

CHRISTIAN MARQUES RODELLO

**COMPARAÇÃO ENTRE PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM DE
ESPÉCIES FLORESTAIS COM RARIDADE GEOGRÁFICA E PADRÕES DE
DISTRIBUIÇÃO AGREGADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2006

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

R687c
2006

Rodello, Christian Marques, 1975-

Comparação entre procedimentos de amostragem de espécies florestais com raridade geográfica e padrões de distribuição agregado / Christian Marques Rodello. – Viçosa : UFV, 2006.

xi, 75f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Carlos Pedro Boechat Soares.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 59-61.

1. Levantamentos florestais - Métodos estatísticos.
2. Amostragem adaptativa (Estatística).
3. Análise por conglomerados. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

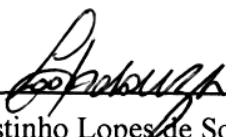
CDD 22.ed. 634.952463

CHRISTIAN MARQUES RODELLO

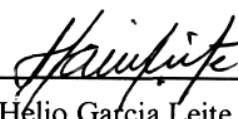
**COMPARAÇÃO ENTRE PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM DE
ESPÉCIES FLORESTAIS COM RARIDADE GEOGRÁFICA E PADRÕES DE
DISTRIBUIÇÃO AGREGADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

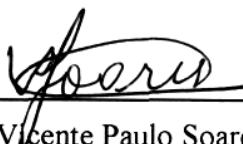
APROVADA: 1º de setembro de 2006.



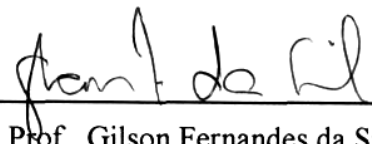
Prof. Agostinho Lopes de Souza
(Co-Orientador)



Prof. Hélio Garcia Leite
(Co-Orientador)



Prof. Vicente Paulo Soares



Prof. Gilson Fernandes da Silva



Prof. Carlos Pedro Boechat Soares
(Orientador)

“Um passo à frente e não se está mais no mesmo lugar.”

Francisco de Assis França (*Chico Science*)

Dedico esta dissertação de mestrado ao professor Alexandre Francisco da Silva, por se tratar de uma pessoa que teve um papel fundamental durante a minha formação como engenheiro florestal, transmitindo toda alegria e adoração pelas plantas, sobretudo as árvores, e por ser um grande amigo. Agora ele deve estar cuidando de outras florestas...

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e pela força.

À minha família, Gabriela (esposa), Francisco e Rodrigo (filhos), pelo apoio, pela compreensão e pelo amor incondicional.

Aos meus pais, Cleusa e Roberto (*in memoriam*), e aos meus avós paternos e maternos, que sempre me incentivaram a seguir nesta caminhada do conhecimento.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade de realização do curso.

Ao professor Carlos Pedro Boechat Soares, pela orientação, pela confiança e pela amizade construída ao longo desta jornada acadêmica.

Aos professores Agostinho Lopes de Souza e Helio Garcia Leite, pelos aconselhamentos e pelas valorosas contribuições durante a realização desta dissertação.

À CAPES, pela bolsa de estudo concedida.

Ao pós-graduando Marcio Romarco Lelles, pela ajuda na elaboração da planilha de Excel, fundamental para realização deste estudo.

Aos examinadores Vicente Paulo Soares e Gilson Fernandes da Silva, pelas valorosas contribuições.

Aos colegas de curso Ricardo, Vinícius, Aline, Raul, Pablo, Marcim, Marcião, Rodrigos, Eric, Danilo, Josuel, Jacinto, Pedro, Nascimento e todos aqueles que conheci durante este curso de pós-graduação.

À Ritinha, pela ajuda providencial nas questões burocráticas do curso.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, Chiquinhos, Noêmia, Imaculada, Rose etc.

A todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste estudo.

BIOGRAFIA

CHRISTIAN MARQUES RODELLO, filho de Roberto Rodello (*in memoriam*) e Cleusa da Costa Marques Rodello, nasceu em 06 de maio de 1975, em São Paulo, Estado de São Paulo.

Em março de 2003, graduou-se em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG.

De março de 2003 até dezembro do mesmo ano, trabalhou no Instituto de Pesquisas Ecológicas, Teodoro Sampaio-SP.

Em agosto de 2004, iniciou o curso de Mestrado em Ciência Florestal na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, defendendo a dissertação em setembro de 2006.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	4
3 REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1 Amostragem adaptativa	5
3.2 Procedimentos de amostragem adaptativa	6
3.3 Amostragem adaptativa em <i>cluster</i>	7
3.4 Estimadores da amostragem adaptativa em <i>cluster</i>	9
3.5 Trabalhos que envolvem amostragem adaptativa na Ciência Florestal	12
4 MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1 Área de estudo	14
4.2 Padrão de distribuição espacial	15
4.3 Procedimento de amostragem	17
4.4 Análise da amostragem	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1 Padrão de distribuição espacial	22
5.2 Procedimentos de amostragem	23
5.2.1 Amostragem casual simples	23
5.2.2 Amostragem sistemática	32
5.2.3 Amostragem adaptativa em <i>cluster</i>	39
5.2.3.1 Amostragem adaptativa em <i>cluster</i> com seleção inicial por amostragem casual simples	40
5.2.3.2 Amostragem adaptativa em <i>cluster</i> com seleção inicial por amostragem sistemática	47

5.2.3.3 Tamanho final de amostra para amostragem adaptativa em <i>cluster</i> com seleção inicial de unidades de amostra por amostragem casual simples e sistemática.....	51
5.2.3.4 Discussão sobre amostragem adaptativa	54
6. CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
APÊNDICE A.....	62
APÊNDICE B	72

RESUMO

RODELLO, Christian Marques, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2006. **Comparação entre procedimentos de amostragem de espécies florestais com raridade geográfica e padrões de distribuição agregado.** Orientador: Carlos Pedro Boechat Soares. Co-Orientadores: Agostinho Lopes e Souza e Helio Garcia Leite.

O objetivo deste estudo foi avaliar o procedimento de amostragem adaptativa em inventários florestais de espécies com baixa densidade populacional e que apresentam padrão de distribuição espacial agregado, em relação a procedimentos normalmente utilizados nos inventários florestais. Para isto, foi simulada uma população em uma floresta de 9,0 ha, subdividida em 100 unidades amostrais ($N = 100$) de 900 m² de área cada uma, apresentando um número total de indivíduos igual a 44, a qual foi submetida a três procedimentos de amostragem: amostragem casual simples, amostragem sistemática e amostragem adaptativa em *cluster*, com amostras selecionadas inicialmente por amostragem casual simples e amostragem sistemática. Todos os procedimentos de amostragem analisados apresentaram estimativas do número total de indivíduos imprecisas, independentemente do tamanho da amostra. A amostragem adaptativa em *cluster*, com amostra inicial considerando a amostragem casual simples e a amostragem sistemática, forneceu estimativas do número total de indivíduos ligeiramente mais precisas, quando comparadas com aquelas obtidas pela amostragem casual simples e amostragem sistemática. Contudo, houve tendência de subestimação do número total de

indivíduos. Considerando todos os procedimentos de amostragem analisados, aquele que obteve o melhor desempenho foi a amostragem sistemática, haja vista a exatidão das estimativas do número total de indivíduos fornecidas por esse procedimento. Com este estudo concluiu-se também que são necessários esforços adicionais no intuito de investigar o efeito do tamanho e da forma de parcelas, da escala de agregação e do tamanho da população, assim como suas combinações, sobre a eficiência dos estimadores da amostragem adaptativa.

ABSTRACT

RODELLO, Christian Marques, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September 2006. **Comparison of sampling procedures applied to forest species with geographic rarity and aggregated distribution pattern.** Adviser: Carlos Pedro Boechat Soares. Co-Advisers: Agostinho Lopes de Souza and Helio Garcia Leite.

The objective of this work was to evaluate the procedure of adaptive sampling used in forest inventories for species with low population density and aggregated spatial distribution pattern, in relation to procedures normally used in forest inventories. Thus, a population was simulated in a 9.0 ha forest, subdivided into 100 units ($N = 100$) of 900 m² of area each, presenting 44 individuals of a given species, and submitted to three sampling procedures: simple random sampling; systematic sampling and adaptive cluster sampling, with samples being initially selected through simple random sampling and systematic sampling. All the analyzed sampling procedures presented inexact estimates of the total number of individuals, regardless of sample size. Adaptive cluster sampling, with initial sample considering simple random sampling and systematic sampling, supplied a slightly more precise estimate of the total number of individuals, compared with those obtained by simple random sampling and systematic sampling. However, there was a tendency to underestimate the total number of individuals. Considering all the sampling procedures analyzed, systematic sampling presented the best performance since it supplied exact estimates of the total number of individuals. It was also concluded that further efforts should be made to investigate the effect of plot

size and shape, aggregation scale and population size, as well as their combinations, on the efficiency and behavior of the adaptive sampling estimators.

1 INTRODUÇÃO

Na Ciência Florestal, o inventário trata dos métodos para se obterem informações acerca da cobertura de florestas naturais e plantadas, como: crescimento e volume das árvores, qualidade e quantidade de espécies, número de indivíduos de uma determinada espécie, entre outras informações (SOUZA, 1981; FARIAS, 2001).

Além disto, o principal objetivo de um inventário florestal é prover os dados necessários para a elaboração eficaz de um plano de manejo florestal, que, por sua vez, necessita de acurácia em sua coleta para que subsidie a tomada de decisão correta (RINGVALL, 2000).

Assim sendo, os inventários florestais devem ser conduzidos de maneira tal que a informação requerida possa ser obtida pelos meios disponíveis e por uma metodologia que justifique e permita o uso de ferramentas de avaliação estatística (LOETSCH; HALLER, 1964). É neste contexto que se insere a teoria de amostragem, que atende às limitações financeiras, de tempo e de mão-de-obra e à acessibilidade em inventários florestais (LOETSCH; HALLER, 1964; HUSCH et al., 1982; AVERY; BURKHART, 1983; SCHREUDER et al., 1993; SHIVER; BORDERS, 1996).

A maioria dos inventários florestais por amostragem é conduzida com o objetivo de determinar a quantidade de madeira existente de uma ou mais espécies em uma floresta. Embora a madeira seja um dos principais bens fornecidos pela floresta, há o interesse crescente em levantar outras características, bens ou produtos e serviços, como os produtos florestais não-madeireiros (ROESCH, 1993). No entanto, ainda existe uma

lacuna com relação aos procedimentos e métodos de levantamento que forneçam, com exatidão e a um custo razoável, estimativas confiáveis desses produtos.

De acordo com Wong (2000), muitas espécies florestais com potencial não-madeireiro podem apresentar padrão de distribuição espacial agregado, e esses agregados podem ainda distribuir-se de forma esparsa, indicando raridade geográfica. Neste caso, há uma série de restrições condicionadas pelo padrão de distribuição espacial da espécie que devem ser levadas em consideração para se estimar o número de indivíduos de uma população nos procedimentos de amostragem (SEBER; THOMPSON, 1994).

Um dos principais fatores que determinam o sucesso de um sistema de extração de um produto florestal não-madeireiro é o conhecimento do número de indivíduos de uma dada espécie de interesse na floresta (PETERS, 1996), o qual tende a exibir uma relação inversamente proporcional com a diversidade de um ecossistema. Isto afeta não somente o tempo necessário para se encontrar indivíduos da espécie de interesse em uma floresta, mas também o tempo de deslocamento entre os indivíduos dessa espécie e o tempo para se conduzir os produtos colhidos até um ponto central de coleta (SALAFSKY et al., 1993). Além disto, a coleta desordenada pode ter conseqüências ecológicas, como alteração das taxas de sobrevivência, crescimento e reprodução dos indivíduos explorados, acarretando, por sua vez, mudanças na estrutura e dinâmica da comunidade (TICKTIN, 2004).

