FIGURAS 4-a e 4-b.

Análise da Amostragem Preliminar

Grupo 1: Perfuradoras

	<i>Utilização (%)</i>	<i>Ociosidade (%)</i>
P ₁	65	35
P ₂	60	40
		Média: 37,5

Decisão: o estudo não deve prosseguir, já que a ociosidade média do grupo é de 37,5%.

Só continuaremos no caso de valores iguais ou maiores que 80%.

Grupo 2: Verificadoras

	<i>Utilização (%)</i>	<i>Ociosidade (%)</i>
V ₁	88	12

Decisão: prosseguir o estudo, observando a **UTILIZAÇÃO DA MÁQUINA.**

Grupo 3: Máquinas de Contabilidade

	<i>Utilização (%)</i>	<i>Ociosidade (%)</i>
M ₁	67	33
M ₂	47	53
		Média: 43

Decisão: o estudo não deve prosseguir.

Grupo 4: Reprodutoras

	<i>Utilização (%)</i>	<i>Ociosidade (%)</i>
R ₁	77	23
R ₂	77	23

Decisão: o estudo não deve prosseguir.

Grupo 5: Intercaladoras

	<i>Utilização (%)</i>	<i>Ociosidade (%)</i>
I ₁	2	98
I ₂	7	93
		Média: 95,5

Decisão: prosseguir o estudo.

Grupo 6: classificadoras

	<i>Utilização (%)</i>	<i>Ociosidade (%)</i>
C ₁	23	77
C ₂	0	100
		Média: 88,5

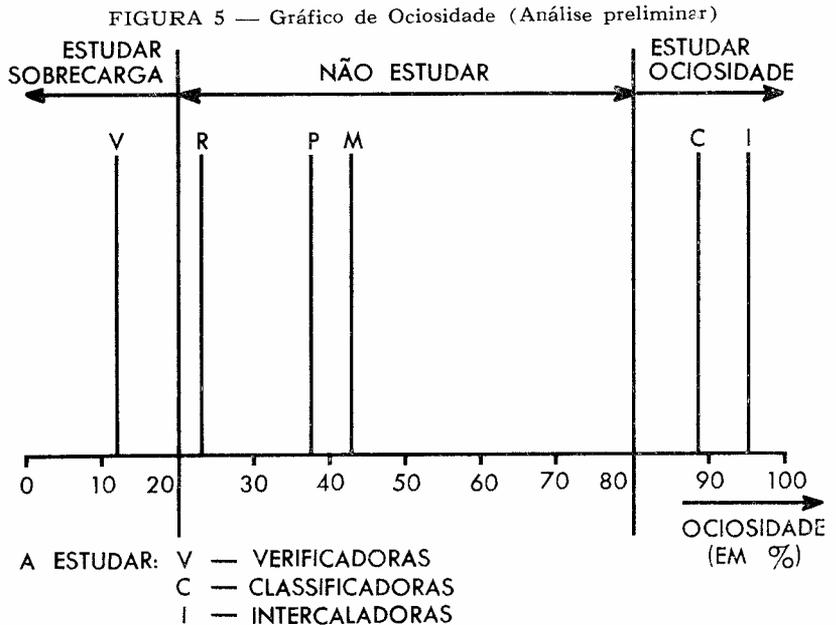
Decisão: prosseguir o estudo.

Gráfico para Análise Preliminar

O gráfico da Figura 5 permite visualizar as decisões tomadas, de acordo com o "critério dos 80%", isto é: todos os grupos de utilização média (\bar{u}):

- $U < 20\%$ (isto é, 80% parado ou mais) e
- $U \geq 80\%$, serão respectivamente estudados

quanto à CAPACIDADE OCIOSA e ao acúmulo de serviços.



Os demais grupos, não abrangidos pelas definições dadas acima, não possuem capacidade ociosa ou estrangulamento no fluxo dos serviços tão prováveis quanto nos casos selecionados.

