

BALANÇO DE ESTOQUE POR AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA

JOÃO MARÇAL TOMAZ*

RESUMO

O balanço de estoque é feito mais comumente no final de um período fiscal pela contagem física de todos os elementos dos itens em estoques. Tal procedimento provoca um aumento dos custos e demora do inventário. Propõe-se neste trabalho com utilização do computador, um processo, de modo que todos os itens são considerados inventariados apesar de que somente alguns são selecionados e fisicamente levantados por quantidade de estoque e valor monetário. Para isto, são utilizados procedimentos matemáticos – estatísticos aceitos, isto é, teoria da amostragem estratificada, que garantem a exatidão requerida do processo. Assim, os itens fisicamente estocados e legalmente contabilizados constituem a população estatística cuja média dos saldos monetários é objeto de estimação e, conseqüentemente, o valor do balanço do estoque. Para isto, descrevem-se métodos de organização dos estratos e de seleção das subamostras nos mesmos, através dos saldos contábeis dos itens discutidos. A fim de garantir que realmente os objetivos propostos sejam atingidos, além das justificativas teóricas, apresentam-se os resultados de uma aplicação prática do processo com dados reais.

1 – INTRODUÇÃO

Todo o desenvolvimento deste trabalho é decorrente e fundamentado pelos conceitos sucintamente formulados abaixo. Portanto, é necessário que estejam bem caracterizados. Para um estudo mais detalhados e amplo ver COCHRAN(2), MADOW(7) GIBRA(11) e KARLIN(10).

a) Item de estoque é tudo que é armazenado, identificado por uma característica qualitativa e quantificado através de uma unidade padrão. Exemplo: caneta esferográfica.

b) Elemento é um item considerado na sua unidade padrão de estocagem. Exemplo: uma caixa com cem canetas esferográficas.

c) Balanço de estoque é a determinação do valor numérico e monetário obtido através da contagem física dos elementos dos itens em estoque realizada no final de um período pré-estabelecido (exercício fiscal, período de produção, mês, etc).

d) Inventário de estoque é a verificação ou levantamento das quantidades dos itens em estoque, realizado pela contagem exaustiva dos elementos dos itens ou estatisticamente por amostragem.

e) Inventário periódico é o inventário que se realiza em épocas determina-

das do exercício financeiro, levantando-se os estoques por completo ou por amostragem.

f) Inventário rotativo é o inventário cuja execução se processa continuamente de modo permanente, segundo um cronograma e um programa estabelecido por depósitos ou por classe de material.

g) População é o conjunto de “seres” que possuem uma ou mais características qualitativas ou quantitativas de possível representação numérica, através da qual e por procedimento adequado pode-se selecionar um subconjunto denominado amostra.

h) Amostragem estratificada é um processo estatístico que consiste em:

– dividir uma população de N unidades em L subpopulações disjuntas duas a duas denominados estratos, com $L \geq 2$.

– selecionar, aleatória e independentemente, em cada um dos L estratos uma subamostra de n_1, n_2, \dots, n_L unidades respectivamente.

– estimar o parâmetro desejado (neste caso a média) e variância da variável de estudo na população através de cálculo conveniente com os dados amostrais e conforme o procedimento de seleção das subamostras nos estratos.

i) Amostra total é a amostra final de n unidades obtidas pela reunião das

L subamostras retiradas dos estratos, tal que $n = \sum_{h=1}^L n_h$.

j) Variável de estudo é toda característica quantificável da qual alguma grandeza é objeto de avaliação na população.

k) Variável estratificadora é uma característica quantitativa baseada na qual se efetua a divisão da população em estratos.

É evidente que, desde que se conheça a função densidade da variável de estudo, ela mesma é a variável estratificadora. Caso contrário, deve-se conhecer a função densidade de uma quantidade qualquer, variável estratificadora altamente correlacionada com a variável de estudo.

A variável estratificadora, neste texto, é o valor monetário contábil dos itens e, a variável de estudo, os saldos reais monetários, ou simplesmente saldos.