Wong (2000) relatou que as técnicas disponíveis para inventários de produtos florestais não-madeireiros são incipientes e que as principais razões para isto são: o interesse recente em avaliar qualitativa e quantitativamente produtos dessa natureza; o número desproporcional de estudos relativos a cada tipo de produto (fruto, casca, folha, resinas etc), aliado à falta de metodologias que se coadunem e que permitam sua replicação; e o contexto no qual esses estudos são desenvolvidos.

Estudos que abordam a estimação do número de indivíduos de uma espécie que forneça produtos não-madeireiros ainda são raros e escassos, tornando válidas as iniciativas de estudos em biometria, incluindo procedimentos de inventário florestal, para que corroborem a elaboração de planos de manejo de produtos dessa natureza (TICKTIN et al., 2002).

Um procedimento de amostragem que vem sendo estudado e testado em levantamentos de populações de espécies vegetais raras e que exibe padrão de distribuição espacial agregado é a amostragem adaptativa (THOMPSON; SEBER, 1996; BROWN, 2003). No entanto, no Brasil ainda são escassos os trabalhos que

envolvem esse procedimento de amostragem, com destaque para o trabalho de Reis e Assunção (1998).

Diante dessa constatação, este estudo foi conduzido com o intuito de avaliar o potencial de uso da amostragem adaptativa e de outros procedimentos de amostragem em inventários florestais de espécies com baixa densidade populacional e que apresentam padrão de distribuição espacial agregado.

2 OBJETIVOS

Diante do exposto, este trabalho de dissertação teve por objetivos:

- 1) Avaliar a amostragem adaptativa em *cluster* na estimação do número de indivíduos de uma espécie rara geograficamente e com tendência ao agrupamento.
- 2) Comparar a amostragem adaptativa em *cluster* com a amostragem casual simples e a amostragem sistemática.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Amostragem adaptativa

O problema básico de qualquer procedimento de amostragem é a obtenção de estimativas fidedignas de alguma característica da população de interesse, tomando como base somente uma parte dessa população (THOMPSON; SEBER, 1996).

No contexto da Ciência Florestal, pode-se citar, como exemplo, a necessidade de obter a estimativa do número de indivíduos de uma espécie que exibe um padrão de distribuição espacial altamente agregado e, ainda, que estes agregados se apresentem de forma esparsa em uma grande área na floresta, indicando raridade geográfica ou espacial dessa espécie (KALTON; ANDERSON, 1986; GOSH; INNES, 1996). Em tal situação, se for adotado um procedimento convencional de amostragem para seleção de unidades de amostra na condução de um inventário florestal, provavelmente a amostra não será representativa para este tipo de população e, portanto, as estimativas do número de indivíduos dessa espécie serão tendenciosas (SALEHI; SEBER, 1997; SMITH et al., 2003).

Thompson (1990) relatou que esse fato ocorre sempre que se depara com essa situação *sui generis*, pois, quando se conduz um procedimento de amostragem para obter estimativas do número de indivíduos de espécies que apresentem padrão de distribuição espacial agregado e espacialmente raro, muitas unidades de amostra selecionadas ou, ainda, regiões escolhidas para amostragem apresentarão valores zero para o número de indivíduos.

A amostragem adaptativa é um procedimento que se adapta de forma satisfatória a esse tipo de padrão de distribuição espacial, haja vista que consiste em um procedimento de amostragem em que a seleção de novas unidades de amostra fundamenta-se na ocorrência de indivíduos da espécie de interesse nas unidades de amostra já selecionadas no levantamento (THOMPSON, 1990, 1991; THOMPSON; SEBER, 1996; SALEHI; SEBER, 1997).

O propósito de qualquer estratégia de amostragem adaptativa é tirar vantagem de características inerentes ao padrão de distribuição espacial de uma população para obter estimativas mais precisas de algum parâmetro populacional de interesse, a uma dada intensidade amostral (THOMPSON; SEBER, 1996). Na natureza, muitas populações de plantas e animais exibem tendência à agregação. Assim, a localização e a forma desses agregados, muitas vezes, não podem ser prognosticadas antes de um levantamento detalhado. Portanto, para populações com essas características a amostragem adaptativa é uma forma de incrementar a eficiência da amostragem (CHRISTMAN; LAN, 1998).

De acordo com Thompson e Seber (1996), há duas vantagens básicas em utilizar a amostragem adaptativa. A primeira é a habilidade de incorporar as características da própria população para obter estimativas mais precisas do número de indivíduos. A segunda é o aumento do número de observações desejáveis, por exemplo, número de espécies com potencial não-madeireiro, que poderá resultar em melhores estimativas de parâmetros populacionais.

3.2 Procedimentos de amostragem adaptativa

Os procedimentos de amostragem adaptativa são: amostragem adaptativa em *cluster*; amostragem adaptativa em dois estágios; amostragem adaptativa em *cluster* estratificada; e amostragem adaptativa em quadrado latino simples +1 (THOMPSON; SEBER, 1996).

Dentre esses procedimentos, a amostragem adaptativa em *cluster* (BROWN, 2003) tem se destacado nos levantamentos de populações raras geograficamente e que apresentam padrão de distribuição espacial agregado, devido à sua operacionalidade.

A amostragem adaptativa em *cluster* refere-se ao procedimento de amostragem em que uma amostra inicial é selecionada de forma aleatória ou sistemática, e enquanto essas unidades de amostra oriundas desta pré-seleção contemplarem o atributo a ser mensurado, de acordo com uma condição de inclusão estabelecida *a priori*, novas unidades de amostra serão selecionadas (THOMPSON; SEBER, 1996).

3.3 Amostragem adaptativa em *cluster*

O conceito mais importante na amostragem adaptativa é a *condição de inclusão* (C) ou valor crítico de uma unidade de amostra. Segundo Krebs (1999), seria um valor preestabelecido, determinado por quem conduz a amostragem, o qual servirá como critério de seleção das unidades de amostra.

Para ilustrar, uma amostra inicial de tamanho n_1 é tomada de forma aleatória, sem reposição. Se o valor y_i de uma unidade de amostra satisfizer certa condição C , por exemplo, $y_i \geq C$, então as unidades vizinhas serão incluídas na amostra, e assim sucessivamente (THOMPSON, 1990).

Essa *condição de inclusão*, no caso de inventários florestais, pode ser a presença de um indivíduo de uma espécie de interesse em uma unidade de amostra. Em outras áreas do conhecimento, a condição de inclusão poderia ser definida como pontos de alta concentração de um determinado poluente, concentração de um dado mineral em pesquisas geológicas, infecção por doenças raras na área médica, e assim por diante (ROESCH, 1993; THOMPSON; SEBER, 1996).

Outro conceito importante diz respeito ao conceito de *vizinhança*, que de acordo com Krebs (1999) pode ser definida como todas as unidades de amostra que tenham pelo menos um lado em comum com uma unidade i , na qual a *condição de inclusão* ($y_i \geq C$) foi satisfeita (Figura 1).

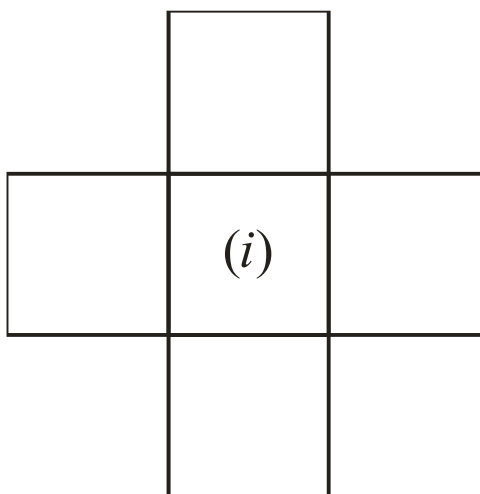


Figura 1 - Unidade de amostra (i) ladeada por unidades de amostra vizinhas, ilustrando o conceito de vizinhança.

Segundo Thompson e Seber (1996), as vizinhanças em um procedimento de amostragem adaptativa podem assumir os mais diversos padrões, podendo ser um conjunto de unidades de amostra geograficamente próximas, de acordo com as características de padrão espacial apresentado pela população de estudo. Se uma unidade de amostra j é vizinha de uma unidade distinta i , então i também é vizinha de j , não dependendo dos valores de y . Isto caracteriza a simetria das relações de vizinhança.

A partir da seleção de uma unidade de amostra que satisfaça a *condição de inclusão*, outras unidades de amostra (vizinhas) são aderidas ao procedimento de amostragem, até que não haja mais unidades de amostra que satisfaçam esta condição. O conjunto de unidades de amostra selecionadas forma o chamado *cluster*, que é definido por Roesch (1993) como o conjunto de todas as unidades de amostra inseridas na amostra, a partir da seleção de uma unidade de amostra inicial i , oriunda de uma amostra inicial (Figura 2).

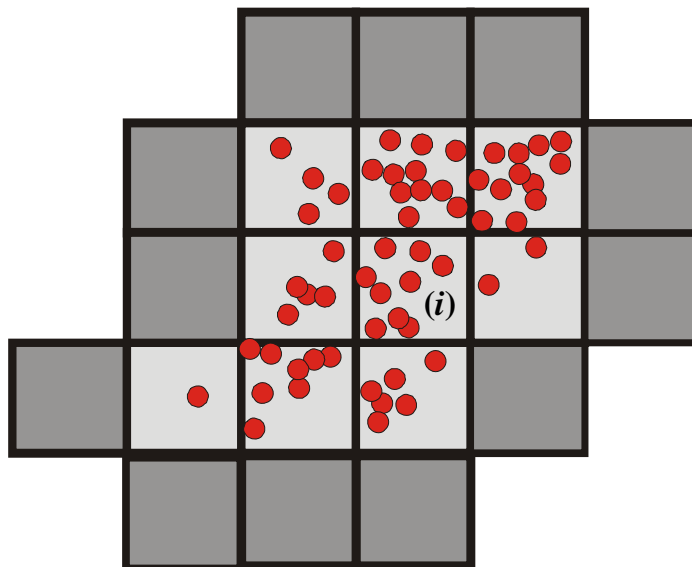


Figura 2 - Representação um *cluster* formado pelo procedimento de amostragem adaptativo, a partir da seleção inicial de uma unidade de amostra i .

Os *clusters* contêm também unidades que foram selecionadas, mas não satisfazem a condição de inclusão C , denominadas de *unidades-fronteira* (unidades amostrais sombreadas de cinza-escuro na Figura 2).

Outro conceito importante é o de *rede* (unidades sombreadas de cinza-claro na Figura 2), que é definida como o *cluster* gerado por uma unidade de amostra i , excluindo-se as *unidades-borda*. Como propriedade de uma *rede*, tem-se que a seleção de qualquer unidade dentro desta levará à inclusão de todas as outras unidades incluídas nessa rede (ROESCH, 1993; THOMPSON; SEBER, 1996; BROWN, 2003).

3.4 Estimadores da amostragem adaptativa em *cluster*

Na amostragem adaptativa, as probabilidades de seleção das unidades de amostra são desiguais (SCHREUDER et al., 1993; THOMPSON; SEBER, 1996; KREBS, 1999).

O conceito de amostragem com probabilidades desiguais de seleção foi introduzido por Hansen e Hurwitz (1943), que reconheceram que a probabilidade desigual de seleção das unidades de amostra, sobre certas circunstâncias, incrementará, de forma substancial, a precisão dos resultados de um procedimento de amostragem.

De acordo com Schreuder et al. (1993), a maioria dos procedimentos desenvolvidos em torno de amostragem que utiliza probabilidades desiguais de seleção é baseada em amostragem em *cluster* em um ou dois estágios, com estratificação, particularmente no campo das ciências sociais. Nesses procedimentos de amostragem, inclui-se a maioria daqueles de natureza adaptativa, em que cada unidade de amostra terá probabilidade desigual de ser selecionada, denominada de *probabilidade de inclusão* (THOMPSON; SEBER, 1996).

