

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP  
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS - IFCH  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO ECONÔMICO – DEPE  
CENTRO TÉCNICO ECONÔMICO DE ASSESSORIA EMPRESARIAL - CTAE**

## **ESTUDO DA PRECISÃO DA AMOSTRAGEM**

**Material de leitura para uso exclusivo nos cursos do DEPES**

## ESTUDO DA PRECISÃO DA AMOSTRAGEM

Sendo a amostragem de trabalho um método de observação instantânea, ela carece fundamentalmente do estabelecimento de um critério quantitativo para sua validade. Isto justifica, por exemplo, a seguinte questão: “O que ocorre no posto de trabalho (ou conjunto de operadores), quando não se está realizando a amostragem de trabalho?” Ou ainda:

— “Quando não se está realizando a amostragem, a proporção entre tempo produtivo direto, improdutivo (ocioso) e produtivo indireto, permanece a mesma?”.

— “O período tomado para realização da amostragem é significativo, comparado com a realidade, isto é, o que normalmente ocorre na seção?”.

Todas estas questões devem ser esclarecidas, através do estudo que hora se fará.

Suponhamos, que tenhamos numa seção 8 operadores, sendo cronometrados por 8 cronometristas, durante 1 hora (vide apêndice I).

Ao fim da cronometragem foram obtidas as proporções dos tempos produtivos, improdutivos e indiretos, conforme os resultados do Apêndice I.

Sendo a amostragem um método de observação instantânea, e feita por um só observador, podemos supor que um assessor tenha observado parcelas destes 60 minutos. As linhas horizontais do Apêndice I indicam os intervalos de tempos que o assessor efetuou suas amostragens.

Dentro dos períodos de observações realizando o cálculo das proporções dos tempos, resultará que para cada intervalo de tempo teremos proporções diferentes, as quais por sua vez, não serão iguais às proporções observadas pelo cronometrista, que, podemos afirmar, são precisas e espelham a realidade do trabalho verificado na seção, naqueles momentos de tomada de tempos.

Deduz-se, portanto, que:

1. A amostragem depende do período de observação.
2. A amostragem depende do número de observações, ou seja, de sua amplitude, dentro do espaço total de tempo disponível.

A Administração Científica do Trabalho preocupa-se também com a análise do planejamento de um estudo de amostragem do trabalho, com um número adequado de observações, com tempos ao acaso. O número total de observações feitas deverá ser suficiente para obtermos uma amostragem fiel de registros e os registros deverão estar divididos em um número suficiente de dias para incluir uma demonstração adequada. O número de observações requeridas pode ser calculado depois que se determina o objetivo do estudo (Ex: Quero um erro de 2% na atividade “transportando produtos em processo”)<sup>1</sup>.

As fórmulas que estabelecem as deduções matemáticas destas demonstrações foram estabelecidas por engenheiros industriais, através de estudo das probabilidades (desvio padrão-curva normal, etc.), e são as seguintes:

$$Dp\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Dp= Uma medida de variabilidade do valor de  $\underline{p}$  obtido de N observações, que possua as seguintes propriedades: 68% dos modelos de tamanhos N proporcionarão um valor para  $\underline{p}$  dentro de  $p \pm Dp$ , 95% dos modelos de tamanho N proporcionarão um valor de  $\underline{p}$  dentro de  $p \pm 2 Dp$ .

p = porcentagem dos acontecimentos de um tipo contido em N observações da situação, expressado em decimal.

N = o número, total de observações.

Isto responde a questão: “Qual a quantidade de observações que temos que efetuar para uma precisão de  $\pm x\%$ , na atividade de A?”

---

<sup>1</sup> L.H.C. Tippett, “Ratio - Delay Study”, citado em M.E.Mundel “Estudo de Movimentos e Tempos” - Ed. Mestre Jou, 1966. “Journal of Textile Institute Transactions”, Vol. 36, nº 2, Pev. 1935; R.L.Morrow, “Timie Study an Motion Economy” N.Y., The Ronald Press Co., 1946.

## EXEMPLO DA PRECISÃO DA AMOSTRAGEM

Numa amostragem efetuada numa seção tivemos os seguintes resultados para a atividade “tempo para acondicionamento”.

Atividade \ Operários	Operários									TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Tempo de acondicionamento	25	25	26	23	25	28	17	21	27	217

O tempo para cada ciclo de observação foi de 1 minuto. Por tanto, por serem 9 operários fizeram-se 60 observações por hora para cada operário durante 10 horas.

