Maria Regina Alves Cardoso

COMPARAÇÃO ENTRE TRÊS MÉTODOS DE
AMOSTRAGEM QUE VISAM À ESTIMAÇÃO DA
COBERTURA VACINAL

Dissertação de mestrado apresentada
à Faculdade de Saúde Pública de São Paulo-
-Departamento de Epidemiologia
Prof. Orientador: Jair Lício Ferreira Santos

São Paulo
1990

À Lídia e Antônio,
meus pais.

Agradecimentos

Ana Sílvia, Antônio, Antônio Carlos, Carlos, Carlos Alberto, Carlos Monteiro, Cássia, Cecília, Chester, Cícero, Cinit, Cláudia, Clemência, Clô, Dalva, Davi, Déia, Eliseu, Ernesto, Eunice, Eurivaldo, Fernanda, Fernão, Flávia, Frei Guilherme, Frei Jorge, Gabriel, Gerusa, Guilherme, Jair, Joselita, José Luiz, José Maria, Juarez, Lelé, Leonor, Lídia, Lúcia, Luís, Maggy, Márcia, Marcos, Maria, Maria do Carmo, Maria Zilda, Nair, Neusa, Paulina, Rita, Roberto, Rosário, Sabina, Sérgio, Sílvia, Silvinha, Tereza, Thaís, Vera, Vera Gattás, Victor.

RESUMO

É apresentado um estudo comparativo entre três métodos de amostragem que visam à estimação da cobertura vacinal. O primeiro método, de R.H. Henderson e T. Sundaresan, utilizado pelo Programa Ampliado de Imunizações (PAI) da Organização Mundial de Saúde, é comparado com dois outros métodos alternativos brasileiros: o método de C.L. Szwarcwald e J.G. Valente, da Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, do Rio de Janeiro e o método equiprobabilístico de E.P. de C. Silva, da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Foram constituídas quatro populações hipotéticas através de simulação em computador. Todas as possíveis amostras de cada população foram selecionadas utilizando-se os três procedimentos de amostragem com o objetivo de compará-los quanto à precisão, ao vício e ao erro quadrático médio. Os três métodos não apresentaram diferenças significativas e, embora o método de Henderson e Sundaresan não seja equiprobabilístico em condições normais, é o mais simples e o menos dispendioso e, portanto, é recomendado para levantamentos de cobertura vacinal.

SUMMARY

A comparative study among three sampling methods for estimating vaccinal coverage is presented. The first one, of R.H. Henderson and T. Sundaresan, used by the Expanded Programme on Immunization (EPI) of the World Health Organization, was compared with two alternative Brazilian sampling methods: one C.L. Szwarcwald and J.G. Valente, from the National School of Public Health, Oswaldo Cruz Foundation, from Rio de Janeiro; and another equiprobabilistic of E.P. de C. Silva, from the School of Public Health, University of São Paulo, São Paulo.

Four hypothetical populations were designed through computer simulation. All possible samples of each population were selected using three sampling procedures with the purpose of comparing them for precision, bias and mean square error. The three methods did not show significant differences. Although the Henderson and Sundaresan's method is not equiprobabilistic in normal conditions, it is the simplest and the least expensive and, therefore is recommended for vaccinal coverage surveys.

ÍNDICE

1. Introdução	1
2. Objetivos	4
3. Os Métodos de Amostragem para Estimação da Cobertura Vacinal	5
3.1 Base Teórica	5
3.2 Os Três Métodos de Amostragem	12
3.2.1 Método de Henderson e Sundaresan .	12
3.2.2 Método de Szwarcwald e Valente ...	16
3.2.3 Método de Silva	17
4. Material e Método	22
4.1 Desenho da Simulação	22
4.2 Processo da Simulação	27
4.2.1 Os conglomerados e as subamostras .	27
4.2.2 As amostras de 30 conglomerados ..	30
4.3 Análise dos Dados	30
5. Resultados e Discussão	33
6. Conclusões	35

7. Referências Bibliográficas	36
8. Anexos	38

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios para a maioria dos países tem sido a questão da melhoria dos níveis de saúde de suas populações. O ideal almejado pelos países em desenvolvimento é a constituição ou o aperfeiçoamento de sistemas nacionais de saúde completos, articulados com outros setores, de tal forma que as atividades do setor saúde sejam parte integrante do processo de desenvolvimento.

O gerenciamento de sistemas desta natureza depende, em grande medida, da disponibilidade de informações para o planejamento, o monitoramento e para a avaliação da eficiência e do impacto dos programas desenvolvidos.

Cada nível de um sistema de saúde tem suas necessidades próprias em matéria de informação. Pode ocorrer que os dados devam ter diversos graus de elaboração ou que estejam agrupados de maneira distintas, mas de qualquer forma, a obtenção e a análise dos dados necessários são tarefas das equipes de profissionais do setor saúde.

Muitas vezes as informações requeridas podem ser obtidas utilizando-se dados normalmente registrados, mas em outras ocasiões é preciso realizar levantamentos de dados existentes porém não registrados ⁸ para que se possa estudar com mais propriedade o fenômeno de interesse.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) tem incentivado o uso de tais levantamentos. Isto pode ser observado, por exemplo, no Programa Ampliado de Imunizações (PAI).

Este programa, proposto em 1974, é o resultado de um trabalho conjunto empreendido pela OMS, pela Organização Panamericana de Saúde (OPS) e pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e tem como objetivo reduzir a morbidade e a mortalidade através da imunização contra as seis doenças de maior incidência entre as crianças do mundo: sarampo, poliomielite, coqueluche, tétano, difteria e tuberculose.

Para que se possa ampliar a cobertura vacinal o PAI sistematiza, baseado em princípios técnicos e científicos, todas as atividades envolvidas nesta ação, desde o treinamento de pessoal até os procedimentos de avaliação do programa.

Em relação à avaliação da cobertura vacinal, o PAI desenvolveu uma metodologia de levantamento de dados em nível domiciliar que utiliza uma técnica de amostragem simples, podendo ser executada pelo pessoal de nível

local, de baixo custo e que produz resultados rapidamente ²². Este método foi aplicado inicialmente nos Estados Unidos e mais tarde em comunidades do oeste da África ⁴ e em outros países ¹⁷.

No Brasil já foram realizados levantamentos com uso desta metodologia em Araraquara, Recife e São Paulo^(13,15).

Devido à simplicidade e ao custo reduzido este procedimento tem sido aplicado ultimamente com outros propósitos além do conhecimento da cobertura vacinal ¹⁶. Entretanto, surgiu no decorrer do tempo uma certa polêmica entre os estatísticos a respeito da eficiência estatística deste método e com isto tem surgido trabalhos publicados no sentido de discutir e avaliar a técnica de amostragem proposta pelo PAI^(9,10,12) e ainda, tem sido propostos métodos alternativos para levantamento de cobertura vacinal que têm como objetivo minimizar ou eliminar problemas potenciais deste método.

Esta dissertação pretende comparar a técnica de amostragem do PAI com duas outras alternativas propostas por C. L. Szwarcwald e J.C.Valente ²¹, da Escola Nacional de Saúde Pública - FIOCRUZ e Departamento de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Estado de Saúde e Higiene do Rio de Janeiro respectivamente, e por E. P. de C. Silva ²⁰, da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Considerando que as três técnicas de amostragem são probabilísticas, isto é, todos os elementos da população em estudo possuem probabilidade conhecida e diferente de zero de pertencer à amostra⁷, torna-se possível aplicar a teoria da amostragem para a comparação destes métodos. Assim, a proposta desta dissertação é trabalhar com a distribuição amostral do estimador da cobertura vacinal, ou seja, obtendo-se de uma população todas as possíveis amostras de mesmo tamanho e com o mesmo procedimento de amostragem pode-se definir a distribuição de frequência das estimativas do valor populacional.

Conhecendo-se esta distribuição amostral para cada método de amostragem é possível comparar as técnicas quanto à precisão, ao vício e a exatidão.

A precisão é dada pela variância da distribuição amostral, enquanto que, o vício indica a diferença entre o valor esperado de uma estatística e o valor populacional. O erro quadrático médio, por outro lado, mede a exatidão do procedimento de amostragem, ou seja, ele considera a precisão e o vício conjuntamente. A Figura 1.1 representa estes conceitos esquematicamente.

Para que seja factível esta forma de comparação, as populações e as amostras estudadas neste trabalho são fruto de simulações realizadas em compu-

tador.

Figura 1.1. Representação esquemática da distribuição amostral do estimador $\hat{\theta}$

θ = valor populacional

$E(\hat{\theta})$ = esperança do estimador $\hat{\theta}$

$EP(\hat{\theta})$ = erro padrão do estimador $\hat{\theta}$

$EP(\hat{\theta}) = \sqrt{\text{var}(\hat{\theta})}$

$P(\hat{\theta})$ = probabilidade de $\hat{\theta}$

$\text{vício}(\hat{\theta}) = E(\hat{\theta}) - \theta$

$EQM(\hat{\theta}) = \text{var}(\hat{\theta}) + [\text{vício}(\hat{\theta})]^2$

Obs: a distribuição amostral é aproximadamente normal com tamanhos moderados de amostra para a maioria das estatísticas.

2 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são:

- 1. Comparar quanto à precisão na estimação da cobertura vacinal, para fixado tamanho de amostra, os seguintes procedimentos de amostragem:**
 - Método de Henderson e Sundaresan (PAI)
 - Método de Szwarcwald e Valente
 - Método de Silva
- 2. Comparar quanto ao vício os procedimentos de amostragem relacionados no objetivo número 1.**
- 3. Comparar quanto ao erro quadrático médio os procedimentos de amostragem relacionados no objetivo número 1.**

3 OS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM PARA ESTIMAÇÃO DA COBERTURA VANCINAL

3.1 Base Teórica

Um método de amostragem deve contemplar dois aspectos: o processo de seleção, que define as regras e operações a serem realizadas para a seleção dos elementos que participarão de uma particular amostra e o processo de estimação que especifica a função matemática (estimador) utilizada para a obtenção das estimativas amostrais de valores populacionais ⁷.

Os processos de seleção empregados pelos três métodos de amostragem analisados neste trabalho estão apoiados na teoria da Amostragem por Conglomerados. Este procedimento de amostragem probabilística é aplicado quando a seleção de elementos individuais é dificultada pela impossibilidade de se construir rapidamente listas de todos os elementos que constituem a população (sistema de referência) ou pela distância a ser percorrida entre os elementos selecionados, que podem estar muito espalhados ou, ainda, por outras situações que como as anteriores tornariam o levantamento extremamente dispendioso e portanto inviabilizado.

Nestes casos, a população pode ser dividida em subconjuntos de elementos, chamados conglomerados, que servem como unidades amostrais. Desta forma pode-se obter uma amostra de elementos selecionando-se uma parcela destes conglomerados e fazendo-se com que todos os elementos que os constituem participem da amostra. Isto leva a uma redução no custo por elemento amostrado porque diminui os gastos com a listagem das unidades amostrais e/ou com a localização dos elementos.

Os conglomerados são definidos de acordo com as necessidades impostas pela distribuição física da população e pela natureza do sistema de referência, mas tendo sempre em vista um desenho amostral econômico e prático. Frequentemente os conglomerados naturalmente encontrados na maioria das populações são de tamanhos (número de elementos) diferentes, como por exemplo, domicílios em um quarteirão, indivíduos em uma família, alunos em uma sala de aula, etc.

Nesta técnica de amostragem apenas uma parte dos conglomerados que

compõem a população fará parte da amostra. Estes conglomerados selecionados devem representar aqueles que não o foram. Esta tarefa é bem sucedida quando cada um deles for internamente o mais heterogêneo possível em relação às variáveis de interesse no levantamento. Contudo, exceto em circunstâncias especiais, este objetivo não é plenamente alcançado e, assim, frequentemente existe um certo grau de homogeneidade, passível de mensuração, que traz como consequência uma perda em precisão nas estimativas realizadas por este tipo de amostra quando comparadas com aquelas calculadas a partir de amostras casuais simples de mesmo tamanho.

A magnitude deste chamado efeito do desenho é dada pela razão entre as variâncias estimadas da própria amostra por conglomerados e de uma amostra casual simples de mesmo tamanho, e esta razão depende do modo como os conglomerados são formados. Na maioria das situações práticas são utilizados os conglomerados naturalmente encontrados na população e a distribuição da população dentro destes em geral não é casual, ou seja, tem sido observado, principalmente em pesquisas sociais, que os elementos de um grupo tendem a ser semelhantes uns aos outros, possivelmente por fatores seletivos no agrupamento, por exposição a influências similares ou por efeitos de interação mútua ou, ainda, por uma combinação dessas três fontes ⁷.

Desta maneira, em outras palavras, a homogeneidade destes grupos é maior do que seria se os indivíduos fossem designados ao acaso para comporem estes conglomerados, ocasionando assim uma perda em precisão da amostra evidenciada pelo acréscimo na variância estimada e, portanto, gerando uma medida de efeito do desenho maior que 1.

Os dois aspectos conflitantes - custo e precisão - nesta técnica de amostragem podem ser equacionados realizando-se uma subamostragem. Neste procedimento em primeiro lugar selecionam-se grandes conglomerados, que tendem a possuir uma taxa de homogeneidade menor e, em seguida, selecionam-se elementos dentro de cada um destes conglomerados.

Este método é conhecido como amostragem por conglomerados em dois estágios de seleção, podendo ser prontamente estendido para mais estágios (amostragem em múltiplos estágios), bastando para isto uma hierarquia de diferentes tipos de unidades amostrais, cada unidade de primeiro estágio sendo dividida em unidades de segundo estágio, estas em unidades de terceiro estágio e assim sucessivamente.

As unidades amostrais do primeiro estágio são chamadas Unidades Primá-

rias de Amostragem (UPA's) e elas são particularmente importantes para o cálculo da variância. As unidades dos estágios seguintes são denominadas Unidades Secundárias (USA's), Terciárias, etc.

É necessário um sistema de referência para cada estágio de seleção, porém, a partir do segundo estágio esta listagem é construída apenas para as unidades amostrais já selecionadas no estágio imediatamente anterior, por exemplo, se uma amostra de domicílios de uma determinada área for selecionada utilizando-se a técnica da amostragem em dois estágios, pode-se definir o quarteirão como sendo a UPA e listar todos os quarteirões da área a fim de selecionar um certo número deles, em seguida, listam-se todos os domicílios (USA's) somente dos quarteirões já selecionados na primeira etapa.

Nota-se que este tipo de procedimento proporciona uma economia na listagem e localização dos domicílios, pois estes estão confinados em alguns quarteirões. Este método de amostragem em dois ou mais estágios tem grande flexibilidade, são permitidas variações em cada etapa de seleção, todavia, é conveniente, para os propósitos deste trabalho, ressaltar algumas características básicas que estão presentes em uma grande gama de desenhos frequentemente utilizados. Segundo Kish ⁷ estas características são:

1. Seleção aleatória de uma amostra de UPA's do total de UPA's da população. A fração de amostragem $f_1 = \frac{a}{A}$, onde a indica o número de UPA's na amostra e A o número de UPA's na população representa a probabilidade de seleção neste primeiro estágio. A seleção aqui pode ser sem reposição ou com reposição. Neste último caso a mesma unidade primária pode ser selecionada duas vezes e se isto ocorrer devem ser sorteadas duas subamostras separadas, cada uma contendo elementos diferentes.
2. Seleção, sem reposição, de uma subamostra com a mesma probabilidade, representada pela fração de amostragem f_2 , dentro de cada UPA selecionada no primeiro estágio.
3. A fração global de amostragem, que representa a probabilidade de seleção de qualquer elemento da população, é dada pela expressão $f = f_1 * f_2$. Com esta fração global de amostragem se obtém uma amostra equi-probabilística, ou seja, todos os elementos da população têm a mesma probabilidade fixada de pertencer à amostra.

4. Quando se aplica uma fração de amostragem f_2 constante a conglomerados de tamanhos iguais obtêm-se subamostras de tamanhos iguais, contudo, na maior parte das situações práticas os conglomerados são de tamanhos diferentes e assim quando as UPA's são selecionadas com igual probabilidade f_1 e são selecionadas subamostras de tamanho fixado pode resultar em probabilidades diferentes $f = f_1 * \frac{b}{B_i}$ (b : número de elementos na subamostra e B_i : número total de elementos na i -ésima UPA). Isto significa que os elementos podem ser selecionados com probabilidades inversamente proporcionais ao tamanho da unidade primária e, portanto, a amostragem não seria equi-probabilística, o que não é prático nem eficiente em muitas situações. Para resolver esta questão a indicação é para manter a fração f_2 fixa, permitindo que o tamanho das subamostras variem.

Se a população a ser amostrada é constituída de conglomerados com tamanhos muito diferentes pode suceder que ao se permitir que f_2 seja constante o tamanho total da amostra obtida fique sujeito a grandes flutuações.

Embora o tamanho final da amostra raramente necessite ser exatamente especificado, até porque em muitas circunstâncias isto seria muito difícil devido à falta de informações precisas ou de procedimentos poderosos para controle do tamanho inicialmente planejado, é intuitivo que por razões financeiras, eficiência no trabalho de campo e, como se verá adiante, eficiência estatística este número total de elementos na amostra deva ficar dentro de limites aceitáveis.

Há vários modos de diminuir as variações no tamanho da amostra, a seleção com probabilidade proporcional ao tamanho (PPT) é um destes.

Neste procedimento as UPA's são selecionadas com probabilidade proporcional aos seus tamanhos, ou seja, se uma UPA é 3 vezes maior que outra UPA, espera-se que ela seja 3 vezes mais freqüente na amostra do que esta última. Para que não ocorra nenhum vício na amostra por conta de UPA's super-representadas ou sub-representadas o procedimento estabelece que a fração de subamostragem para a i -ésima UPA selecionada seja igual a $\frac{fP}{aP_i}$, onde P é a medida de tamanho para a população, P_i é a medida de tamanho da i -ésima UPA e a é o número de UPA's na amostra. O tamanho total esperado da amostra é igual a fN , onde N é o número de elementos na população. Este procedimento pode ser estendido para mais de duas etapas de amostragem, sendo que apenas no último estágio as unidades são selecionadas com

igual probabilidade.

A seleção com PPT pode ser obtida fazendo-se uma listagem onde cada UPA está associada com seu respectivo tamanho e estes tamanhos são acumulados, como no exemplo:

UPA	1	2	3	4	5
A_i	30	70	50	26	40
Acumulado	30	100	150	176	216

As UPA's se relacionam com a linha dos valores acumulados da seguinte forma: para a UPA 1 são alocados 30 números de 001 a 030, para a UPA 2, os números de 031 a 100, para a UPA 3 os números de 101 a 150 e assim sucessivamente. Um número aleatório é selecionado entre 001 e 216 e a UPA correspondente ao intervalo que inclui este número aleatório é a UPA selecionada com PPT.

Este sorteio também pode ser realizado com a técnica da amostragem sistemática. Neste caso calcula-se o intervalo de amostragem dividindo-se o total acumulado pelo número de seleções a serem efetuadas. Supondo-se que se deseja sortear 3 UPA's, o intervalo de amostragem será $\frac{216}{3} = 72$. Um número aleatório é selecionado - início casual - entre 01 e 72 para identificar a primeira UPA sorteada, a este início casual é somado o intervalo de amostragem para identificar a segunda UPA sorteada e a este segundo número soma-se novamente o intervalo para estabelecer a terceira UPA selecionada. Para exemplificar, de maneira bastante simples, se o início casual for igual a 10 ocorrerá que:

número selecionado	UPA sorteada
10	1
$(10 + 72) = 82$	2
$(82 + 72) = 154$	4

Na realidade raramente está disponível o verdadeiro tamanho das unidades de amostragem, mas por outro lado, pode-se obter estimativas desses valores através de censos recentes ou outras fontes. Quando estas estimativas são boas pode-se usá-las para o procedimento de seleção com PPT. Kalton ⁶, todavia, considera importante distinguir quando estas medidas de tamanho estimadas são utilizadas, reservando para esta situação a expressão "probabilidade proporcional ao tamanho estimado" (PPTE).

A fração global de amostragem para uma amostra equi-probabilística em dois estágios com PPTE pode ser escrita como:

$$f = \frac{n}{N} = \left(\frac{aM_i}{\sum M_i} \right) \left(\frac{b}{M_i} \right) \quad [3.1]$$

onde a é o número de UPA's selecionadas, M_i é o tamanho estimado da i -ésima UPA e b é um número tal que $\sum \frac{a \cdot b}{M_i} = f$

A fração $\frac{b}{M_i}$ é aplicada no segundo estágio de seleção para proporcionar a equi-probabilidade da amostra, entretanto, nota-se que ao se aplicar esta taxa aos B_i elementos da UPA i selecionada o tamanho esperado da subamostra para esta UPA será igual a $b(\frac{B_i}{M_i})$. Este tamanho esperado oscilará de UPA para UPA dependendo da razão $(\frac{B_i}{M_i})$ e será igual ao tamanho desejado b somente quando $B_i = M_i$. Com boas estimativas de tamanho das unidades amostrais esta variabilidade no tamanho das subamostras não chega a comprometer o carácter equi-probabilístico deste procedimento de amostragem⁶.

Uma decorrência, portanto, do uso de PPTE é que o tamanho total da amostra não é fixo, mas antes é uma variável aleatória que depende das UPA's que foram selecionadas. O processo de estimação definido para este método de amostragem leva em conta esta característica e para enfatizá-la representa o tamanho total da amostra por x em vez de n e a média amostral por $r = \frac{y}{x}$, onde y é o total na amostra para a variável y . Esta média amostral é denominada estimador-razão porque ela é uma razão de variáveis aleatórias⁶.

O estimador-razão é um estimador viciado da média populacional, mas este vício é desprezível quando a variabilidade de x é suficientemente pequena.

A variância do estimador-razão é complicada pelo fato que seu denominador é uma variável aleatória, sendo assim, na prática utiliza-se uma aproximação que calcula esta variância como se o denominador fosse constante⁷.

Para se assegurar, por um lado, uma pequena magnitude do vício deste estimador-razão de tal forma que possa ser ignorado e, por outro lado, a possibilidade de usar adequadamente a aproximação da variância de r , deve-se manter o coeficiente de variação de x (definido como o erro-padrão de x dividido pelo seu valor esperado) menor que 0,20, mas preferencialmente menor que 0,10⁷.

Como já foi mencionado anteriormente, freqüentemente em desenhos de amostragem mais complexos ocorre uma perda em precisão, pensando-se

neste fato surge a questão: "Como calcular o tamanho da amostra para garantir uma fixada precisão?". A resposta para este problema é composta de duas etapas: em primeiro lugar calcula-se o tamanho da amostra como se fosse para um procedimento de amostragem casual simples (A.C.S.), ou seja, no caso de variáveis binomiais a fórmula utilizada é⁽¹⁾ :

$$n' = \frac{P.Q.Z^2}{d^2} \quad [3.2]$$

onde

n' : tamanho da amostra para A.C.S.

P : é a percentagem populacional

Q : $1 - P$

Z : valor da distribuição normal reduzida

d : erro máximo em valor absoluto

O resultado obtido com a substituição dos valores nesta fórmula é, em seguida, multiplicado pelo efeito do desenho do delineamento mais complexo. Assim, tem-se:

$$n = n' * efd \quad [3.3]$$

onde

n : tamanho da amostra para procedimento complexo

efd : efeito do desenho

Outro fator que necessita ser incluído no cálculo do tamanho da amostra é a ausência de resposta. Se a taxa de resposta prevista para um levantamento for de $a\%$ deve-se selecionar uma amostra de tamanho $\frac{n}{a\%}$ para que se possa obter ao final da coleta de dados uma amostra de tamanho aproximadamente igual ao desejado (n).

⁽¹⁾ não se está considerando o "fator de correção para populações finitas"

⁽²⁾ o tamanho da amostra é dado pela razão entre a variabilidade da variável de interesse na população (σ_θ^2) e a precisão desejada que é expressa pela variância da distribuição amostral do estimador (σ_θ^2). Portanto, $n' = \frac{\sigma_\theta^2}{\sigma_\theta^2}$ onde σ_θ^2 pode ser expresso como $\frac{d^2}{2^2}$ e σ_θ^2 para variáveis binomiais é igual a $P.Q$.