2 – OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo primordial deste trabalho é o desenvolvimento de uma nova metodologia de balanço de estoque, fundamentada na Teoria da Amostragem Estratificada e operacionalizada pe-

* Professor do Departamento de Matemática da UEL.

lo uso de computador. Tal racionalização, além de atender aos princípios legais e contábeis estabelecidos e de garantir a exatidão do valor do balanço declarado, possibilita:

– minimizar os custos monetários e o tempo de balanço;

– agilizar a execução do inventário;
– ao auditor; um procedimento seguro e estatisticamente preciso de levantamento e conferência de estoques;
– estabelecer um coeficiente de eficiência e confiabilidade da contabilidade de estoque;

– o inventário tanto periódico ou permanente, como dos setores ou da totalidade dos estoques.

Para tanto serão apresentados uma descrição do processo e as condições de sua aplicação juntamente com a fundamentação teórica, bem como os resultados de uma aplicação prática.

3 – INVENTÁRIO MANUAL

3.1 – Conceito

O método manual é a maneira tradicional que tem se mostrado eficiente para estoques pequenos – até 10.000 itens – tanto para inventário rotativo como para periódico. Consiste essencialmente no simples confronto do saldo da ficha de inventário registrados após a contagem física com o solo em quantidade e valor no manual de estoques (Kardex, "visirecord", etc.) e do controle contábil. Processando a recontagem física e conferência dos controles para os itens que apresentarem divergências. E por fim, são feitas as correções necessárias nos arquivos contábeis.

O fluxograma da figura 2 visualiza a seqüência destas operações.

4 – INVENTÁRIO MECANIZADO

4.1 – Conceito

O método mecanizado realiza fundamentalmente as mesmas operações que o manual com auxílio de um computador eletrônico. Permite a realização de inventários corretos com reais vantagens para grandes e médios estoques (de 10.000 a 30.000 itens e acima de 30.000) tanto como finalidade preventiva como de balanço. Maiores detalhes são apresentados no fluxograma da figura 3.

5 – DESCRIÇÃO DO PROCESSO

Na prática não é possível conhecer os saldos reais dos itens, valores da variável de estudo, e nem sua distribuição. Assim os saldos contábeis, a variável estratificadora, são utilizados para efetuar a estratificação.

Etapa 1 – Ordenar crescentemente os saldos contábeis dos itens. Selecionar os itens com saldo negativo, igual a zero e inventariá-los totalmente. E os demais, classificá-los segundo curva A B C.

Etapa 2 – Definir os limites de inventário completo e por amostragem e escolher os itens segundo estes limites. Salienta-se que estas delimitações de inventário na maioria das vezes, são arbitradas ou intuitivas. Define-se também o erro admissível (E) para média a estimar juntamente com sua probabilidade, ou seja, o nível de significância.

Etapa 3 – Subdividir os saldos contábeis em classes de freqüências e calcular os valores acumulados de raiz quadrada das freqüências. Quanto maior o número de classes, melhor. Mas, um grande número pode elevar o custo de processamento e não possibilitar uma boa estratificação. As amplitudes de classe poderão ser desiguais mas deve-se fazer uma modificação no cálculo dos valores acumulados da raiz quadrada da freqüência, COCHRAN(2; 183).

Etapa 4 – Determinar o número de estratos L, e o tamanho da amostra total n. Apresentar um método para escolha de n e L, e conseqüentemente, através da Regra dos Valores Acumulados da Raiz Quadrada da Freqüência, calcular os limites dos estratos.

Etapa 5 – Definindo o número de estratos L, determina-se o tamanho de cada estrato N_h , $h = 1, 2, \dots, L$, pela comparação dos saldos contábeis dos itens com seus respectivos limites. Calcular o saldo médio X_{jh} e a variância $S_{jh}^2(X)$ de cada estrato.

Etapa 6 – Calcular o tamanho das subamostras n_h de cada um dos L estratos, empregando a Partilha de Neyman ou Ótima da amostra total de tamanho estimado n.

Etapa 7 – Selecionar os itens que devem ser levantados fisicamente por amostragem acidental simples. Mas, é possível selecionar subamostras sistemáticas independentes em cada estrato, sem perda da validade teórica e com maior precisão principalmente, se o ponto de partida de amostragem for localizado centralmente, COCHRAN(2; 281). Esta forma de amostragem é mais prá-

tica, de menor custo e conveniente quando se quer estimativas separadas de cada estrato ou utilizar frações desiguais, conforme COCHRAN(2; 308). Realmente, é proposto isto no presente trabalho. Porém ao empregar a amostragem sistemática, é preciso atender às ponderações referentes ao comportamento de n e $V(\bar{y}_{st})$, respectivamente, tamanho da amostra total a variância da estimativa da média populacional, em certas populações reais, COCHRAN(2).