Se fôssemos estudá-los, gastaríamos tempo, dinheiro e não dispensaríamos tratamento iminente e prioritário aos casos mais evidentes, apontados pela premissa de base.

Vale ressaltar aqui os objetivos que visamos a alcançar com tal abreviação:

- diagnóstico rápido;
- melhoria da produtividade do equipamento;
- lucro a curto prazo.

Estudo de cinco dias

Para os grupos selecionados pelo critério dos 80%, fêz-se um estudo de amostragem cuja duração não foi além de cinco dias, à razão de 50 observações por dia.

Os resultados constam das folhas de amostragem 1, 2, 3, 4 e 5 (Figura 4), onde é interessante observar o horário *aleatório* na parte superior das folhas e *diferente* em cada dia.

As marcações superiores correspondem ao acontecimento **TRABALHANDO**; as inferiores ao evento: **PARADA**.

Na prática, as marcas são efetuadas e depois somadas, aparecendo o resultado à direita do formulário. Por razões óbvias, representamos apenas a primeira linha de marcas para cada dia de observações. Nas demais figuras somente os resultados. Também foram omitidas as folhas 2, 3, 4 e 5, similares à folha 1, diferentes apenas nos horários das observações.

Cálculos

Para cada máquina calculou-se:

- o número médio de observação (\bar{n});
- a frequência relativa do evento observado (p);
- a precisão a que se chegou (S);
- os limites de controle, superior e inferior, para posterior aplicação à construção dos *gráficos de controle* (l.c.s. e l.c.i.).

É o que vem a seguir.

Verificadoras

DIA	VERIFICADORA 1		
	N	TRABALHANDO	% TRAB.
P	50	44	88
1	50	46	92
2	50	43	86
3	50	42	84
4	50	46	92
5	50	45	90
	300	266	

Verificadora 1 (V₁)

\bar{n} = número médio de observações diárias =
 n.º total de obs. 300

$$= \frac{\text{n.º de dias}}{\text{n.º de obs. TRABALHANDO}} = \frac{6}{266} = 50.$$

$$p = \frac{\text{n.º de obs. TRABALHANDO}}{\text{n.º total de obs.}} = \frac{266}{300} = 0,89$$

(ou 89%).

Limites de contrôle para

$$p = \text{l.c.} = p \pm 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{\bar{n}}} = 0,89 \pm 3\sqrt{\frac{0,89 \times 0,11}{50}}$$

donde: limite de contrôle superior (l.c.s.) = 100% (por definição de p); limite de contrôle inferior (l.c.i.) = 76%.

$$Sp = 2\sqrt{\frac{p(1-p)}{\bar{n}}} = 2\sqrt{\frac{0,89 \times 0,11}{50}} = 0,036, \text{ donde:}$$

$$S \text{ (precisão relativa)} = \frac{0,036}{0,89} = 0,04 \text{ (ou 4\%).}$$

Observação: os ábacos da Figura 6 podem ser usados na determinação da precisão S, do número de observações N ou dos limites de contrôle: l.c.s. e l.c.i.