3.2 Os Três Métodos de Amostragem

Tendo como referência a teoria exposta anteriormente pode-se agora descrever de maneira mais sucinta os três métodos de amostragem para estimação da cobertura vacinal que estão sendo comparados neste trabalho.

3.2.1 Método de Henderson e Sundaresan (PAI)

O método utilizado pelo Programa Ampliado de Imunizações consiste em:

- a. identificação da área geográfica de interesse - esta área pode compreender uma população entre 50.000 e 1.000.000 de habitantes ¹¹.
- b. definição do grupo etário a ser avaliado quanto à situação vacinal
- c. divisão da área geográfica a ser estudada em subáreas (unidades primárias de amostragem) - devem ser obtidas boas estimativas do tamanho, em termos de número de habitantes de cada subárea
- d. seleção casual de 30 UPA's com probabilidade proporcional ao tamanho estimado
- e. seleção casual de um "ponto de partida" (domicílio inicial) em cada UPA
- o procedimento usado para selecionar o primeiro domicílio varia de acordo com a localização da área (zona urbana ou rural) e com a disponibilidade de informações tais como listas de domicílios, mapas, etc.

O PAI recomenda que para áreas rurais onde existe uma listagem de domicílios da UPA se realize o sorteio de um número aleatório entre 1 e o número total de domicílios da lista, inclusive. O número selecionado corresponderá ao "domicílio inicial".

Para as áreas rurais onde não se dispõem destas listas de domicílios deve-se construí-las quando possível, caso contrário, quando existem mais de 100 domicílios na UPA, deve-se escolher um ponto geograficamente central e selecionar ao acaso a direção na qual estará localizado o primeiro domicílio (por exemplo, fazendo-se a correspondência: 1 = norte; 2 = sul; 3 = leste e 4 = oeste e sorteando-se um número entre 1 e 4, inclusive). Tendo selecionado a direção conta-se o número de

domicílios existentes ao longo daquela linha direcional partindo-se do ponto central. Em seguida, seleciona-se um segundo número aleatório entre 1 e o número total de domicílios contados e este será o primeiro domicílio a ser visitado.

Quando a área é urbana a orientação é para verificar se existem subdivisões (geográfica, política) da UPA que contenham populações aproximadamente iguais. Se tais subdivisões existirem, deverão ser numeradas e uma delas selecionada aleatoriamente e esta será aquela na qual o domicílio inicial estará localizado. Se houver lista de domicílios para a subdivisão selecionada procede-se como na área rural onde existe esta listagem para a identificação do domicílio inicial. No caso onde não há a relação dos domicílios já preparada procede-se como descrito anteriormente para a área rural onde não há lista. Se por outro lado, não existirem estas subdivisões deve-se construí-las utilizando-se mapas da área e/ou realizando-se um rápido percurso pela região e, após este trabalho, seguir a mesma orientação dada para o caso onde não existem listas de domicílios para a seleção do "ponto de partida".

- f. seleção de 7 crianças do grupo etário de interesse em cada uma das 30 UPA's - a seleção em uma UPA começa no domicílio inicial e continua pelos domicílios imediatamente seguintes, segundo um percurso pré-fixado, até que seja obtido um total de 7 crianças. Todas as crianças da idade especificada residentes no último domicílio pertencente à amostra são selecionadas mesmo que isto resulte em conglomerados de tamanhos superiores àquele requerido de 7 crianças.

Seguindo-se estas etapas obtem-se uma amostra de 210 crianças. Este tamanho de amostra proposto pelo PAI considera os seguintes dados:

- 1) o estado vacinal é tratado como uma variável binomial, isto significa que em relação a cada vacina ou dose de vacina de interesse as crianças são classificadas em duas categorias: vacinadas ou não vacinadas;
- 2) os valores de P (proporção de crianças na população que são vacinadas) e Q (proporção de não vacinadas) são 0,50 para ambas. Estes valores substituídos na fórmula [3.2] maximizam o valor de n ;

- 3) os valores assumidos por Z e d são, respectivamente, 1,96 e 0,10. Isto significa que em 95% das possíveis amostras o erro amostral não ultrapassará 10%, ou seja, se o valor populacional for 30%, a cada 100 estimativas 95 delas estarão entre os valores 20% e 40%;
- 4) admitindo um efeito do desenho igual a 2 (calculado a partir de levantamentos de cobertura vacinal para varíola conduzidas anteriormente na África e Estados Unidos ¹⁸ e substituindo-se na fórmula [3.3] chega-se a $n = 192$;
- 5) aceitando-se que a seleção casual de 30 conglomerados é suficiente o bastante para assegurar que as médias dos conglomerados tenderão para uma distribuição normal ¹ permitindo o uso da teoria estatística baseada nesta distribuição para a análise de dados e ainda desejando-se a seleção de igual número de crianças em cada conglomerado torna-se necessário um tamanho de amostra igual a 210 crianças.

A probabilidade de seleção das crianças no método de Henderson e Sundaresan pode ser escrita como:

1ª etapa :

$$\frac{30P_i}{P_0} \quad [3.4]$$

onde P_i representa a população da subárea i em determinado período de tempo T e $P_0 = \sum_i^M P_i$ que é a população total da área em estudo no período T e M é o número de UPA's que constituem a área de interesse. A fração [3.4] indica o número esperado de vezes que a subárea i é selecionada para a amostra de 30 subáreas.

2ª etapa :

$$\frac{1}{D'_i} \quad [3.5]$$

onde D'_i é o número de domicílios na UPA i no período do levantamento.

Esta segunda fração [3.5] representa a probabilidade que cada domicílio da UPA i tem de ser o domicílio inicial, dado que a UPA i tenha sido selecionada na primeira etapa.

Consequentemente, a probabilidade que cada domicílio da área em estudo tem de ser um domicílio inicial é dada pela expressão:

$$\frac{30P_i}{P_0} \cdot \frac{1}{D'_i} \quad [3.6]$$

A expressão [3.6] terá sempre o mesmo valor f se a razão $\frac{P_i}{D'_i}$ tiver sempre o mesmo valor para todas as M subáreas. Se tal fato ocorrer pode-se substituir P_i por cD'_i onde c é uma constante ²⁰.

Nesta situação a expressão [3.6] pode se escrita como:

$$\frac{30cD'_i}{P_0} \cdot \frac{1}{D'_i} = \frac{30c}{P_0} = f$$

Considerando que todas as crianças residentes nos domicílios selecionados pertencerão à amostra, tem-se que a probabilidade de qualquer criança da área em estudo tem de participar da amostra é igual à probabilidade que tem o domicílio onde ela reside de ser selecionado. Todavia, mesmo admitindo que o valor da expressão [3.6] seja constante para todas as M UPA's, isto é, que qualquer domicílio da área de interesse tenha a mesma probabilidade de ser um domicílio inicial, ainda assim a probabilidade que uma criança residente na área estudada tem de pertencer à amostra pode não ser constante pois dependerá do número de domicílios sem crianças intercalados entre os com crianças, que precedem aquele em que reside a criança e ainda do número de crianças em um mesmo domicílio nos domicílios com crianças que precedem o desta.

Observando-se a Figura [3.1] e a Tabela [3.1] torna-se mais fácil verificar os fatos descritos anteriormente. Por exemplo, a probabilidade da criança residente no domicílio número 3 pertencer à subamostra de 7 crianças da UPA i é igual a $\frac{23}{30}$, já a probabilidade da criança residente no domicílio número 17 é igual a $\frac{18}{30}$.

Figura 3.1 Distribuição dos domicílios da UPA i

Tabela 3.1 - Relação dos domicílios com criança segundo o número de crianças, UPA i

domicílio	nº de crianças
3	1
6	1
10	2
12	1
17	1
23	2
29	2
Total	10

3.2.2 Método de Szwarcwald e Valente

A proposta deste método é realizar a primeira etapa de seleção da amostra da mesma maneira que o método de Henderson e Sundaresan, porém, na segunda etapa de seleção deve-se conduzir um pequeno censo em cada uma das 30 UPA's sorteadas com o intuito de identificar todos os domicílios com pelo menos uma criança da idade alvo residente. Após o arrolamento destes domicílios para cada UPA, 7 deles são sorteados de maneira sistemática.

A probabilidade com que cada criança residente na área de interesse é selecionada é dada pela expressão

$$\frac{30P_i}{P_0} \cdot \frac{7}{D'_{ci}} \quad [3.7]$$

onde D'_{ci} representa o número de domicílios com crianças na UPA i no período do levantamento.

Haverá equiprobabilidade na seleção de crianças se as razões $\frac{P_i}{D'_{ci}}$ para as M UPA's forem constantes.

3.2.3 Método de Silva

Este método propõe que a amostragem seja eqüiprobabilística para que se possa utilizar adequadamente o estimador-razão, dado pela expressão [3.8], que é o indicado para se estimar a cobertura vacinal, assim como a fórmula para a sua variância

$$r = \frac{\sum_{j=1}^{30} y_j}{\sum_{j=1}^{30} x_j} \quad [3.8]$$

onde neste caso r representa a cobertura vacinal estimada, x_j o número de crianças selecionadas na UPA j e y_j o número de crianças vacinadas dentre as x_j sorteadas dessa UPA j .

Para este procedimento de amostragem devem ser efetuadas as seguintes operações:

- 1) Calcula-se a fração global de amostragem

$$f = \frac{n}{\hat{C}}$$

onde

f : fração global de amostragem

$$n = \frac{210}{a\%}$$

$a\%$: taxa de resposta em levantamento análogo

$\hat{C}$: estimativa do total de crianças na faixa etária estudada no período em que se realiza o levantamento

Esta fração global de amostragem será aplicada aos domicílios com crianças na faixa de idade alvo residentes na área de interesse.

- 2) Divide-se a área em estudo em subáreas (UPA's). Esta divisão deve ser feita de tal maneira que a população total P_i para cada UPA i possua uma estimativa de crianças nela residentes que seja no mínimo o dobro do número de crianças que se pretende sortear em cada UPA, ou seja

$$P_i * t\% \geq 14$$

onde $t\%$ é a proporção que o grupo etário das crianças estudadas representa na população geral.

- 3) Primeira etapa do levantamento: selecionam-se 30 UPA's com probabilidade proporcional ao tamanho estimado da UPA. A probabilidade de seleção de cada UPA é dada por

$$\frac{30D_i}{D_0} \quad [3.9]$$

onde

D_i : número de domicílios da UPA i (tamanho estimado)

D_0 : $= \sum_{i=1}^M D_i$ total de domicílios na área de interesse

M : número total de UPA's

- 4) Segunda etapa do levantamento: considerando-se os domicílios de uma UPA i selecionada na primeira etapa em determinada ordem, os domicílios com crianças conseqüentemente também ficarão ordenados. A estes domicílios com criança ordenados aplica-se amostragem sistemática com fração de amostragem

$$\frac{b}{D_i} \quad [3.10]$$

de tal forma que multiplicando-se [3.9] por [3.10] resulte a fração global de amostragem

$$\frac{30D_i}{D_0} \cdot \frac{b}{D_i} = f \quad [3.11]$$

ou seja,

$$b = \frac{fD_0}{30} \quad [3.12]$$

observa-se que sempre se deve garantir que $D_i \geq b$. Para o sorteio sistemático de domicílios com crianças na UPA i emprega-se o intervalo de amostragem $\frac{D_i}{b}$. Lembrando que estes domicílios estão ordenados, aqueles que pela respectiva numeração corresponderem aos números

selecionados serão os domicílios com criança que constituirão a amostra. A autora deste método ressalta uma série de observações que servem como guia para a implementação da técnica proposta. Estas observações estão transcritas a seguir:

- 1ª — Se, na divisão de D_i por b , não resultar número inteiro exato, faz-se a aproximação até a quarta casa decimal, se até alguma anterior a esta, não tiver sido exata a divisão.
- 2ª — O começo casual deverá ter tantas casas decimais quantas forem as do intervalo.
- 3ª — Os "números selecionados" são obtidos tomando-se o começo casual, com as suas casas decimais (se for o caso) e a ele somando-se sucessivamente o intervalo (também com as suas casas decimais se for o caso); na seqüência de números que vão sendo obtidos, cada qual com as suas casas decimais, toma-se apenas a parte inteira, porém não fazendo aproximação para o número inteiro mais próximo.
- 4ª — Se uma UPA, em decorrência de seu "tamanho estimado" D_i , for selecionado t vezes ($t > 1$), na segunda etapa, aplica-se amostragem sistemática com fração de amostragem $\frac{tb}{D_i}$, portanto com intervalo igual a $\frac{1}{t}$ daquele que seria aplicado se a UPA fosse selecionada apenas uma vez.
- 5ª — Instruções para o percurso de cada UPA sorteada.
No percurso de cada UPA sorteada, procede-se da forma a seguir descrita.
 - a) Na aplicação da amostragem sistemática, o percurso da UPA deve ser completo, de forma que a UPA toda seja percorrida.
 - b) Em todos os domicílios da UPA deve ser verificada a existência de crianças.
 - c) Os domicílios fechados e portanto em relação aos quais não se sabe da existência ou não de crianças, devem ser registrados para formar um estrato a parte.
 - d) Os domicílios onde se constata que residem crianças devem ser registrados e numerados de forma que, com o percurso da UPA, vai sendo elaborada a lista dos domicílios com crianças.

- e) Na feitura dessa lista, quando é registrado um domicílio que, na numeração, recebe um número que é um dos "números selecionados", esse domicílio deve ser entrevistado, pois é um domicílio da amostra.
- f) Faz-se uma segunda tentativa para obter informação sobre a existência de crianças, nos domicílios fechados, procurando mudar o horário de averiguação. Desses domicílios, aqueles que tiverem crianças devem ir recebendo numeração em seqüência àquela dos domicílios com crianças, não fechados na primeira tentativa, e assim ficam sujeitos à amostragem sistemática que estava sendo aplicada a essa UPA.
Recomenda-se fazer mais duas tentativas com esse propósito.
- g) Nos domicílios com crianças sorteadas, se a entrevista foi recusada ou houve algum impedimento para a sua realização, recomenda-se fazer mais até três retornos, procurando obter a informação.

6ª — Seja:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{j=1}^{30} x_j}{30}$$

x_j número de crianças selecionadas na UPA j da amostra.

O coeficiente de variação de $\bar{x}$ não deve superar 10%, mas sendo inferior a 20% ainda é tolerável. Se esse coeficiente não atender a esse requisito, o pesquisador deve estar alertado de que o vício poderá ser não desprezível em relação ao erro padrão desse estimador e, além disso, uma das condições para a validade da fórmula que dá a variância do estimador, não estará sendo atendida. Nessa hipótese, recomenda-se para levantamentos futuros, em áreas análogas, verificar qual o número de UPA's a serem selecionadas na primeira etapa, a fim de que aquele requisito seja atendido.

- 7ª — Se em uma UPA selecionada, o número de domicílios com crianças, existentes no período do levantamento D'_{ci} , for menor que o intervalo $\frac{D_i}{b}$, pode ocorrer que o primeiro número selecionado seja maior que D'_{ci} , resultando então que nenhum domicílio com criança seja selecionado nessa UPA. Com o intuito de que essa UPA, selecionada na primeira etapa, fique representada na amostra de

domicílios com crianças, poderemos diminuir o intervalo da amostragem sistemática da segunda etapa, de forma que um ou mais daqueles domicílios sejam sorteados. Se entretanto o intervalo que era para ser aplicado, for substituído por um intervalo menor, a probabilidade de seleção dos domicílios com crianças dessa UPA ficará aumentada e este fato deve ser levado em conta ao ser feita a estimação da cobertura vacinal e, para tal, os valores encontrados na subamostra dessa UPA receberão um peso adequado, o qual será menor que o atribuído aos valores das subamostras das demais UPA's, para as quais não houve alteração do intervalo $\frac{D_i}{b}$ correspondente. Observações análogas fazemos em relação à estimação da variância do estimador.

Todas as crianças do grupo etário estudado, residentes nos domicílios sorteados, devem ser consideradas da amostra. De acordo com este método, todas as crianças da área de interesse têm igual probabilidade de pertencer à amostra, probabilidade esta dada pelo valor da fração amostral f , e, portanto a amostragem é equiprobabilística”.

4 Material e Método

Com a finalidade de comparar os três métodos de amostragem foram construídas quatro populações hipotéticas em microcomputador PC-XT utilizando-se linguagens de programação BASIC e PASCAL.

4.1 Desenho da Simulação

As populações foram constituídas a partir da combinação de conglomerados simulados separadamente. Foram gerados 334 conglomerados com características diferentes, ou seja, considerou-se no desenho o tamanho do conglomerado, a densidade populacional intradomiciliar, a densidade intradomiciliar de crianças, a cobertura vacinal e a taxa de resposta.

Para se fixar o campo de variação dos valores para cada um dos parâmetros anteriormente descritos utilizaram-se informações do censo de 1980 publicadas pela FIBGE ² e por pesquisas que realizaram levantamentos de dados análogos para o caso das taxas de respostas.

- Tamanho do Conglomerado: Os conglomerados foram construídos baseados nos setores censitários. Um setor censitário é uma área geográfica perfeitamente definida que possui em média 300 domicílios. Estabeleceram-se quatro tamanhos de conglomerados conforme mostra a Tabela 4.1.

Tabela 4.1 Distribuição dos Conglomerados segundo o número total de domicílios

No. total domicílio	Frequências
200	75
300	107
450	88
600	64
Total	334

- Densidade Populacional Intradomiciliar: A densidade populacional intradomiciliar, que é a razão entre o número total de indivíduos residentes em uma área geográfica delimitada e o número total de domicílios desta mesma área, foi definida considerando-se os limites máximo e mínimo encontrados para o Brasil em 1980. Desta forma os conglomerados foram distribuídos conforme a Tabela 4.2.

Tabela 4.2 Distribuição dos Conglomerados segundo a densidade intradomiciliar

No. <u>ind.</u> <u>domic.</u>	Frequências
3,5	39
4,0	111
4,5	45
5,0	35
5,5	48
6,0	56
Total	334

- Densidade Intradomiciliar de Crianças: A densidade intradomiciliar de crianças com idade entre 12 e 24 meses (razão entre o número total de crianças residentes em uma área geográfica delimitada e o número total de domicílios desta mesma área) também foi estabelecida em função dos limites máximo e mínimo encontrados para o Brasil em 1980. A Tabela 4.3 apresenta estes valores e o número correspondente de conglomerados.

Tabela 4.3 Distribuição dos Conglomerados segundo a densidade intradomiciliar de crianças

No. <i>crianças</i> <i>domic.</i>	Frequências
0,10	39
0,11	57
0,12	54
0,13	45
0,14	35
0,15	48
0,16	56
Total	334

- Cobertura Vacinal: A cobertura vacinal para cada conglomerado populacional é dada pelo número de crianças vacinadas do grupo etário em estudo dividido pelo número total de crianças deste mesmo grupo. A Tabela 4.4 apresenta os conglomerados de acordo com as suas coberturas vacinais planejadas para a simulação.

Tabela 4.4 Distribuição dos Conglomerados segundo a cobertura vacinal planejada

Cobertura vacinal	Frequências
0,10	24
0,20	9
0,30	1
0,40	24
0,50	33
0,60	59
0,70	41
0,80	35
0,90	38
0,98	70
Total	334

- **Taxa de Resposta:** A taxa de resposta de um levantamento é definida como a razão entre o número de observações (que podem ser respostas para um questionário ou algum outro tipo de medida) obtidas de elementos elegíveis e o número total de elementos elegíveis na amostra. Em levantamentos que utilizam entrevistas domiciliares, a ausência de resposta geralmente ocorre por alguma destas razões: recusa do entrevistado em responder, impossibilidade de contactar o indivíduo selecionado por estar ausente no domicílio, incapacidade do indivíduo para responder por motivo de doença, ou ainda, questionários já preenchidos podem ser perdidos em algum momento do processo.

A preocupação com a taxa de resposta é devida à possibilidade do grupo de não respondentes ser diferente daquele que respondeu em relação às variáveis de interesse no estudo e, desta maneira, estimativas baseadas apenas nos respondentes serão viciadas para os parâmetros da população global.

Observando-se levantamentos de dados realizados através de inquéritos domiciliares realizados no Brasil verifica-se que as taxas de resposta ficam em torno de 90%. Kish considera que taxas de resposta de até 80% são aceitáveis, ou seja, o vício das estimativas não chegam a comprometer os resultados da pesquisa. Em vista destes fatos as taxas de resposta variaram entre 0,80 e 0,95 conforme mostra a Tabela 4.5.

Tabela 4.5 Distribuição dos Conglomerados segundo a taxa de resposta

Taxa de resposta	Frequências
0,95	110
0,90	104
0,85	83
0,80	37
Total	334

Com estes conglomerados foram constituídas quatro populações hipotéticas comparáveis entre si, ou seja, a única diferença entre elas foram as coberturas vacinais. As Figuras 4.1 a 4.4 e os Quadros 4.1 a 4.4 representam estas populações.

A ordenação dos setores para a composição dos sistemas de referência apresentadas nestes Quadros foi aleatória (sorteio com Tabela de Números Aleatórios).

Observando-se as figuras que representam as populações verifica-se que elas foram constituídas de tal forma que a cobertura vacinal de cada uma delas refletisse situações reais e ao mesmo tempo condições nas quais a discriminação do comportamento dos métodos de amostragem em estudo fosse mais fácil.