Para os 9 operários temos  $9 \times 600 = 5\,400$  observações totais.

Portanto, a atividade analisada é de

$$= \frac{217}{5\,400} \times 100 = 4\%$$

A precisão deste dado está em função do desvio padrão da amostra, isto é, em função da extensão de dados levantados. O assessor poderia raciocinar da seguinte maneira:

- 1) Se tivéssemos uma “precisão” de desvio padrão de 2%, ou seja,  $(4 \pm 2)\%$ . Isto levantará dúvidas quanto a importância da atividade “tempo de acondicionamento” dentro da amostragem, relativamente, aos outros itens de atividades, pois há um limite de variação de 50% da atividade.
- 2) Se tivéssemos uma “precisão” de desvio padrão da ordem de  $(4 \pm 1)$ , daria ao consultor instrumentos precisos para decisões mais profundas sobre este tipo de atividade.

Consultando-se tabelas especiais, Apêndice II, ou Apêndice III, podemos obter os dados relativos à precisão.

No quadro tomamos o valor de 4%, ligamos à curva e deste ponto chegamos às diversas escalas, que determinam a precisão requerida e o número de observações necessárias para se obter a precisão desejada.

No nosso exemplo determinamos que a precisão de  $\pm 1$  exige, aproximadamente, 1 750 observações.

Conclui-se, pois que o número de observações levantado, de 5 400, é muito superior.

As vantagens advindas de um número excessivo de observações são relativas, pois exigem um tempo grande de observações, e significam uma falha no planejamento da amostragem em dos requisitos básicos, como já vimos, no estabelecimento do plano de elaboração desta técnica.

### **OBSERVAÇÕES SOBRE CÁLCULO DA AMOSTRAGEM**

No cálculo da amostragem, ou composição das atividades na amostragem de trabalho, podem ocorrer erros de interpretação, que podem dar ao assessor idéia enganosa sobre os resultados apresentados.

#### **1º Caso: GRUPOS HOMOGÊNEOS**

Exemplo: Numa Cia Metalúrgica, o Diretor Industrial estava interessado, em averiguar quanto tempo era gasto no transporte. A investigação foi levada a efeito na serraria e no Departamento de Tornos de Repuxo, onde 6 homens trabalham nas máquinas e há um destinado a transporte das peças, e dos retalhos e cavacos, provenientes do processo.

A amostragem do trabalho de uma hora de duração, com intervalos de 1 minuto entre cada observação, proporcionou os seguintes resultados:

OPERÁRIOS	A	B	C	D	E	F	G	TOTAL	%
Transporte	9	8	-	13	6	6	48	90	
Outros trabalhos	51	52	60	47	54	54	12	330	
	60	60	60	60	60	60	60	420	

A, B, C, D, E, e F, são operários de produção.

G..... é operário de transporte.

A porção total para “transporte” é de 90 observações sobre 420.

De acordo com o estudo de amostragem, a porcentagem do tempo empregado em transporte pelo grupo (7 operários) é a seguintes:

$$\frac{90}{420} \times 100 = 21,5\%$$

Esta porcentagem em si não representa muito. Neste caso, um operário de transporte ocupa todo o dia em tarefas de transportes.

Analisando-se melhor a distribuição de atividades, e as funções dos operários, verifica-se que o grupo analisado não é homogêneo no que se refere às atividades.

Nestes casos, há conveniência em estabelecer a média de tempo de transporte entre os operários produtivos, que trabalham nas máquinas:

$$\frac{42}{360} \times 100 = 12\%$$

Interpretação: os tornos de repuxo permanecem inativos durante 12% do tempo, enquanto, que os operários destas máquinas efetuam tarefas de transporte, limpeza do local de trabalho: (tiram cavacos).

Esta cifra representa uma indicação para a implantação de algum tipo de melhora. Por exemplo, destinar outro operário para transporte. Este novo operário estará ocupado durante  $6 \times 12\% = 72\%$  do seu tempo na tarefa de transporte, exclusivamente, e assim a produção dos tornos poderá melhorar consideravelmente.

Conclusão: para se obterem conclusões das porcentagens médias, os grupos dos quais se obtém essas porcentagens devem ser de características

iguais. Por exemplo, devem ser grupos de homens ou máquinas que realizam trabalhos similares.