Etapa 8 – Com dados amostrais calcula-se o estimador \bar{y}_{st} do saldo real \bar{Y} e o valor estimado $\hat{y}(R)$ do saldo total dos itens sujeito à estratificação.

Etapa 9 – Finalmente, com o valor $\hat{y}(R)$ determinado na etapa anterior e adicionado ao saldo total dos itens inventariados por completo B(C) obtém-se o valor estimado do balanço de estoque B(E), onde $B(E) = \hat{y}(R) + B(C)$.

O fluxograma da figura 1 descreve estas etapas além de apresentar a seqüência das atividades executadas manualmente pelo computador.

6 – DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ESTRATOS E DO TAMANHO DA AMOSTRA TOTAL PELO PROCESSO DE BUSCA

Na literatura disponível, não existe um método matemático exato para se calcular o número de estratos mais adequados para uma determinada população real. Se tomar um só estrato, tem-se o processo de amostragem simples. Se tantos estratos quantos são os dados ter-se-ia um levantamento completo. Pode-se determinar entre estes dois valores um número ótimo de estratos. É o que se propõe a seguir, sob determinadas restrições.

Seja NE o número máximo de estratos arbitrariamente definidos ou através de informações meramente intuitivas e L; com $L = 2, 3, \dots, NE$. Tem-se que

$$V(\bar{y}_{st}) \leq \frac{\bar{y}^2 + t^2}{Z^2 - \alpha/2}$$

$$V_{\min}(\bar{y}_{st}) = \frac{\sum_{h=1}^L P_h S_h^2(Y)}{n} - \frac{\sum_{h=1}^L P_h S_h^2(Y)}{h \cdot n}$$

onde $P_h = \frac{N_h}{N}$ é o peso do estrato

Isolando n e fazendo as devidas simplificações simplificações vem,

$$n = \frac{\left[\sum_{h=1}^L N_h S_h(Y) \right]^2}{N^2 V_{\min}(Y_{st}) + \sum_{h=1}^L N_h S_h^2(Y)}$$

Substituindo $V_{\min}(Y_{st})$ pelo seu limite superior dado por (*) tem-se:

$$n = \frac{\left[\sum_{h=1}^L N_h S_h(Y) \right]^2}{N^2 \bar{Y}^2 \frac{E^2}{Z_{1-\alpha/2}^2} + \sum_{h=1}^L N_h S_h^2(Y)}$$

Portanto, o valor de n calculado por (***) é o mínimo necessário para que se tenha a precisão desejada.

Como não se dispõe dos valores \bar{Y} e $S_h^2(Y)$, pois desconhece-se os y_m , (valores dos saldos reais), podem ser substituídos por \bar{X} e $S_h^2(X)$ calculados através dos saldos contábeis, fazendo-se $L = 2,3, \dots, NE$, utilizando-se a regra da acumulada da \sqrt{f} para estratificar e a Partilha Ótima para determinar os n_h . Tem-se então

$$n = \frac{\left[\sum_{h=1}^L N_h S_h(X) \right]^2}{N^2 \bar{X}^2 \frac{E^2}{Z_{1-\alpha/2}^2} + \sum_{h=1}^L N_h S_h^2(X)}$$

onde,

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{m=1}^N x_m$$

Calcula-se,

$$V_L(\bar{x}_{st}) = \frac{\sum_{h=1}^L P_h S_h(X)^2}{n} - \frac{\sum_{h=1}^L P_h S_h^2(X)}{N}$$

e escolhe-se L e n até que se tenha

$$- \text{ou } V_L(x_{st}) \leq \frac{X^2 E^2}{Z_{1-\alpha/2}^2}$$

$$- \text{ou } \min \left\{ V_L(\bar{x}_{st}) \right\} \leq \frac{X^2 E^2}{Z_{1-\alpha/2}^2}$$

- ou ainda, para $V_L(\bar{x}_{st})$ e $V_{L-1}(\bar{x}_{st})$ menores que

$$\frac{\bar{X}^2 E^2}{Z_{1-\alpha/2}^2}, \text{ tem-se}$$

$$\frac{V_L(\bar{x}_{st}) - V_{L-1}(\bar{x}_{st})}{V_{L-1}(\bar{x}_{st})} \geq GP$$

onde GP representa o ganho de precisão com o aumento do número de estratos. GP poderá ser definido arbitrariamente ou representar um limite inferior relativo do esforço computacional, isto é

$$\frac{T_L - T_{L-1}}{T_{L-1}} = GP, \text{ onde } T_L \geq T_{L-1} \text{ é o}$$

tempo ou o custo de processamento pelo computador para L e L-1 estratos.