QUADRO 4.1 - POPULACAO PLANEJADA 1

NUNERO DE ORDEN	NUNERO DA UPA	NUNERO DE DOMICILIOS	TAXA DE RESPOSTA	DENS. INTRA. DE CRIANCAS	COBERTURA VACINAL	POPULACAO DA UPA	POPULACAO ACUNULADA
1	53	450	0,95	0,12	0,70	1800	1800
2	83	450	0,90	0,11	0,80	1800	3600
3	3	300	0,80	0,16	0,60	1800	5400
4	70	300	0,90	0,11	0,70	1200	6600
5	27	200	0,90	0,14	0,70	1000	7600
6	26	200	0,90	0,14	0,70	1000	8600
7	85	600	0,85	0,11	0,80	2400	11000
8	97	450	0,85	0,10	0,90	1575	12575
9	17	300	0,90	0,15	0,60	1650	14225
10	77	200	0,95	0,11	0,80	800	15025
11	78	200	0,95	0,11	0,80	800	15825
12	95	300	0,80	0,10	0,90	1050	16875
13	80	300	0,90	0,11	0,80	1200	18075
14	74	600	0,85	0,11	0,70	2400	20475
15	30	450	0,80	0,14	0,70	2250	22725
16	48	200	0,95	0,15	0,70	1100	23825
17	33	200	0,85	0,13	0,70	900	24725
18	13	600	0,95	0,16	0,60	3600	28325
19	71	300	0,95	0,11	0,70	1200	29525
20	39	450	0,85	0,13	0,70	2025	31550
21	96	300	0,95	0,10	0,90	1050	32600
22	15	200	0,85	0,15	0,60	1100	33700
23	7	450	0,90	0,16	0,60	2700	36400
24	98	450	0,90	0,10	0,90	1575	37975
25	41	600	0,95	0,13	0,70	2700	40675
26	52	450	0,85	0,12	0,70	1800	42475
27	84	450	0,90	0,11	0,80	1800	44275
28	68	200	0,95	0,11	0,70	800	45075
29	23	450	0,95	0,15	0,60	2475	47550
30	92	600	0,90	0,10	0,80	2100	49650
31	58	200	0,90	0,12	0,80	800	50450
32	36	300	0,95	0,13	0,70	1350	51800
33	32	600	0,90	0,14	0,70	3000	54800
34	18	300	0,85	0,15	0,60	1650	56450
35	29	300	0,85	0,14	0,70	1500	57950
36	34	300	0,85	0,13	0,70	1350	59300
37	6	300	0,95	0,16	0,60	1800	61100
38	69	300	0,90	0,11	0,70	1200	62300
39	42	200	0,90	0,13	0,80	900	63200
40	63	450	0,80	0,12	0,80	1800	65000
41	89	450	0,90	0,10	0,80	1575	66575
42	65	450	0,95	0,12	0,80	1800	68375
43	5	300	0,95	0,16	0,60	1800	70175
44	25	200	0,90	0,14	0,70	1000	71175
45	82	450	0,85	0,11	0,80	1800	72975
46	61	300	0,95	0,12	0,80	1200	74175
47	57	200	0,90	0,12	0,80	800	74975
48	62	450	0,80	0,12	0,80	1800	76775
49	46	450	0,95	0,13	0,80	2025	78800
50	73	450	0,90	0,11	0,70	1800	80600

QUADRO 4.1 - POPULACAO PLANEJADA 1 (Conclusao)

NUMERO DE ORDEN	NUMERO DA UPA	NUMERO DE DOMICILIOS	TAXA DE RESPOSTA	DENS. INTRA. DE CRIANCAS	COBERTURA VACINAL	POPULACAO DA UPA	POPULACAO ACUMULADA
51	75	200	0,90	0,11	0,80	800	81400
52	51	450	0,80	0,12	0,70	1800	83200
53	59	200	0,95	0,12	0,80	800	84000
54	49	300	0,90	0,12	0,70	1200	85200
55	1	200	0,95	0,16	0,60	1200	86400
56	60	300	0,95	0,12	0,80	1200	87600
57	9	600	0,85	0,16	0,60	3600	91200
58	72	450	0,85	0,11	0,70	1800	93000
59	21	450	0,85	0,15	0,60	2475	95475
60	55	600	0,90	0,12	0,70	2400	97875
61	76	200	0,95	0,11	0,80	800	98675
62	56	200	0,90	0,12	0,80	800	99475
63	8	450	0,95	0,16	0,60	2700	102175
64	91	600	0,85	0,10	0,80	2100	104275
65	64	450	0,90	0,12	0,80	1800	106075
66	43	450	0,85	0,13	0,80	2025	108100
67	28	300	0,85	0,14	0,70	1500	109600
68	93	200	0,95	0,14	0,90	1000	110600
69	11	600	0,90	0,16	0,60	3600	114200
70	50	300	0,95	0,12	0,70	1200	115400
71	16	200	0,95	0,15	0,60	1100	116500
72	99	600	0,80	0,10	0,90	2100	118600
73	54	600	0,85	0,12	0,70	2400	121000
74	88	300	0,95	0,10	0,80	1050	122050
75	2	300	0,80	0,16	0,60	1800	123850
76	10	600	0,90	0,16	0,60	3600	127450
77	44	300	0,95	0,13	0,80	1350	128800
78	45	300	0,95	0,13	0,80	1350	130150
79	35	300	0,85	0,13	0,70	1350	131500
80	38	450	0,80	0,13	0,70	2025	133525
81	94	300	0,80	0,10	0,90	1050	134575
82	22	450	0,85	0,15	0,60	2475	137050
83	31	450	0,95	0,14	0,70	2250	139300
84	4	300	0,90	0,16	0,60	1800	141100
85	66	600	0,85	0,12	0,80	2400	143500
86	86	200	0,95	0,16	0,80	1200	144700
87	100	600	0,85	0,10	0,90	2100	146800
88	87	300	0,90	0,10	0,80	1050	147850
89	19	300	0,90	0,15	0,60	1650	149500
90	12	600	0,90	0,16	0,60	3600	153100
91	37	300	0,95	0,13	0,70	1350	154450
92	81	300	0,95	0,11	0,80	1200	155650
93	14	200	0,80	0,15	0,60	1100	156750
94	40	600	0,90	0,13	0,70	2700	159450
95	20	300	0,95	0,15	0,60	1650	161100
96	90	450	0,90	0,10	0,80	1575	162675
97	47	600	0,95	0,13	0,80	2700	165375
98	79	300	0,85	0,11	0,80	1200	166575
99	67	200	0,85	0,11	0,70	800	167375
100	24	600	0,85	0,15	0,60	3295	170670

QUADRO 4.2 - POPULACAO PLANEJADA 2

NUMERO DE ORDEN	NUMERO DA UPA	NUMERO DE DOMICILIOS	TAXA DE RESPOSTA	DENS. INTRA. DE CRIANCAS	COBERTURA VACINAL	POPULACAO DA UPA	POPULACAO ACUMULADA
1	53	450	0,95	0,12	0,70	1800	1800
2	83	450	0,90	0,11	0,80	1800	3600
3	3	300	0,80	0,16	0,10	1800	5400
4	70	300	0,90	0,11	0,70	1200	6600
5	27	200	0,90	0,14	0,20	1000	7600
6	26	200	0,90	0,14	0,20	1000	8600
7	85	600	0,85	0,11	0,80	2400	11000
8	97	450	0,85	0,10	0,90	1575	12575
9	17	300	0,90	0,15	0,10	1650	14225
10	77	200	0,95	0,11	0,80	800	15025
11	78	200	0,95	0,11	0,80	800	15825
12	95	300	0,80	0,10	0,90	1050	16875
13	80	300	0,90	0,11	0,80	1200	18075
14	74	600	0,85	0,11	0,70	2400	20475
15	30	450	0,80	0,14	0,20	2250	22725
16	48	200	0,95	0,15	0,20	1100	23825
17	33	200	0,85	0,13	0,70	900	24725
18	13	600	0,95	0,16	0,10	3600	28325
19	71	300	0,95	0,11	0,70	1200	29525
20	39	450	0,85	0,13	0,70	2025	31550
21	96	300	0,95	0,10	0,90	1050	32600
22	15	200	0,85	0,15	0,10	1100	33700
23	7	450	0,90	0,16	0,10	2700	36400
24	98	450	0,90	0,10	0,90	1575	37975
25	41	600	0,95	0,13	0,70	2700	40675
26	52	450	0,85	0,12	0,70	1800	42475
27	84	450	0,90	0,11	0,80	1800	44275
28	68	200	0,95	0,11	0,70	800	45075
29	23	450	0,95	0,15	0,10	2475	47550
30	92	600	0,90	0,10	0,80	2100	49650
31	58	200	0,90	0,12	0,80	800	50450
32	36	300	0,95	0,13	0,70	1350	51800
33	32	600	0,90	0,14	0,20	3000	54800
34	18	300	0,85	0,15	0,10	1650	56450
35	29	300	0,85	0,14	0,20	1500	57950
36	34	300	0,85	0,13	0,70	1350	59300
37	6	300	0,95	0,16	0,10	1800	61100
38	69	300	0,90	0,11	0,70	1200	62300
39	42	200	0,90	0,13	0,80	900	63200
40	63	450	0,80	0,12	0,80	1800	65000
41	89	450	0,90	0,10	0,80	1575	66575
42	65	450	0,95	0,12	0,80	1800	68375
43	5	300	0,95	0,16	0,10	1800	70175
44	25	200	0,90	0,14	0,20	1000	71175
45	82	450	0,85	0,11	0,80	1800	72975
46	61	300	0,95	0,12	0,80	1200	74175
47	57	200	0,90	0,12	0,80	800	74975
48	62	450	0,80	0,12	0,80	1800	76775
49	46	450	0,95	0,13	0,80	2025	78800
50	73	450	0,90	0,11	0,70	1800	80600

QUADRO 4.2 - POPULACAO PLANEJADA 2 (Conclusao)

NUMERO DE ORDEN	NUMERO DA UPA	NUMERO DE DOMICILIOS	TAXA DE RESPOSTA	DENS. INTRA. DE CRIANCAS	COBERTURA VACINAL	POPULACAO DA UPA	POPULACAO ACUMULADA
51	75	200	0,90	0,11	0,80	800	81400
52	51	450	0,80	0,12	0,70	1800	83200
53	59	200	0,95	0,12	0,80	800	84000
54	49	300	0,90	0,12	0,70	1200	85200
55	1	200	0,95	0,16	0,10	1200	86400
56	60	300	0,95	0,12	0,80	1200	87600
57	9	600	0,85	0,16	0,10	3600	91200
58	72	450	0,85	0,11	0,70	1800	93000
59	21	450	0,85	0,15	0,10	2475	95475
60	55	600	0,90	0,12	0,70	2400	97875
61	76	200	0,95	0,11	0,80	800	98675
62	56	200	0,90	0,12	0,80	800	99475
63	8	450	0,95	0,16	0,10	2700	102175
64	91	600	0,85	0,10	0,80	2100	104275
65	64	450	0,90	0,12	0,80	1800	106075
66	43	450	0,85	0,13	0,80	2025	108100
67	28	300	0,85	0,14	0,20	1500	109600
68	93	200	0,95	0,14	0,90	1000	110600
69	11	600	0,90	0,16	0,10	3600	114200
70	50	300	0,95	0,12	0,70	1200	115400
71	16	200	0,95	0,15	0,10	1100	116500
72	99	600	0,80	0,10	0,90	2100	118600
73	54	600	0,85	0,12	0,70	2400	121000
74	88	300	0,95	0,10	0,80	1050	122050
75	2	300	0,80	0,16	0,10	1800	123850
76	10	600	0,90	0,16	0,10	3600	127450
77	44	300	0,95	0,13	0,80	1350	128800
78	45	300	0,95	0,13	0,80	1350	130150
79	35	300	0,85	0,13	0,70	1350	131500
80	38	450	0,80	0,13	0,70	2025	133525
81	94	300	0,80	0,10	0,90	1050	134575
82	22	450	0,85	0,15	0,10	2475	137050
83	31	450	0,95	0,14	0,20	2250	139300
84	4	300	0,90	0,16	0,10	1800	141100
85	66	600	0,85	0,12	0,80	2400	143500
86	86	200	0,95	0,16	0,30	1200	144700
87	100	600	0,85	0,10	0,90	2100	146800
88	87	300	0,90	0,10	0,80	1050	147850
89	19	300	0,90	0,15	0,10	1650	149500
90	12	600	0,90	0,16	0,10	3600	153100
91	37	300	0,95	0,13	0,70	1350	154450
92	81	300	0,95	0,11	0,80	1200	155650
93	14	200	0,80	0,15	0,10	1100	156750
94	40	600	0,90	0,13	0,70	2700	159450
95	20	300	0,95	0,15	0,10	1650	161100
96	90	450	0,90	0,10	0,80	1575	162675
97	47	600	0,95	0,13	0,80	2700	165375
98	79	300	0,85	0,11	0,80	1200	166575
99	67	200	0,85	0,11	0,70	800	167375
100	24	600	0,85	0,15	0,10	3295	170670

QUADRO 4.3 - POPULACAO PLANEJADA 3

NUMERO DE ORDEN	NUMERO DA UPA	NUMERO DE DOMICILIOS	TAXA DE RESPOSTA	DENS. INTRA. DE CRIANCAS	COBERTURA VACINAL	POPULACAO DA UPA	POPULACAO ACUNULADA
1	53	450	0,95	0,12	0,50	1800	1800
2	83	450	0,90	0,11	0,60	1800	3600
3	3	300	0,80	0,16	0,40	1800	5400
4	70	300	0,90	0,11	0,50	1200	6600
5	27	200	0,90	0,14	0,50	1000	7600
6	26	200	0,90	0,14	0,50	1000	8600
7	85	600	0,85	0,11	0,60	2400	11000
8	97	450	0,85	0,10	0,70	1575	12575
9	17	300	0,90	0,15	0,40	1650	14225
10	77	200	0,95	0,11	0,60	800	15025
11	78	200	0,95	0,11	0,60	800	15825
12	95	300	0,80	0,10	0,70	1050	16875
13	80	300	0,90	0,11	0,60	1200	18075
14	74	600	0,85	0,11	0,50	2400	20475
15	30	450	0,80	0,14	0,50	2250	22725
16	48	200	0,95	0,15	0,50	1100	23825
17	33	200	0,85	0,13	0,50	900	24725
18	13	600	0,95	0,16	0,40	3600	28325
19	71	300	0,95	0,11	0,50	1200	29525
20	39	450	0,85	0,13	0,50	2025	31550
21	96	300	0,95	0,10	0,70	1050	32600
22	15	200	0,85	0,15	0,40	1100	33700
23	7	450	0,90	0,16	0,40	2700	36400
24	98	450	0,90	0,10	0,70	1575	37975
25	41	600	0,95	0,13	0,50	2700	40675
26	52	450	0,85	0,12	0,50	1800	42475
27	84	450	0,90	0,11	0,60	1800	44275
28	68	200	0,95	0,11	0,50	800	45075
29	23	450	0,95	0,15	0,40	2475	47550
30	92	600	0,90	0,10	0,60	2100	49650
31	58	200	0,90	0,12	0,60	800	50450
32	36	300	0,95	0,13	0,50	1350	51800
33	32	600	0,90	0,14	0,50	3000	54800
34	18	300	0,85	0,15	0,40	1650	56450
35	29	300	0,85	0,14	0,50	1500	57950
36	34	300	0,85	0,13	0,50	1350	59300
37	6	300	0,95	0,16	0,40	1800	61100
38	69	300	0,90	0,11	0,50	1200	62300
39	42	200	0,90	0,13	0,60	900	63200
40	63	450	0,80	0,12	0,60	1800	65000
41	89	450	0,90	0,10	0,60	1575	66575
42	65	450	0,95	0,12	0,60	1800	68375
43	5	300	0,95	0,16	0,40	1800	70175
44	25	200	0,90	0,14	0,50	1000	71175
45	82	450	0,85	0,11	0,60	1800	72975
46	61	300	0,95	0,12	0,60	1200	74175
47	57	200	0,90	0,12	0,60	800	74975
48	62	450	0,80	0,12	0,60	1800	76775
49	46	450	0,95	0,13	0,60	2025	78800
50	73	450	0,90	0,11	0,50	1800	80600

QUADRO 4.3 - POPULACAO PLANEJADA 3 (Conclusao)

NUMERO DE ORDEN	NUMERO DA UPA	NUMERO DE DOMICILIOS	TAXA DE RESPOSTA	DENS. INTRA. DE CRIANCAS	COBERTURA VACINAL	POPULACAO DA UPA	POPULACAO ACUMULADA
51	75	200	0,90	0,11	0,60	800	81400
52	51	450	0,80	0,12	0,50	1800	83200
53	59	200	0,95	0,12	0,60	800	84000
54	49	300	0,90	0,12	0,50	1200	85200
55	1	200	0,95	0,16	0,40	1200	86400
56	60	300	0,95	0,12	0,60	1200	87600
57	9	600	0,85	0,16	0,40	3600	91200
58	72	450	0,85	0,11	0,50	1800	93000
59	21	450	0,85	0,15	0,40	2475	95475
60	55	600	0,90	0,12	0,50	2400	97875
61	76	200	0,95	0,11	0,60	800	98675
62	56	200	0,90	0,12	0,60	800	99475
63	8	450	0,95	0,16	0,40	2700	102175
64	91	600	0,85	0,10	0,60	2100	104275
65	64	450	0,90	0,12	0,60	1800	106075
66	43	450	0,85	0,13	0,60	2025	108100
67	28	300	0,85	0,14	0,50	1500	109600
68	93	200	0,95	0,14	0,70	1000	110600
69	11	600	0,90	0,16	0,40	3600	114200
70	50	300	0,95	0,12	0,50	1200	115400
71	16	200	0,95	0,15	0,40	1100	116500
72	99	600	0,80	0,10	0,70	2100	118600
73	54	600	0,85	0,12	0,50	2400	121000
74	88	300	0,95	0,10	0,60	1050	122050
75	2	300	0,80	0,16	0,40	1800	123850
76	10	600	0,90	0,16	0,40	3600	127450
77	44	300	0,95	0,13	0,60	1350	128800
78	45	300	0,95	0,13	0,60	1350	130150
79	35	300	0,85	0,13	0,50	1350	131500
80	38	450	0,80	0,13	0,50	2025	133525
81	94	300	0,80	0,10	0,70	1050	134575
82	22	450	0,85	0,15	0,40	2475	137050
83	31	450	0,95	0,14	0,50	2250	139300
84	4	300	0,90	0,16	0,40	1800	141100
85	66	600	0,85	0,12	0,60	2400	143500
86	86	200	0,95	0,16	0,60	1200	144700
87	100	600	0,85	0,10	0,70	2100	146800
88	87	300	0,90	0,10	0,60	1050	147850
89	19	300	0,90	0,15	0,40	1650	149500
90	12	600	0,90	0,16	0,40	3600	153100
91	37	300	0,95	0,13	0,50	1350	154450
92	81	300	0,95	0,11	0,60	1200	155650
93	14	200	0,80	0,15	0,40	1100	156750
94	40	600	0,90	0,13	0,50	2700	159450
95	20	300	0,95	0,15	0,40	1650	161100
96	90	450	0,90	0,10	0,60	1575	162675
97	47	600	0,95	0,13	0,60	2700	165375
98	79	300	0,85	0,11	0,60	1200	166575
99	67	200	0,85	0,11	0,50	800	167375
100	24	600	0,85	0,15	0,40	3295	170670

QUADRO 4.4 - POPULACAO PLANEJADA 4

NUMERO DE ORDEN	NUMERO DA UPA	NUMERO DE DOMICILIOS	TAXA DE RESPOSTA	DENS. INTRA. DE CRIANCAS	COBERTURA VACINAL	POPULACAO DA UPA	POPULACAO ACUMULADA
1	53	450	0,95	0,12	0,90	1800	1800
2	83	450	0,90	0,11	0,98	1800	3600
3	3	300	0,80	0,16	0,98	1800	5400
4	70	300	0,90	0,11	0,90	1200	6600
5	27	200	0,90	0,14	0,98	1000	7600
6	26	200	0,90	0,14	0,98	1000	8600
7	85	600	0,85	0,11	0,98	2400	11000
8	97	450	0,85	0,10	0,98	1575	12575
9	17	300	0,90	0,15	0,98	1650	14225
10	77	200	0,95	0,11	0,98	800	15025
11	78	200	0,95	0,11	0,98	800	15825
12	95	300	0,80	0,10	0,98	1050	16875
13	80	300	0,90	0,11	0,98	1200	18075
14	74	600	0,85	0,11	0,90	2400	20475
15	30	450	0,80	0,14	0,98	2250	22725
16	48	200	0,95	0,15	0,98	1100	23825
17	33	200	0,85	0,13	0,90	900	24725
18	13	600	0,95	0,16	0,98	3600	28325
19	71	300	0,95	0,11	0,90	1200	29525
20	39	450	0,85	0,13	0,90	2025	31550
21	96	300	0,95	0,10	0,98	1050	32600
22	15	200	0,85	0,15	0,98	1100	33700
23	7	450	0,90	0,16	0,98	2700	36400
24	98	450	0,90	0,10	0,98	1575	37975
25	41	600	0,95	0,13	0,90	2700	40675
26	52	450	0,85	0,12	0,90	1800	42475
27	84	450	0,90	0,11	0,98	1800	44275
28	68	200	0,95	0,11	0,90	800	45075
29	23	450	0,95	0,15	0,98	2475	47550
30	92	600	0,90	0,10	0,90	2100	49650
31	58	200	0,90	0,12	0,98	800	50450
32	36	300	0,95	0,13	0,90	1350	51800
33	32	600	0,90	0,14	0,98	3000	54800
34	18	300	0,85	0,15	0,98	1650	56450
35	29	300	0,85	0,14	0,98	1500	57950
36	34	300	0,85	0,13	0,90	1350	59300
37	6	300	0,95	0,16	0,98	1800	61100
38	69	300	0,90	0,11	0,90	1200	62300
39	42	200	0,90	0,13	0,98	900	63200
40	63	450	0,80	0,12	0,98	1800	65000
41	89	450	0,90	0,10	0,90	1575	66575
42	65	450	0,95	0,12	0,98	1800	68375
43	5	300	0,95	0,16	0,98	1800	70175
44	25	200	0,90	0,14	0,98	1000	71175
45	82	450	0,85	0,11	0,98	1800	72975
46	61	300	0,95	0,12	0,98	1200	74175
47	57	200	0,90	0,12	0,98	800	74975
48	62	450	0,80	0,12	0,98	1800	76775
49	46	450	0,95	0,13	0,98	2025	78800
50	73	450	0,90	0,11	0,90	1800	80600

QUADRO 4.4 - POPULACAO PLANEJADA 4 (Conclusao)

NUNERO DE ORDEN	NUNERO DA UPA	NUNERO DE DOMICILIOS	TAXA DE RESPOSTA	DENS. INTRA. DE CRIANCAS	COBERTURA VACINAL	POPULACAO DA UPA	POPULACAO ACUMULADA
51	75	200	0,90	0,11	0,98	800	81400
52	51	450	0,80	0,12	0,90	1800	83200
53	59	200	0,95	0,12	0,98	800	84000
54	49	300	0,90	0,12	0,90	1200	85200
55	1	200	0,95	0,16	0,98	1200	86400
56	60	300	0,95	0,12	0,98	1200	87600
57	9	600	0,85	0,16	0,98	3600	91200
58	72	450	0,85	0,11	0,90	1800	93000
59	21	450	0,85	0,15	0,98	2475	95475
60	55	600	0,90	0,12	0,90	2400	97875
61	76	200	0,95	0,11	0,98	800	98675
62	56	200	0,90	0,12	0,98	800	99475
63	8	450	0,95	0,16	0,98	2700	102175
64	91	600	0,85	0,10	0,90	2100	104275
65	64	450	0,90	0,12	0,98	1800	106075
66	43	450	0,85	0,13	0,98	2025	108100
67	28	300	0,85	0,14	0,98	1500	109600
68	93	200	0,95	0,14	0,98	1000	110600
69	11	600	0,90	0,16	0,98	3600	114200
70	50	300	0,95	0,12	0,90	1200	115400
71	16	200	0,95	0,15	0,98	1100	116500
72	99	600	0,80	0,10	0,98	2100	118600
73	54	600	0,85	0,12	0,90	2400	121000
74	88	300	0,95	0,10	0,90	1050	122050
75	2	300	0,80	0,16	0,98	1800	123850
76	10	600	0,90	0,16	0,98	3600	127450
77	44	300	0,95	0,13	0,98	1350	128800
78	45	300	0,95	0,13	0,98	1350	130150
79	35	300	0,85	0,13	0,90	1350	131500
80	38	450	0,80	0,13	0,90	2025	133525
81	94	300	0,80	0,10	0,98	1050	134575
82	22	450	0,85	0,15	0,98	2475	137050
83	31	450	0,95	0,14	0,98	2250	139300
84	4	300	0,90	0,16	0,98	1800	141100
85	66	600	0,85	0,12	0,98	2400	143500
86	86	200	0,95	0,16	0,98	1200	144700
87	100	600	0,85	0,10	0,98	2100	146800
88	87	300	0,90	0,10	0,90	1050	147850
89	19	300	0,90	0,15	0,98	1650	149500
90	12	600	0,90	0,16	0,98	3600	153100
91	37	300	0,95	0,13	0,90	1350	154450
92	81	300	0,95	0,11	0,98	1200	155650
93	14	200	0,80	0,15	0,98	1100	156750
94	40	600	0,90	0,13	0,90	2700	159450
95	20	300	0,95	0,15	0,98	1650	161100
96	90	450	0,90	0,10	0,90	1575	162675
97	47	600	0,95	0,13	0,98	2700	165375
98	79	300	0,85	0,11	0,98	1200	166575
99	67	200	0,85	0,11	0,90	800	167375
100	24	600	0,85	0,15	0,98	3295	170670

Figura 4.1 - Distribuição dos conglomerados segundo o número de domicílios, densidade intradomiciliar de criança, cobertura vacinal e taxa de resposta da população 1.

Figura 4.2 - Distribuição dos conglomerados segundo o número de domicílios, densidade intradomiciliar de criança, cobertura vacinal e taxa de resposta da população 2.

Figura 4.3 - Distribuição dos conglomerados segundo o número de domicílios, densidade intradomiciliar de criança, cobertura vacinal e taxa de resposta da população 3.