### 2º Caso: Tratamento Matemático

Exemplo: Na mesma empresa, e com o mesmo grupo de torneiros, efetuou-se uma amostragem, por diversos períodos, conforme o quadro seguinte:

Série de observações	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Horas	7,1/2-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12 1/2 -14	14-15	15-16	16-17
Tempo para acondicionamento %	8,5	4,1	4,3	3,8	4,1	3,1	2,8	3,4	4,6

Comumente se consideraria a composição do tempo para acondicionamento de:

$$\frac{8,5 + 4,1 + 4,3 + 3,8 + 4,1 + 3,1 + 2,8 + 3,4 + 4,6}{9} = \frac{38,2}{9} = 4,25\%, \text{ ou seja, a média aritmética.}$$

**OBSERVAÇÕES:** Este procedimento incorreto. As observações 1 e 6 não se efetuaram durante o mesmo período de tempo que as restantes (1/2 e 1 1/2 horas, respectivamente).

O método correto, neste caso, consiste em se calcular as médias ponderadas de cada série de observações:

$$\frac{(1/2 \times 8,5) + 4,1 + 4,3 + 3,8 + 4,1 + (1,5 \times 3,1) + 2,8 + 3,4 + 4,6}{(1/2+1+1+1+1+1,5+1+1+1)} = \frac{36}{9} = 4\%$$

De outra forma, pode-se também obter o mesmo resultado através da utilização do número total de observações, comparado com número total obtido na amostragem.

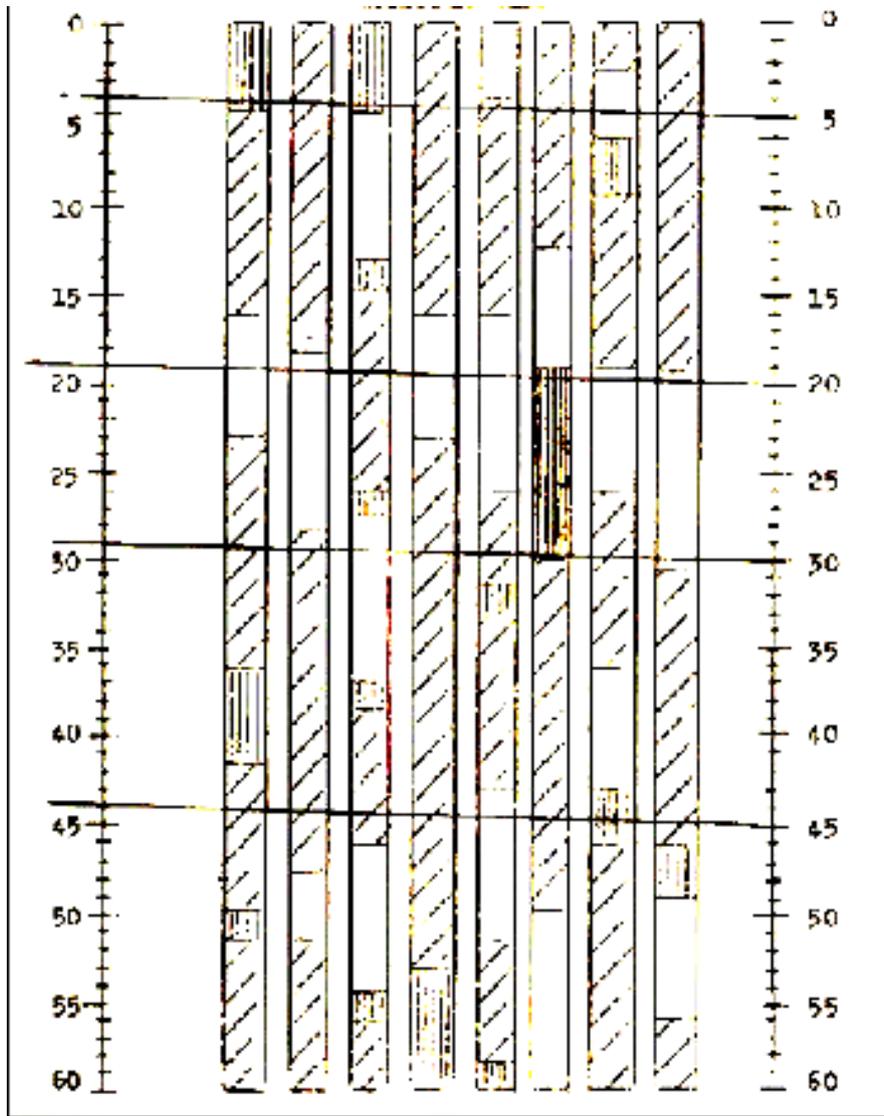
Série de observações	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL
Tempo para acondicionamento	25	25	26	23	25	28	17	21	27	217