Os estimadores que levam em conta a probabilidade desigual de seleção das unidades de amostra, na amostragem adaptativa (NEYMAN, 1934; SÄRNDAL, 1978; THOMPSON, 1990), são:

a) Estimadores de Horvitz-Thompson

Sendo π_i a probabilidade de inclusão de uma unidade de amostra em um procedimento adaptativo, o estimador de Horvitz-Thompson (HORVITZ; THOMPSON, 1952) para a média populacional (\bar{X}_{HT}), em uma amostragem sem reposição, é dado por:

$$\bar{X}_{HT} = \frac{I}{N} \sum_{i=1}^{n_i} \left(\frac{y_i}{\pi_i} \right) \quad (1)$$

em que

\bar{X}_{HT} = estimador de Horvitz-Thompson para média populacional;

N = tamanho da população ou número total de unidades de amostra;

n_i = tamanho efetivo da amostra;

y_i = valor assumido por uma dada característica de interesse na i -ésima unidade de amostra, com $i = 1, 2, 3, \dots, n_i$; e

π_i = probabilidade de inclusão da i -ésima unidade de amostra.

Tal que

$$\pi_i = I - \frac{\binom{N - m_i - a_i}{n_i}}{\binom{N}{n_i}} \quad (2)$$

em que

m_i = número de unidades de amostra que compõem a rede em que i -ésima unidade faz parte; e

a_i = número de total de unidades de amostra que compõem a rede em que a i -ésima unidade é uma unidade borda.

O estimador não-tendencioso de Horvitz-Thompson para a variância da média ($S_{\bar{X}_{HT}}^2$) é:

$$S_{\bar{X}_{HT}}^2 = \frac{I}{N^2} \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} \left(\frac{\pi_{ij} - \pi_i \pi_j}{\pi_i \pi_j \pi_{ij}} \right) y_i y_j \quad (3)$$

em que

π_i = probabilidade de inclusão da i -ésima unidade de amostra;

π_j = probabilidade de inclusão da j -ésima unidade de amostra;

π_{ij} = probabilidade de inclusão de ambas as unidades i e j ; e

y_j = valor assumido por uma dada característica de interesse na j -ésima unidade de amostra, com $j = 1, 2, 3, \dots, n_i$.

b) Estimadores de Hansen-Hurwitz

Sendo p_i a probabilidade de inclusão da i -ésima unidade de amostra em um procedimento adaptativo, então o estimador de Hansen-Hurwitz (HANSEN; HURWITZ, 1943) para a média populacional (\bar{X}_{HH}), em uma amostragem sem reposição, é dado por:

$$\bar{X}_{HH} = \frac{1}{n_i N} \sum_{i=1}^{n_i} \left(\frac{y_i}{p_i} \right) \quad (4)$$

em que

\bar{X}_{HH} = estimador de Hansen-Hurwitz para a média populacional; e

p_i = probabilidade de inclusão da i -ésima unidade de amostra.

Tal que

$$p_i = \frac{(m_i + a_i)}{N} \quad (5)$$

O estimador não-tendencioso de Hansen-Hurwitz para variância da média ($S_{\bar{X}_{HH}}^2$) é dado por:

$$S_{\bar{X}_{HH}}^2 = \frac{1}{n_i(n_i - 1)} \sum_{i=1}^{n_i} \left(\frac{y_i}{N p_i} - \bar{X}_{HH} \right)^2 \quad (6)$$

Como as probabilidades de inclusão são desconhecidas para todas as unidades de amostra, a utilização dos estimadores de Horvitz-Thompson e de Hansen-Hurwitz é de difícil aplicação.

Diante disso, estimadores não-tendenciosos para a média populacional e a variância da média, ambos para aplicação na amostragem adaptativa, foram propostos a partir de modificações dos estimadores de Hansen-Hurwitz (THOMPSON; SEBER, 1996), entre eles:

c) Estimadores de Hansen-Hurwitz modificados

Considerando-se m_i o número de unidades de amostra que compõem uma rede de amostragem, incluindo-se também as redes de tamanho 1 formadas por unidades que

não satisfaçam a condição de inclusão C na amostra inicial, tem-se o seguinte estimador de Hansen-Hurwitz modificado para a média populacional (\bar{X}_{HH^*}):

$$\bar{X}_{HH^*} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{n_1} w_i \quad (7)$$

em que

w_i = média das m_i observações na i -ésima rede.

Tal que

$$w_i = \frac{\sum_{i=1}^{m_i} y_i}{m_i} \quad (8)$$

em que

y_j = valor assumido por uma dada característica de interesse na j -ésima unidade de amostra, com $j=1, 2, 3, \dots, n_i$; e

m_i = número de unidades de amostra quem compõem a i -ésima rede.

O estimador não-tendencioso de Hansen-Hurwitz modificado para a variância da média ($S_{\bar{X}_{HH^*}}^2$) é:

$$S_{\bar{X}_{HH^*}}^2 = \frac{N - n_1}{N n_1 (N - 1)} \sum_{i=1}^{n_1} (w_i - \bar{X}_{HH^*})^2 \quad (9)$$

3.5 Trabalhos que envolvem amostragem adaptativa na Ciência Florestal

O trabalho pioneiro que envolveu amostragem adaptativa na Ciência Florestal foi desenvolvido por Roesch, em 1993, no qual o autor examinou o padrão de distribuição espacial de espécies arbóreas folhosas no nordeste da América do Norte. Nesse trabalho, o autor constatou que enquanto o número de indivíduos, analisando-se a floresta como um todo, apresentava padrão de distribuição espacial aleatório, o mesmo não acontecia quando se tomava cada espécie individualmente. As espécies arbóreas de interesse apresentavam tendência de serem raras geograficamente e exibiam padrão de distribuição espacial agregado, dificultando o trabalho de inventário florestal em demasia.

Diante dessa constatação, Roesch (1993) propôs o uso de um procedimento de amostragem adaptativa para inventários florestais, conduzidos por meio de amostragem por pontos horizontais aleatórios (HUSCH et al., 1982; AVERY; BUCKHART, 1983), com o objetivo de analisar a presença de injúrias causadas por poluição nas espécies arbóreas de interesse.

Em estudo que envolveu uma área de 40 hectares de floresta subtropical no Nepal, dentro de uma unidade de conservação, Acharya et al. (2000) examinaram a aplicabilidade e a eficiência relativa da amostragem adaptativa em dois estágios, em relação à amostragem sistemática na estimativa do número de indivíduos de três espécies arbóreas ameaçadas de extinção. A condição de inclusão utilizada foi a presença de uma das três espécies em uma unidade de amostra com DAP maior ou igual a 12 cm. Os autores concluíram que a amostragem adaptativa em dois estágios foi mais eficiente que a amostragem sistemática, sobre a premissa de estar se inventariando espécies raras geograficamente com padrão de distribuição espacial agregado.

O trabalho de Underwood e Burn (2000) teve por objetivo obter estimativas precisas do número de indivíduos de *Prunus africana*, uma espécie de alto valor comercial, exaustivamente explorada em Camarões. A partir da análise de dois inventários realizados em 1996 e 1999, utilizando a amostragem sistemática, os autores propuseram a amostragem adaptativa em dois estágios para estudar a espécie, dado o padrão distribuição espacial e a tendência à raridade geográfica da espécie. Assim sendo, um inventário utilizando esse procedimento foi realizado, tendo como critério de inclusão a presença de indivíduos da espécie, fossem estes vivos, mortos ou explorados, cujo DAP apresentasse medidas maiores ou iguais a 10 cm. O inventário resultou na inclusão de 989 unidades de amostra e 1.906 árvores de *P. africana*, revelando o padrão de distribuição espacial agregado da espécie.

Em termos de custo de amostragem, os autores constataram ainda que a amostragem adaptativa em dois estágios custou 54% a mais que a amostragem sistemática. Porém, o maior número de indivíduos amostrados refletiu em estimativa mais confiável do número de indivíduos da espécie, além de informações referentes à estrutura e ao estado de conservação da espécie, quando comparado à amostragem sistemática.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

Para a realização do presente trabalho, foi simulada uma população em uma florestal com 9,0 ha, dividida em 100 unidades de amostra ($N = 100$) com 900 m² de área cada (Figura 3), na qual uma dada espécie pudesse apresentar padrão espacial agregado e raridade geográfica. Os pontos representam os indivíduos desta espécie, bem como caracterizam a sua distribuição na floresta (Figura 3).

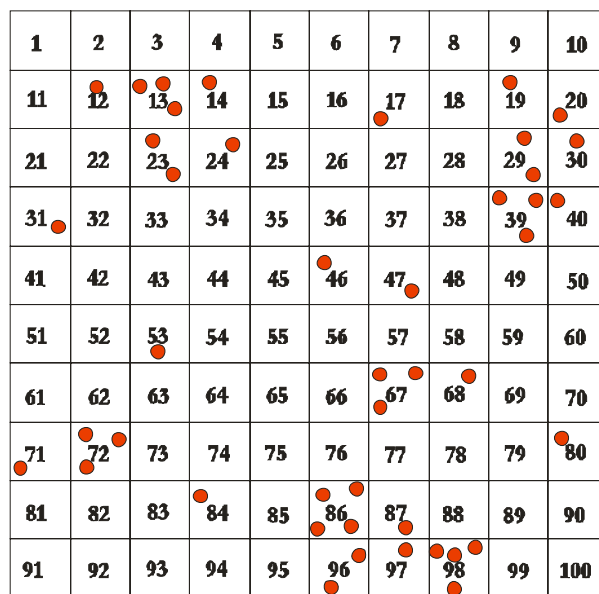


Figura 3 – Distribuição dos indivíduos de uma dada espécie em uma população composta por 100 unidades de amostra com 900 m² cada.

4.2 Padrão de distribuição espacial

Para confirmação do padrão de distribuição espacial dos indivíduos da espécie, verificou-se se a frequência de unidades de amostra com diferentes números de indivíduos seguia a distribuição de probabilidades de Poisson ou Binomial Negativa.

Segundo Krebs (1999), se os indivíduos estiverem distribuídos aleatoriamente na área, a função de probabilidade de Poisson é a mais adequada para descrever esse padrão de distribuição espacial, cuja fórmula é:

$$f(x) = \begin{cases} e^{-\mu} * \left(\frac{\mu^x}{x!}\right); & \text{para } x = 0, 1, 2, 3..n. \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (10)$$

em que

$f(x)$ = probabilidade de encontrar x indivíduos em uma unidade de amostra;

e = base de logaritmo natural;

x = número de indivíduos (0,1,2,3....);

$x!$ = fatorial de x ; e

μ = média populacional.

Se o padrão de distribuição espacial apresentar tendência ao agrupamento, a função de probabilidade mais apropriada será a Binomial Negativa. Segundo Krebs (1999), esta função de probabilidade é similar à função binomial e é uma expansão da série:

$$(q - p)^{-k} \quad (11)$$

sendo

$$q = 1 - p$$

(12)

em que

p = probabilidade de ocorrência de sucessos em determinado número de eventos; e

q = probabilidade de ocorrência de insucessos em determinado número de eventos.

A função de probabilidade Binomial Negativa é dada por:

$$f(x) = \begin{cases} \left[\frac{\Gamma(k+x)}{x! \Gamma(k)} \right] * \left(\frac{\mu}{\mu+k} \right)^x * \left(\frac{k}{k+\mu} \right)^k; & \text{para } x = 0, 1, 2, 3, \dots, n \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (13)$$

em que

$f(x)$ = probabilidade de se encontrar x indivíduos em uma unidade de amostra;

x = número de indivíduos (0, 1, 2, 3, ..., n);

μ = valor verdadeiro da média populacional;

k = expoente da função Binomial Negativa; e

Γ = função gamma.