Figura 4.4 - Distribuição dos conglomerados segundo o número de domicílios, densidade intradomiciliar de criança, cobertura vacinal e taxa de resposta da população 4.

4.2 Processo da Simulação

4.2.1 Os conglomerados e as subamostras

O conglomerado, com uma combinação específica de parâmetros, assim como o procedimento de amostragem foram simulados conjuntamente, ou seja, elaboraram-se três programas em BASIC utilizando-se a técnica modular (neste caso foram projetadas duas unidades inter-relacionadas que formaram um programa completo). Os programas utilizaram um gerador de números aleatórios uniformes [0,1] baseado no algoritmo descrito por Naylor ¹⁴ que requer duas sementes que foram sorteadas através de uma Tabela de Números Aleatórios.

Para a construção do conglomerado, isto é, do conjunto de um número determinado de domicílios com uma proporção específica deles possuindo crianças da faixa etária de interesse, foi usado o modelo de distribuição de probabilidades de Poisson, que se ajusta a uma situação de contagem do número de vezes que ocorre um evento em determinado espaço, como pode ser entendido o fenômeno da localização das crianças nos domicílios de um conglomerado.⁽¹⁾ Para a simulação de valores que seguem uma distribuição de Poisson acompanhou-se a seguinte sequência ³:

1) A função de probabilidade para a distribuição de Poisson é:

$$f(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$$

2) A função de distribuição de probabilidade é:

$$F(x) = \sum_{i=0}^x \frac{\lambda^i e^{-\lambda}}{i!}$$

⁽¹⁾Deve-se assumir dois pressupostos para a aplicação do modelo:

1º) o fato de um domicílio ter ou não criança é independente daquilo que ocorre em qualquer outro domicílio e

2º) a densidade intradomiciliar de crianças λ é constante.

3) Valores sucessivos da função de probabilidade $f(x)$ são relacionados por

$$f(x+1) = \lambda \frac{f(x)}{(x+1)}$$

$$f(0) = e^{-\lambda},$$

para $x = 0, 1, 2, \dots$

4) Calcula-se a função de distribuição $F(x)$ para $x = 0, 1, 2, \dots, N$ onde N é o número total de domicílios no conglomerado. Seleccionam-se números aleatórios R da distribuição uniforme $[0, 1)$. Se $F(x) \leq R < F(x+1)$ então o número aleatório de uma distribuição de Poisson é x .

Para a definição da situação vacinal da(s) criança(s) de um domicílio com criança foi utilizado o modelo de distribuição de probabilidades Binomial, dado que se está a frente de uma situação dicotômica - a criança pode ser vacinada ou não vacinada - deve-se, todavia, admitir a suposição de que a probabilidade p de uma criança ser vacinada é constante e que este evento é independente. A sequência descrita a seguir foi utilizada para a geração de um número aleatório de uma distribuição Binomial ³

1) A função de probabilidade para a distribuição Binomial é:

$$f(x) = \binom{n}{x} p^x \cdot q^{n-x}$$

2) A função de distribuição de probabilidade é:

$$F(x) = \sum_{i=0}^x \binom{n}{i} p^i \cdot q^{n-i}$$

3) Valores sucessivos da função de probabilidade $f(x)$ são relacionados por:

$$f(x+1) = \frac{f(x)(n-x)p}{(x+1)(1-p)}$$

- 4) Calcula-se a função de distribuição $F(x)$ para $x = 0, 1, 2, \dots, N$ onde N é o número total de crianças no domicílio. Seleccionam-se números aleatórios R da distribuição uniforme $[0, 1)$. Se $F(x) \leq R < F(x + 1)$ então o número aleatório de uma distribuição Binomial é x .

Após obter, desta maneira, um conglomerado onde existem domicílios sem criança e com criança e ainda a definição de quais destas crianças são vacinadas, os programas seguem calculando a proporção de crianças vacinadas na população ⁽¹⁾e estabelecem os domicílios não respondentes. Para uma determinada taxa de resposta os programas providenciam uma série de números aleatórios (quantidade de números aleatórios = [tamanho do conglomerado * (100 - a%)] onde a% é a taxa de resposta) entre 1 e o tamanho do conglomerado, inclusive, que corresponderão aos números dos domicílios no conglomerado os quais serão identificados como não respondentes.

Evidentemente até esta etapa os três programas são iguais, mas para a fase seguinte os algoritmos elaborados são reponsáveis pela seleção de todas as possíveis subamostras de crianças do conglomerado segundo o procedimento de amostragem específico. Assim, para o caso do método de *Henderson e Sundaresan* todo domicílio do conglomerado tem a oportunidade de ser o "domicílio inicial". A partir deste ponto inicial o conglomerado é "percorrido" com o auxílio de uma variável auxiliar e este percurso termina quando são encontradas sete crianças. Concomitantemente, é contado o número de domicílios percorridos. Com a aplicação desta técnica obtém-se tantas possíveis amostras quanto for o número de domicílios no conglomerado. Observa-se que quando o domicílio inicial estiver localizado no final do conglomerado, o percurso continua no início deste como se fosse circular. A Figura 4.5 representa um conglomerado e a indicação das possíveis amostras pelo método de *Henderson e Sundaresan*.

No método de *Szwarcwald e Valente* a seqüência de passos deve iniciar com uma contagem dos domicílios respondentes com crianças (censo do conglomerado). O número obtido nesta contagem é dividido por sete e o resultado corresponde ao intervalo a ser aplicado na amostragem sistemática para o sorteio da subamostra de crianças. Para que se possa obter todas as possíveis subamostras o programa atribui a cada variável denominada "início

⁽¹⁾Devido à aleatoriedade do processo a proporção de crianças vacinadas pode não ser igual àquela planejada para o conglomerado.

Figura 4-5 - Representação esquemática das possíveis subamostras de 7 crianças da UPA I

Subamostras:

nº de	nº do domicílio
1	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17
2	2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17
3	3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17
4	4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23
:	
28	28-29-30-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12
29	29-30-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13
30	30-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17

casual” os valores do intervalo $[0, 1, ISA_i]^{(1)}$, onde ISA_i é o intervalo de subamostragem da UPA i , com incremento de 0,1. Desta forma são sorteadas todas as possíveis $(ISA_i * 10)$ subamostras de sete domicílios com crianças dentre o total de domicílios que possuem crianças na UPA i .

O método de *Silva* difere do anterior no sentido de que não é necessário ser realizado o censo do conglomerado. A partir da fração global de amostragem o programa calcula o intervalo de subamostragem do conglomerado e o restante da seqüência é igual. Desta maneira, são sorteadas todas as possíveis $(ISA_i * 10)$ subamostras de b domicílios com crianças dentre o total de domicílios que possuem crianças na UPA i .

Nos três programas, ao mesmo tempo em que as subamostras são constituídas vão sendo contadas, para cada uma delas, o número total de crianças e quantas destas são vacinadas.

Os programas acima citados são apresentados no Anexo 1.

4.2.2 As amostras de 30 conglomerados

Para a seleção de todas as possíveis amostras de 30 UPA's foi escrito um programa em PASCAL que calcula o intervalo de amostragem (total de domicílios da população dividido por 30) e atribui valores do intervalo $[1, IA]$, onde IA é o intervalo de amostragem. Considerando que uma amostra de 30 UPA's aparece mais de uma vez, o programa também conta o número de vezes que uma mesma amostra foi selecionada.

O Anexo 1 apresenta este programa.

4.3 Análise de dados

Os dados obtidos pela simulação foram analisados em etapas devido a inviabilidade de realizar todas as possíveis combinações de subamostras de crianças e amostras de UPA's. Consequentemente, a seqüência descrita a seguir foi acompanhada no sentido de obter a melhor aproximação para a Esperança e a Variância de cada distribuição amostral.

⁽¹⁾Se o intervalo de amostragem corresponder a um número inteiro o intervalo será $[1, ISA_i]$

1) Cálculo da estimativa de todas as possíveis subamostras da UPA i

$$r_{ji} = \frac{y_{ji}}{x_{ji}}$$

onde

y_{ji} : número de crianças vacinadas na subamostra j da UPA i

x_{ji} : número total de crianças na subamostra j da UPA i

2) Cálculo da Esperança e Variância da UPA i

$$E(r_i) = \sum_{j=1}^b r_{ji} \cdot prob_{ji}$$

$$Var(r_i) = \sum_{j=1}^b [r_{ji} - E(r_i)]^2 \cdot prob_{ji}$$

onde

b : número de todas as possíveis subamostras da UPA i

$prob_{ji}$: probabilidade da subamostra j da UPA i ser selecionada

Esta probabilidade $prob_{ji}$ é calculada de maneira diferente segundo o método de amostragem empregado. Assim, tem-se:

- Método de Henderson e Sundareshan

$$prob_{ji} = \frac{nda_{ji}}{nsa_i}$$

onde

nda_{ji} : número de domicílios sem crianças ou não respondentes existentes entre um domicílio com criança e o domicílio inicial inclusive.

nsa_i : número total de subamostras da UPA i

- Método de Szwarzwald e Valente

$$prob_{ji} = \frac{1}{nsa_i}$$

- Método de Silva

$$prob_{ji} = \frac{1}{nsa_i}$$

3) Cálculo da Esperança e Variância para o valor populacional R

$$r_w = \frac{\sum_{i=1}^{30} E(r_i)}{30}$$

onde r_w é calculado para todas as possíveis amostras de 30 UPA's

$$E(r) = \sum_{w=1}^a r_w \cdot prob_w$$

$$Var(r) = \sum_{w=1}^a [r_w - E(r)]^2 \cdot prob_w$$

onde

a : número de todas as possíveis amostras de 30 UPA's

$prob_w$: probabilidade de seleção da amostra w

A probabilidade $prob_w$ é calculada considerando-se que as UPA's são selecionadas com probabilidade proporcional ao tamanho (PPT). Assim, tem-se:

$$prob_w = \frac{na_w}{nta}$$

onde:

na_w : número de vezes que a amostra w é selecionada

nta : número total de amostras de 30 UPA's da população

Considerando-se a esperança do estimador-razão pode-se calcular o vício deste estimador para cada procedimento, que é dado pela expressão:

$$Vício(r) = E(r) - R$$

E, finalmente, se obtem a exatidão para cada procedimento que é dada pelo Erro Quadrático Médio, cuja expressão é:

$$[EQM(r)]^2 = \sigma_r^2 + [E(r) - R]^2$$

Os programas escritos para a análise de dados são apresentados no Anexo 2.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à aleatoriedade do processo de simulação, a cobertura vacinal e a densidade intradomiciliar de crianças não ficaram exatamente iguais às aquelas planejadas para os conglomerados. Os Quadros 5.1 a 5.4 apresentam os valores realmente obtidos para cada população.

As Tabelas 5.1 a 5.4 apresentam as distribuições amostrais do estimador-razão e da sua variância relativas aos três métodos de amostragem para as quatro populações respectivamente. Nas últimas linhas destas tabelas se encontram a esperança e a variância do estimador-razão que, como pode ser verificado, não são significativamente diferentes.

O vício do estimador em cada procedimento de amostragem para as populações simuladas está apresentado no Quadro 5.5. Nota-se neste quadro que a maioria dos valores dos vícios são bem próximos. Chama a atenção, porém, um valor encontrado para a População 3, que é aquela que possui todos os conglomerados com cobertura vacinal em torno de 50%. Nesta população o vício para o estimador-razão no método de *Henderson e Sundareshan* (PAI) é praticamente o dobro daqueles calculados para os outros métodos. Por outro lado, para a População 4, que tem uma alta cobertura vacinal, o método do PAI é o que produz o menor vício.

Em relação à exatidão dos procedimentos de amostragem, que é medida pelo Erro Quadrático Médio, pode-se dizer que é aproximadamente a mesma para todos os métodos, como pode ser visto no Quadro 5.6.

O desenho da simulação das populações foi realizado em etapas, ou seja, os conglomerados foram gerados separadamente e para cada um deles foram calculadas a esperança e a variância do estimador da proporção de crianças vacinadas. Este fato proporcionou a possibilidade de se verificar se o vício do estimador-razão se comportava de maneira diferente em função do tipo do conglomerado. Para isto se utilizou o Teste de Kruskal-Wallis.

Inicialmente foi observado se algum dos três métodos produzia um vício maior para os conglomerados isoladamente. O resultado está apresentado no Quadro 5.7. Nota-se, neste quadro, que o valor da estatística usada na prova de Kruskal-Wallis¹⁹ foi igual a 0,0365 e que forneceu um nível descritivo de 0,9819. Com base neste resultado conclui-se que não existe evidência de que algum dos métodos esteja provocando um vício maior.

Em seguida, este teste foi aplicado para verificar se os vícios em cada

método de amostragem diferiam em função do tamanho do conglomerado, da cobertura vacinal, da densidade intradomiciliar de crianças e da taxa de resposta. Os Quadros 5.8 a 5.11 apresentam os resultados obtidos. Novamente, pode-se concluir com base nos resultados destes testes que não há evidências de que estes parâmetros relacionados, assim como a taxa de resposta, estejam vinculados com as diferentes magnitudes de vícios.

Para a implementação do método de *Szwarcwald e Valente* e do método de Silva, o entrevistador deve necessariamente percorrer todo o conglomerado para obter a subamostra de sete crianças. Já no método de *Henderson e Sundareshan* isto não ocorre. O entrevistador partindo do domicílio inicial percorre somente o suficiente para encontrar as sete crianças. Sendo assim, foi realizada uma compilação do número de domicílios "visitados" para a obtenção das subamostras pelo método do PAI, segundo o tamanho dos conglomerados, para cada população em estudo. O Quadro 5.12 apresenta o número médio de domicílios visitados e também os valores máximos e mínimos. Como pode ser visto, em nenhuma situação o conglomerado inteiro é percorrido, e ainda, os valores mínimos indicam que algumas subamostras podem ser selecionadas a partir de um número muito pequeno de domicílios visitados pelo entrevistador. Este fato, naturalmente, conduz a uma redução significativa nos custos de um levantamento.

QUADRO 5.1 - POPULACAO SIMULADA 1

NUMERO DE ORDEN	NUMERO DA UPA	NUMERO DE DOMICILIOS	TAXA DE RESPOSTA	DENS. INTRA. DE CRIANCAS	COBERTURA VACINAL	POPULACAO DA UPA	POPULACAO ACUMULADA
1	53	450	0,95	0,133333	0,766667	1800	1800
2	83	450	0,90	0,113333	0,803922	1800	3600
3	3	300	0,80	0,153333	0,630435	1800	5400
4	70	300	0,90	0,110000	0,666667	1200	6600
5	27	200	0,90	0,125000	0,800000	1000	7600
6	26	200	0,90	0,205000	0,731707	1000	8600
7	85	600	0,85	0,128333	0,818182	2400	11000
8	97	450	0,85	0,102222	0,804348	1575	12575
9	17	300	0,90	0,116667	0,485714	1650	14225
10	77	200	0,95	0,165000	0,818182	800	15025
11	78	200	0,95	0,120000	0,875000	800	15825
12	95	300	0,80	0,110000	0,848485	1050	16875
13	80	300	0,90	0,123333	0,972973	1200	18075
14	74	600	0,85	0,108333	0,692308	2400	20475
15	30	450	0,80	0,137778	0,645161	2250	22725
16	48	200	0,95	0,105000	0,761905	1100	23825
17	33	200	0,85	0,115000	0,565217	900	24725
18	13	600	0,95	0,131667	0,544304	3600	28325
19	71	300	0,95	0,090000	0,814815	1200	29525
20	39	450	0,85	0,142222	0,750000	2025	31550
21	96	300	0,95	0,080000	0,958333	1050	32600
22	15	200	0,85	0,135000	0,444445	1100	33700
23	7	450	0,90	0,142222	0,609375	2700	36400
24	98	450	0,90	0,137778	0,887097	1575	37975
25	41	600	0,95	0,130000	0,692308	2700	40675
26	52	450	0,85	0,135556	0,655738	1800	42475
27	84	450	0,90	0,108889	0,755102	1800	44275
28	68	200	0,95	0,110000	0,818182	800	45075
29	23	450	0,95	0,173333	0,666667	2475	47550
30	92	600	0,90	0,103333	0,838710	2100	49650
31	58	200	0,90	0,110000	0,772727	800	50450
32	36	300	0,95	0,110000	0,727273	1350	51800
33	32	600	0,90	0,153333	0,728261	3000	54800
34	18	300	0,85	0,193333	0,637931	1650	56450
35	29	300	0,85	0,140000	0,785714	1500	57950
36	34	300	0,85	0,113333	0,647059	1350	59300
37	6	300	0,95	0,243333	0,534247	1800	61100
38	69	300	0,90	0,133333	0,850000	1200	62300
39	42	200	0,90	0,135000	0,740741	900	63200
40	63	450	0,80	0,146667	0,787879	1800	65000
41	89	450	0,90	0,097778	0,772727	1575	66575
42	65	450	0,95	0,106667	0,791667	1800	68375
43	5	300	0,95	0,156667	0,659575	1800	70175
44	25	200	0,90	0,135000	0,629630	1000	71175
45	82	450	0,85	0,140000	0,730159	1800	72975
46	61	300	0,95	0,150000	0,844444	1200	74175
47	57	200	0,90	0,115000	0,869565	800	74975
48	62	450	0,80	0,133333	0,833333	1800	76775
49	46	450	0,95	0,131111	0,796610	2025	78800
50	73	450	0,90	0,144444	0,646154	1800	80600

QUADRO 5.1 - POPULACAO SIMULADA 1 (Conclusao)

NUMERO DE ORDEN	NUMERO DA UPA	NUMERO DE DOMICILIOS	TAXA DE RESPOSTA	DENS. INTRA. DE CRIANCAS	COBERTURA VACINAL	POPULACAO DA UPA	POPULACAO ACUNULADA
51	75	200	0,90	0,125000	0,800000	800	81400
52	51	450	0,80	0,126667	0,649123	1800	83200
53	59	200	0,95	0,120000	0,666667	800	84000
54	49	300	0,90	0,143333	0,651163	1200	85200
55	1	200	0,95	0,180000	0,555556	1200	86400
56	60	300	0,95	0,120000	0,750000	1200	87600
57	9	600	0,85	0,166667	0,640000	3600	91200
58	72	450	0,85	0,111111	0,800000	1800	93000
59	21	450	0,85	0,148889	0,671642	2475	95475
60	55	600	0,90	0,123333	0,608108	2400	97875
61	76	200	0,95	0,100000	0,750000	800	98675
62	56	200	0,90	0,110000	0,818182	800	99475
63	8	450	0,95	0,162222	0,630137	2700	102175
64	91	600	0,85	0,093333	0,857143	2100	104275
65	64	450	0,90	0,135556	0,819672	1800	106075
66	43	450	0,85	0,115556	0,692308	2025	108100
67	28	300	0,85	0,103333	0,838710	1500	109600
68	93	200	0,95	0,100000	1,000000	1000	110600
69	11	600	0,90	0,165000	0,545455	3600	114200
70	50	300	0,95	0,106667	0,468750	1200	115400
71	16	200	0,95	0,195000	0,717949	1100	116500
72	99	600	0,80	0,083333	0,860000	2100	118600
73	54	600	0,85	0,150000	0,733333	2400	121000
74	88	300	0,95	0,103333	0,806452	1050	122050
75	2	300	0,80	0,196667	0,644068	1800	123850
76	10	600	0,90	0,170000	0,578431	3600	127450
77	44	300	0,95	0,180000	0,851852	1350	128800
78	45	300	0,95	0,153333	0,739131	1350	130150
79	35	300	0,85	0,176667	0,716981	1350	131500
80	38	450	0,80	0,133333	0,700000	2025	133525
81	94	300	0,80	0,093333	0,964286	1050	134575
82	22	450	0,85	0,171111	0,584416	2475	137050
83	31	450	0,95	0,137778	0,661290	2250	139300
84	4	300	0,90	0,156667	0,574468	1800	141100
85	66	600	0,85	0,125000	0,840000	2400	143500
86	86	200	0,95	0,085000	0,823530	1200	144700
87	100	600	0,85	0,090000	0,907407	2100	146800
88	87	300	0,90	0,160000	0,729167	1050	147850
89	19	300	0,90	0,163333	0,591837	1650	149500
90	12	600	0,90	0,146667	0,715909	3600	153100
91	37	300	0,95	0,133333	0,725000	1350	154450
92	81	300	0,95	0,093333	0,678571	1200	155650
93	14	200	0,80	0,160000	0,781250	1100	156750
94	40	600	0,90	0,148333	0,662921	2700	159450
95	20	300	0,95	0,156667	0,638298	1650	161100
96	90	450	0,90	0,088889	0,825000	1575	162675
97	47	600	0,95	0,126667	0,868421	2700	165375
98	79	300	0,85	0,106667	0,781250	1200	166575
99	67	200	0,85	0,140000	0,642857	800	167375
100	24	600	0,85	0,131667	0,582279	3295	170670

QUADRO 5.2 - POPULACAO SIMULADA 2

NUNERO DE ORDEN	NUNERO DA UPA	NUNERO DE DOMICILIOS	TAXA DE RESPOSTA	DENS. INTRA. DE CRIANCAS	COBERTURA VACINAL	POPULACAO DA UPA	POPULACAO ACUNULADA
1	53	450	0,95	0,133333	0,766667	1800	1800
2	83	450	0,90	0,113333	0,803922	1800	3600
3	3	300	0,80	0,193333	0,034483	1800	5400
4	70	300	0,90	0,110000	0,666667	1200	6600
5	27	200	0,90	0,155000	0,161290	1000	7600
6	26	200	0,90	0,155000	0,387097	1000	8600
7	85	600	0,85	0,128333	0,818182	2400	11000
8	97	450	0,85	0,102222	0,804348	1575	12575
9	17	300	0,90	0,150000	0,088889	1650	14225
10	77	200	0,95	0,165000	0,818182	800	15025
11	78	200	0,95	0,120000	0,875000	800	15825
12	95	300	0,80	0,110000	0,848485	1050	16875
13	80	300	0,90	0,123333	0,972973	1200	18075
14	74	600	0,85	0,108333	0,692308	2400	20475
15	30	450	0,80	0,122222	0,200000	2250	22725
16	48	200	0,95	0,205000	0,146342	1100	23825
17	33	200	0,85	0,115000	0,565217	900	24725
18	13	600	0,95	0,146666	0,102273	3600	28325
19	71	300	0,95	0,090000	0,814815	1200	29525
20	39	450	0,85	0,142222	0,750000	2025	31550
21	96	300	0,95	0,080000	0,958333	1050	32600
22	15	200	0,85	0,130000	0,115385	1100	33700
23	7	450	0,90	0,117777	0,094340	2700	36400
24	98	450	0,90	0,137777	0,887097	1575	37975
25	41	600	0,95	0,130000	0,692308	2700	40675
26	52	450	0,85	0,135555	0,655738	1800	42475
27	84	450	0,90	0,108888	0,755102	1800	44275
28	68	200	0,95	0,110000	0,818182	800	45075
29	23	450	0,95	0,153333	0,057971	2475	47550
30	92	600	0,90	0,103333	0,838710	2100	49650
31	58	200	0,90	0,110000	0,772727	800	50450
32	36	300	0,95	0,110000	0,727273	1350	51800
33	32	600	0,90	0,130000	0,230769	3000	54800
34	18	300	0,85	0,176666	0,094340	1650	56450
35	29	300	0,85	0,166666	0,120000	1500	57950
36	34	300	0,85	0,113333	0,647059	1350	59300
37	6	300	0,95	0,150000	0,133333	1800	61100
38	69	300	0,90	0,133333	0,850000	1200	62300
39	42	200	0,90	0,135000	0,740741	900	63200
40	63	450	0,80	0,146666	0,787879	1800	65000
41	89	450	0,90	0,097777	0,772727	1575	66575
42	65	450	0,95	0,106666	0,791667	1800	68375
43	5	300	0,95	0,186666	0,142857	1800	70175
44	25	200	0,90	0,150000	0,266667	1000	71175
45	82	450	0,85	0,140000	0,730159	1800	72975
46	61	300	0,95	0,150000	0,844444	1200	74175
47	57	200	0,90	0,115000	0,869565	800	74975
48	62	450	0,80	0,133333	0,833333	1800	76775
49	46	450	0,95	0,131111	0,796610	2025	78800
50	73	450	0,90	0,144444	0,646154	1800	80600