FIGURA 6

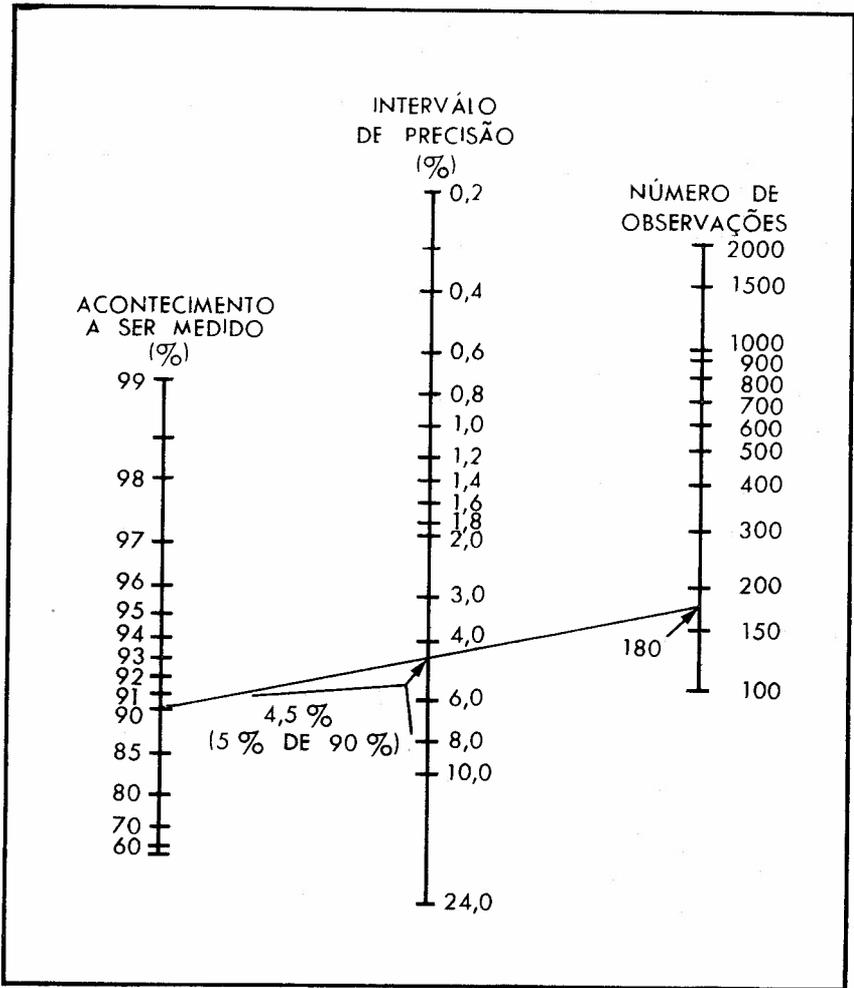


DIAGRAMA 1. Número de Observações e Intervalo de Precisão.

- 1) Estima-se a frequência do acontecimento que se deseja medir, por meio de uma amostragem preliminar, (p. ex. 90%).
- 2) Decida-se sobre a precisão a adotar (p. ex. $\pm 57\%$).
- 3) Multiplica-se a estimativa em (1) pela precisão adotada em (2) para obter-se o *intervalo de precisão* (5% de 90%).
- 4) Traça-se um segmento de reta, desde a estimativa da frequência do acontecimento até o n.º de observações, passando-se pelo intervalo de precisão calculado. Tem-se: $N = 180$ observações.

Doravante, abandonaremos as fórmulas e iremos direto aos diagramas. O leitor, além de achar mais fácil, verificará que o processo gráfico é, pelo menos, *dez vezes mais rápido*.