7 - FUNÇÕES DO COMPUTADOR NO PROCESSO

7.1 - Descrição e documentação

Quase todas as operações devem ser executadas pelo computador a não ser o levantamento físico dos itens e as atribuições de valores aos parâmetros arbitrários.

Assim, a primeira função do computador é selecionar utilizando os dados contábeis, os itens com saldo negativo e zero, emitindo ou cortão "porta-a-punch" ou uma listagem que servirá de documento de saída e entrada para levantamento físico. Para os demais, efetuar uma listagem A B C a qual serve para determinar os limites de inventário completo (L.I.C.). Definidos estes limites, o erro admissível - d ou E - e o nível de significância α

processa-se a subdivisão dos saldos contábeis em tabela de freqüência com cálculo da acumulada raiz quadrada das freqüências.

Após definir o número de estratos por informações de custos, os programas de computador devem processar o cálculo dos tamanhos N_h , do peso P_h , da variância $S_h^2(X)$ dos estratos, do tamanho da amostra total n e sua repartição em n_h elementos para cada subamostra. É função do computador selecionar os itens das subamostras de modo aleatório ou sistemático em cada estrato, emitindo um cartão "port-a-punch" ou uma listagem que é utilizada como documento de entrada e saída para inventário dos itens amostrados.

Enfim, com os dados provenientes do levantamento físico, o computador processa as correções dos arquivos de estoques e a estimativa do balanço.

Todas estas operações são visualizadas pelo fluxograma da figura 4.

8 - ANÁLISE DOS RESULTADOS DO INVENTÁRIO POR AMOSTRAGEM EM RELAÇÃO AOS RESULTADOS DO INVENTÁRIO COMPLETO

Salto total (real)	Cr\$ 3800862,00
Saldo total (estimado)	Cr\$ 3784253,00
Número total de itens	488
Número de itens inventariados	162
Número de itens amostrados	53
Média real da população	9847.05
Média estimada da população	9803.76
VALORES PERCENTUAIS	
Do erro admissível	2.0000
Do erro real	-0.4396
Da probabilidade do erro (Alfa)	5.0000
Dos itens inventariados	33.1967
Dos itens amostrados	10.8607