O tempo para um ciclo de observações foi de um minuto. Por tanto, por serem 9 operários fizeram-se 600 observações por hora x 9 = 5 400 observações totais. De onde

$$\text{T.A. (\%)} = \frac{217}{5\,400} \times 100 = 4,0\%$$

APÊNDICE I

**CRONOMETRAGEM**

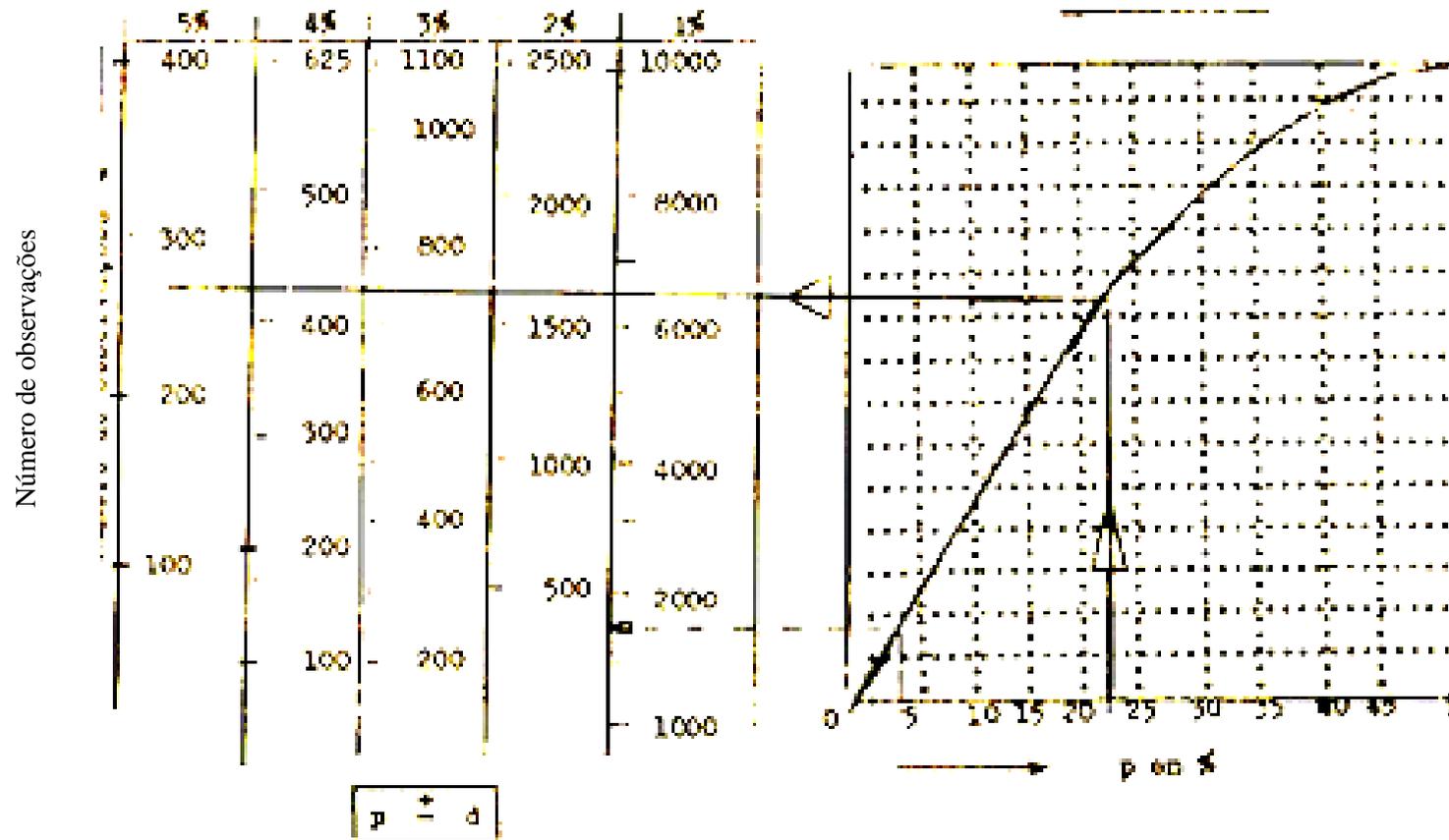


	A	B	C	D	E	F	G	H	Tot.	%
Improdutivo	12	0	10	6	3	10	6	3	50	11
Produto indireto	7	13	27	7	22	17	17	18	128	26
Produtivo	41	47	23	47	35	33	37	39	302	63
Total	60	60	60	60	60	60	60	60	480	100