FIGURA 6

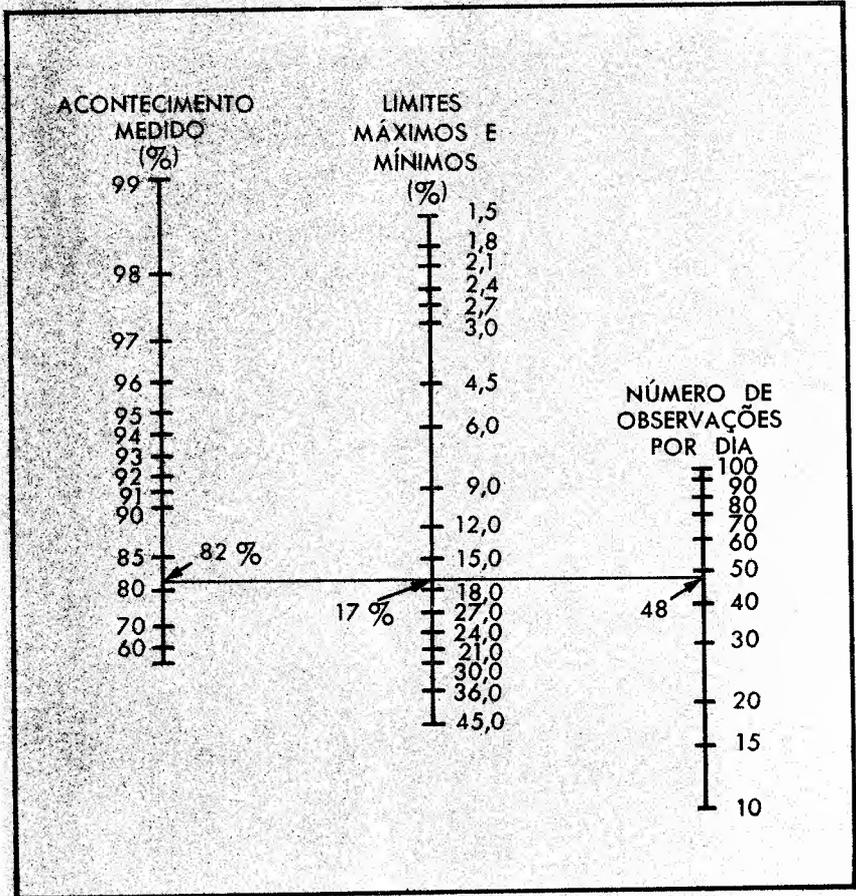


DIAGRAMA 2. Limite de controle.

- 1) Marca-se na escala da esquerda a frequência do acontecimento medido. Na escala da direita marca-se o número de observações feitas por dia.
- 2) Liga-se os pontos por um segmento de reta.
- 3) Leia-se a variação tolerável na escala central (limites de controle).

Ex: Se, ao cabo de um estudo de dez dias, chegou-se a conclusão de que a frequência média de determinada operação é de 82% e o número de observações diárias (médio) é igual a 48, então a frequência diária daquela operação deve situar-se entre 65 e 99 por cento ($82 \pm 17\%$) para ser estatisticamente aceitável. Deve-se descobrir as causas que provocam a saída dos limites prescritos, se esta ocorrer.

Intercaladoras

DIA	Intercaladora 1			Intercaladora 2		
	N	PARADA	% PARADA	N	PARADA	% PARADA
P	50	49	98	50	47	93
1	50	48	96	50	42	84
2	29	24	83	50	32	64
3	49	42	86	50	47	94
4	50	50	100	50	45	90
5	50	49	98	50	47	94
	278	262		300	260	

Intercaladora 1

$$\bar{n} = \frac{278}{6} = 46; p = \frac{262}{278} = 0,94 \text{ (ou } 94\%)$$

$$l.c. = 0,94 \pm 0,105$$

l.c.i = 0,84; o valor de p no 2.º dia cai abaixo de 84%; desprezando-se a amostragem desse dia, recalcula-se n, p e os novos limites de controle. Têm-se:

$$\bar{n} = \frac{249}{5} = 50 \text{ e } p = \frac{238}{249} = 0,96$$

$$l.c. = 0,96 \pm 0,082$$

l.c.i. = 0,88. Ainda o valor de p = 0,86 do 3.º dia, cai abaixo do l.c.i. calculado.

Desprezando a amostragem do 3.º dia, vem:

$$n = \frac{200}{4} = 50; p = \frac{196}{200} = 0,98$$

$$l.c. = 0,98 \pm 0,06$$

$$l.c.i. = 0,92$$

$$Sp = \pm 2\% \text{ e } S = \pm 2\% \text{ (precisão muito boa)}$$

Intercaladora 2

$$\bar{n} = 50 \text{ e } p = \frac{260}{300} = 0,87$$

$$l.c. = 0,87 \pm 0,14$$

l.c.i. = 0,73. O valor de p do 2.º dia cai abaixo de 73%.