Do ponto de vista de Krebs (1999), para melhor entendimento dessa função é melhor considerar os seus termos individuais, que são dados por:

$$\begin{aligned} f(0) &= \left(1 + \frac{\mu}{k} \right)^{-k} \\ f(1) &= \left(\frac{k}{1} \right) * \left(\frac{\mu}{\mu+k} \right)^1 * \left(1 + \frac{\mu}{k} \right)^{-k} \\ f(2) &= \left(\frac{k}{1} \right) * \left(\frac{k+1}{2} \right) * \left(\frac{\mu}{\mu+k} \right)^2 * \left(1 + \frac{\mu}{k} \right)^{-k} \\ f(3) &= \left(\frac{k}{1} \right) * \left(\frac{k+1}{2} \right) * \left(\frac{k+2}{3} \right) * \left(\frac{\mu}{\mu+k} \right)^3 * \left(1 + \frac{\mu}{k} \right)^{-k} \\ &\quad \cdot \\ &\quad \cdot \\ &\quad \cdot \end{aligned} \quad (14)$$

Sendo μ e σ^2 a média e a variância populacionais, respectivamente, então k poderá ser estimado por:

$$\hat{k} = \frac{\mu^2}{\sigma^2 + \mu} \quad (15)$$

As frequências estimadas (ou esperadas) de unidades de amostra que contém x indivíduos ($x = 1, 2, 3, \dots, n$) na população foram obtidas ao multiplicar o número total de unidades de amostra na população ($N=100$) pelas respectivas probabilidades [$f(x)$].

A aderência das frequências observadas em relação às estimadas (esperadas) pelas funções de probabilidades de Poisson e Binomial Negativa foi verificada pelo teste de χ^2 (qui-quadrado), dado por:

$$\chi^2_{\text{calculado}} = \sum \left(\frac{(\text{frequência esperada} - \text{frequência observada})^2}{\text{frequência esperada}} \right) \quad (16)$$

O valor de χ^2 calculado foi comparado com o valor de χ^2 tabelado, considerando um nível de probabilidade de 95% e $(n-2)$ graus de liberdade para a função de probabilidade de Poisson e $(n-3)$ graus de liberdade para a função de probabilidade Binomial Negativa. Assim sendo, se $\chi^2_{\text{calculado}}$ fosse maior que χ^2_{tabelado} a hipótese de nulidade seria rejeitada, ou seja, os dados não seguissem a distribuição testada. Caso contrário, a hipótese de nulidade seria aceita, ou seja, os dados em questão seguissem a distribuição testada.

4.3 Procedimento de amostragem

Foram utilizados três procedimentos de amostragem: amostragem casual simples, sem reposição das unidades de amostra; amostragem sistemática, sendo a primeira unidade de amostra selecionada por meio de sorteio; e a amostragem adaptativa em *cluster*, tendo como amostra inicial as mesmas unidades selecionadas na amostragem casual simples e sistemática.

Na amostragem casual simples, foram utilizadas amostras de tamanhos (n) iguais a 5, 10, 15, 20, 25 e 50 unidades de amostra. Para cada tamanho de amostra foram obtidas 30 amostras (repetições) (Apêndice A).

Na amostragem sistemática, foram utilizadas amostras de tamanho (n) igual a 5, 10, 20, 25 e 50 unidades de amostra, tendo a primeira unidade de amostra sido aleatorizada para cada tamanho de amostra e para cada repetição. Para cada tamanho de amostra foi obtido o número de amostras (repetições) possíveis, ou seja, 20, 10, 5, 4 e 2 amostras (Apêndice B).

Na amostragem adaptativa em *cluster*, as amostras iniciais foram aquelas obtidas no esquema de amostragem casual simples e sistemática, conforme descrito anterior-

mente. A *condição de inclusão* (C) foi a presença de pelo menos um indivíduo ($y_i \geq 1$) da espécie em questão dentro da unidade de amostra. Deste modo, se houvesse um ou mais indivíduos em uma unidade de amostra inicial, as unidades de amostra adjacentes a ela, isto é, aquelas que possuíssem um lado em comum, seriam aderidas à amostra.

Se as unidades adjacentes satisfizessem, também, a *condição de inclusão*, outras unidades seriam aderidas, seguindo o mesmo critério, e assim por diante, até serem formados os *clusters*.

4.4 Análise da amostragem

Independentemente do procedimento de amostragem e do tamanho da amostra, foram calculadas estimativas da média do número de indivíduos por unidade de amostra (\bar{Y}) e da variância da média ($S_{\bar{Y}}^2$) para cada repetição.

Para a amostragem casual simples e sistemática foram utilizados os seguintes estimadores da média populacional e da variância da média, respectivamente:

$$\bar{Y} = \frac{\sum y_i}{n} \quad (17)$$

$$S_{\bar{Y}}^2 = \frac{S^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N} \right) \quad (18)$$

em que

y_i = número de indivíduos da espécie na i -ésima unidade de amostra;

n = número de unidade de amostra que compõem a amostra;

N = número total de unidades de amostra na população; e

S^2 = estimador de variância amostral.

Tal que

$$S^2 = \frac{\sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n}}{(n-1)} \quad (19)$$

Além desses estimadores, foi empregada a técnica de *Jackknife*, para obtenção de estimativas da média e do erro-padrão da média ($S_{\bar{Y}}$) em dados que não seguem distribuição definida (SCHREUDER; BRINK, 1983).

Assim sendo, o primeiro passo para a aplicação da técnica de *Jackknife* foi obter estimativas da média amostral, excluindo-se uma unidade de amostra de cada vez, pelo seguinte estimador:

$$\bar{Y}_i = \frac{\sum_{j \neq i}^n Y_j}{(n-1)} \quad (20)$$

em que

\bar{Y}_i = estimativa da média amostral, excluindo-se uma unidade de amostra; e

$\sum_{j \neq i}^n Y_j$ = somatório das $(n-1)$ observações.

O segundo passo foi a geração dos pseudovalores pelo emprego da expressão:

$$\bar{Y}_{n,i} = n\bar{Y} - (n-1)\bar{Y}_i \quad (21)$$

em que

$\bar{Y}_{n,i}$ = pseudovalor da amostra reduzida $(n-1)$.

Finalmente, as estimativas para a média e o erro-padrão foram obtidas pelos seguintes estimadores:

$$\bar{Y}_{JK} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{Y}_{n,i}}{n} \quad (22)$$

$$S_{\bar{Y}_{JK}} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{Y}_{n,i} - \bar{Y}_{JK})^2}{n(n-1)}} \quad (23)$$

em que

$S_{\bar{Y}_{JK}}$ = estimador de *Jackknife* para o erro-padrão da média; e

\bar{Y}_{JK} = estimador de *Jackknife* para a média populacional.

Para a amostragem adaptativa em *cluster*, as estimativas da média e variância da média foram obtidas pelos estimadores de Hansen-Hurwitz modificados (THOMPSON, 1990; THOMPSON; SEBER, 1996; BROWN; MANLY, 1998; BROWN, 2003), dados pelas seguintes expressões:

$$\bar{Y}_{HH^*} = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} w_i \quad (24)$$

$$S_{\bar{Y}_{HH^*}}^2 = \frac{N - n_1}{N n_1 (n_1 - 1)} \sum_{i=1}^{n_1} (w_i - \bar{Y}_{HH^*})^2 \quad (25)$$

sendo

$$w_i = \frac{\sum_{l=1}^{m_i} y_l}{m_i} \quad (26)$$

em que

N = número total de unidades de amostra na população;

n_i = número inicial de unidades da amostra;

\bar{Y}_{HH^*} = estimador de Hansen-Hurwitz modificado para a média de indivíduos por unidade de amostra; e

w_i = média das m_i observações na i -ésima rede.

Além disto, para todos os procedimentos e para todas as repetições (amostras), foram calculados o erro-padrão da média ($S_{\bar{y}}$), o erro de amostragem absoluto (E), o erro de amostragem em porcentagem (%), como medidas de precisão das estimativas, e o intervalo de confiança (IC), empregando-se as seguintes expressões:

$$S_{\bar{y}} = \pm \sqrt{S_{\bar{y}}^2} \quad (26)$$

$$E = \pm S_{\bar{y}} * t * N \quad (27)$$

$$E\% = \pm \left(\frac{E}{\bar{Y}}\right) * 100 \quad (28)$$

$$IC = N * \bar{Y} \pm N * S_{\bar{y}} * t \quad (29)$$

em que

t = valor tabelado de “ t ” de Student, a 95% de probabilidade e $n-1$ graus de liberdade.

A exatidão de cada amostra, em cada procedimento de amostragem, foi verificada pelo emprego da seguinte expressão:

$$E\% = \frac{(\hat{T} - T)}{T} * 100 \quad (30)$$

em que

\hat{T} = número total estimado de indivíduos = $\bar{Y} * N$; e

T = número total de indivíduos na população = 44.

A exatidão média para cada tamanho de amostra (n), em cada procedimento de amostragem, foi obtida com o emprego da seguinte expressão:

$$\bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\hat{T} - T}{T} \right) * 100}{r} \quad (31)$$

em que

r = número de repetições (amostras).

Além da análise de exatidão, foram elaborados gráficos para identificar, visualmente, o comportamento da precisão e a exatidão dos procedimentos de amostragem, bem como os tamanhos finais de amostras no procedimento de amostragem adaptativa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Padrão de distribuição espacial

Em termos comparativos, a distribuição Binomial Negativa obteve melhor ajuste aos dados observados (Quadro 1, Figura 4).

Quadro 1 – Número de indivíduos, frequência observada do número amostras contendo x indivíduos, probabilidade ($f(x)$) de encontrar (x) indivíduos em uma unidade de amostra e frequências esperadas para distribuição de Poisson e Binomial Negativa

Amostra		Distribuição de Poisson		Distribuição Binomial Negativa	
Nº de Indivíduos (x)	Frequência Observada (%)	$f(x)$	Frequência Esperada (%)	$f(x)$	Frequência Esperada (%)
0	73	0,644	64,40	0,723	72,30
1	18	0,283	28,34	0,178	17,80
2	3	0,062	6,23	0,061	6,10
3	4	0,009	0,92	0,023	2,30
4	2	0,001	0,10	0,009	0,90
> 4	0	0,0001	0,01	0,006	0,60
Total	100	1,000	100,00	1,000	100,00

Pelo teste de χ^2 (Quadro 2), verificou-se que os dados observados seguem a distribuição Binomial Negativa. Assim sendo, a espécie em questão tende a apresentar um padrão de distribuição espacial agregado.

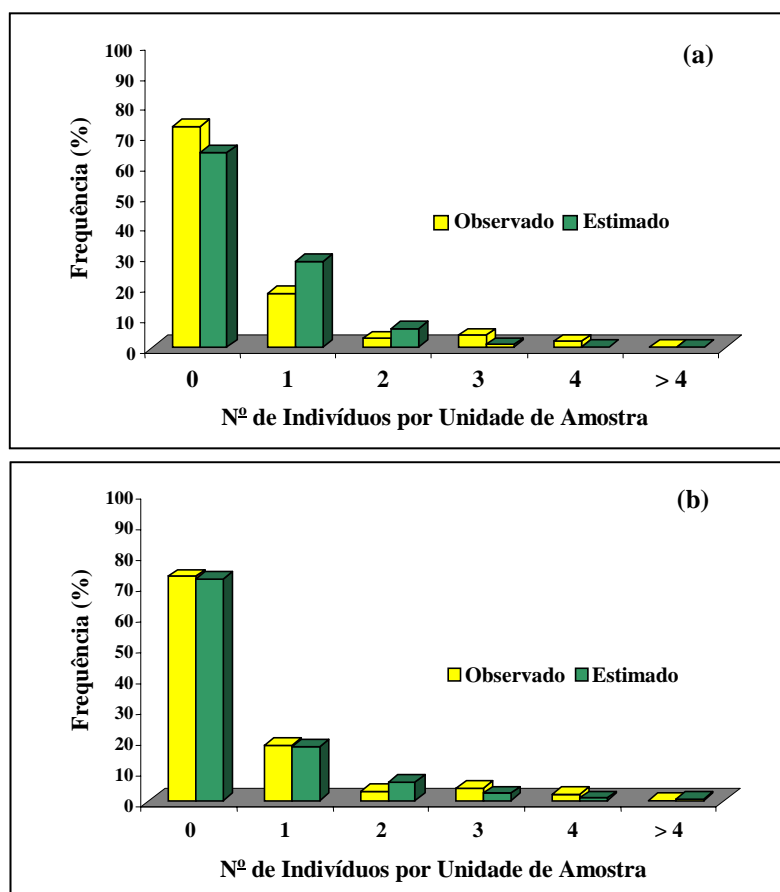


Figura 4 – Frequências observadas e esperadas do número de unidades de amostra, considerando a distribuição de Poisson (a) e Binomial Negativa (b).