QUADRO 5.2 - POPULACAO SIMULADA 2 (Conclusao)

NUMERO DE ORDEN	NUMERO DA UPA	NUMERO DE DOMICILIOS	TAXA DE RESPOSTA	DENS. INTRA. DE CRIANCAS	COBERTURA VACINAL	POPULACAO DA UPA	POPULACAO ACUMULADA
51	75	200	0,90	0,125000	0,800000	800	81400
52	51	450	0,80	0,126666	0,649123	1800	83200
53	59	200	0,95	0,120000	0,666667	800	84000
54	49	300	0,90	0,143333	0,651163	1200	85200
55	1	200	0,95	0,110000	0,045455	1200	86400
56	60	300	0,95	0,120000	0,750000	1200	87600
57	9	600	0,85	0,171666	0,116505	3600	91200
58	72	450	0,85	0,111111	0,800000	1800	93000
59	21	450	0,85	0,151111	0,132353	2475	95475
60	55	600	0,90	0,123333	0,608108	2400	97875
61	76	200	0,95	0,100000	0,750000	800	98675
62	56	200	0,90	0,110000	0,818182	800	99475
63	8	450	0,95	0,177777	0,100000	2700	102175
64	91	600	0,85	0,093333	0,857143	2100	104275
65	64	450	0,90	0,135555	0,819672	1800	106075
66	43	450	0,85	0,115555	0,692308	2025	108100
67	28	300	0,85	0,163333	0,265306	1500	109600
68	93	200	0,95	0,100000	1,000000	1000	110600
69	11	600	0,90	0,158333	0,105263	3600	114200
70	50	300	0,95	0,106666	0,468750	1200	115400
71	16	200	0,95	0,165000	0,060606	1100	116500
72	99	600	0,80	0,083333	0,860000	2100	118600
73	54	600	0,85	0,150000	0,733333	2400	121000
74	88	300	0,95	0,103333	0,806452	1050	122050
75	2	300	0,80	0,136666	0,121951	1800	123850
76	10	600	0,90	0,178333	0,140187	3600	127450
77	44	300	0,95	0,180000	0,851852	1350	128800
78	45	300	0,95	0,153333	0,739131	1350	130150
79	35	300	0,85	0,176666	0,716981	1350	131500
80	38	450	0,80	0,133333	0,700000	2025	133525
81	94	300	0,80	0,093333	0,964286	1050	134575
82	22	450	0,85	0,140000	0,111111	2475	137050
83	31	450	0,95	0,162222	0,164384	2250	139300
84	4	300	0,90	0,173333	0,057692	1800	141100
85	66	600	0,85	0,125000	0,840000	2400	143500
86	86	200	0,95	0,195000	0,282051	1200	144700
87	100	600	0,85	0,090000	0,907407	2100	146800
88	87	300	0,90	0,160000	0,729167	1050	147850
89	19	300	0,90	0,140000	0,142857	1650	149500
90	12	600	0,90	0,198333	0,134454	3600	153100
91	37	300	0,95	0,133333	0,725000	1350	154450
92	81	300	0,95	0,093333	0,678571	1200	155650
93	14	200	0,80	0,135000	0,037037	1100	156750
94	40	600	0,90	0,148333	0,662921	2700	159450
95	20	300	0,95	0,160000	0,187500	1650	161100
96	90	450	0,90	0,088888	0,825000	1575	162675
97	47	600	0,95	0,126666	0,868421	2700	165375
98	79	300	0,85	0,106666	0,781250	1200	166575
99	67	200	0,85	0,140000	0,642857	800	167375
100	24	600	0,85	0,150000	0,077778	3295	170670

QUADRO 5.3 - POPULACAO SIMULADA 3

NUMERO DE ORDEN	NUMERO DA UPA	NUMERO DE DOMICILIOS	TAXA DE RESPOSTA	DENS. INTRA. DE CRIANCAS	COBERTURA VACINAL	POPULACAO DA UPA	POPULACAO ACUMULADA
1	53	450	0.95	0.126667	0.543860	1800	1800
2	83	450	0.90	0.113333	0.529412	1800	3600
3	3	300	0.80	0.153333	0.413044	1800	5400
4	70	300	0.90	0.126667	0.473684	1200	6600
5	27	200	0.90	0.145000	0.517241	1000	7600
6	26	200	0.90	0.165000	0.363636	1000	8600
7	85	600	0.85	0.106667	0.562500	2400	11000
8	97	450	0.85	0.075556	0.705882	1575	12575
9	17	300	0.90	0.120000	0.333333	1650	14225
10	77	200	0.95	0.120000	0.708333	800	15025
11	78	200	0.95	0.120000	0.625000	800	15825
12	95	300	0.80	0.106667	0.625000	1050	16875
13	80	300	0.90	0.136667	0.585366	1200	18075
14	74	600	0.85	0.140000	0.452381	2400	20475
15	30	450	0.80	0.144444	0.569231	2250	22725
16	48	200	0.95	0.155000	0.354839	1100	23825
17	33	200	0.85	0.095000	0.421053	900	24725
18	13	600	0.95	0.151667	0.384615	3600	28325
19	71	300	0.95	0.090000	0.481482	1200	29525
20	39	450	0.85	0.126667	0.526316	2025	31550
21	96	300	0.95	0.100000	0.633333	1050	32600
22	15	200	0.85	0.130000	0.538462	1100	33700
23	7	450	0.90	0.184444	0.373494	2700	36400
24	98	450	0.90	0.104444	0.744681	1575	37975
25	41	600	0.95	0.133333	0.600000	2700	40675
26	52	450	0.85	0.126667	0.543860	1800	42475
27	84	450	0.90	0.128889	0.672414	1800	44275
28	68	200	0.95	0.110000	0.454546	800	45075
29	23	450	0.95	0.184444	0.373494	2475	47550
30	92	600	0.90	0.093333	0.553571	2100	49650
31	58	200	0.90	0.120000	0.750000	800	50450
32	36	300	0.95	0.186667	0.500000	1350	51800
33	32	600	0.90	0.150000	0.477778	3000	54800
34	18	300	0.85	0.126667	0.368421	1650	56450
35	29	300	0.85	0.136667	0.414634	1500	57950
36	34	300	0.85	0.130000	0.512821	1350	59300
37	6	300	0.95	0.136667	0.268293	1800	61100
38	69	300	0.90	0.156667	0.340426	1200	62300
39	42	200	0.90	0.135000	0.518519	900	63200
40	63	450	0.80	0.120000	0.592593	1800	65000
41	89	450	0.90	0.082222	0.675676	1575	66575
42	65	450	0.95	0.126667	0.614035	1800	68375
43	5	300	0.95	0.153333	0.543478	1800	70175
44	25	200	0.90	0.115000	0.478261	1000	71175
45	82	450	0.85	0.093333	0.666667	1800	72975
46	61	300	0.95	0.143333	0.720930	1200	74175
47	57	200	0.90	0.085000	0.529412	800	74975
48	62	450	0.80	0.120000	0.611111	1800	76775
49	46	450	0.95	0.124444	0.750000	2025	78800
50	73	450	0.90	0.140000	0.492064	1800	80600

QUADRO 5.3 - POPULACAO SIMULADA 3 (Conclusao)

NUMERO DE ORDEN	NUMERO DA UPA	NUMERO DE DOMICILIOS	TAXA DE RESPOSTA	DENS. INTRA. DE CRIANCAS	COBERTURA VACINAL	POPULACAO DA UPA	POPULACAO ACUNULADA
51	75	200	0.90	0.130000	0.653846	800	81400
52	51	450	0.80	0.128889	0.551724	1800	83200
53	59	200	0.95	0.120000	0.500000	800	84000
54	49	300	0.90	0.120000	0.500000	1200	85200
55	1	200	0.95	0.130000	0.346154	1200	86400
56	60	300	0.95	0.140000	0.642857	1200	87600
57	9	600	0.85	0.163333	0.479592	3600	91200
58	72	450	0.85	0.137778	0.548387	1800	93000
59	21	450	0.85	0.153333	0.463768	2475	95475
60	55	600	0.90	0.133333	0.462500	2400	97875
61	76	200	0.95	0.130000	0.538462	800	98675
62	56	200	0.90	0.190000	0.657895	800	99475
63	8	450	0.95	0.173333	0.397436	2700	102175
64	91	600	0.85	0.088333	0.566038	2100	104275
65	64	450	0.90	0.104444	0.531915	1800	106075
66	43	450	0.85	0.133333	0.566667	2025	108100
67	28	300	0.85	0.170000	0.509804	1500	109600
68	93	200	0.95	0.145000	0.689655	1000	110600
69	11	600	0.90	0.155000	0.376344	3600	114200
70	50	300	0.95	0.133333	0.575000	1200	115400
71	16	200	0.95	0.120000	0.500000	1100	116500
72	99	600	0.80	0.093333	0.714286	2100	118600
73	54	600	0.85	0.130000	0.397436	2400	121000
74	88	300	0.95	0.086667	0.692308	1050	122050
75	2	300	0.80	0.160000	0.520833	1800	123850
76	10	600	0.90	0.168333	0.356436	3600	127450
77	44	300	0.95	0.156667	0.659575	1350	128800
78	45	300	0.95	0.156667	0.617021	1350	130150
79	35	300	0.85	0.140000	0.476191	1350	131500
80	38	450	0.80	0.162222	0.465754	2025	133525
81	94	300	0.80	0.116667	0.657143	1050	134575
82	22	450	0.85	0.160000	0.375000	2475	137050
83	31	450	0.95	0.153333	0.623188	2250	139300
84	4	300	0.90	0.166667	0.440000	1800	141100
85	66	600	0.85	0.110000	0.621212	2400	143500
86	86	200	0.95	0.140000	0.678571	1200	144700
87	100	600	0.85	0.081667	0.755102	2100	146800
88	87	300	0.90	0.106667	0.468750	1050	147850
89	19	300	0.90	0.166667	0.420000	1650	149500
90	12	600	0.90	0.178333	0.336449	3600	153100
91	37	300	0.95	0.113333	0.617647	1350	154450
92	81	300	0.95	0.090000	0.666667	1200	155650
93	14	200	0.80	0.135000	0.259259	1100	156750
94	40	600	0.90	0.135000	0.530864	2700	159450
95	20	300	0.95	0.173333	0.307692	1650	161100
96	90	450	0.90	0.131111	0.610170	1575	162675
97	47	600	0.95	0.141667	0.658824	2700	165375
98	79	300	0.85	0.143333	0.581395	1200	166575
99	67	200	0.85	0.155000	0.516129	800	167375
100	24	600	0.85	0.138333	0.301205	3295	170670

QUADRO 5.4 - POPULACAO SIMULADA 4

NUMERO DE ORDEN	NUMERO DA UPA	NUMERO DE DOMICILIOS	TAXA DE RESPOSTA	DENS. INTRA. DE CRIANCAS	COBERTURA VACINAL	POPULACAO DA UPA	POPULACAO ACUNULADA
1	53	450	0,95	0,126667	0,894737	1800	1800
2	83	450	0,90	0,086667	1,000000	1800	3600
3	3	300	0,80	0,140000	0,976190	1800	5400
4	70	300	0,90	0,110000	1,000000	1200	6600
5	27	200	0,90	0,115000	0,956522	1000	7600
6	26	200	0,90	0,135000	1,000000	1000	8600
7	85	600	0,85	0,108333	1,000000	2400	11000
8	97	450	0,85	0,115556	0,942308	1575	12575
9	17	300	0,90	0,150000	0,977778	1650	14225
10	77	200	0,95	0,130000	1,000000	800	15025
11	78	200	0,95	0,115000	1,000000	800	15825
12	95	300	0,80	0,100000	1,000000	1050	16875
13	80	300	0,90	0,126667	0,973684	1200	18075
14	74	600	0,85	0,116667	0,957143	2400	20475
15	30	450	0,80	0,151111	1,000000	2250	22725
16	48	200	0,95	0,130000	0,961538	1100	23825
17	33	200	0,85	0,155000	0,903226	900	24725
18	13	600	0,95	0,143333	0,953488	3600	28325
19	71	300	0,95	0,133333	0,875000	1200	29525
20	39	450	0,85	0,142222	0,875000	2025	31550
21	96	300	0,95	0,116667	0,971429	1050	32600
22	15	200	0,85	0,175000	0,914286	1100	33700
23	7	450	0,90	0,160000	0,972222	2700	36400
24	98	450	0,90	0,115556	1,000000	1575	37975
25	41	600	0,95	0,118333	0,873239	2700	40675
26	52	450	0,85	0,100000	0,977778	1800	42475
27	84	450	0,90	0,102222	0,956522	1800	44275
28	68	200	0,95	0,105000	0,952381	800	45075
29	23	450	0,95	0,146667	0,984849	2475	47550
30	92	600	0,90	0,098333	0,881356	2100	49650
31	58	200	0,90	0,135000	0,888889	800	50450
32	36	300	0,95	0,110000	0,969697	1350	51800
33	32	600	0,90	0,170000	0,980392	3000	54800
34	18	300	0,85	0,170000	1,000000	1650	56450
35	29	300	0,85	0,140000	0,976190	1500	57950
36	34	300	0,85	0,150000	0,911111	1350	59300
37	6	300	0,95	0,173333	0,980769	1800	61100
38	69	300	0,90	0,113333	0,911765	1200	62300
39	42	200	0,90	0,115000	1,000000	900	63200
40	63	450	0,80	0,115556	0,961538	1800	65000
41	89	450	0,90	0,113333	0,882353	1575	66575
42	65	450	0,95	0,115556	1,000000	1800	68375
43	5	300	0,95	0,170000	1,000000	1800	70175
44	25	200	0,90	0,130000	1,000000	1000	71175
45	82	450	0,85	0,113333	0,960784	1800	72975
46	61	300	0,95	0,086667	1,000000	1200	74175
47	57	200	0,90	0,110000	0,954545	800	74975
48	62	450	0,80	0,137778	0,983871	1800	76775
49	46	450	0,95	0,146667	0,984849	2025	78800
50	73	450	0,90	0,151111	0,882353	1800	80600

QUADRO 5.4 - POPULACAO SIMULADA 4 (Conclusao)

NUMERO DE ORDEN	NUMERO DA UPA	NUMERO DE DOMICILIOS	TAXA DE RESPOSTA	DENS. INTRA. DE CRIANCAS	COBERTURA VACINAL	POPULACAO DA UPA	POPULACAO ACUNULADA
51	75	200	0,90	0,105000	1,000000	800	81400
52	51	450	0,80	0,115556	0,884615	1800	83200
53	59	200	0,95	0,120000	0,916667	800	84000
54	49	300	0,90	0,103333	0,967742	1200	85200
55	1	200	0,95	0,110000	0,954545	1200	86400
56	60	300	0,95	0,116667	0,971429	1200	87600
57	9	600	0,85	0,163333	1,000000	3600	91200
58	72	450	0,85	0,122222	0,890909	1800	93000
59	21	450	0,85	0,157778	0,985916	2475	95475
60	55	600	0,90	0,106667	0,921875	2400	97875
61	76	200	0,95	0,125000	1,000000	800	98675
62	56	200	0,90	0,150000	0,966667	800	99475
63	8	450	0,95	0,168889	0,986842	2700	102175
64	91	600	0,85	0,091667	0,909091	2100	104275
65	64	450	0,90	0,111111	1,000000	1800	106075
66	43	450	0,85	0,151111	0,985294	2025	108100
67	28	300	0,85	0,143333	1,000000	1500	109600
68	93	200	0,95	0,175000	1,000000	1000	110600
69	11	600	0,90	0,161667	0,979381	3600	114200
70	50	300	0,95	0,133333	0,850000	1200	115400
71	16	200	0,95	0,180000	1,000000	1100	116500
72	99	600	0,80	0,115000	1,000000	2100	118600
73	54	600	0,85	0,105000	0,873016	2400	121000
74	88	300	0,95	0,113333	0,911765	1050	122050
75	2	300	0,80	0,143333	1,000000	1800	123850
76	10	600	0,90	0,195000	0,982906	3600	127450
77	44	300	0,95	0,160000	0,895833	1350	128800
78	45	300	0,95	0,130000	1,000000	1350	130150
79	35	300	0,85	0,130000	1,000000	1350	131500
80	38	450	0,80	0,120000	0,833333	2025	133525
81	94	300	0,80	0,120000	1,000000	1050	134575
82	22	450	0,85	0,140000	0,936508	2475	137050
83	31	450	0,95	0,146667	0,969697	2250	139300
84	4	300	0,90	0,173333	1,000000	1800	141100
85	66	600	0,85	0,120000	0,986111	2400	143500
86	86	200	0,95	0,120000	1,000000	1200	144700
87	100	600	0,85	0,071667	0,976744	2100	146800
88	87	300	0,90	0,136667	0,902439	1050	147850
89	19	300	0,90	0,173333	0,980769	1650	149500
90	12	600	0,90	0,150000	0,977778	3600	153100
91	37	300	0,95	0,146667	0,931818	1350	154450
92	81	300	0,95	0,116667	1,000000	1200	155650
93	14	200	0,80	0,160000	0,968750	1100	156750
94	40	600	0,90	0,126667	0,894737	2700	159450
95	20	300	0,95	0,140000	0,952381	1650	161100
96	90	450	0,90	0,084444	0,894737	1575	162675
97	47	600	0,95	0,121667	0,986301	2700	165375
98	79	300	0,85	0,130000	0,974359	1200	166575
99	67	200	0,85	0,125000	0,760000	800	167375
100	24	600	0,85	0,131667	0,987342	3295	170670

TABELA 5.1 - DISTRIBUICAO AMOSTRAL DO ESTIMADOR-RAZAO E DA SUA VARIANCIA PARA A POPULACAO 1

AMOSTRAS	PROBABILIDADE	PAI		S & V		SILVA	
		r	var(r)	r	var(r)	r	var(r)
1	0.001582	0.707843	0.024735	0.714320	0.020956	0.713079	0.021535
2	0.017226	0.713494	0.023712	0.719746	0.020998	0.718361	0.019962
3	0.008964	0.708843	0.023235	0.715711	0.021695	0.714626	0.019640
4	0.003164	0.707557	0.023696	0.714484	0.021625	0.713501	0.020159
5	0.007382	0.714232	0.023364	0.719965	0.020618	0.719030	0.020195
6	0.030936	0.716713	0.023369	0.720064	0.020553	0.719212	0.020004
7	0.004570	0.714100	0.024170	0.716154	0.021586	0.715104	0.020166
8	0.016523	0.710232	0.024029	0.712418	0.021176	0.711376	0.019884
9	0.014941	0.710661	0.023994	0.713476	0.020423	0.712519	0.019569
10	0.003867	0.711136	0.023268	0.715398	0.020864	0.714506	0.019470
11	0.005624	0.710842	0.023154	0.716091	0.021249	0.715837	0.018227
12	0.034100	0.709222	0.023035	0.715882	0.021360	0.715440	0.018764
13	0.000878	0.711273	0.024169	0.714014	0.021494	0.713258	0.018760
14	0.010370	0.709420	0.024069	0.711984	0.021518	0.711563	0.019387
15	0.007558	0.716809	0.023575	0.718818	0.021775	0.718432	0.019039
16	0.009492	0.722483	0.024274	0.723206	0.020966	0.722662	0.018577
17	0.001757	0.710870	0.025316	0.712493	0.021371	0.712122	0.020259
18	0.007382	0.707713	0.025489	0.711991	0.021408	0.711507	0.020937
19	0.000878	0.709497	0.023999	0.709302	0.020415	0.707695	0.020172
20	0.000703	0.716091	0.023453	0.714705	0.020282	0.713342	0.021069
21	0.001933	0.709318	0.023341	0.708179	0.020729	0.706882	0.021554
22	0.014413	0.708695	0.023369	0.707315	0.020389	0.706527	0.020856
23	0.006152	0.712704	0.023500	0.710716	0.019832	0.710145	0.020746
24	0.013710	0.701908	0.024193	0.700583	0.020579	0.700538	0.020910
25	0.041132	0.702163	0.024702	0.699127	0.020288	0.699232	0.020934
26	0.003867	0.707274	0.024416	0.704697	0.019632	0.704903	0.020766
27	0.009667	0.711612	0.023635	0.706545	0.019587	0.706488	0.021883
28	0.001406	0.717126	0.023892	0.712383	0.018656	0.712383	0.022417
29	0.004570	0.714119	0.022911	0.710826	0.017790	0.710873	0.022016
30	0.023554	0.725478	0.022512	0.720534	0.018129	0.720955	0.021953
31	0.008085	0.717893	0.021906	0.714020	0.018463	0.714173	0.022828
32	0.001406	0.720528	0.021746	0.716088	0.018776	0.716212	0.023422
33	0.011425	0.727461	0.020830	0.722013	0.018391	0.722474	0.023546
34	0.005976	0.725932	0.020643	0.721020	0.018610	0.720983	0.023406
35	0.000703	0.723785	0.021596	0.719118	0.017621	0.718607	0.023475
36	0.008964	0.722125	0.021303	0.716040	0.017404	0.715550	0.023525
37	0.001230	0.724268	0.020426	0.718411	0.016929	0.717839	0.022522
38	0.001230	0.723893	0.020380	0.717572	0.017414	0.717371	0.023290
39	0.010898	0.720485	0.020636	0.713612	0.018180	0.713284	0.023155
40	0.001582	0.727597	0.020607	0.721463	0.017845	0.721094	0.022535
41	0.038319	0.727061	0.019515	0.723822	0.017592	0.723600	0.022661
42	0.000175	0.723434	0.019543	0.720554	0.018606	0.720449	0.022207
43	0.004570	0.733210	0.018519	0.730403	0.018472	0.730305	0.021297
44	0.017929	0.742506	0.018078	0.739237	0.017858	0.739157	0.021322
45	0.002812	0.740305	0.018529	0.737201	0.018003	0.737293	0.021987
46	0.001933	0.734537	0.018719	0.732804	0.018627	0.733048	0.021948
47	0.009492	0.734068	0.018523	0.732380	0.019389	0.733461	0.022150
48	0.005976	0.734893	0.017922	0.734965	0.019651	0.736223	0.022387
49	0.012656	0.718967	0.018650	0.720248	0.020433	0.721440	0.023271
50	0.012480	0.712659	0.019390	0.716035	0.020791	0.717294	0.022103

TABELA 5.1 - DISTRIBUICAO ANOSTRAL DO ESTIMADOR-RAZAO E DA SUA VARIANCIA PARA A POPULACAO 1 (Conclusao)