Despreza-se a amostragem do 2.º dia e recalcula-se:

$$n = \frac{250}{5} = 50 \text{ e } p = \frac{228}{250} = 0,91$$

$$l.c. = 0,91 \pm 0,12$$

$$l.c.i. = 0,79$$

$$Sp = \pm 3,7\% \text{ e } S = \pm 4\%$$

Classificadoras

DIA	Intercaladora 1			Classificadora 2		
	N	PARADA	% PARADA	N	PARADA	% PARADA
P	50	38	77	50	50	100
1	50	42	84	50	50	100
2	50	37	75	50	41	82
3	50	41	82	50	34	68
4	50	27	54	50	27	54
5	50	35	70	50	39	78
	<u>300</u>	<u>220</u>		<u>300</u>	<u>241</u>	

Classificadora 1

$$\bar{n} = \frac{300}{6} = 50; \quad p = \frac{220}{300} = 0,73$$

$$l.c. = 0,73 \pm 0,19$$

$$l.c.s. = 0,92 \text{ e } l.c.i. = 0,54$$

$$Sp = \pm 5\% \text{ e } S = \pm 6,8\%$$

Classificadora 2

$$\bar{n} = \frac{300}{6} = 50; \quad p = \frac{241}{300} = 0,84$$

$$l.c. = 0,84 \pm 0,155$$

$$l.c.s. = 0,995 \text{ e } l.c.i. = 0,685$$

$$Sp = \pm 4,3\% \text{ e } S = \pm 5\%$$

Gráfico de Contrôles (Figura 7)

FIGURA 7-b — Gráfico de Contrôles

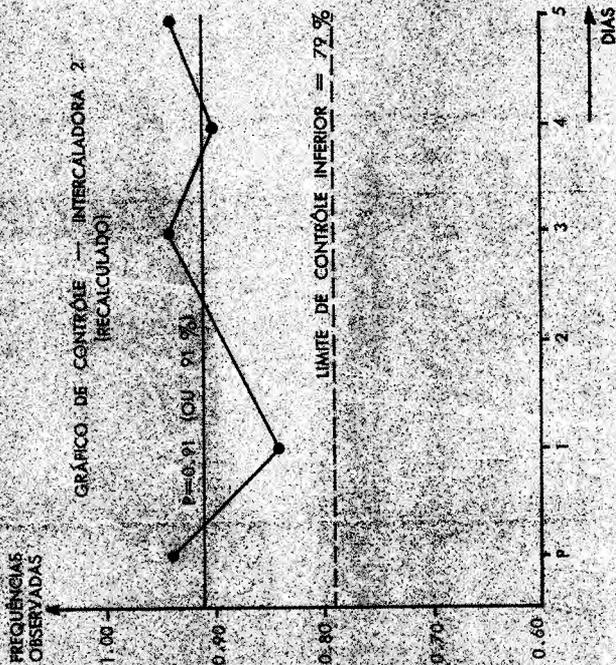
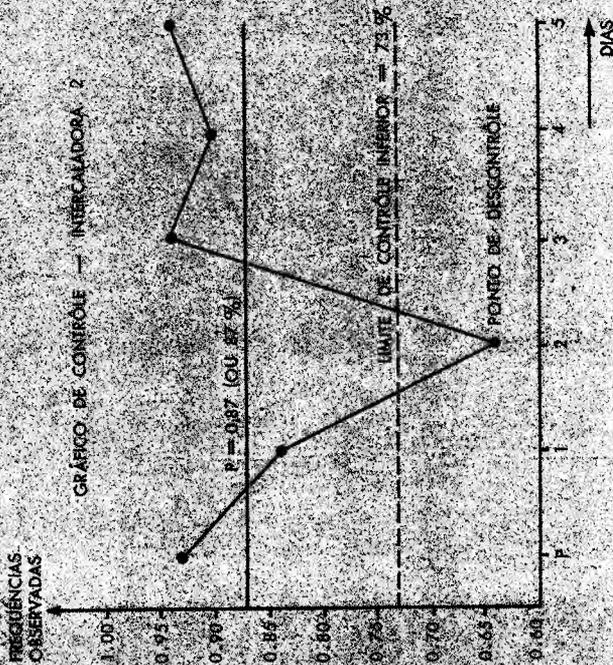


FIGURA 7-a — Gráfico de Contrôles



Nos casos de anormalidade, a amostra do dia é desprezada.