Fig. 1 - Fluxograma das Etapas do Processo

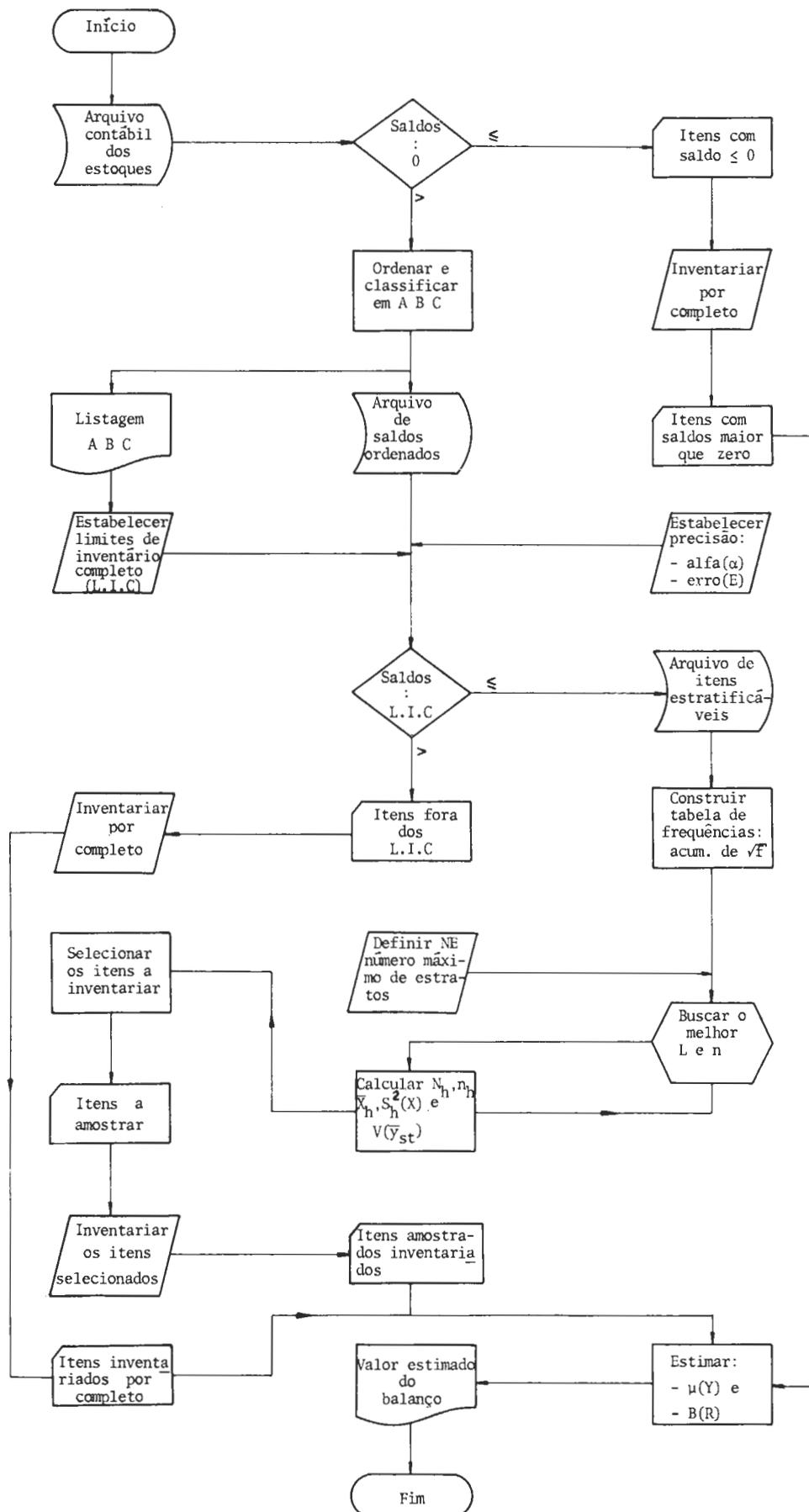


Fig. 2 - Fluxograma das