AMOSTRAS	PROBABILIDADE	PAI		S & V		SILVA	
		r	var(r)	r	var(r)	r	var(r)
51	0.004570	0.716727	0.020096	0.720153	0.020588	0.721186	0.021505
52	0.007382	0.726712	0.019528	0.729479	0.019901	0.730594	0.020615
53	0.007382	0.728639	0.020469	0.732393	0.019716	0.733115	0.020806
54	0.000351	0.723825	0.020948	0.726789	0.020601	0.727444	0.021191
55	0.009492	0.723555	0.021235	0.726577	0.021105	0.727031	0.021214
56	0.005097	0.720928	0.021463	0.724276	0.021746	0.724898	0.020902
57	0.010546	0.732582	0.020603	0.735503	0.020972	0.735557	0.020211
58	0.000703	0.739364	0.019315	0.741193	0.022270	0.741429	0.021376
59	0.034100	0.739454	0.019341	0.744059	0.022477	0.744189	0.021381
60	0.007382	0.745125	0.018963	0.750092	0.022266	0.750057	0.021029
61	0.041483	0.742117	0.019450	0.747205	0.022923	0.747237	0.020763
62	0.004394	0.742691	0.019390	0.748688	0.022509	0.748267	0.020108
63	0.025663	0.744775	0.018952	0.748431	0.022678	0.747623	0.018908
64	0.007910	0.751390	0.019972	0.750992	0.022430	0.750447	0.018030
65	0.000175	0.748123	0.019985	0.747931	0.022140	0.747142	0.017674
66	0.007382	0.741954	0.019923	0.742138	0.022547	0.741701	0.017517
67	0.000878	0.739678	0.020079	0.738540	0.024054	0.738193	0.017068
68	0.004570	0.739166	0.020199	0.739676	0.023896	0.739542	0.017244
69	0.009667	0.734231	0.021254	0.734484	0.023707	0.734577	0.018519
70	0.019862	0.721334	0.022206	0.721545	0.025081	0.721614	0.019165
71	0.027245	0.714686	0.022375	0.714791	0.025736	0.714762	0.019329
72	0.024960	0.716961	0.023085	0.716055	0.024674	0.715285	0.018872
73	0.002988	0.713166	0.022641	0.711869	0.024824	0.711796	0.019272
74	0.009667	0.698523	0.023586	0.694910	0.025200	0.694839	0.019604
75	0.025312	0.709333	0.023141	0.704698	0.024609	0.704698	0.019512
76	0.004746	0.704781	0.022323	0.703893	0.025679	0.703912	0.020634
77	0.011601	0.702428	0.022419	0.701085	0.025945	0.700932	0.020881
78	0.000703	0.702476	0.022511	0.699366	0.026090	0.699371	0.021424
79	0.000175	0.698304	0.023089	0.697432	0.026227	0.697615	0.021998
80	0.019687	0.698902	0.021948	0.699688	0.026086	0.699889	0.022200
81	0.001933	0.707219	0.021084	0.707353	0.025375	0.707505	0.022468
82	0.023202	0.700957	0.022357	0.701942	0.025326	0.701976	0.022583
83	0.019862	0.702942	0.022412	0.704939	0.024172	0.704844	0.021365
84	0.004042	0.698940	0.022300	0.701731	0.024080	0.701821	0.021359
85	0.016698	0.694991	0.022028	0.697018	0.024134	0.697162	0.021616
86	0.009492	0.693463	0.023186	0.694200	0.024018	0.693878	0.021591
87	0.034100	0.692911	0.023086	0.694058	0.022687	0.693997	0.021449
88	0.011074	0.691216	0.022475	0.693775	0.022851	0.693576	0.021088
89	0.000527	0.691859	0.023924	0.696805	0.023723	0.697960	0.022142
90	0.000527	0.689065	0.024380	0.691571	0.023818	0.692660	0.022471
91	0.009843	0.691851	0.024844	0.696432	0.023664	0.697490	0.023071
92	0.015644	0.693162	0.024809	0.696364	0.023489	0.697453	0.023104
93	0.001757	0.691870	0.025778	0.695322	0.022685	0.695908	0.023296
94	0.009140	0.687629	0.026102	0.691639	0.022696	0.691625	0.024941
95	0.006152	0.695097	0.025682	0.698830	0.022062	0.699012	0.025041
96	0.010019	0.699384	0.025084	0.703480	0.021747	0.703562	0.024299
97	0.002636	0.696272	0.025518	0.702025	0.020977	0.701740	0.023289
98	0.009843	0.704707	0.025311	0.711278	0.020513	0.710297	0.023044
99	0.005800	0.700598	0.024503	0.706086	0.021617	0.704802	0.022373
100	0.005449	0.702635	0.024683	0.709628	0.021135	0.708412	0.022038
POPULACAO		ESP(r)	VAR(r)	ESP(r)	VAR(r)	ESP(r)	VAR(r)
1.000000		0.715805	0.022134	0.716794	0.02178	0.716671	0.02096

TABELA 5.2 - DISTRIBUICAO ANOSTRAL DO ESTIMADOR-RAZAO E DA SUA VARIANCIA PARA A POPULACAO 2

AMOSTRAS	PROBABILIDADE	PAI		S & V		SILVA	
		r	var(r)	r	var(r)	r	var(r)
1	0,001582	0,540625	0,019380	0,539346	0,014458	0,538773	0,016864
2	0,017226	0,525828	0,019006	0,525003	0,014717	0,524184	0,016183
3	0,008964	0,503278	0,018382	0,503787	0,014764	0,503011	0,015896
4	0,003164	0,487630	0,017744	0,488207	0,013936	0,487431	0,016145
5	0,007382	0,511390	0,017530	0,511504	0,014165	0,510883	0,016579
6	0,030936	0,513870	0,017535	0,511603	0,014100	0,511065	0,016389
7	0,004570	0,511257	0,018336	0,507693	0,015134	0,506957	0,016550
8	0,016523	0,521156	0,018475	0,518819	0,015168	0,518087	0,016772
9	0,014941	0,522856	0,018716	0,520643	0,015163	0,519949	0,016702
10	0,003867	0,507039	0,018024	0,505616	0,015618	0,504982	0,016903
11	0,005624	0,506745	0,017910	0,506310	0,016003	0,506313	0,015660
12	0,034100	0,505124	0,017791	0,506100	0,016114	0,505916	0,016197
13	0,000878	0,507176	0,018925	0,504232	0,016248	0,503734	0,016193
14	0,010370	0,505323	0,018825	0,502202	0,016272	0,502039	0,016821
15	0,007558	0,489885	0,017664	0,487726	0,016158	0,487588	0,016003
16	0,009492	0,495558	0,018363	0,492114	0,015350	0,491818	0,015541
17	0,001757	0,483945	0,019405	0,481401	0,015755	0,481278	0,017223
18	0,007382	0,480789	0,019578	0,480899	0,015792	0,480663	0,017901
19	0,000878	0,499874	0,019743	0,499187	0,015881	0,498581	0,018000
20	0,000703	0,522450	0,020176	0,522423	0,016212	0,521418	0,019006
21	0,001933	0,535444	0,019528	0,535780	0,016553	0,534896	0,019617
22	0,014413	0,534821	0,019555	0,534917	0,016213	0,534541	0,018919
23	0,006152	0,538831	0,019687	0,538318	0,015656	0,538159	0,018809
24	0,013710	0,514386	0,019205	0,514203	0,015529	0,514568	0,018646
25	0,041132	0,494813	0,019710	0,495086	0,015879	0,495265	0,018308
26	0,003867	0,520372	0,018776	0,520424	0,015006	0,520808	0,017248
27	0,009667	0,524709	0,017995	0,522272	0,014961	0,522392	0,018365
28	0,001406	0,527043	0,017934	0,522970	0,015410	0,522934	0,018178
29	0,004570	0,524035	0,016953	0,521412	0,014544	0,521425	0,017778
30	0,023554	0,512540	0,016533	0,508606	0,014322	0,508628	0,017248
31	0,008085	0,504956	0,015927	0,502092	0,014656	0,501846	0,018123
32	0,001406	0,507590	0,015767	0,504160	0,014969	0,503885	0,018717
33	0,011425	0,528885	0,015950	0,524437	0,015341	0,524601	0,019112
34	0,005976	0,527356	0,015764	0,523445	0,015559	0,523110	0,018972
35	0,000703	0,531817	0,015953	0,527110	0,015583	0,526944	0,019021
36	0,008964	0,540061	0,016633	0,534317	0,017160	0,534564	0,020154
37	0,001230	0,542204	0,015756	0,536688	0,016684	0,536853	0,019151
38	0,001230	0,527292	0,015414	0,521711	0,016289	0,521989	0,018648
39	0,010898	0,503722	0,015589	0,498792	0,016510	0,499217	0,018190
40	0,001582	0,531114	0,015931	0,526660	0,016567	0,526850	0,018250
41	0,038319	0,506738	0,014560	0,505611	0,015887	0,506250	0,017960
42	0,000175	0,486027	0,014469	0,484527	0,015665	0,485177	0,017108
43	0,004570	0,512079	0,014605	0,511046	0,015509	0,511643	0,017198
44	0,017929	0,535000	0,014912	0,534429	0,015529	0,534822	0,017919
45	0,002812	0,515016	0,015054	0,514289	0,015276	0,514737	0,017947
46	0,001933	0,494665	0,015025	0,495265	0,015515	0,496266	0,017608
47	0,009492	0,494195	0,014829	0,494841	0,016278	0,496679	0,017810
48	0,005976	0,514849	0,014232	0,515087	0,015900	0,517439	0,018410
49	0,012656	0,485157	0,014679	0,485508	0,016238	0,487797	0,018790
50	0,012480	0,462629	0,014818	0,464128	0,016205	0,466553	0,017338

TABELA 5.2 - DISTRIBUICAO AMOSTRAL DO ESTIMADOR-RAZAO E DA SUA VARIANCIA PARA A POPULACAO 2 (Conclusao)

AMOSTRAS	PROBABILIDADE	PAI		S & V		SILVA	
		r	var(r)	r	var(r)	r	var(r)
51	0,004570	0,466697	0,015524	0,468246	0,016001	0,470445	0,016740
52	0,007382	0,476682	0,014956	0,477571	0,015315	0,479853	0,015850
53	0,007382	0,501463	0,015918	0,503000	0,015691	0,505252	0,016507
54	0,000351	0,478176	0,016011	0,479376	0,015889	0,481496	0,016800
55	0,009492	0,474087	0,015613	0,475637	0,015721	0,477673	0,016687
56	0,005097	0,471460	0,015840	0,473336	0,016363	0,475541	0,016374
57	0,010546	0,496763	0,016155	0,498544	0,016461	0,500183	0,016010
58	0,000703	0,514836	0,015776	0,515848	0,017397	0,517283	0,017161
59	0,034100	0,527849	0,015496	0,529740	0,016181	0,530687	0,016551
60	0,007382	0,533520	0,015119	0,535773	0,015970	0,536554	0,016199
61	0,041483	0,554351	0,015884	0,556293	0,017054	0,556840	0,016350
62	0,004394	0,554926	0,015825	0,557777	0,016640	0,557870	0,015695
63	0,025663	0,541396	0,015024	0,543523	0,016723	0,543402	0,014796
64	0,007910	0,548010	0,016043	0,546084	0,016474	0,546225	0,013919
65	0,000175	0,542671	0,015683	0,541435	0,016412	0,541374	0,013176
66	0,007382	0,515909	0,015290	0,515275	0,015823	0,515247	0,012390
67	0,000878	0,513633	0,015446	0,511677	0,017330	0,511739	0,011941
68	0,004570	0,513121	0,015566	0,512813	0,017172	0,513088	0,012116
69	0,009667	0,508186	0,016621	0,507621	0,016983	0,508123	0,013391
70	0,019862	0,478984	0,017022	0,478236	0,017304	0,478747	0,013745
71	0,027245	0,472335	0,017191	0,471482	0,017959	0,471896	0,013908
72	0,024960	0,474610	0,017901	0,472746	0,016897	0,472419	0,013452
73	0,002988	0,470816	0,017457	0,468559	0,017047	0,468929	0,013852
74	0,009667	0,442387	0,017452	0,439554	0,017215	0,439890	0,013821
75	0,025312	0,467780	0,017227	0,463968	0,017008	0,463975	0,014028
76	0,004746	0,463229	0,016409	0,463164	0,018078	0,463189	0,015150
77	0,011601	0,463469	0,016358	0,462974	0,018101	0,462981	0,014985
78	0,000703	0,463517	0,016450	0,461256	0,018246	0,461420	0,015528
79	0,000175	0,479508	0,017109	0,478279	0,018928	0,478349	0,016426
80	0,019687	0,480106	0,015968	0,480536	0,018787	0,480623	0,016628
81	0,001933	0,507276	0,016065	0,507409	0,019051	0,507343	0,017079
82	0,023202	0,501014	0,017338	0,501998	0,019002	0,501813	0,017194
83	0,019862	0,502999	0,017393	0,504995	0,017848	0,504682	0,015976
84	0,004042	0,498997	0,017280	0,501786	0,017757	0,501658	0,015970
85	0,016698	0,495047	0,017009	0,497074	0,017810	0,497000	0,016227
86	0,009492	0,493520	0,018167	0,494255	0,017694	0,493715	0,016202
87	0,034100	0,492968	0,018066	0,494113	0,016364	0,493834	0,016060
88	0,011074	0,511283	0,017801	0,514393	0,016468	0,514260	0,016418
89	0,000527	0,512989	0,017934	0,515481	0,016018	0,515414	0,016693
90	0,000527	0,489915	0,018019	0,490230	0,015721	0,490290	0,016341
91	0,009843	0,490211	0,018272	0,490468	0,015797	0,490592	0,016304
92	0,015644	0,491523	0,018237	0,490400	0,015622	0,490555	0,016337
93	0,001757	0,510824	0,019538	0,509726	0,015813	0,509697	0,017158
94	0,009140	0,506583	0,019862	0,506043	0,015824	0,505414	0,018803
95	0,006152	0,532525	0,019829	0,531254	0,015877	0,530886	0,018997
96	0,010019	0,536812	0,019231	0,535904	0,015563	0,535435	0,018254
97	0,002636	0,517718	0,018687	0,516616	0,014328	0,516424	0,017135
98	0,009843	0,540689	0,018776	0,540008	0,014745	0,539375	0,018161
99	0,005800	0,519750	0,017940	0,518895	0,014529	0,518387	0,017492
100	0,005449	0,517633	0,019019	0,516550	0,014239	0,515884	0,016730
POPULACAO		ESP(r)	VAR(r)	ESP(r)	VAR(r)	ESP(r)	VAR(r)
1,000000		0,506092	0,017102	0,505661	0,016222	0,505840	0,016538

TABELA 5.3 - DISTRIBUICAO ANOSTRAL DO ESTIMADOR-RAZAO E DA SUA VARIANCIA PARA A POPULACAO 3

ANOSTRAS	PROBABILIDADE	PAI		S & V		SILVA	
		r	var(r)	r	var(r)	r	var(r)
1	0,001582	0,496490	0,029581	0,497974	0,026797	0,499200	0,025961
2	0,017226	0,493935	0,030569	0,495094	0,025991	0,496775	0,024226
3	0,008964	0,489730	0,029387	0,492442	0,027235	0,494103	0,024491
4	0,003164	0,482570	0,030189	0,485833	0,027598	0,487255	0,022540
5	0,007382	0,484518	0,030461	0,487091	0,028066	0,488614	0,022708
6	0,030936	0,474613	0,029941	0,479725	0,027901	0,480891	0,023598
7	0,004570	0,470676	0,031230	0,476915	0,028568	0,477951	0,023566
8	0,016523	0,476294	0,029722	0,483624	0,028398	0,484762	0,023902
9	0,014941	0,486119	0,031839	0,491911	0,028434	0,492921	0,024105
10	0,003867	0,483947	0,031985	0,490579	0,028195	0,491763	0,023821
11	0,005624	0,486664	0,032238	0,492393	0,028290	0,493165	0,024192
12	0,034100	0,485510	0,032714	0,492794	0,027406	0,493308	0,024259
13	0,000878	0,487176	0,032756	0,494021	0,027379	0,494211	0,024860
14	0,010370	0,480377	0,032980	0,489008	0,027528	0,489047	0,025450
15	0,007558	0,481376	0,032902	0,489341	0,026301	0,488972	0,024476
16	0,009492	0,488536	0,033354	0,495123	0,026736	0,494823	0,024490
17	0,001757	0,485489	0,033739	0,492906	0,027297	0,492545	0,024678
18	0,007382	0,491649	0,034049	0,497873	0,027805	0,497921	0,024685
19	0,000878	0,495873	0,035973	0,500857	0,027874	0,500774	0,024660
20	0,000703	0,505195	0,036665	0,509859	0,028323	0,509665	0,025056
21	0,001933	0,510495	0,034565	0,514333	0,028580	0,513803	0,024654
22	0,014413	0,514575	0,035148	0,515905	0,027319	0,515350	0,024953
23	0,006152	0,516563	0,034601	0,518150	0,026510	0,517447	0,025305
24	0,013710	0,502273	0,035177	0,505357	0,026468	0,504322	0,024829
25	0,041132	0,501839	0,034795	0,506333	0,026221	0,505346	0,024715
26	0,003867	0,509815	0,033412	0,513871	0,026366	0,512799	0,024650
27	0,009667	0,520655	0,032863	0,524797	0,026023	0,523669	0,024280
28	0,001406	0,520091	0,033041	0,524681	0,026335	0,523330	0,024339
29	0,004570	0,517430	0,031365	0,522527	0,025889	0,520336	0,025387
30	0,023554	0,517756	0,031472	0,520965	0,026316	0,518881	0,025471
31	0,008085	0,513049	0,031624	0,517496	0,025803	0,515396	0,025245
32	0,001406	0,511329	0,030965	0,515871	0,026860	0,513499	0,025638
33	0,011425	0,521511	0,030809	0,524824	0,026407	0,522833	0,025853
34	0,005976	0,517427	0,030826	0,521839	0,025941	0,519553	0,026254
35	0,000703	0,517502	0,029565	0,520168	0,026057	0,517875	0,026874
36	0,008964	0,510359	0,029981	0,516321	0,026103	0,513709	0,025857
37	0,001230	0,515348	0,029668	0,520369	0,026942	0,518156	0,024994
38	0,001230	0,512705	0,030173	0,517679	0,027056	0,515767	0,025677
39	0,010898	0,511633	0,029653	0,515648	0,026875	0,514084	0,026412
40	0,001582	0,517225	0,029919	0,521346	0,027037	0,519855	0,027075
41	0,038319	0,503079	0,029150	0,509242	0,026963	0,508065	0,026428
42	0,000175	0,497966	0,028711	0,504493	0,026055	0,503423	0,026403
43	0,004570	0,509905	0,028183	0,517147	0,025526	0,516305	0,026503
44	0,017929	0,522125	0,028178	0,527585	0,025468	0,526761	0,026015
45	0,002812	0,516716	0,028654	0,521064	0,026643	0,521015	0,025935
46	0,001933	0,509407	0,026934	0,512706	0,026837	0,513035	0,025855
47	0,009492	0,512663	0,026482	0,515359	0,026969	0,515416	0,025717
48	0,005976	0,517129	0,026733	0,519687	0,026860	0,519937	0,026065
49	0,012656	0,506884	0,028655	0,509928	0,027295	0,509977	0,026512
50	0,012480	0,503701	0,028260	0,505470	0,027091	0,504823	0,027138

TABELA 5.3 - DISTRIBUICAO AMOSTRAL DO ESTIMADOR-RAZAO E DA SUA VARIANCIA PARA A POPULACAO 3 (Conclusao)

AMOSTRAS	PROBABILIDADE	PAI		S & V		SILVA	
		r	var(r)	r	var(r)	r	var(r)
51	0,004570	0,511516	0,028568	0,511752	0,026955	0,511138	0,026433
52	0,007382	0,520589	0,027535	0,519570	0,026557	0,519010	0,025650
53	0,007382	0,524269	0,027651	0,525484	0,026156	0,525133	0,026104
54	0,000351	0,515460	0,027750	0,516209	0,025549	0,515890	0,026695
55	0,009492	0,510054	0,026532	0,511085	0,026258	0,510661	0,026442
56	0,005097	0,513562	0,026610	0,514198	0,026227	0,513800	0,026247
57	0,010546	0,526216	0,026580	0,525604	0,026043	0,525172	0,025796
58	0,000703	0,530544	0,026006	0,531550	0,025483	0,531496	0,026044
59	0,034100	0,537648	0,025861	0,537577	0,025477	0,537825	0,026600
60	0,007382	0,539379	0,026819	0,540878	0,025253	0,540883	0,027602
61	0,041483	0,548658	0,027310	0,548881	0,025581	0,548800	0,029456
62	0,004394	0,550038	0,026924	0,551243	0,025418	0,551035	0,029347
63	0,025663	0,554355	0,026627	0,554480	0,025258	0,554505	0,029653
64	0,007910	0,552771	0,025957	0,552127	0,024794	0,552248	0,028397
65	0,000175	0,549507	0,025420	0,548580	0,024423	0,548537	0,028679
66	0,007382	0,547636	0,025718	0,546305	0,023147	0,546548	0,028288
67	0,000878	0,545257	0,026001	0,544123	0,023405	0,544216	0,028786
68	0,004570	0,542304	0,025309	0,540948	0,023783	0,541081	0,029216
69	0,009667	0,543906	0,024530	0,541912	0,024172	0,541859	0,030107
70	0,019862	0,530924	0,024636	0,530947	0,024362	0,531190	0,030127
71	0,027245	0,527503	0,024627	0,526230	0,024595	0,526753	0,029877
72	0,024960	0,527460	0,027238	0,525092	0,024205	0,525799	0,029250
73	0,002988	0,534968	0,026314	0,532595	0,022931	0,533368	0,028249
74	0,009667	0,532323	0,024562	0,529023	0,022577	0,530149	0,026297
75	0,025312	0,533546	0,024456	0,531791	0,021788	0,532428	0,026124
76	0,004746	0,532512	0,025128	0,531910	0,022225	0,532345	0,026363
77	0,011601	0,524942	0,025424	0,526071	0,022562	0,527231	0,025438
78	0,000703	0,525149	0,025598	0,527137	0,022702	0,527851	0,027394
79	0,000175	0,523981	0,026384	0,527544	0,023142	0,527678	0,026434
80	0,019687	0,515640	0,026238	0,520807	0,023289	0,520763	0,026288
81	0,001933	0,522601	0,025577	0,526402	0,022788	0,526221	0,027071
82	0,023202	0,511101	0,025429	0,513731	0,023073	0,513621	0,027013
83	0,019862	0,513713	0,026043	0,515236	0,022243	0,514689	0,026101
84	0,004042	0,501851	0,026598	0,502577	0,022340	0,502160	0,025925
85	0,016698	0,493136	0,026312	0,495162	0,022991	0,494661	0,026320
86	0,009492	0,484150	0,027040	0,486042	0,024125	0,485364	0,027134
87	0,034100	0,479325	0,026846	0,481101	0,024878	0,480506	0,027419
88	0,011074	0,488968	0,026796	0,489562	0,024439	0,489110	0,027427
89	0,000527	0,490626	0,026742	0,491693	0,024535	0,491423	0,027281
90	0,000527	0,490884	0,026672	0,489594	0,024848	0,489410	0,027377
91	0,009843	0,485423	0,027522	0,485445	0,025840	0,484898	0,027970
92	0,015644	0,492939	0,027620	0,491326	0,025835	0,490873	0,028480
93	0,001757	0,494175	0,026893	0,492376	0,027085	0,492563	0,030189
94	0,009140	0,499287	0,027204	0,498437	0,027334	0,499258	0,030331
95	0,006152	0,506241	0,028025	0,505557	0,027626	0,506368	0,030478
96	0,010019	0,503953	0,027917	0,503215	0,027275	0,504479	0,028146
97	0,002636	0,498844	0,027377	0,497709	0,027293	0,499004	0,028127
98	0,009843	0,499685	0,027130	0,500231	0,028180	0,501163	0,027918
99	0,005800	0,496590	0,027608	0,497993	0,028215	0,498776	0,027029
100	0,005449	0,487838	0,029082	0,489862	0,028143	0,490805	0,026973
POPULACAO		ESP(r)	VAR(r)	ESP(r)	VAR(r)	ESP(r)	VAR(r)
1,000000		0,510654	0,028642	0,512979	0,025742	0,512865	0,026515