Calcula-se de novo: $n, p, l.c.s.$ e $l.c.i., S_p$ e S .

Quando isso acontece, aparece um segundo gráfico, que se apresenta já dentro dos limites de contrôle.

Significado dos Limites de Contrôle

Adotando-se para limites de contrôle de p os valores: ± 3 desvios-padrão (3 D.P.), apenas *três em mil* dos valores de p poderão cair *por acaso* fora do âmbito daqueles limites. É só lembrar que, na distribuição normal, 99,7% dos casos caíam dentro de três (3) D.P. A chance de que caíam fora é muito reduzida.

Portanto, quando o valor de um dia de amostragem excede os limites de contrôle ($= 3$ D.P.), conquistamos o direito de desconfiar que houve uma anormalidade qualquer. A amostragem dêsse dia deve ser abandonada.

No ensaio que estamos examinando, o 2.^o e o 3.^o dia coincidiram com a antevéspera e a véspera de Natal e algumas máquinas se tornaram mais ociosas nesses dias.

Resultados

Devem ser expressos sob forma de previsões cercadas de uma *certa precisão* e um determinado *grau de confiabilidade*. Vejamos, a seguir, como se faz.

Verificadoras

É 95% provável que a utilização da verificadora V_1 seja:

	utilização (%)	êrro absoluto	êrro porcentual	utiliz. max. (%)
V_1	89	± 4	± 4	93

Para as demais máquinas, é também 95% provável que suas capacidades ociosas sejam:

		curiosidade (%)	êrro abs. (%)	êrro porc.	ocios. min. (%)	utiliz. max. (%)
Intercaladoras	I ₁	98	± 2,0	± 2,0	96	4
	I ₂	91	± 3,7	± 4,0	87	13
	C ₁	73	± 5,0	± 6,8	68	32
Classificadoras	C ₂	84	± 4,3	± 5,0	80	20

O exame dos resultados leva a concluir:

a) *Verificadoras*

A verificadora 1 está sobrecarregada.

A utilização de 85% já deve ser considerada muito boa.

Um funcionário pode folgar, devido às suas necessidades pessoais, fadiga, leitura de documentos, instruções do supervisor etc., de 10 a 20% da sua jornada de trabalho.

A sobrecarga, no caso, atingiu um máximo de 8%.

b) *Intercaladoras*

A capacidade ociosa é de $(170-17) = 153\%$. Considera-se como utilização máxima de cada máquina a cifra de 85%.

A capacidade ociosa acima expressa poderá ser explorada mediante: aumento da produção, aluguel, venda, ou troca de equipamento por outro mais moderno.

Um raciocínio análogo ao anterior valerá para o caso das classificadoras.

CONCLUSÕES

O Método Abreviado das Observações Instantâneas pode ser usado:

1) Para ajudar a definir um problema determinado.

O método permite um “auscultamento” prévio da situação e estabelece prioridade nas ações corretivas.

Começa-se por corrigir o que está mais errado, sem se ter a pretensão de abarcar todos os problemas de uma só vez.

2) No estabelecimento de metas de produtividade ou eficiência.

Os resultados do estudo devem ser encarados como ponto de partida para uma ação corretiva.

Supervisores e subordinados deverão cooperar.

3) Para determinar qualquer variação cíclica nas cargas de trabalho.

O método é útil, tanto nos períodos de muito, como naqueles de pouco trabalho. Dêste modo, os problemas de excesso ou falta de mão-de-obra e/ou equipamento ficarão expostos.

4) Nas análises para substituir-se economicamente um equipamento qualquer.

5) No planejamento das necessidades de mão-de-obra.

6) Na avaliação ou acompanhamento da execução geral.