Atividades do Inventário Manual

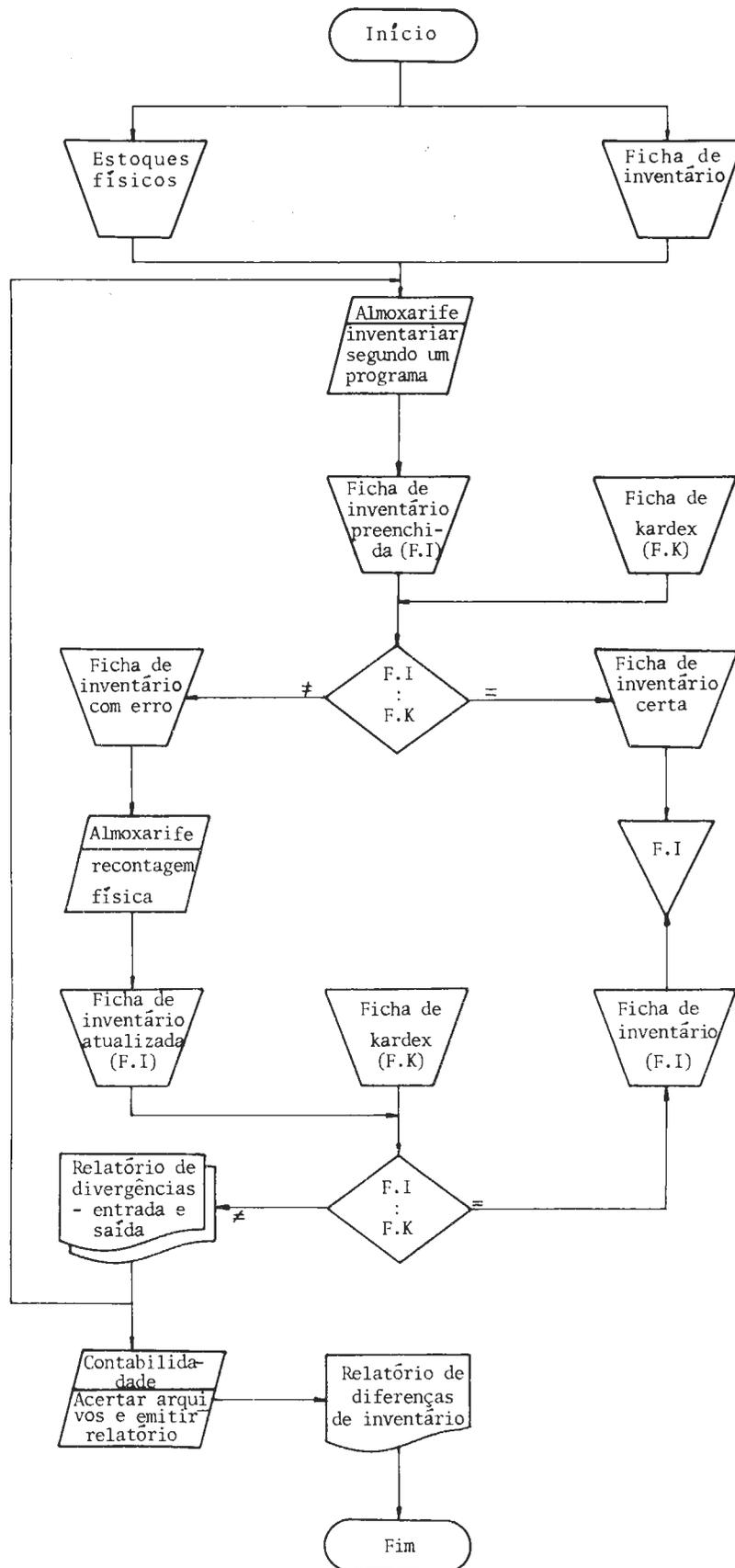


Fig. 3 - Fluxograma das Atividades