TABELA 5.4 - DISTRIBUICAO AMOSTRAL DO ESTIMADOR-RAZAO E DA SUA VARIANCIA PARA A POPULACAO 4

ANOSTRAS	PROBABILIDADE	PAI		S & V		SILVA	
		r	var(r)	r	var(r)	r	var(r)
1	0,001582	0,951205	0,006718	0,954494	0,004712	0,955089	0,004087
2	0,017226	0,951647	0,006664	0,955111	0,004635	0,955703	0,004021
3	0,008964	0,951647	0,006664	0,955111	0,004635	0,955703	0,004021
4	0,003164	0,953003	0,006153	0,956424	0,004619	0,956843	0,003925
5	0,007382	0,948080	0,006743	0,952181	0,004870	0,952659	0,004319
6	0,030936	0,948080	0,006743	0,952181	0,004870	0,952659	0,004319
7	0,004570	0,948596	0,006677	0,952679	0,004806	0,953106	0,004271
8	0,016523	0,944314	0,006982	0,947431	0,004884	0,948043	0,004620
9	0,014941	0,946006	0,006698	0,948218	0,004838	0,948794	0,004573
10	0,003867	0,945450	0,006751	0,948516	0,004805	0,949134	0,004533
11	0,005624	0,944964	0,006813	0,947741	0,004897	0,948324	0,004648
12	0,034100	0,939506	0,007097	0,942705	0,005625	0,942978	0,005051
13	0,000878	0,941752	0,006933	0,945031	0,005470	0,945354	0,004719
14	0,010370	0,945555	0,006713	0,948587	0,005010	0,948901	0,004517
15	0,007558	0,945555	0,006713	0,948587	0,005010	0,948901	0,004517
16	0,009492	0,950695	0,005918	0,953040	0,004477	0,953388	0,004338
17	0,001757	0,950819	0,005905	0,953348	0,004448	0,953639	0,004355
18	0,007382	0,950279	0,005973	0,952694	0,004528	0,953025	0,004420
19	0,000878	0,947281	0,006241	0,949354	0,004852	0,949823	0,004704
20	0,000703	0,947787	0,006203	0,949762	0,004823	0,950147	0,004709
21	0,001933	0,944502	0,006492	0,946918	0,004943	0,947499	0,004893
22	0,014413	0,944807	0,006415	0,947629	0,005272	0,948165	0,005488
23	0,006152	0,947522	0,005618	0,950010	0,005102	0,950618	0,005259
24	0,013710	0,949423	0,005552	0,951339	0,004923	0,951842	0,005109
25	0,041132	0,949423	0,005552	0,951339	0,004923	0,951842	0,005109
26	0,003867	0,949423	0,005552	0,951339	0,004923	0,951842	0,005109
27	0,009667	0,951754	0,004954	0,952619	0,004492	0,953143	0,004749
28	0,001406	0,951930	0,004932	0,952933	0,004458	0,953460	0,004733
29	0,004570	0,946858	0,005042	0,947374	0,005013	0,947934	0,005340
30	0,023554	0,951593	0,004679	0,952969	0,004896	0,953357	0,004959
31	0,008085	0,947702	0,004905	0,949069	0,005357	0,949338	0,005386
32	0,001406	0,951597	0,004275	0,953065	0,004887	0,953260	0,004857
33	0,011425	0,951894	0,004265	0,952815	0,004910	0,953231	0,005168
34	0,005976	0,956234	0,003694	0,956486	0,004654	0,956788	0,004615
35	0,000703	0,956234	0,003694	0,956486	0,004654	0,956788	0,004615
36	0,008964	0,956234	0,003694	0,956486	0,004654	0,956788	0,004615
37	0,001230	0,955115	0,003816	0,955336	0,004778	0,955670	0,004691
38	0,001230	0,958005	0,003628	0,957855	0,004814	0,958010	0,004538
39	0,010898	0,962928	0,003038	0,962098	0,004563	0,962194	0,004144
40	0,001582	0,960112	0,003175	0,959539	0,004810	0,959648	0,004918
41	0,038319	0,958481	0,003324	0,958171	0,004946	0,958401	0,005013
42	0,000175	0,959689	0,003205	0,959264	0,004828	0,959484	0,004888
43	0,004570	0,960642	0,002963	0,960262	0,004727	0,960402	0,004827
44	0,017929	0,957982	0,003233	0,957101	0,004986	0,957255	0,004988
45	0,002812	0,962760	0,003163	0,962152	0,004495	0,962302	0,004436
46	0,001933	0,965236	0,002962	0,964866	0,004229	0,964749	0,004213
47	0,009492	0,961036	0,003276	0,961477	0,004678	0,961252	0,004487
48	0,005976	0,960409	0,003354	0,960643	0,004776	0,960332	0,004692
49	0,012656	0,959957	0,003413	0,960296	0,004816	0,959973	0,004723
50	0,012480	0,962683	0,003115	0,963239	0,004626	0,962882	0,004589

TABELA 5.4 - DISTRIBUICAO AMOSTRAL DO ESTIMADOR-RAZAO E DA SUA VARIANCIA PARA A POPULACAO 4 (Conclusao)

AMOSTRAS	PROBABILIDADE	PAI		S & V		SILVA	
		r	var(r)	r	var(r)	r	var(r)
51	0,004570	0,961794	0,003245	0,962489	0,004673	0,962143	0,004650
52	0,007382	0,967252	0,002960	0,967524	0,003945	0,967488	0,004247
53	0,007382	0,967252	0,002960	0,967524	0,003945	0,967488	0,004247
54	0,000351	0,968033	0,002881	0,968177	0,003884	0,968105	0,004215
55	0,009492	0,969346	0,002746	0,969182	0,003747	0,969202	0,004128
56	0,005097	0,969506	0,002727	0,969271	0,003738	0,969243	0,004119
57	0,010546	0,970281	0,002634	0,970034	0,003658	0,970115	0,004039
58	0,000703	0,969676	0,002708	0,969200	0,003756	0,969266	0,004165
59	0,034100	0,969676	0,002708	0,969200	0,003756	0,969266	0,004165
60	0,007382	0,972263	0,002634	0,971678	0,003160	0,971587	0,003574
61	0,041483	0,970770	0,003152	0,970131	0,003179	0,970085	0,003675
62	0,004394	0,971725	0,003072	0,971486	0,003081	0,971275	0,003313
63	0,025663	0,972224	0,003009	0,972104	0,003004	0,971926	0,003209
64	0,007910	0,973132	0,003348	0,972976	0,002663	0,972734	0,002950
65	0,000175	0,974164	0,003234	0,973720	0,002580	0,973446	0,002873
66	0,007382	0,973737	0,003287	0,972738	0,002679	0,972449	0,002979
67	0,000878	0,977027	0,002943	0,976431	0,002366	0,976164	0,002784
68	0,004570	0,977027	0,002943	0,976431	0,002366	0,976164	0,002784
69	0,009667	0,976585	0,002997	0,975813	0,002442	0,975551	0,002849
70	0,019862	0,973581	0,003417	0,974021	0,002626	0,973702	0,002983
71	0,027245	0,969196	0,003710	0,969632	0,003184	0,969337	0,003301
72	0,024960	0,973883	0,003333	0,973796	0,002642	0,973644	0,002912
73	0,002988	0,973795	0,003707	0,974399	0,002466	0,974165	0,002196
74	0,009667	0,974812	0,003607	0,974366	0,002421	0,974190	0,002132
75	0,025312	0,971096	0,004233	0,971855	0,002637	0,971735	0,002392
76	0,004746	0,973411	0,003750	0,973842	0,002614	0,973862	0,002349
77	0,011601	0,972781	0,003824	0,973310	0,002669	0,973294	0,002384
78	0,000703	0,972781	0,003824	0,973310	0,002669	0,973294	0,002384
79	0,000175	0,970067	0,004622	0,970929	0,002839	0,970841	0,002612
80	0,019687	0,969470	0,004574	0,970929	0,002825	0,970989	0,002557
81	0,001933	0,969470	0,004574	0,970929	0,002825	0,970989	0,002557
82	0,023202	0,966884	0,004651	0,968377	0,002984	0,968375	0,002823
83	0,019862	0,967490	0,004578	0,969211	0,002886	0,969224	0,002696
84	0,004042	0,962433	0,005474	0,964988	0,003507	0,965015	0,003190
85	0,016698	0,957672	0,006218	0,961100	0,003967	0,961100	0,003312
86	0,009492	0,960470	0,005720	0,962532	0,003951	0,962566	0,003328
87	0,034100	0,960470	0,005720	0,962532	0,003951	0,962566	0,003328
88	0,011074	0,958635	0,005833	0,960633	0,004051	0,960589	0,003621
89	0,000527	0,958635	0,005833	0,960633	0,004051	0,960589	0,003621
90	0,000527	0,960334	0,005727	0,961699	0,003982	0,961506	0,003543
91	0,009843	0,959682	0,005932	0,961813	0,004009	0,961707	0,003528
92	0,015644	0,957005	0,006091	0,959721	0,004267	0,959610	0,003759
93	0,001757	0,957431	0,006037	0,960702	0,004168	0,960607	0,003653
94	0,009140	0,961669	0,005345	0,963839	0,003895	0,963818	0,003333
95	0,006152	0,957666	0,005873	0,960666	0,004087	0,960764	0,003842
96	0,010019	0,957043	0,005948	0,959739	0,004194	0,959862	0,003929
97	0,002636	0,955996	0,006023	0,959280	0,004243	0,959538	0,003925
98	0,009843	0,953419	0,006078	0,956616	0,004367	0,956957	0,003935
99	0,005800	0,956044	0,005997	0,959261	0,004199	0,959775	0,003519
100	0,005449	0,954806	0,006127	0,957982	0,004307	0,958532	0,003613
POPULACAO		ESP(r)	VAR(r)	ESP(r)	VAR(r)	ESP(r)	VAR(r)
1,000000		0,959792	0,004689	0,961088	0,004069	0,961218	0,003979

**QUADRO 5.5-VICIO DO ESTIMADOR-RAZAO SEGUNDO O METODO DE AMOSTRAGEM
PARA AS 4 POPULACOES**

	PAI	S & Y	SILVA
POPULACAO 1	-0,000979	0,000010	-0,000113
POPULACAO 2	-0,013054	-0,013485	-0,013306
POPULACAO 3	-0,004613	-0,002288	-0,002402
POPULACAO 4	0,002424	0,003720	0,003850

**QUADRO 5.6-ERRO QUADRATICO MEDIO DO ESTIMADOR-RAZAO SEGUNDO O METODO DE
AMOSTRAGEM PARA AS 4 POPULACOES**

	PAI	S & V	SILVA
POPULACAO 1	0,022135	0,021780	0,020960
POPULACAO 2	0,017272	0,016404	0,016715
POPULACAO 3	0,028663	0,025747	0,026521
POPULACAO 4	0,004695	0,004083	0,003994

QUADRO 5.7 - TESTE DE KRUSKAL-WALLIS

DIFERENÇA/METODO

METODO	NUMERO DE CASOS	POSTO MEDIO

PAI	334	499,10
S & V	334	502,19
SILVA	334	503,21

Qui-quadrado		0,0365
Nivel descritivo		0,9819

QUADRO 5.8- TESTE DE KRUSKAL-WALLIS

DIFERENCA/METODO/TAXA DE RESPOSTA

TAXA DE RESPOSTA	NUMERO DE CASOS			POSTO MEDIO		
	PAI	S & V	SILVA	PAI	S & V	SILVA
0,95	110	110	110	479,15	447,90	450,75
0,90	104	104	104	492,23	511,94	513,49
0,85	83	83	83	525,83	530,49	534,75
0,80	37	37	37	517,78	572,66	559,53

Qui-Quadrado 14.5977

Nivel descritivo 0.2017

QUADRO 5.9 -TESTE DE KRUSKAL-WALLIS

DIFERENCA/METODO/COBERTURA VACINAL

COBERTURA VACINAL	NUMERO DE CASOS			POSTO MEDIO		
	PAI	S & V	SILVA	PAI	S & V	SILVA
0,034483 - 0,227587	29	29	29	568,14	573,71	591,76
0,227588 - 0,420691	27	27	27	409,06	534,26	525,43
0,420692 - 0,613795	64	64	64	461,81	514,31	502,85
0,613796 - 0,806899	88	88	88	526,66	460,90	468,06
0,806900 - 1,000000	126	126	126	502,20	501,53	502,80

Qui-Quadrado 14.3631

Nivel descritivo 0.4230

QUADRO 5.10-TESTE DE KRUSKAL-WALLIS

DIFERENÇA/METODO/DENSIDADE INTRADOMICILIAR DE CRIANÇAS

DENSIDADE INTRADOMICILIAR DE CRIANÇAS	NÚMERO DE CASOS			POSTO MÉDIO		
	PAI	S & V	SILVA	PAI	S & V	SILVA
0,0716670 - 0,1060002	45	45	45	504,49	465,59	472,69
0,1060003 - 0,1403334	163	163	163	489,08	494,48	497,35
0,1403335 - 0,1746666	101	101	101	492,91	499,00	502,60
0,1746667 - 0,2089998	24	24	24	570,46	624,33	594,33
0,2089999 - 0,243333	1	1	1	803,00	797,00	706,00

Qui-Quadrado 12.4619

Nível descritivo 0.5693

QUADRO 5.11-TESTE DE KRUSKAL-WALLIS

DIFERENÇA/METODO/TAMANHO DO CONGLOMERADO

TAMANHO DO CONGLOMERADO	NÚMERO DE CASOS			POSTO MÉDIO		
	PAI	S & V	SILVA	PAI	S & V	SILVA
200	75	75	75	505,71	534,44	528,59
300	107	107	107	501,86	456,36	457,85
450	88	88	88	505,41	491,14	495,47
600	64	64	64	478,07	556,21	559,95

Qui-Quadrado 12.1751

Nível descritivo 0.3506

QUADRO 5.12-NUMERO MEDIO, MAXIMO E MINIMO DE DOMICILIOS PERCORRIDOS SEGUNDO O TAMANHO DO CONGLOMERADO PARA OBTENIR UMA SUBAMOSTRA DE SETE CRIANCAS PELO METODO PAI PARA CADA POPULACAO

TAMANHO DO CONGLOMERADO		POPULACAO 1	POPULACAO 2	POPULACAO 3	POPULACAO 4
200	MEDIA	58,9365	56,3675	58,4647	59,1534
	MAXIMO	133	133	119	146
	MINIMO	9	9	13	11
300	MEDIA	57,5287	56,9635	58,2620	58,7009
	MAXIMO	142	142	173	165
	MINIMO	7	9	10	9
450	MEDIA	62,2924	62,9112	61,2144	62,0672
	MAXIMO	197	197	179	164
	MINIMO	9	8	6	10
600	MEDIA	61,2237	59,7042	60,2172	61,7665
	MAXIMO	164	164	196	158
	MINIMO	10	10	10	13

6 CONCLUSÕES

- 1) Os métodos de *Henderson e Sundaresan* e de *Szwarcwald e Valente*, embora não sejam equiprobabilísticos em condições normais, produzem resultados que não se distanciam significativamente do método de *Silva* para as diversas situações simuladas.
- 2) O método de *Henderson e Sundaresan*, que é reconhecidamente de simples aplicação e custo reduzido, é uma alternativa recomendada para levantamentos de cobertura vacinal pois se adequa perfeitamente às necessidades dos serviços de saúde dos países em desenvolvimento, que precisam de informações confiáveis, produzidas com baixo custo.

7 Referências Bibliográficas

- 1 COCHRAN, W.C. Sampling Techniques. 3rd. ed. New York, *John Wiley & Sons*, 1977.
- 2 FUNDAÇÃO IBGE. Tabulações do censo demográfico. Rio de Janeiro, 1981. (9º Recenseamento Geral do Brasil, 1980).
- 3 HASTINGS, N.A.J. & PEACOCK, J.B.. Statistical Distributions. London, *Butterworth & Co (Publishers) Ltda.*, 1975.
- 4 HENDERSON, R.H. et al. *Assessment of vaccination coverage, vaccination scar rates, and smallpox scarring in five areas of West Africa.* Bull. Wld Hlth Org., 48: 183-194, 1973.
- 5 HENDERSON, R.H. & SUNDARESAN, T. *Cluster sampling to assess immunization coverage : a review of experience with a simplified sampling method.* Bull. Wld Hlth Org., 60(2) : 253-260, 1982.
- 6 KALTON, G. Introduction to survey sampling. Beverly Hills, *Sage University*, 1983. (*Paper Series on Quantitative Application in the Social Sciences*, n. 07-035).
- 7 KISH, L. Survey Sampling. New York, *John Wiley & Sons*, 1965.
- 8 LAURENTI, R. et al. Estatísticas de saúde. 2ª ed. São Paulo, *Editora Pedagógica e Universitária Ltda.*, 1980.
- 9 LEMESHOW, S. et al. *A computer simulation of the EPI survey strategy.* Int. J. Epidem., 14: 473-481, 1985.
- 10 LEMESHOW, S. & ROBINSON, D. *Surveys to measure programme coverage and impact: a review of the methodology used by the expanded programme on immunization.* Wld Hlth Statist. Quart., 38.: 65-75, 1985.
- 11 LIGUE FRANÇAISE POUR LA PREVENTION DES MALADES INFECTIEUSES. *Réunion sur la couverture vaccinale. 5 fev. 1983. [Rapport]. Paris, 1983 [mimeografado]*

- 12 LWANGA, S.K. & ABIPROJO, N. *Immunization coverage surveys: methodological studies in Indonesia*. Bull. Wld Hlth Org., 65: 847-853, 1987.
- 13 NAKAO, N. *Avaliação da cobertura vacinal*. São Paulo, 1987. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Saúde Pública
- 14 NAYLOR, T.H. et al *Técnicas de simulação em computadores*. São Paulo, Vozes/Editora da USP, 1971
- 15 ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE. *Encuestas sobre cobertura de inmunización*. Bol. inform. PAI, 5(2): 1-2, 1983.
- 16 ROTHENBERG, R.B. et al. *Observations on the application of EPI cluster survey methods for estimating disease incidence*. Bull. Wld Hlth Org., 63(1): 93-99, 1985.
- 17 SALMASO, S. et al. *Immunization coverage in Italy*. Bull. Wld Hlth Org., 65: 841-846, 1987.
- 18 SERFLING, R. & SHERMAN, L.L. Apud HENDERSON, R.H. et al. *Assesment of vaccination coverage, vaccination scar rates, and smallpox scarring in five areas of West Africa*. Bull. Wld Hlth Org., 48: 183-194, 1973.
- 19 SIEGEL, S. Estatística não-paramétrica. São Paulo, McGraw-Hill, 1975.
- 20 SILVA, E.P. de C. *Métodos de amostragem para estimação da cobertura vacinal*. Rev. Saúde públ., São Paulo, 20: 377-84, 1986.
- 21 SZWARCWALD, C.L. & VALENTE, J.G. *Avaliação da cobertura de vacinação em Teresina Piauí (Brasil - 1983)*. Cad. Saúde públ., Rio de Janeiro, 1: 41-9, 1985.
- 22 WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Expanded Programme on Immunization. Training for mid-level managers: evaluate vaccination coverage*. Geneva, s.d.

ANEXOS

ANEXO 1

Programas para a simulação dos conglomerados e das
sub-amostras

```

10 / Programa: PROG1.BAS
20 / Distribuicao Binomial
30 /
40 COMMON BIN()
50 DIM BIN(9,9), B(9,9)
60 N=1
70 P=.6
80 B(N,0)=(1-P)^N
90 N=N+1
100 IF N>8 THEN GOTO 120
110 GOTO 80
120 N=1
130 P=.6
140 FOR L=0 TO N-1
150 V=L+1
160 B(N,V)=(B(N,L)*(N-L)*P)/((L+1)*(1-P))
170 NEXT L
180 N=N+1
190 IF N>8 THEN GOTO 210
200 GOTO 140
210 N=1
220 BIN(N,0)=B(N,0)
230 N=N+1
240 IF N>8 THEN GOTO 260
250 GOTO 220
260 N=1
270 FOR L=0 TO N-1
280 V=L+1
290 BIN(N,V)=BIN(N,L)+B(N,V)
300 NEXT L
310 N=N+1
320 IF N>8 THEN GOTO 340
330 GOTO 270
340 CHAIN "PROG2.BAS"

```

```

10 ' Primeiro Metodo: PAI
20 '
30 ' Programa: PROG2.BAS
40 '
50 COMMON BIN()
60 OPEN "O", # 1, "SIM1.DAD"
70 OPEN "O", # 2, "SIM2.DAD"
80 '
90 DIM R(700), X(700), N(130), NV(600), NN1(600), Y(100)
100 DIM NC0(600), NV0(600)
110 DIM NN(130), P(601), F(601)
120 DIM AUX(600), NC(600), MM1(600), AMS(600)
130 NORD=61
140 INPUT "C1= ", C1
150 INPUT "C2= ", C2
160 Z=17*C2
170 NN=Z-FIX(Z)
180 NM=FIX((NN*100)+1)
190 FOR J=1 TO NM
200     Y(J)=17*C1
210     R(J)=Y(J)-FIX(Y(J))
220     C1=R(J)
230 NEXT J
240 GOSUB 1210
250 GOSUB 1480
260 '
270 ' calculo da proporcao populacional
280 '
290 NCR=0
300     NCRV=0
310 FOR I=1 TO 200
320     IF MM1(I)=0 THEN GOTO 340
330     NCR=NCR+MM1(I)
340 NEXT I
350 FOR I=1 TO 200
360     NCRV=NCRV+NN1(I)
370 NEXT I
380     PP=NCRV/NCR
390 WRITE # 1, NORD
400 WRITE # 2, NORD
410     WRITE # 2, PP
420 '
430 ' gerando ausencia de resposta
440 '
450 FOR E=1 TO 10
460     GOSUB 1650
470     N(E)=R(E)
480 NEXT E
490 FOR E=1 TO 10
500     NN(E)=FIX((N(E)*200)+1)
510     AUX(N)=NN(E)
520     MM1(AUX(N))=10
530 NEXT E
540 '
550 ' gerando subamostras de criancas
560 '
570 NAMST=0
580 NDA=0:NCA0=0:NDAF=0
590 NDD=0:NCD0=0:NDFD=0

```

```

600 NTD=0:NC0=0:NDF=0:NTC=0
610   VAC=0
620 IF MM1(200)<>0 AND MM1(200)<>10 THEN GOTO 690
630 I=200
640 IF MM1(I)=0 THEN NCA0=NCA0+1:NDA=NDA+1
650 IF MM1(I)=10 THEN NDFA=NDFA+1:NDA=NDA+1
660 I=I-1
670 IF MM1(I)<>0 AND MM1(I)<>10 THEN GOTO 690
680 GOTO 640
690 I=1
700 NDA=NDA+1
710 FOR A=1 TO 7
720   AMS(A)=0
730 NEXT A
740 A=1
750 IF MM1(I)=10 THEN NDFA=NDFA+1:GOTO 860
760 IF MM1(I)=0 THEN NCA0=NCA0+1:GOTO 860
770 NDD=NDD+1
780 IF MM1(I)=10 THEN NDFD=NDFD+1
790 IF MM1(I)=0 THEN NCD0=NCD0+1
800 IF MM1(I)<>0 AND MM1(I)<>10 THEN AMS(A)=I:GOSUB 1720
810 IF NTC>=7 THEN GOTO 890
820 I=I+1
830 A=A+1
840 IF I>200 AND NTC<7 THEN GOTO 1020
850 GOTO 770
860 I=I+1
870 IF I>200 THEN GOTO 1170
880 GOTO 700
890 NTD=NDA+(NDD-1)
900 NDF=NDFA+NDFD
910 NC0=NCA0+NCD0
920 NAMST=NAMST+1
930 WRITE # 2, NTD, NDF, NC0, NDFA, NAMST
940   WRITE # 1, NDA, NTC, VAC
950 NDA=0:NCA0=0:NDFA=0
960 NDD=0:NCD0=0:NDFD=0
970 NTD=0:NC0=0:NDF=0:NTC=0
980   VAC=0
990 I=AMS(1)+1
1000 IF I>200 THEN GOTO 1170
1010 GOTO 700
1020 I=1
1030 NDD=NDD+1
1040 IF MM1(I)=10 THEN NDFD=NDFD+1
1050 IF MM1(I)=0 THEN NCD0=NCD0+1
1060 IF MM1(I)<>0 AND MM1(I)<>10 THEN GOSUB 1720
1070 IF NTC>=7 THEN GOTO 890
1080 I=I+1
1090 GOTO 1030
1100 NDA=NDA+(NA-1)
1110 NTD=NDA+NDD
1120 NDF=NDFA+NDFD
1130 NC0=NCA0+NCD0
1140 NAMST=NAMST+1
1150 WRITE # 2, NTD, NDF, NC0, NDFA, NAMST
1160   WRITE # 1, NDA, NTC, VAC
1170 END
1180 '
1190 ' subrotina para gerar numeros da Distribuicao de Poisson
1200 '