Mediante o agrupamento das atividades homogêneas, torna-se viável controlar as operações de uma grande empresa.

Esta é uma enorme vantagem do método.

As decisões importantes, como por exemplo, a introdução ou o aumento da mecanização, podem fundamentar-se nos resultados obtidos pela amostragem do trabalho.

7) No estabelecimento dos tempos-padrão.

- 8) Pelos supervisores e gerentes, para auxiliá-los a melhor distribuir os seus tempos de serviço.
- 9) Para estimar os fatores de segurança.
- 10) Para avaliar a eficiência global de uma empresa.
- 11) Para avaliar práticas específicas de uma organização.

APÊNDICE

Média Aritmética de um Conjunto de N Medidas

Para dados não classificados têm-se:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 \dots + X_N}{N}$$

Para dados classificados a fórmula é:

$$x = \frac{x_1 f_1 + \dots + x_h f_h}{f_1 + f_2 + \dots + f_h},$$

onde os "f" são as frequências de medidas dentro de um determinado intervalo de classe, h é o número de intervalos de classe e, x_1, x_2, \dots, x_h são os pontos de classe respectivos.

Desvio-Padrão de um Conjunto de N Medidas

$$s = + \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$

(para dados não classificados)

LISTA DE APLICAÇÕES

O Método de Amostragem do Trabalho se baseia em princípios universais, daí porque pode ser aplicado indistintamente a uma série extensa de atividades.

Todos se beneficiarão com a técnica de produtividade que integra o método proposto. Esta permitirá aos homens de empresa aumentar sua eficiência de direção, reduzir os custos e melhorar seus métodos de controle.

A lista que se segue reflete um grupo numeroso e heterogêneo de aplicações já conquistadas pelo Método Geral das Observações Instantâneas.

O método Abreviado poderá ser experimentado nos assuntos seguintes, ficando a cargo dos estudiosos o desenvolvimento das soluções específicas.

ESTUDO DO TRABALHO (*capacidade ociosa de pessoas e/ou máquinas*)

- Indústria têxtil.
- Fábrica de ladrilhos: máquinas trituradoras.
- Oficina de soldagem.
- Lavanderias.
- Fábrica de latas.
- Seção de datilografia.
- Armazém de aços (vergalhões, tiras, rolos, etc.).
- Seção de furadeiras.
- Seção de prensas.
- Transporte, em caminhões, de cana-de-açúcar.
- Inspeção.
- Ferramentaria.

- Supervisão
- Ensino: distribuição do tempo de labor dos professôres
- Hospitais: utilização do pessoal
- Fábricas de plásticos

ESTUDOS DE INCENTIVOS

- Incentivos de salário com aplicação de equipamento de processamento de dados
- Estudos de incentivos para a mão-de-obra indireta

ESTUDOS DE TRÁFEGO

- Em uma cidade
- Aéreo
- Rodoviário
- Ferroviário

ESTUDOS DE TEMPO

- Estabelecimento do tempo-padrão num departamento de fabricação
- Tempo de preparo das máquinas operatrizes
- Determinação do tempo-padrão em uma operação de montagem.

EM AGRICULTURA

- Técnicas de amostragem para se determinar a porcentagem de um campo de cana-de-açúcar que deverá ser replantado.

BIBLIOGRAFIA

- L. H. C. TIPPETT, "A Snap-Reading Method of Making Time Studies of Machines and Operatives in Factory Surveys", *Shirley Institute Memoirs*, Vol. 13, novembro de 1934, págs. 73 a 93.
- Industry Division of the Technical Cooperation Mission to India — National Productivity Council of India, "Basic Course in Work Sampling", 1.^a ed. em castelhano, "Curso Básico de Muestreo de Trabajo", México: *Herrero Hermanos, Sucesores, S. A.*, março de 1964.
- R. M. BARNES, "Work Sampling", *John Wiley & Sons, Inc.*, 2.^a edição, 4.^a impressão, setembro de 1964.