Quadro 2 – Resultados do teste χ^2 (qui-quadrado) para as distribuições testadas

Distribuição	$\chi^2_{\text{calc.}}$	χ^2_{tab}	Conclusão
Poisson	52,89	9,49	Rejeita-se H_0^*
Binomial Negativa	4,82	7,81	Aceita-se H_0^*

* H_0 : Os dados em estudo seguem a distribuição testada.

5.2 Procedimentos de amostragem

5.2.1 Amostragem casual simples

Verifica-se que as estimativas obtidas pelos estimadores tradicionais da amostragem casual simples foram exatamente iguais àquelas obtidas pela técnica de Jackknife (Quadros 3 a 8). Este resultado pode ser explicado pela alta frequência de unidades amostrais com nenhum indivíduo, o que, pela natureza da técnica de se excluir

uma unidade de amostra para geração de pseudovalores, acarreta, no fim do processo, igualdade entre as estimativas. Diante disto, só serão discutidos os resultados obtidos com os estimadores tradicionais da amostragem casual simples.

Pelos resultados obtidos verifica-se que o erro de amostragem diminui com o aumento do tamanho da amostra (Quadros 5 e 6). Para as amostras pequenas ($n = 5$), os erros de amostragem foram altíssimos (até 277,65% com média igual a 153,74%). Com o aumento do tamanho da amostra ($n = 50$), as estimativas foram menores, obtendo-se um erro médio igual a 58,35 % e máximo de 70,87%.

Mesmo havendo a diminuição do erro de amostragem, foi necessário um tamanho de amostra (n) relativamente grande ($n = 50$) para que isto ocorresse. Ainda assim, os erros de amostragem ainda permaneceram altos.

Merece destaque a ocorrência de nove casos em que o erro de amostragem foi igual a zero. Isto decorre do fato de não terem sido amostrados indivíduos da espécie em questão em oito repetições (amostra) de tamanho (n) igual a cinco unidades e um para $n = 15$ (Figura 5).

Com relação à exatidão, observa-se na Figura 6 que para amostras de tamanhos maiores as estimativas do número de indivíduos são mais exatas. Observaram-se oito casos em que a exatidão apresentou valor -100 % para o tamanho de amostra $n = 5$ unidades e um para $n = 15$. Isto ocorreu por não ter sido amostrado nenhum indivíduo da espécie em questão nas unidades de amostra relacionadas.

A análise das Figuras 7 e 8 evidencia que a diminuição do tamanho da amostra acarretou maior número de casos em que o verdadeiro valor do número total de indivíduos esteve fora dos limites do intervalo de confiança. Isto se deveu, principalmente, ao fato de muitas amostras apresentarem estimativas para o total do número de indivíduos iguais a zero.

Quanto à exatidão, as Figuras 7 e 8 mostraram que quanto maior o tamanho de amostra mais exatas são as estimativas do total do número de indivíduos, pela proximidade dos valores estimados em relação ao verdadeiro valor, confirmando a tendência apresentada na Figura 6.

No entanto, mesmo tendo havido um sensível incremento na precisão e exatidão das estimativas com o aumento do tamanho da amostra, os erros de amostragem ainda foram altos. Isto demonstra que a amostragem casual simples é pouco apropriada para o inventário de espécies com padrão espacial agregado e raras geograficamente, devido à baixa precisão obtida.

Quadro 3 – Estimativas para médias (\bar{Y}), totais estimados (\hat{T}), erros-padrão ($\pm S_{\bar{y}}$), erros de amostragem absolutos ($\pm E$), erros de amostragem em porcentagem ($\pm E\%$), intervalos de confiança (LI e LS) e exatidões considerando os tamanhos de amostra iguais a 5, 10 e 15 na amostragem casual simples

Repetição	n = 5								n = 10								n = 15							
	\bar{Y}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão
						LI	LS							LI	LS							LI	LS	
1	1,00	100	0,77	215,06	215,06	-115,06	315,06	127,27	0,50	50	0,34	77,27	154,53	-115,06	315,06	13,64	0,27	26,67	0,15	32,87	123,28	-6,21	59,54	-39,39
2	0,20	20	0,20	55,53	277,65	-35,53	75,53	-54,55	0,80	80	0,39	87,94	109,92	-35,53	75,53	81,82	0,40	40	0,11	22,64	56,60	17,36	62,64	-9,09
3	1,00	100	0,77	215,06	215,06	-115,06	315,06	127,27	0,40	40	0,31	69,11	172,78	-115,06	315,06	-9,09	0,40	40	0,11	22,64	56,60	17,36	62,64	-9,09
4	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,10	10	0,10	22,62	226,22	0,00	0,00	-77,27	0,20	20	0,06	12,02	60,12	7,98	32,02	-54,55
5	0,60	60	0,60	166,59	277,65	-106,59	226,59	36,36	0,30	30	0,15	34,56	115,18	-106,59	226,59	-31,82	0,20	20	0,04	8,88	44,40	11,12	28,88	-54,55
6	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,10	10	0,10	22,62	226,22	0,00	0,00	-77,27	0,47	46,67	0,09	19,64	42,07	27,03	66,30	6,06
7	0,60	60	0,40	111,06	185,10	-51,06	171,06	36,36	0,20	20	0,13	30,16	150,81	-51,06	171,06	-54,55	0,33	33,33	0,08	17,51	52,54	15,82	50,85	-24,24
8	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,90	90	0,46	103,67	115,18	0,00	0,00	104,55	0,33	33,33	0,06	13,24	39,71	20,10	46,57	-24,24
9	0,40	40	0,24	68,01	170,02	-28,01	108,01	-9,09	0,10	10	0,10	22,62	226,22	-28,01	108,01	-77,27	0,40	40	0,19	40,80	102,00	-0,80	80,80	-9,09
10	2,20	220	0,58	161,89	73,59	58,11	381,89	400,00	0,90	90	0,53	118,99	132,21	58,11	381,89	104,55	0,20	20	0,11	22,93	114,64	-2,93	42,93	-54,55
11	0,20	20	0,20	55,53	277,65	-35,53	75,53	-54,55	0,20	20	0,13	30,16	150,81	-35,53	75,53	-54,55	0,60	60	0,27	58,46	97,43	1,54	118,46	36,36
12	0,20	20	0,20	55,53	277,65	-35,53	75,53	-54,55	0,40	40	0,31	69,11	172,78	-35,53	75,53	-9,09	0,47	46,67	0,24	50,70	108,64	-4,03	97,36	6,06
13	0,60	60	0,40	111,06	185,10	-51,06	171,06	36,36	0,60	60	0,34	76,90	128,16	-51,06	171,06	36,36	0,93	93,33	0,37	79,61	85,30	13,72	172,94	112,12
14	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,60	60	0,31	69,11	115,18	0,00	0,00	36,36	0,20	20	0,11	22,93	114,64	-2,93	42,93	-54,55
15	0,40	40	0,40	111,06	277,65	-71,06	151,06	-9,09	0,80	80	0,33	73,88	92,35	-71,06	151,06	81,82	0,40	40	0,27	58,46	146,14	-18,46	98,46	-9,09
16	0,40	40	0,24	68,01	170,02	-28,01	108,01	-9,09	0,40	40	0,31	69,11	172,78	-28,01	108,01	-9,09	0,73	73,33	0,33	70,88	96,65	2,46	144,21	66,67
17	0,40	40	0,24	68,01	170,02	-28,01	108,01	-9,09	0,50	50	0,31	69,52	139,04	-28,01	108,01	13,64	0,20	20	0,14	31,05	155,23	-11,05	51,05	-54,55
18	1,20	120	0,73	204,03	170,02	-84,03	324,03	172,73	0,40	40	0,22	50,02	125,05	-84,03	324,03	-9,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00
19	0,40	40	0,40	111,06	277,65	-71,06	151,06	-9,09	0,40	40	0,22	50,02	125,05	-71,06	151,06	-9,09	0,87	86,67	0,32	69,00	79,61	17,67	155,66	96,97
20	1,00	100	0,77	215,06	215,06	-115,06	315,06	127,27	0,60	60	0,31	69,11	115,18	-115,06	315,06	36,36	0,67	66,67	0,32	68,36	102,54	-1,69	135,03	51,52
21	1,00	100	0,55	152,07	152,07	-52,07	252,07	127,27	0,70	70	0,40	89,54	127,91	-52,07	252,07	59,09	0,47	46,67	0,24	50,70	108,64	-4,03	97,36	6,06
22	0,20	20	0,20	55,53	277,65	-35,53	75,53	-54,55	0,50	50	0,31	69,52	139,04	-35,53	75,53	13,64	0,47	46,67	0,17	35,44	75,94	11,23	82,11	6,06
23	0,40	40	0,24	68,01	170,02	-28,01	108,01	-9,09	0,50	50	0,31	69,52	139,04	-28,01	108,01	13,64	0,73	73,33	0,36	76,81	104,74	-3,48	150,14	66,67
24	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,70	70	0,40	89,54	127,91	0,00	0,00	59,09	0,27	26,67	0,12	25,35	95,06	1,32	52,02	-39,39
25	0,20	20	0,20	55,53	277,65	-35,53	75,53	-54,55	0,80	80	0,39	87,94	109,92	-35,53	75,53	81,82	0,33	33,33	0,13	27,02	81,07	6,31	60,36	-24,24
26	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,30	30	0,30	67,86	226,22	0,00	0,00	-31,82	0,07	6,667	0,07	14,30	214,48	-7,63	20,97	-84,85
27	0,40	40	0,24	68,01	170,02	-28,01	108,01	-9,09	0,20	20	0,13	30,16	150,81	-28,01	108,01	-54,55	0,27	26,67	0,12	25,35	95,06	1,32	52,02	-39,39
28	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,10	10	0,10	22,62	226,22	0,00	0,00	-77,27	0,40	40	0,21	45,86	114,64	-5,86	85,86	-9,09
29	0,80	80	0,37	103,89	129,86	-23,89	183,89	81,82	0,30	30	0,15	34,56	115,18	-23,89	183,89	-31,82	0,73	73,33	0,28	60,90	83,05	12,43	134,24	66,67
30	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,30	30	0,15	34,56	115,18	0,00	0,00	-31,82	0,40	40	0,21	45,86	114,64	-5,86	85,86	-9,09
Média	0,46	46,00	0,30	83,19	153,74	-37,19	129,19	4,55	0,45	45,33	0,27	60,41	148,10	-37,19	129,19	3,03	0,41	41,33	0,18	37,67	92,18	3,66	79,01	-6,06
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-115,06	0,00	-100,00	0,10	10,00	0,10	22,62	92,35	-115,06	0,00	-77,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-18,46	0,00	-100,00
Máximo	2,20	220,00	0,77	215,06	277,65	58,11	381,89	400,00	0,90	90,00	0,53	118,99	226,22	58,11	381,89	104,55	0,93	93,33	0,37	79,61	214,48	27,03	172,94	112,12

Quadro 4 – Estimativas para médias (\bar{Y}), totais estimados (\hat{T}), erros-padrão ($\pm S_{\bar{y}}$), erros de amostragem absolutos ($\pm E$), erros de amostragem em porcentagem ($\pm E\%$), intervalos de confiança (LI e LS) e exatidões considerando os tamanhos de amostra iguais a 20, 25 e 50 na amostragem casual simples