```

```

1210 M=.11
1220 G=200
1230 FOR E=1 TO 200
1240     GOSUB 1650
1250 NEXT E
1260 P(0)=EXP(-M)
1270 FOR K=0 TO G-1
1280     P(K+1)=(M*P(K))/(K+1)
1290 NEXT K
1300 F(0)=P(0)
1310 FOR L=0 TO G-1
1320     F(L+1)=F(L)+P(L+1)
1330 NEXT L
1340 FOR I=1 TO G
1350     M1=0
1360     M2=M1+1
1370     IF R(I)<=F(M1) THEN MM1(I)=M1:GOTO 1430
1380     IF R(I)>F(M1) AND R(I)<=F(M2) THEN GOTO 1420
1390     IF M2=G THEN GOTO 1420
1400     M1=M1+1:M2=M2+1
1410     GOTO 1380
1420     MM1(I)=M2
1430 NEXT I
1440 RETURN
1450 '
1460 ' subrotina para gerar numeros da Distribuicao Binomial
1470 '
1480 FOR I=1 TO 200
1490     IF MM1(I)=0 THEN GOTO 1600
1500     N=MM1(I)
1510     E=1
1520     GOSUB 1650
1530     L=0
1540     K=L+1
1550     IF R(E)<=BIN(N,L) THEN NN1(I)=L:GOTO 1600
1560     IF R(E)>BIN(N,L) AND R(E)<=BIN(N,K) THEN NN1(I)=K:GOTO 1600
1570     IF K=N THEN NN1(I)=K:GOTO 1600
1580     L=L+1:K=K+1
1590     GOTO 1560
1600 NEXT I
1610 RETURN
1620 '
1630 ' subrotina para gerar numeros aleatorios
1640 '
1650 X(E)=17*R(NM)
1660 R(E)=X(E)-FIX(X(E))
1670 R(NM)=R(E)
1680 RETURN
1690 '
1700 ' subrotina para calcular numero de criancas vacinadas
1710 '
1720 NTC=NTC+MM1(I)
1730     VAC=VAC+NN1(I)
1740 RETURN

```

```

10  ' Segundo Metodo: SZWARCWALD E VALENTE
20  '
30  ' Programa: FPROG2.BAS
40  '
50  COMMON BIN()
60  OPEN "O", # 1, "INV1.DAD"
70  OPEN "O", # 2, "INV2.DAD"
80  '
90  DIM R(600),X(600),N(150),NV(600),NN1(600),Y(100)
100 DIM D(600),P(600),NN(150),F(600),NS(7),NPS(7)
110 DIM AUX(150),NC(600),MM1(600),CV(600)
120 NORD=28
130 WRITE # 1, NORD
140 INPUT "C1= ",C1
150 INPUT "C2= ",C2
160 Z=17*C2
170 NN=Z-FIX(Z)
180 NM=FIX((NN*100)+1)
190 FOR J=1 TO NM
200 Y(J)=17*C1
210 R(J)=Y(J)-FIX(Y(J))
220 C1=R(J)
230 NEXT J
240 GOSUB 1060
250 GOSUB 1330
260 '
270 ' calculo da proporcao populacional
280 '
290 NCR=0
300 NCRV=0
310 FOR I=1 TO 200
320 IF MM1(I)=0 THEN GOTO 340
330 NCR=NCR+MM1(I)
340 NEXT I
350 FOR I=1 TO 200
360 NCRV=NCRV+NN1(I)
370 NEXT I
380 PP=NCRV/NCR
390 WRITE # 2, NORD, NCR, PP
400 '
410 ' gerando ausencia de resposta
420 '
430 FOR E=1 TO 10
440 GOSUB 1500
450 N(E)=R(E)
460 NEXT E
470 FOR E=1 TO 10
480 NN(E)=FIX((N(E)*200)+1)
490 AUX(N)=NN(E)
500 MM1(AUX(N))=10
510 NEXT E
520 '
530 ' contagem dos domicilios com crianca
540 '
550 H=1
560 FOR I=1 TO 200
570 IF MM1(I)=0 OR MM1(I)=10 THEN GOTO 630
580 B=MM1(I)
590 D(H)=B

```

```

600 A=NN1(I)
610 CV(H)=A
620 H=H+1
630 NEXT I
640 '
650 ' gerando subamostras de criancas
660 '
670 TOTH=H-1
680 INTR=TOTH/7
690 IC=INTR
700 NTAMST=1
710 IF IC<1 THEN NPS(1)=IC+INTR:GOTO 730
720 NPS(1)=IC
730 NS(1)=FIX(NPS(1))
740 FOR S=2 TO 7
750 NPS(S)=NPS(S-1)+INTR
760 NS(S)=FIX(NPS(S))
770 NEXT S
780 NTC=0
790 VAC=0
800 FOR S=1 TO 7
810 C=NS(S)
820 NTC=NTC+D(C)
830 NEXT S
840 FOR S=1 TO 7
850 C=NS(S)
860 VAC=VAC+CV(C)
870 NEXT S
880 WRITE # 1, NTC, VAC
890 FOR S=1 TO 7
900 NPS(S)=0:NS(S)=0
910 NEXT S
920 IF (INTR-FIX(INTR))=0 THEN GOTO 970
930 IC=IC-.01
940 IF IC<.01 THEN GOTO 1010
950 NTAMST=NTAMST+1
960 GOTO 710
970 IC=IC-1
980 IF IC<1 THEN GOTO 1010
990 NTAMST=NTAMST+1
1000 GOTO 710
1010 WRITE # 2, NTAMST
1020 CLOSE # 1, # 2
1030 END
1040 ' subrotina para gerar numeros da Distribuicao de Poisson
1050 '
1060 M=.11
1070 G=200
1080 FOR E=1 TO 200
1090 GOSUB 1500
1100 NEXT E
1110 P(0)=EXP(-M)
1120 FOR K=0 TO G-1
1130 P(K+1)=(M*P(K))/(K+1)
1140 NEXT K
1150 F(0)=P(0)
1160 FOR L=0 TO G-1
1170 F(L+1)=F(L)+P(L+1)
1180 NEXT L

```



```

1190 FOR I=1 TO G
1200 M1=0
1210 M2=M1+1
1220 IF R(I)<=F(M1) THEN MM1(I)=M1:GOTO 1280
1230 IF R(I)>F(M1) AND R(I)<=F(M2) THEN GOTO 1270
1240 IF M2=G THEN GOTO 1270
1250 M1=M1+1:M2=M2+1
1260 GOTO 1230
1270 MM1(I)=M2
1280 NEXT I
1290 RETURN
1300 '
1310 ' subrotina para gerar numeros da Distribuicao Binomial
1320 '
1330 FOR I=1 TO 200
1340 IF MM1(I)=0 THEN GOTO 1450
1350 N=MM1(I)
1360 E=1
1370 GOSUB 1500
1380 L=0
1390 K=L+1
1400 IF R(E)<=BIN(N,L) THEN NN1(I)=L:GOTO 1450
1410 IF R(E)>BIN(N,L) AND R(E)<=BIN(N,K) THEN NN1(I)=K:GOTO 1450
1420 IF K=N THEN NN1(I)=K:GOTO 1450
1430 L=L+1:K=K+1
1440 GOTO 1410
1450 NEXT I
1460 RETURN
1470 '
1480 ' subrotina para gerar numeros aleatorios
1490 '
1500 X(E)=17*R(NM)
1510 R(E)=X(E)-FIX(X(E))
1520 R(NM)=R(E)
1530 RETURN

```

```

10 ' Terceiro Metodo: SILVA
20 '
30 'Programa: SPROG2.BAS
40 '
50 COMMON BIN()
60 OPEN "O", # 1, "CRI1.DAD"
70 OPEN "O", # 2, "CRI2.DAD"
80 '
90 DIM R(700), X(700), N(120), NV(600), NN1(600), Y(100)
100 DIM D(600), P(601), NN(120), F(601), NS(150), NPS(150)
110 DIM AUX(600), NC(600), MM1(600), CV(600)
120 NORD=100
130 WRITE # 1, NORD
140 INPUT "C1= ",C1
150 INPUT "C2= ",C2
160 Z=17*C2
170 NN=Z-FIX(Z)
180 NM=FIX((NN*100)+1)
190 FOR J=1 TO NM
200 Y(J)=17*C1
210 R(J)=Y(J)-FIX(Y(J))
220 C1=R(J)
230 NEXT J
240 GOSUB 1140
250 GOSUB 1410
260 '
270 ' calculo da proporcao populacional
280 '
290 NCR=0
300 NCRV=0
310 FOR I=1 TO 600
320 IF MM1(I)=0 THEN GOTO 340
330 NCR=NCR+MM1(I)
340 NEXT I
350 FOR I=1 TO 600
360 NCRV=NCRV+NN1(I)
370 NEXT I
380 PP=NCRV/NCR
390 WRITE # 2, NORD, NCR, PP
400 '
410 ' gerando ausencia de resposta
420 '
430 FOR E=1 TO 90
440 GOSUB 1580
450 N(E)=R(E)
460 NEXT E
470 FOR E=1 TO 90
480 NN(E)=FIX((N(E)*600)+1)
490 AUX(N)=NN(E)
500 MM1(AUX(N))=10
510 NEXT E
520 '
530 ' contagem dos domicilios com crianca
540 '
550 H=1
560 FOR I=1 TO 600
570 IF MM1(I)=0 OR MM1(I)=10 THEN GOTO 630
580 B=MM1(I)
590 D(H)=B
600 A=NN1(I)

```

```

610 CV(H)=A
620 H=H+1
630 NEXT I
640 '
650 ' gerando subamostras de criancas
660 '
670 TOTH=H-1
680 PRINT "TOTH= ",TOTH
690 FR=.0529
700 DO=18775
710 DA=2
720 B=(FR*DO*DA)/30
730 INTR=600/B
740 BB=CINT(B)
750 PRINT "B= ",B;:PRINT "BB= ",BB;:PRINT "INTR= ",INTR
760 IC=INTR
770 PRINT "ic= ",IC
780 NTAMST=1
790 IF IC<1 THEN NPS(1)=IC+INTR:GOTO 810
800 NPS(1)=IC
810 NS(1)=FIX(NPS(1))
820 FOR S=2 TO BB
830 NPS(S)=NPS(S-1)+INTR
840 NS(S)=FIX(NPS(S))
850 IF NS(S)>600 THEN GOTO 870
860 NEXT S
870 NTC=0
880 VAC=0
890 FOR S=1 TO BB
900 C=NS(S)
910 NTC=NTC+D(C)
920 VAC=VAC+CV(C)
930 IF NS(S)>TOTH THEN 950
940 NEXT S
950 WRITE # 1, NTC, VAC
960 FOR S=1 TO BB
970 NPS(S)=0:NS(S)=0
980 NEXT S
990 IF (INTR-FIX(INTR))=0 THEN GOTO 1040
1000 IC=IC-.01
1010 IF IC<.01 THEN GOTO 1080
1020 NTAMST=NTAMST+1
1030 GOTO 790
1040 IC=IC-1
1050 IF IC<1 THEN GOTO 1080
1060 NTAMST=NTAMST+1
1070 GOTO 790
1080 WRITE # 2, NTAMST
1090 CLOSE # 1, # 2
1100 END
1110 '
1120 ' subrotina para gerar numeros da Distribuicao de Poisson
1130 '
1140 M=.15
1150 G=600
1160 FOR E=1 TO 600
1170 GOSUB 1580
1180 NEXT E
1190 P(0)=EXP(-M)
1200 FOR K=0 TO G-1

```

```

1210 P(K+1)=(M*P(K))/(K+1)
1220 NEXT K
1230 F(0)=P(0)
1240 FOR L=0 TO G-1
1250 F(L+1)=F(L)+P(L+1)
1260 NEXT L
1270 FOR I=1 TO G
1280 M1=0
1290 M2=M1+1
1300 IF R(I)<=F(M1) THEN MM1(I)=M1:GOTO 1360
1310 IF R(I)>F(M1) AND R(I)<=F(M2) THEN 1350
1320 IF M2=G THEN 1370
1330 M1=M1+1:M2=M2+1
1340 GOTO 1310
1350 MM1(I)=M2
1360 NEXT I
1370 RETURN
1380 '
1390 ' subrotina para gerar numeros da Distribuicao Binomial
1400 '
1410 FOR I=1 TO 600
1420 IF MM1(I)=0 THEN GOTO 1530
1430 N=MM1(I)
1440 E=1
1450 GOSUB 1580
1460 L=0
1470 K=L+1
1480 IF R(E)<=BIN(N,L) THEN NN1(I)=L:GOTO 1530
1490 IF R(E)>BIN(N,L) AND R(E)<=BIN(N,K) THEN NN1(I)=K:GOTO 1530
1500 IF K=N THEN NN1(I)=K:GOTO 1530
1510 L=L+1:K=K+1
1520 GOTO 1490
1530 NEXT I
1540 RETURN
1550 '
1560 ' subrotina para gerar numeros aleatorios
1570 '
1580 X(E)=17*R(NM)
1590 R(E)=X(E)-FIX(X(E))
1600 R(NM)=R(E)
1610 RETURN

```

```

Program Sorteio;
(=====
(      Programa para sorteio de amostras
(=====

Const Ncaso = 30;
      Max = 300;

Type VetorR = array[1..max] of real;
      VetorI = array[1..max] of integer;

Var cont,                                {contador das sequencias}
    ic,                                  {inicio Casual}
    inter,                               {Intervalo}
    Tamacum,                             {Tamanho do arq Acum}
    k      : integer;                   {auxiliar}

    num      : real;                    {numero do caso}

    setor,                                  {vetor com setores}
    antigo,                               {vetor auxiliar}
    seq      : VetorI;                   {vetor com os setores}

    igual     : boolean;                 {acusa mudanca de seq}

    Acum      : VetorR;                  {Pontos de corte}

    Sep       : text;                    {arquivo com Acum}

    Nomearq   : string[25];              {Nome do arquivo Acum}

Function Ordem(Num:Real;Acum: VetorR; Setor:VetorI; Tamacum:integer):integer;
(=====
(      Calcula o setor em que o Num pertence
(=====

Var ApontI    : integer;                 {Apontador para percorrer Acum}
    Achou     : Boolean;                 {Acusa que encontrou o setor}

Begin

ApontI := 0;
Achou := False;
While ((ApontI < Tamacum) and (not Achou)) do
begin
    apontI := apontI + 1;
    if ((Acum[ApontI] < Num) and (Num <= Acum[ApontI + 1])) then Achou := true
end;
Ordem := setor[ApontI];
end;

Begin {Programa Principal}
Clrscr;
Gotoxy(20,12);
write('Qual o arquivo com os valores Acumulados ? ');
readln(Nomearq);
Assign(Sep,Nomearq);
reset(Sep);
readln(Sep,Tamacum);
For k := 1 to Tamacum do

```

```

begin
  Read(Sep,Acum[k]);
  Readln(Sep,Setor[k]);
end;
close(sep);

write('Qual o arquivo com os resultados ? ');
readln(Nomearq);
Assign(Sep,Nomearq);
rewrite(Sep);

inter := Trunc(Acum[tamacum]/30);
For k := 1 to Ncaso do Antigo[k] := 0;
Cont := 0;
For IC := 1 to inter do
  Begin
    Igual := true;
    num := ic;
    For k := 1 to Ncaso do
      Begin
        Seq[k] := Ordem(Num,Acum,Setor,Tamacum);
        if seq[k] <> antigo[k] then Igual := False;
        num := num + inter;
      End;
    if igual then cont := cont + 1
    else begin
      writeln(sep,cont,' A sequencia abaixo apareceu
,cont,' vezes');
      For K := 1 to Ncaso do
        begin
          Write(sep,antigo[k], ' ');
          antigo[k] := seq[k];
        end;
      writeln(sep);
      cont := 1;
    end;
  end;
writeln(sep,cont,' A sequencia abaixo apareceu ',cont,' vezes');
For K := 1 to Ncaso do Write(sep,antigo[k], ' ');
writeln(sep);
close(sep);
end.

```

ANEXO 2

Programas para análise dos dados

```

10 / Primeiro Metodo: PAI
20 /
30 / Programa ESPVAR.BAS: para calcular a esperanca e a variancia de um setc
40 /
50 OPEN "I", # 1, "SIM1.DAD"
60 OPEN "I", # 2, "INTER.DAD"
70 OPEN "O", # 3, "ESVR.DAD"
80 /
90 DIM R(350), PRB(350), E(350), V(350)
100 I=0
110 IF EOF(2) THEN GOTO 170
120 INPUT # 2, NORD
130 WRITE # 3, NORD
140 INPUT # 2, ESP, VR
150 WRITE # 3, ESP, VR
160 I=I+1:GOTO 110
170 INPUT # 1, NORD
180 WRITE # 3, NORD
190 C=1
200 IF EOF(1) THEN GOTO 260
210 INPUT # 1, NDA, NTC, VAC
220 R(C)=VAC/NTC
230 PRB(C)=NDA/200
240 E(C)=R(C)*PRB(C)
250 C=C+1:GOTO 200
260 F=C-1
270 ESP=0:VR=0
280 FOR C=1 TO F
290 ESP=ESP+E(C)
300 NEXT C
310 FOR C=1 TO F
320 V(C)=((R(C)-ESP)^2)*PRB(C)
330 NEXT C
340 FOR C=1 TO F
350 VR=VR+V(C)
360 NEXT C
370 WRITE # 3, ESP, VR
380 CLOSE # 1, # 2, # 3
390 OPEN "O", # 1, "INTER.DAD"
400 OPEN "I", # 2, "ESVR.DAD"
410 I=0
420 IF EOF(2) THEN GOTO 480
430 INPUT # 2, NORD
440 WRITE # 1, NORD
450 INPUT # 2, ESP, VR
460 WRITE # 1, ESP, VR
470 I=I+1:GOTO 420
480 CLOSE # 1, # 2
490 END

```



```

10 / Segundo Metodo: SZWARCWALD E VALENTE
20 /
30 / Programa FESPVAR.BAS: para calcular a esperanca e a variancia de um setoi
40 /
50 OPEN "I", # 1, "INV1.DAD"
60 OPEN "I", # 2, "INTER.DAD"
70 OPEN "O", # 3, "FESVR.DAD"
80 /
90 DIM R(300), E(300), V(300)
100 I=0
110 IF EOF(2) THEN GOTO 170
120 INPUT # 2, NORD
130 WRITE # 3, NORD
140 INPUT # 2, ESP, VR
150 WRITE # 3, ESP, VR
160 I=I+1:GOTO 110
170 INPUT # 1, NORD
180 WRITE # 3, NORD
190 C=1
200 IF EOF(1) THEN GOTO 240
210 INPUT # 1, NTC, VAC
220 R(C)=VAC/NTC
230 C=C+1:GOTO 200
240 F=C-1
250 NTAMST=F
260 FOR C=1 TO F
270 E(C)=R(C)*((1/NTAMST)
280 NEXT C
290 ESP=0:VR=0
300 FOR C=1 TO F
310 ESP=ESP+E(C)
320 NEXT C
330 FOR C=1 TO F
340 V(C)=((R(C)-ESP)^2)*((1/NTAMST)
350 NEXT C
360 FOR C=1 TO F
370 VR=VR+V(C)
380 NEXT C
390 WRITE # 3, ESP, VR
400 CLOSE # 1, # 2, # 3
410 OPEN "O", # 1, "INTER.DAD"
420 OPEN "I", # 2, "FESVR.DAD"
430 I=0
440 IF EOF(2) THEN GOTO 500
450 INPUT # 2, NORD
460 WRITE # 1, NORD
470 INPUT # 2, ESP, VR
480 WRITE # 1, ESP, VR
490 I=I+1:GOTO 440
500 CLOSE # 1, # 2
510 END

```

```

10 / Terceiro Metodo: SILVA
20 /
30 / Programa SESPVAR.BAS: para calcular a esperanca e a variancia de um setor
40 /
50 OPEN "I", # 1, "CRI1.DAD"
60 OPEN "I", # 2, "INTER.DAD"
70 OPEN "O", # 3, "SESVR.DAD"
80 /
90 DIM R(2500), E(2500), V(2500)
100 I=0
110 IF EOF(2) THEN GOTO 170
120 INPUT # 2, NORD
130 WRITE # 3, NORD
140 INPUT # 2, ESP, VR
150 WRITE # 3, ESP, VR
160 I=I+1:GOTO 110
170 INPUT # 1, NORD
180 WRITE # 3, NORD
190 C=1
200 IF EOF(1) THEN GOTO 240
210 INPUT # 1, NTC, VAC
220 R(C)=VAC/NTC
230 C=C+1:GOTO 200
240 F=C-1
250 NTAMST=F
260 FOR C=1 TO F
270 E(C)=R(C)*(1/NTAMST)
280 NEXT C
290 ESP=0:VR=0
300 FOR C=1 TO F
310 ESP=ESP+E(C)
320 NEXT C
330 FOR C=1 TO F
340 V(C)=((R(C)-ESP)^2)*(1/NTAMST)
350 NEXT C
360 FOR C=1 TO F
370 VR=VR+V(C)
380 NEXT C
390 WRITE # 3, ESP, VR
400 CLOSE # 1, # 2, # 3
410 OPEN "O", # 1, "INTER.DAD"
420 OPEN "I", # 2, "SESVR.DAD"
430 I=0
440 IF EOF(2) THEN GOTO 500
450 INPUT # 2, NORD
460 WRITE # 1, NORD
470 INPUT # 2, ESP, VR
480 WRITE # 1, ESP, VR
490 I=I+1:GOTO 440
500 CLOSE # 1, # 2
510 END

```

```

    Program final;
const namostra = 35;
    max = 500;

type setor = array[1..namostra] of real;
    amostra = array[1..max] of real;
    matricial = array[1..max,1..30] of integer;

var espvar,
    selecoes,
    final                :text;

    nome                :string[25];

    esp,
    vari,
    Rw,
    Pw,
    Vw                  :amostra;

    Nordem,
    Nsetor,
    i,j                 :integer;

    Er,
    Vr,
    soma                :real;

    Todasamostras       :matricial;

begin (programa principal)
(leitura de espvar)
clrscr;
gotoxy(10,12);
write('Qual o nome do arquivo com esperanca e variancia ? ');
readln(nome);
assign(espvar,nome);
reset(espvar);
Nsetor := 0;
while not eof(espvar) do
begin
    Nsetor := Nsetor + 1;
    readln(espvar,Nordem);
    readln(espvar,esp[Nordem],vari[Nordem]);
end;
Close(espvar);

(leitura das selecoes - todas as possiveis amostras)
Gotoxy(10,13);
write('Qual o arquivo com todas as possiveis amostras ? ');
readln(nome);
assign(selecoes,nome);
reset(selecoes);
soma := 0;
Er := 0;
Vr := 0;
for i := 1 to Nsetor do
begin
    readln(selecoes,Pw[i]);
    soma := soma + Pw[i];
    Rw[i] := 0;

```

```

Vw[i] := 0;
for j := 1 to 30 do
begin
    read(selecoes,Nordem);
    Rw[i] := Rw[i] + esp[Nordem];
    Vw[i] := Vw[i] + vari[Nordem];
end;
Rw[i] := Rw[i]/30;
Vw[i] := Vw[i]/30;
Er := Er + (Rw[i]*Pw[i]);
Vr := Vr + (Vw[i]*Pw[i]);
end;
Gotoxy(10,14);
write('Qual o arquivo de saida ? ');
readln(nome);
assign(final,nome);
rewrite(final);
writeln(Final,'Esperanca e variancia das possiveis amostras');
for i := 1 to Nsetor do writeln(Final,Rw[i]:1:6,' ',Vw[i]:1:6);
writeln(Final);
writeln(Final,'Esperanca Populacional = ',(Er/soma):1:6,'
Variancia Populacional = ',(Vr/soma):1:6);
close(selecoes);
close(final);
end.

```