do Inventário Mecanizado

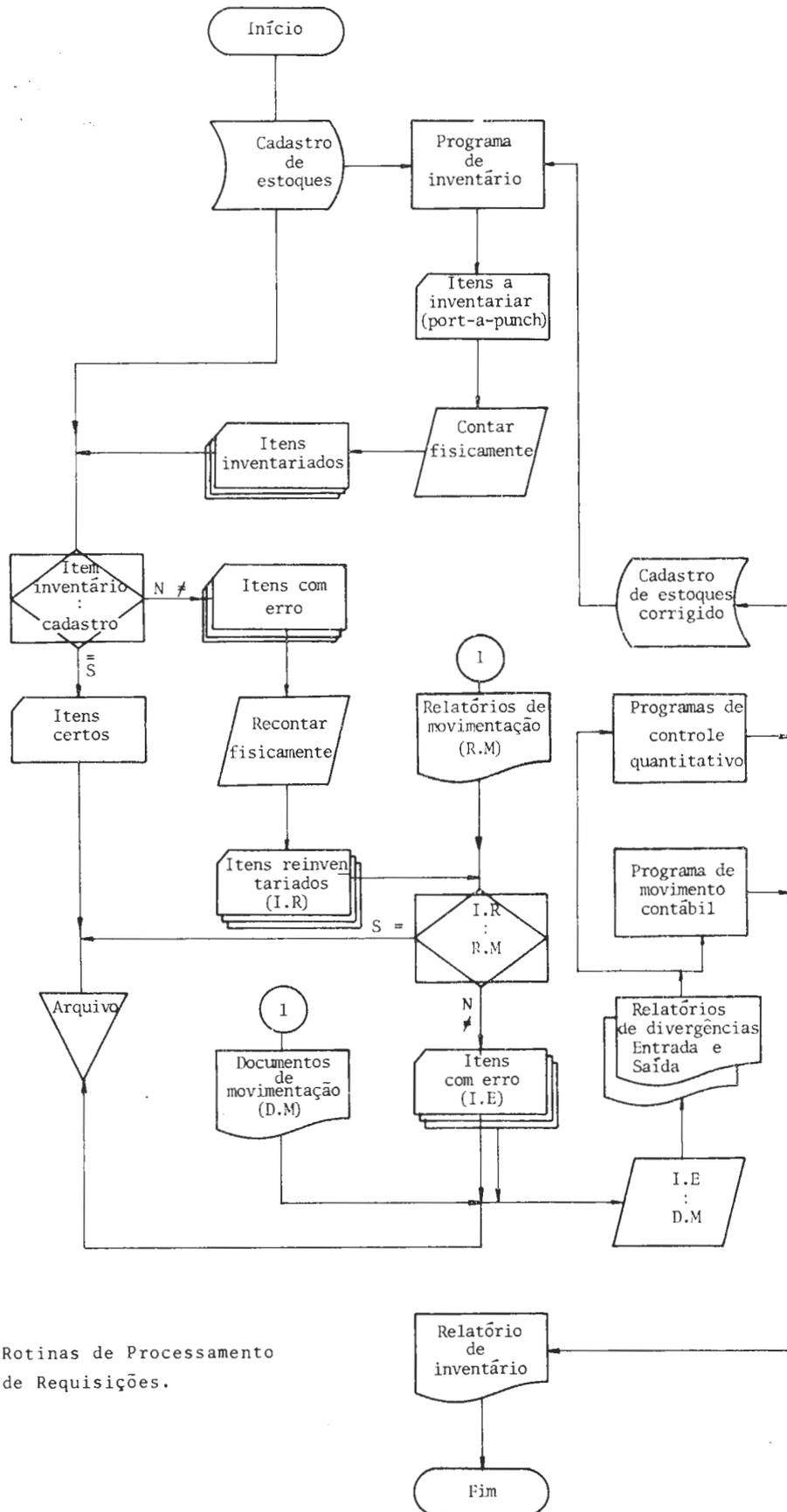
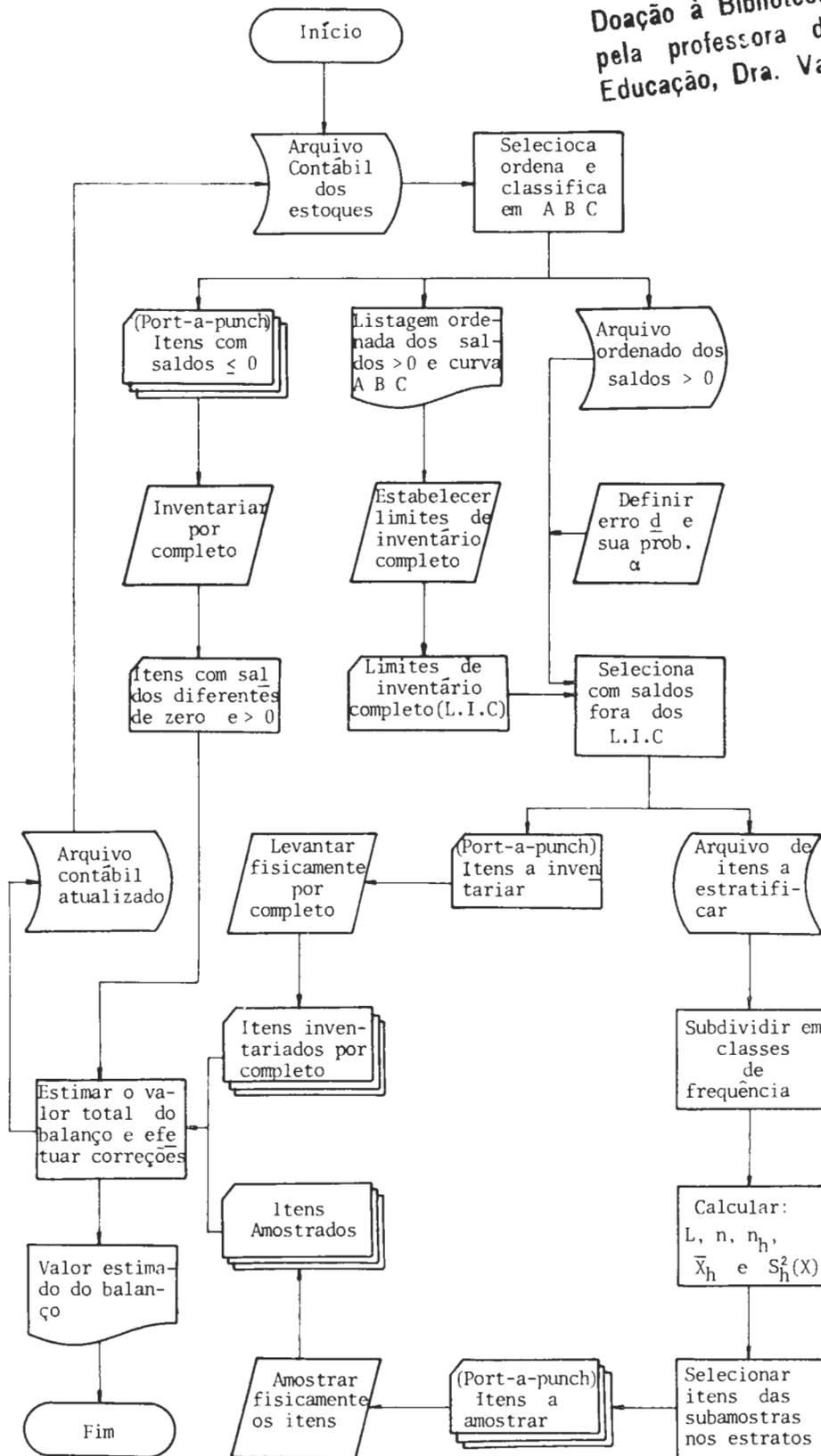