Repetição	n = 20								n = 25								n = 50							
	\bar{Y}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão
						LI	LS							LI	LS							LI	LS	
1	0,55	55	0,28	57,77	105,04	-2,77	112,77	25,00	0,48	48	0,15	31,80	66,24	16,20	79,80	9,09	0,38	38	0,12	24,29	63,91	13,71	62,29	-13,64
2	0,20	20	0,16	32,57	162,83	-12,57	52,57	-54,55	0,56	56	0,18	37,83	67,56	18,17	93,83	27,27	0,58	58	0,16	31,50	54,30	26,50	89,50	31,82
3	0,50	50	0,21	44,27	88,54	5,73	94,27	13,64	0,56	56	0,18	37,83	67,56	18,17	93,83	27,27	0,56	56	0,15	29,92	53,43	26,08	85,92	27,27
4	0,20	20	0,16	32,57	162,83	-12,57	52,57	-54,55	0,36	36	0,11	23,47	65,20	12,53	59,47	-18,18	0,38	38	0,11	21,40	56,31	16,60	59,40	-13,64
5	0,40	40	0,17	35,29	88,21	4,71	75,29	-9,09	0,64	64	0,22	45,97	71,82	18,03	109,97	45,45	0,38	38	0,10	20,61	54,25	17,39	58,61	-13,64
6	0,80	80	0,25	51,72	64,65	28,28	131,72	81,82	0,48	48	0,22	46,33	96,53	1,67	94,33	9,09	0,44	44	0,13	26,41	60,03	17,59	70,41	0,00
7	0,60	60	0,24	51,27	85,45	8,73	111,27	36,36	0,28	28	0,17	34,78	124,22	-6,78	62,78	-36,36	0,36	36	0,10	19,69	54,69	16,31	55,69	-18,18
8	0,35	35	0,17	34,87	99,64	0,13	69,87	-20,45	0,60	60	0,19	39,52	65,87	20,48	99,52	36,36	0,48	48	0,14	28,27	58,89	19,73	76,27	9,09
9	0,55	55	0,25	51,44	93,52	3,56	106,44	25,00	0,40	40	0,21	42,96	107,41	-2,96	82,96	-9,09	0,38	38	0,11	21,40	56,31	16,60	59,40	-13,64
10	0,20	20	0,12	24,48	122,42	-4,48	44,48	-54,55	0,48	48	0,17	35,99	74,97	12,01	83,99	9,09	0,32	32	0,10	19,42	60,69	12,58	51,42	-27,27
11	0,35	35	0,13	27,48	78,51	7,52	62,48	-20,45	0,64	64	0,22	45,97	71,82	18,03	109,97	45,45	0,44	44	0,13	25,13	57,12	18,87	69,13	0,0
12	0,45	45	0,18	38,64	85,86	6,36	83,64	2,27	0,08	8	0,06	11,43	142,87	-3,43	19,43	-81,82	0,30	30	0,08	16,49	54,97	13,51	46,49	-31,82
13	0,45	45	0,25	51,44	114,30	-6,44	96,44	2,27	0,48	48	0,14	29,48	61,41	18,52	77,48	9,09	0,40	40	0,13	26,31	65,78	13,69	66,31	-9,09
14	0,60	60	0,22	46,55	77,59	13,45	106,55	36,36	0,32	32	0,17	35,19	109,96	-3,19	67,19	-27,27	0,40	40	0,12	23,67	59,18	16,33	63,67	-9,09
15	0,45	45	0,18	38,64	85,86	6,36	83,64	2,27	0,36	36	0,17	35,51	98,64	0,49	71,51	-18,18	0,58	58	0,15	29,33	50,56	28,67	87,33	31,82
16	0,45	45	0,18	38,64	85,86	6,36	83,64	2,27	0,32	32	0,14	28,50	89,06	3,50	60,50	-27,27	0,50	50	0,13	27,08	54,17	22,92	77,08	13,64
17	0,35	35	0,15	31,40	89,70	3,60	66,40	-20,45	0,68	68	0,23	47,24	69,48	20,76	115,24	54,55	0,48	48	0,14	28,85	60,10	19,15	76,85	9,09
18	0,35	35	0,17	34,87	99,64	0,13	69,87	-20,45	0,32	32	0,13	25,89	80,90	6,11	57,89	-27,27	0,48	48	0,14	28,27	58,89	19,73	76,27	9,09
19	0,30	30	0,13	26,73	89,12	3,27	56,73	-31,82	0,88	88	0,24	49,59	56,35	38,41	137,59	100,00	0,30	30	0,07	14,35	47,85	15,65	44,35	-31,82
20	0,10	10	0,07	14,41	144,05	-4,41	24,41	-77,27	0,72	72	0,24	49,88	69,27	22,12	121,88	63,64	0,52	52	0,15	29,41	56,56	22,59	81,41	18,18
21	0,65	65	0,25	53,20	81,85	11,80	118,20	47,73	0,64	64	0,22	45,97	71,82	18,03	109,97	45,45	0,34	34	0,12	24,09	70,87	9,91	58,09	-22,73
22	0,15	15	0,08	17,15	114,30	-2,15	32,15	-65,91	0,76	76	0,27	54,97	72,33	21,03	130,97	72,73	0,40	40	0,12	25,03	62,57	14,97	65,03	-9,09
23	0,65	65	0,27	57,37	88,26	7,63	122,37	47,73	0,36	36	0,20	41,07	114,09	-5,07	77,07	-18,18	0,52	52	0,14	28,85	55,47	23,15	80,85	18,18
24	0,55	55	0,21	44,20	80,37	10,80	99,20	25,00	0,56	56	0,22	44,71	79,84	11,29	100,71	27,27	0,34	34	0,10	20,39	59,97	13,61	54,39	-22,73
25	0,70	70	0,24	50,59	72,27	19,41	120,59	59,09	0,68	68	0,23	47,24	69,48	20,76	115,24	54,55	0,38	38	0,12	23,60	62,10	14,40	61,60	-13,64
26	0,45	45	0,26	53,63	119,18	-8,63	98,63	2,27	0,48	48	0,19	39,74	82,78	8,26	87,74	9,09	0,30	30	0,09	18,38	61,27	11,62	48,38	-31,82
27	0,25	25	0,16	33,53	134,10	-8,53	58,53	-43,18	0,20	20	0,08	16,85	84,26	3,15	36,85	-54,55	0,38	38	0,11	22,89	60,23	15,11	60,89	-13,64
28	0,35	35	0,13	27,48	78,51	7,52	62,48	-20,45	0,40	40	0,17	35,75	89,37	4,25	75,75	-9,09	0,58	58	0,15	30,97	53,39	27,03	88,97	31,82
29	0,45	45	0,21	44,20	98,23	0,80	89,20	2,27	0,40	40	0,14	29,19	72,97	10,81	69,19	-9,09	0,36	36	0,12	23,51	65,29	12,49	59,51	-18,18
30	0,50	50	0,22	46,80	93,60	3,20	96,80	13,64	0,40	40	0,17	35,75	89,37	4,25	75,75	-9,09	0,46	46	0,14	28,25	61,42	17,75	74,25	4,55
Média	0,43	43,00	0,19	39,77	99,48	3,23	82,77	-2,27	0,48	48,40	0,18	37,55	82,78	10,85	85,95	10,00	0,42	42,40	0,12	24,59	58,35	17,81	66,99	-3,64
Mínimo	0,10	10,00	0,07	14,41	64,65	-12,57	24,41	-77,27	0,08	8,00	0,06	11,43	56,35	-6,78	19,43	-81,82	0,30	30,00	0,07	14,35	47,85	9,91	44,35	-31,82
Máximo	0,80	80,00	0,28	57,77	162,83	28,28	131,72	81,82	0,88	88,00	0,27	54,97	142,87	38,41	137,59	100,00	0,58	58,00	0,16	31,50	70,87	28,67	89,50	31,82

Quadro 5 – Estimativas para médias (\bar{Y}_{JK}), totais estimados (\hat{T}), erros-padrão ($\pm S_{\bar{y}}$), erros de amostragem absolutos ($\pm E$), erros de amostragem em porcentagem ($\pm E\%$), intervalos de confiança (LI e LS) e exatidões considerando os tamanhos de amostra iguais a 5, 10 e 15 obtidas pela técnica de Jackknife

Repetição	n = 5							n = 10							n = 15									
	\bar{Y}_{JK}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}_{JK}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}_{JK}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão
						LI	LS							LI	LS							LI	LS	
1	1,00	100	0,77	215,06	215,06	-115,06	315,06	127,27	0,50	50	0,34	77,27	154,53	-115,06	315,06	13,64	0,27	26,67	0,15	32,87	223,28	-6,21	59,54	-39,39
2	0,20	20	0,20	55,53	277,65	-35,53	75,53	-54,55	0,80	80	0,39	87,94	109,92	-35,53	75,53	81,82	0,40	40	0,11	22,64	56,60	17,36	62,64	-9,09
3	1,00	100	0,77	215,06	215,06	-115,06	315,06	127,27	0,40	40	0,31	69,11	172,78	-115,06	315,06	-9,09	0,40	40	0,11	22,64	56,60	17,36	62,64	-9,09
4	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,10	10	0,10	22,62	226,22	0,00	0,00	-77,27	0,20	20	0,06	12,02	60,12	7,98	32,02	-54,55
5	0,60	60	0,60	166,59	277,65	-106,59	226,59	36,36	0,30	30	0,15	34,56	115,18	-106,59	226,59	-31,82	0,20	20	0,04	8,88	44,40	11,12	28,88	-54,55
6	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,10	10	0,10	22,62	226,22	0,00	0,00	-77,27	0,47	46,67	0,09	19,64	42,07	27,03	66,30	6,06
7	0,60	60	0,40	111,06	185,10	-51,06	171,06	36,36	0,20	20	0,13	30,16	150,81	-51,06	171,06	-54,55	0,33	33,33	0,08	17,51	52,54	15,82	50,85	-24,24
8	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,90	90	0,46	103,67	115,18	0,00	0,00	104,55	0,33	33,33	0,06	13,24	39,71	20,10	46,57	-24,24
9	0,40	40	0,24	68,01	170,02	-28,01	108,01	-9,09	0,10	10	0,10	22,62	226,22	-28,01	108,01	-77,27	0,40	40	0,19	40,80	102,00	-0,80	80,80	-9,09
10	2,20	220	0,58	161,89	73,59	58,11	381,89	400,00	0,90	90	0,53	118,99	132,21	58,11	381,89	104,55	0,20	20	0,11	22,93	114,64	-2,93	42,93	-54,55
11	0,20	20	0,20	55,53	277,65	-35,53	75,53	-54,55	0,20	20	0,13	30,16	150,81	-35,53	75,53	-54,55	0,60	60	0,27	58,46	97,43	1,54	118,46	36,36
12	0,20	20	0,20	55,53	277,65	-35,53	75,53	-54,55	0,40	40	0,31	69,11	172,78	-35,53	75,53	-9,09	0,47	46,67	0,24	50,70	108,64	-4,03	97,36	6,06
13	0,60	60	0,40	111,06	185,10	-51,06	171,06	36,36	0,60	60	0,34	76,90	128,16	-51,06	171,06	36,36	0,93	93,33	0,37	79,61	85,30	13,72	172,94	112,12
14	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,60	60	0,31	69,11	115,18	0,00	0,00	36,36	0,20	20	0,11	22,93	114,64	-2,93	42,93	-54,55
15	0,40	40	0,40	111,06	277,65	-71,06	151,06	-9,09	0,80	80	0,33	73,88	92,35	-71,06	151,06	81,82	0,40	40	0,27	58,46	146,14	-18,46	98,46	-9,09
16	0,40	40	0,24	68,01	170,02	-28,01	108,01	-9,09	0,40	40	0,31	69,11	172,78	-28,01	108,01	-9,09	0,73	73,33	0,33	70,88	96,65	2,46	144,21	66,67
17	0,40	40	0,24	68,01	170,02	-28,01	108,01	-9,09	0,50	50	0,31	69,52	139,04	-28,01	108,01	13,64	0,20	20	0,14	31,05	155,23	-11,05	51,05	-54,55
18	1,20	120	0,73	204,03	170,02	-84,03	324,03	172,73	0,40	40	0,22	50,02	125,05	-84,03	324,03	-9,09	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00
19	0,40	40	0,40	111,06	277,65	-71,06	151,06	-9,09	0,40	40	0,22	50,02	125,05	-71,06	151,06	-9,09	0,87	86,67	0,32	69,00	79,61	17,67	155,66	96,97
20	1,00	100	0,77	215,06	215,06	-115,06	315,06	127,27	0,60	60	0,31	69,11	115,18	-115,06	315,06	36,36	0,67	66,67	0,32	68,36	102,54	-1,69	135,03	51,52
21	1,00	100	0,55	152,07	152,07	-52,07	252,07	127,27	0,70	70	0,40	89,54	127,91	-52,07	252,07	59,09	0,47	46,67	0,24	50,70	108,64	-4,03	97,36	6,06
22	0,20	20	0,20	55,53	277,65	-35,53	75,53	-54,55	0,50	50	0,31	69,52	139,04	-35,53	75,53	13,64	0,47	46,67	0,17	35,44	75,94	11,23	82,11	6,06
23	0,40	40	0,24	68,01	170,02	-28,01	108,01	-9,09	0,50	50	0,31	69,52	139,04	-28,01	108,01	13,64	0,73	73,33	0,36	76,81	104,74	-3,48	150,14	66,67
24	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,70	70	0,40	89,54	127,91	0,00	0,00	59,09	0,27	26,67	0,12	25,35	95,06	1,32	52,02	-39,39
25	0,20	20	0,20	55,53	277,65	-35,53	75,53	-54,55	0,80	80	0,39	87,94	109,92	-35,53	75,53	81,82	0,33	33,33	0,13	27,02	81,07	6,31	60,36	-24,24
26	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,30	30	0,30	67,86	226,22	0,00	0,00	-31,82	0,07	6,667	0,07	14,30	214,48	-7,63	20,97	-84,85
27	0,40	40	0,24	68,01	170,02	-28,01	108,01	-9,09	0,20	20	0,13	30,16	150,81	-28,01	108,01	-54,55	0,27	26,67	0,12	25,35	95,06	1,32	52,02	-39,39
28	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,10	10	0,10	22,62	226,22	0,00	0,00	-77,27	0,40	40	0,21	45,86	114,64	-5,86	85,86	-9,09
29	0,80	80	0,37	103,89	129,86	-23,89	183,89	81,82	0,30	30	0,15	34,56	115,18	-23,89	183,89	-31,82	0,73	73,33	0,28	60,90	83,05	12,43	134,24	66,67
30	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,30	30	0,15	34,56	115,18	0,00	0,00	-31,82	0,40	40	0,21	45,86	114,64	-5,86	85,86	-9,09
Média	0,46	46,00	0,30	83,19	153,74	-37,19	129,19	4,55	0,45	45,33	0,27	60,41	148,10	-37,19	129,19	3,03	0,41	41,33	0,18	37,67	92,18	3,66	79,01	-6,06
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-115,06	0,00	-100,00	0,10	10,00	0,10	22,62	92,35	-115,06	0,00	-77,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-18,46	0,00	-100,00
Máximo	2,20	220,00	0,77	215,06	277,65	58,11	381,89	400,00	0,90	90,00	0,53	118,99	226,22	58,11	381,89	104,55	0,93	93,33	0,37	79,61	214,48	27,03	172,94	112,12