**ESCALA**

**GRÁFICO**

Grau de precisão : d



## APÊNDICE III

Valores de N (Número de observações), com uma probabilidade de 95/100 de não exceder o erro indicado. Para valores de p (porcentagem de atividade).

p em porcentagem	VALORES DE N			
	ERRO			
	5% do total	1% do total	1% de p	5% de p
1	16	396	3 960 000	158 400
2	32	784	1 960 000	78 400
3	47	1 164	1 293 000	51 720
4	62	1 536	960 000	38 400
5	76	1 900	760 000	30 400
6	92	2 256	626 627	25 067
7	102	2 604	531 429	21 057
8	118	2 944	460 000	18 400
9	131	3 276	404 444	16 178
10	144	3 600	360 000	14 400
11	157	6 916	323 636	12 945
12	169	4 224	293 333	11 733
13	181	4 524	267 692	10 708
14	193	4 816	245 714	9 829
15	205	5 100	226 667	9 067
16	216	5 376	210 000	8 400
17	226	5 644	195 294	7 812
18	236	5 904	182 222	7 289
19	246	6 156	170 526	6 821
20	256	6 400	160 000	6 400
21	266	6 636	150 476	6 019
22	275	6 864	141 818	5 673
23	284	7 084	133 913	5 357
24	292	7 296	126 677	5 067
25	300	7 500	120 000	4 800
26	308	7 696	113 846	4 554
27	316	7 884	108 148	4 326
28	323	8 064	102 857	4 114
29	330	8 236	97 931	3 917
30	337	8 400	93 333	3 733
31	343	8 556	89 032	3 561
32	349	8 704	85 000	3 400
33	354	8 844	81 212	3 249
34	360	8 976	77 647	3 106
35	365	9 100	74 286	2 971
36	369	9 216	71 111	2 844
37	373	9 324	68 108	2 724
38	377	9 424	65 263	2 611
39	381	9 516	62 564	2 503
40	384	9 600	60 000	2 400
41	387	9 676	57 561	2 302
42	390	9 744	55 238	2 210
43	392	9 804	53 023	2 121
44	395	9 856	50 909	2 036
45	397	9 900	48 889	1 956

46	398	9 936	46 957	1 878
47	399	9 964	45 106	1 804
48	400	9 984	43 333	1 733
49	400	9 996	41 633	1 665
50	400	10 000	40 000	1 600
51	400	9 996	38 431	1 537
52	400	9 984	36 923	1 477
53	399	9 964	35 472	1 419
54	398	9 936	34 074	1 363
55	397	9 900	32 727	1 309
56	395	9 856	31 429	1 257
57	392	9 804	30 175	1 207
58	390	9 744	28 966	1 159
59	387	9 676	27 797	1 112
60	384	9 600	26 667	1 067
61	381	9 516	25 574	1 023
62	377	9 424	24 615	981
63	373	9 324	23 492	940
64	369	9 216	22 500	900
65	365	9 100	21 538	862
66	360	8 976	20 606	824
67	354	8 844	19 701	788
68	349	8 704	18 824	753
69	343	8 556	17 971	719
70	337	8 400	17 143	686
71	330	8 236	16 338	654
72	323	8 064	15 556	622
73	316	7 884	14 795	592
74	308	7 696	14 054	562
75	300	7 500	13 333	533
76	292	7 296	12 632	505
77	284	7 084	11 948	478
78	275	6 864	11 282	451
79	266	6 636	10 633	425
80	256	6 400	10 000	400
81	246	6 156	9 383	375
82	236	5 904	8 780	351
83	226	5 644	8 193	328
84	216	5 376	7 619	305
85	208	5 100	7 059	282
86	193	4 816	6 512	261
87	181	4 524	5 977	239
88	169	4 224	5 455	218
89	157	3 916	4 944	198
90	144	3 600	4 444	178
91	131	3 276	3 956	158
92	118	2 944	3 478	139
93	102	2 604	3 011	120
94	92	2 256	2 553	102
95	76	1 900	2 105	84
96	62	1 536	1 667	67
97	47	1 164	1 237	50
98	32	784	816	33
99	16	396	404	16