Fig. 4 - Fluxograma das Atividades do Processo de Inventário por Amostragem



ABSTRACT

Stock inventory is usually done at the end of the fiscal year by physically counting all the items in stock. This process is expensive and time-consuming. In this paper a model is proposed to speed up this process by using a sample of the items in stock. Sampling theory enables the total physical quantity and monetary value to be calculated without having to count or value every item. The statistical population is made up of those items which are physically stocked and legally accounted for. The mean value of the stock balances is first obtained and this enables the total stock value to be calculated. Methods for defining sample strata and the samples themselves are described, using accounting data. The results of an application of the model are presented to show that it works in practice.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTUNES, Rui D. *O Custo de amostragem como fator no dimensionamento de uma amostra*. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1976. Tese. (Mestrado) Instituto de Matemática e Estatística
2. COCHRAN, William G. *Técnicas de amostragem*. Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 1965, p. 555.
3. COCHRAN, William G. Comparison of Methods for Determining Stratum Boundaries. *Bulletin of International Statistical Institute*, 38(2): 345-58, 1961.
4. DALENIUS, Tore. The Problem of Optimum Stratification. *Skandinavisk Aktuarietidskrift*, 33: 203-13, 1950.
5. DALENIUS, Tore & HODGES, Joseph L. Jr. Minimum Variance Stratification. *Journal of the American Statistical Association*, 54: 88-101, 1959.
6. KPEDEKPO, G.M.K. Recent Advances on Some Aspects of Stratified Sample Design. A review of the Literature *Metrika*, 20(1): 54-64, 1973.
7. MADOW, William G. *Teoria dos levantamentos por amostragem*. Rio de Janeiro, IBGE, Conselho Nacional de Estatística, 1951. p. 256.
8. MARIOT, F.H.C. A Problem of Optimum Stratification. *Journal of metrics*, 26(4): 845-7, Dec. 1970.
9. SERFLING, R.J. Approximately Optimal Stratification. *Journal of the American Statistical Association*, 63: 1298-309.
10. KARLIN, Samuel. *A first Course in Stochastic Processes*. 5. ed. Academic Press, 1972.
11. GIBRA, Esae N. *Probability and Statistical Inference for Scientist and Engineers*. New Jersey, Hall, 1973.
12. FRANCO, Ademar. *Aspectos fiscais do balanço: de acordo com a nova Lei da S.A.* São Paulo, Atlas, 1978.
13. NASSAR, Sílvia M. *Análise do processamento de amostragem aleatória estratificada bivariada*. Universidade Federal Florianópolis de Santa Catarina, 1980. Tese (Mestrado)
14. TAGA, Yasushi. On the Convergence of optimum Stratification for Empiric Distribution Function in Univariate Case. *Ann. Inst. Statist. Math.* 356-363, Dec. 1970.
15. DALENIUS, T. & HODGES, J.K. Jr. The Choice of Stratification Points. *Skandinavisk Aktuarietidskrift*: 198-203, 3-4, 1957.
16. MEYER, Paul L. *Probabilidade, aplicações à estatística*. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, Editora da Universidade de São Paulo, 1969.
17. NEYMAN, J. On the two Different Aspects of the Representative Method of Purposive Seletion. *Journal Stat. Soc.*, (97): 558-606, 1934.