Quadro 6 – Estimativas para médias (\bar{Y}_{JK}), totais estimados (\hat{T}), erros padrão ($\pm S_{\bar{y}}$), erros de amostragem absolutos ($\pm E$), erros de amostragem em porcentagem ($\pm E\%$), intervalos de confiança (LI e LS) e exatidões considerando os tamanhos de amostra iguais a 20, 25 e 50 obtidas pelas técnica de Jackknife

Repetição	n = 20							n = 25							n = 50									
	\bar{Y}_{JK}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}_{JK}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}_{JK}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão
						LI	LS							LI	LS							LI	LS	
1	0,55	55	0,28	57,77	105,04	-2,77	112,77	25,00	0,48	48	0,15	31,80	66,24	16,20	79,80	9,09	0,38	38	0,12	24,29	63,91	13,71	62,29	-13,64
2	0,20	20	0,16	32,57	162,83	-12,57	52,57	-54,55	0,56	56	0,18	37,83	67,56	18,17	93,83	27,27	0,58	58	0,16	31,50	54,30	26,50	89,50	31,82
3	0,50	50	0,21	44,27	88,54	5,73	94,27	13,64	0,56	56	0,18	37,83	67,56	18,17	93,83	27,27	0,56	56	0,15	29,92	53,43	26,08	85,92	27,27
4	0,20	20	0,16	32,57	162,83	-12,57	52,57	-54,55	0,36	36	0,11	23,47	65,20	12,53	59,47	-18,18	0,38	38	0,11	21,40	56,31	16,60	59,40	-13,64
5	0,40	40	0,17	35,29	88,21	4,71	75,29	-9,09	0,64	64	0,22	45,97	71,82	18,03	109,97	45,45	0,38	38	0,10	20,61	54,25	17,39	58,61	-13,64
6	0,80	80	0,25	51,72	64,65	28,28	131,72	81,82	0,48	48	0,22	46,33	96,53	1,67	94,33	9,09	0,44	44	0,13	26,41	60,03	17,59	70,41	0,00
7	0,60	60	0,24	51,27	85,45	8,73	111,27	36,36	0,28	28	0,17	34,78	124,22	-6,78	62,78	-36,36	0,36	36	0,10	19,69	54,69	16,31	55,69	-18,18
8	0,35	35	0,17	34,87	99,64	0,13	69,87	-20,45	0,60	60	0,19	39,52	65,87	20,48	99,52	36,36	0,48	48	0,14	28,27	58,89	19,73	76,27	9,09
9	0,55	55	0,25	51,44	93,52	3,56	106,44	25,00	0,40	40	0,21	42,96	107,41	-2,96	82,96	-9,09	0,38	38	0,11	21,40	56,31	16,60	59,40	-13,64
10	0,20	20	0,12	24,48	122,42	-4,48	44,48	-54,55	0,48	48	0,17	35,99	74,97	12,01	83,99	9,09	0,32	32	0,10	19,42	60,69	12,58	51,42	-27,27
11	0,35	35	0,13	27,48	78,51	7,52	62,48	-20,45	0,64	64	0,22	45,97	71,82	18,03	109,97	45,45	0,44	44	0,13	25,13	57,12	18,87	69,13	0,0
12	0,45	45	0,18	38,64	85,86	6,36	83,64	2,27	0,08	8	0,06	11,43	142,87	-3,43	19,43	-81,82	0,30	30	0,08	16,49	54,97	13,51	46,49	-31,82
13	0,45	45	0,25	51,44	114,30	-6,44	96,44	2,27	0,48	48	0,14	29,48	61,41	18,52	77,48	9,09	0,40	40	0,13	26,31	65,78	13,69	66,31	-9,09
14	0,60	60	0,22	46,55	77,59	13,45	106,55	36,36	0,32	32	0,17	35,19	109,96	-3,19	67,19	-27,27	0,40	40	0,12	23,67	59,18	16,33	63,67	-9,09
15	0,45	45	0,18	38,64	85,86	6,36	83,64	2,27	0,36	36	0,17	35,51	98,64	0,49	71,51	-18,18	0,58	58	0,15	29,33	50,56	28,67	87,33	31,82
16	0,45	45	0,18	38,64	85,86	6,36	83,64	2,27	0,32	32	0,14	28,50	89,06	3,50	60,50	-27,27	0,50	50	0,13	27,08	54,17	22,92	77,08	13,64
17	0,35	35	0,15	31,40	89,70	3,60	66,40	-20,45	0,68	68	0,23	47,24	69,48	20,76	115,24	54,55	0,48	48	0,14	28,85	60,10	19,15	76,85	9,09
18	0,35	35	0,17	34,87	99,64	0,13	69,87	-20,45	0,32	32	0,13	25,89	80,90	6,11	57,89	-27,27	0,48	48	0,14	28,27	58,89	19,73	76,27	9,09
19	0,30	30	0,13	26,73	89,12	3,27	56,73	-31,82	0,88	88	0,24	49,59	56,35	38,41	137,59	100,00	0,30	30	0,07	14,35	47,85	15,65	44,35	-31,82
20	0,10	10	0,07	14,41	144,05	-4,41	24,41	-77,27	0,72	72	0,24	49,88	69,27	22,12	121,88	63,64	0,52	52	0,15	29,41	56,56	22,59	81,41	18,18
21	0,65	65	0,25	53,20	81,85	11,80	118,20	47,73	0,64	64	0,22	45,97	71,82	18,03	109,97	45,45	0,34	34	0,12	24,09	70,87	9,91	58,09	-22,73
22	0,15	15	0,08	17,15	114,30	-2,15	32,15	-65,91	0,76	76	0,27	54,97	72,33	21,03	130,97	72,73	0,40	40	0,12	25,03	62,57	14,97	65,03	-9,09
23	0,65	65	0,27	57,37	88,26	7,63	122,37	47,73	0,36	36	0,20	41,07	114,09	-5,07	77,07	-18,18	0,52	52	0,14	28,85	55,47	23,15	80,85	18,18
24	0,55	55	0,21	44,20	80,37	10,80	99,20	25,00	0,56	56	0,22	44,71	79,84	11,29	100,71	27,27	0,34	34	0,10	20,39	59,97	13,61	54,39	-22,73
25	0,70	70	0,24	50,59	72,27	19,41	120,59	59,09	0,68	68	0,23	47,24	69,48	20,76	115,24	54,55	0,38	38	0,12	23,60	62,10	14,40	61,60	-13,64
26	0,45	45	0,26	53,63	119,18	-8,63	98,63	2,27	0,48	48	0,19	39,74	82,78	8,26	87,74	9,09	0,30	30	0,09	18,38	61,27	11,62	48,38	-31,82
27	0,25	25	0,16	33,53	134,10	-8,53	58,53	-43,18	0,20	20	0,08	16,85	84,26	3,15	36,85	-54,55	0,38	38	0,11	22,89	60,23	15,11	60,89	-13,64
28	0,35	35	0,13	27,48	78,51	7,52	62,48	-20,45	0,40	40	0,17	35,75	89,37	4,25	75,75	-9,09	0,58	58	0,15	30,97	53,39	27,03	88,97	31,82
29	0,45	45	0,21	44,20	98,23	0,80	89,20	2,27	0,40	40	0,14	29,19	72,97	10,81	69,19	-9,09	0,36	36	0,12	23,51	65,29	12,49	59,51	-18,18
30	0,50	50	0,22	46,80	93,60	3,20	96,80	13,64	0,40	40	0,17	35,75	89,37	4,25	75,75	-9,09	0,46	46	0,14	28,25	61,42	17,75	74,25	4,55
Média	0,43	43,00	0,19	39,77	99,48	3,23	82,77	-2,27	0,48	48,40	0,18	37,55	82,78	10,85	85,95	10,00	0,42	42,40	0,12	24,59	58,35	17,81	66,99	-3,64
Mínimo	0,10	10,00	0,07	14,41	64,65	-12,57	24,41	-77,27	0,08	8,00	0,06	11,43	56,35	-6,78	19,43	-81,82	0,30	30,00	0,07	14,35	47,85	9,91	44,35	-31,82
Máximo	0,80	80,00	0,28	57,77	162,83	28,28	131,72	81,82	0,88	88,00	0,27	54,97	142,87	38,41	137,59	100,00	0,58	58,00	0,16	31,50	70,87	28,67	89,50	31,82

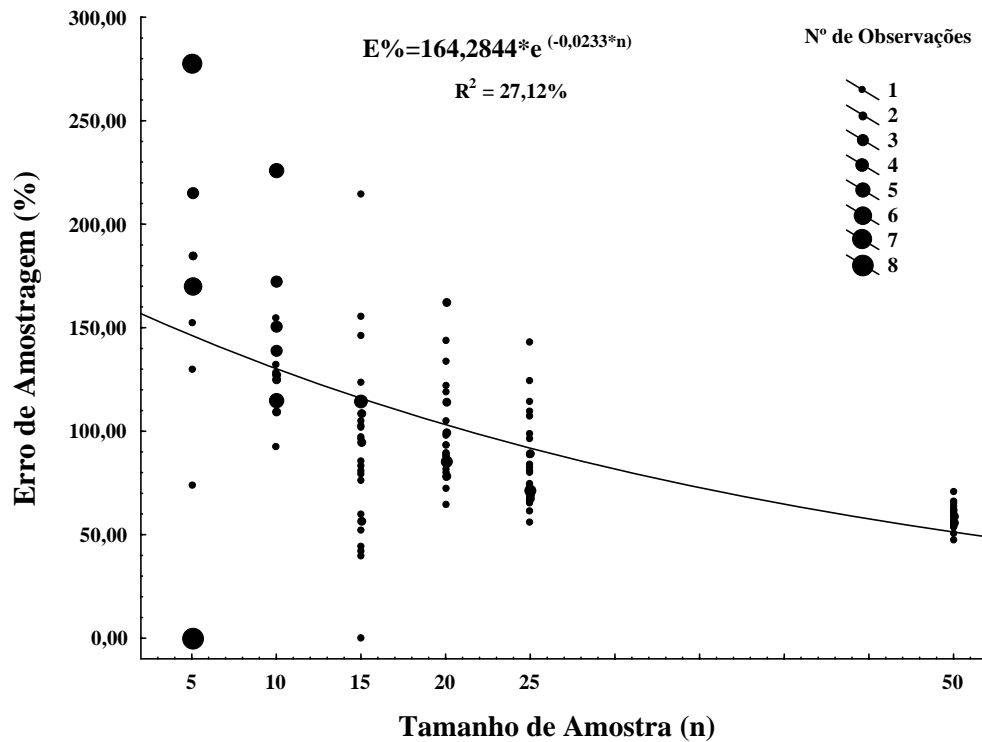


Figura 5 – Relação entre os erros de amostragem e o tamanho de amostra na amostragem casual simples.

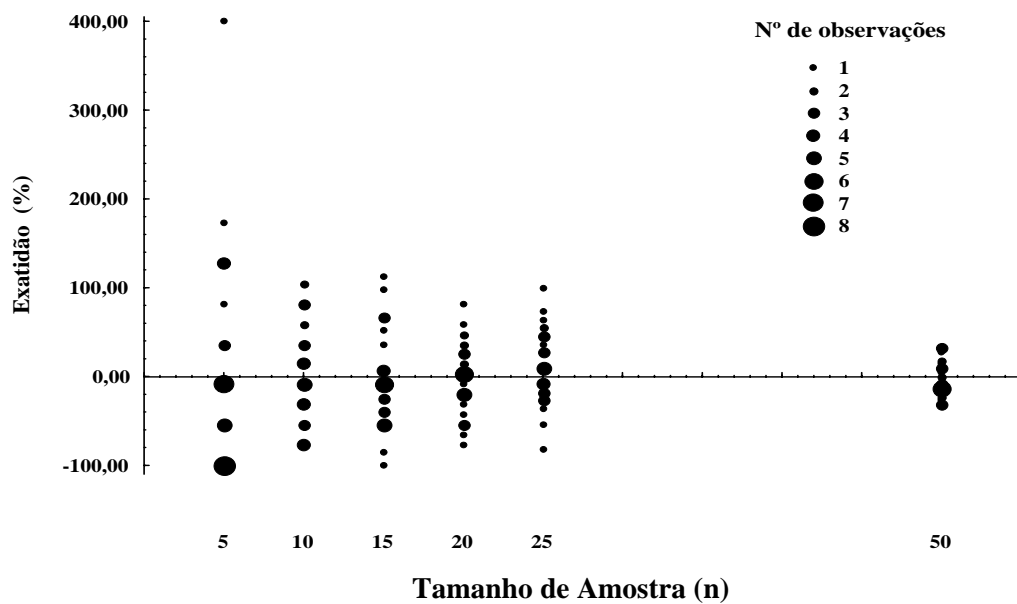


Figura 6 – Relação entre as exatidões das estimativas e o tamanho de amostra na amostragem casual simples.

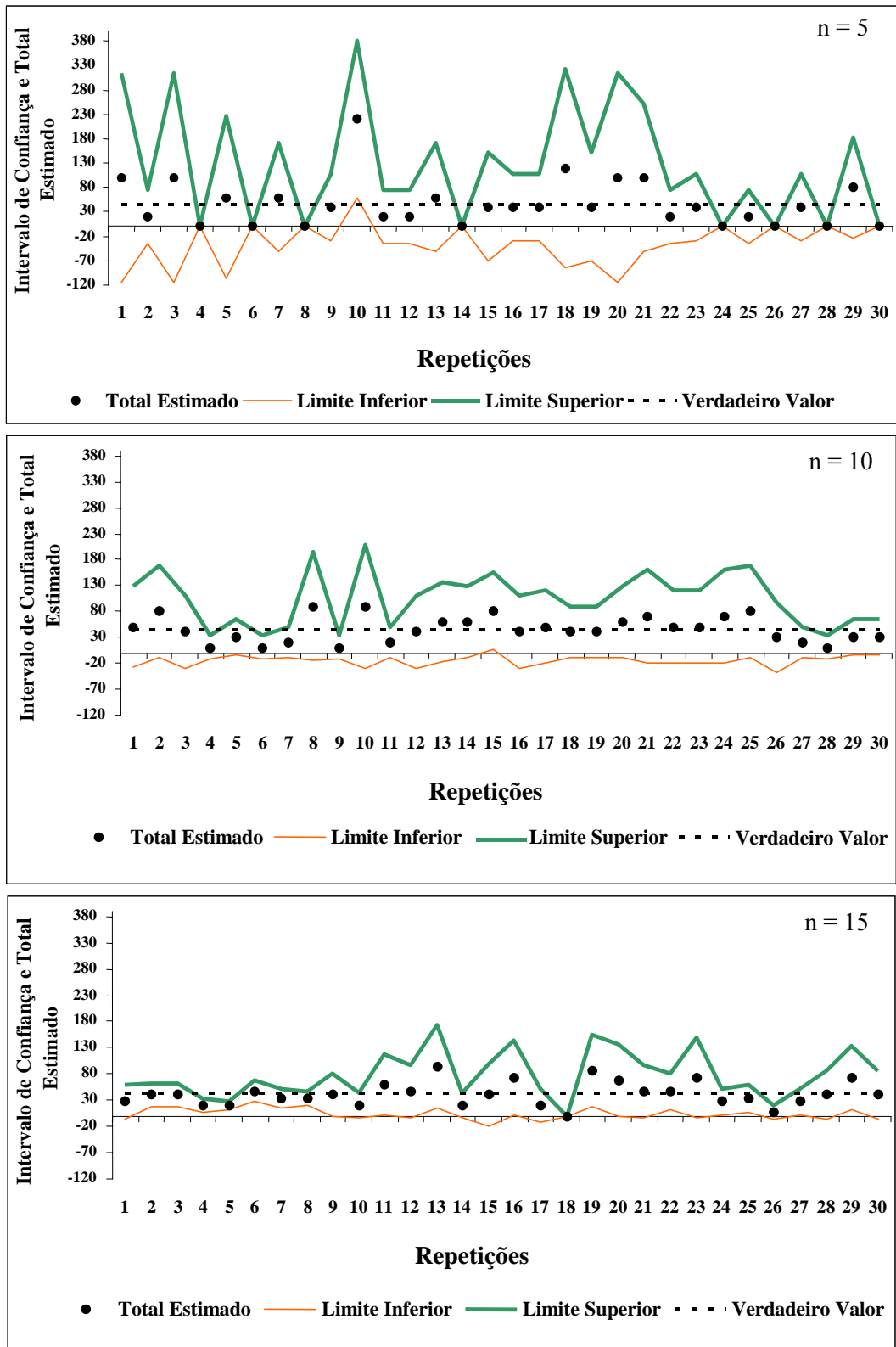


Figura 7 – Estimativa do total do número de indivíduos e limites inferior e superior do intervalo de confiança para os tamanhos de amostra $n = 5, 10$ e 15 com 30 repetições cada para a amostragem casual simples. A linha hachurada representa o verdadeiro total populacional de 44 indivíduos.

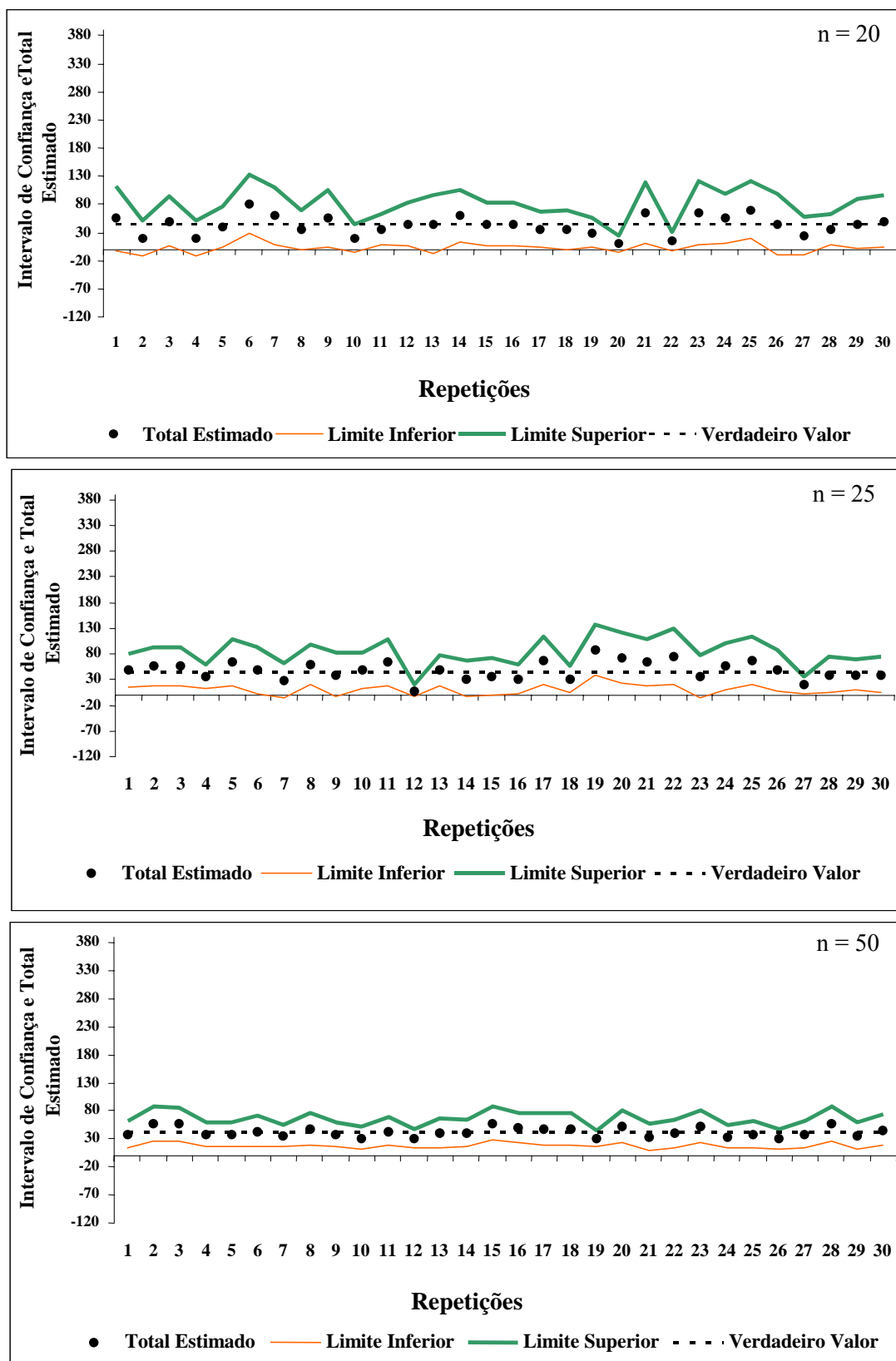


Figura 8 – Estimativa do total do número de indivíduos e limites inferior e superior do intervalo de confiança para os tamanhos de amostra $n = 20, 25$ e 50 com 30 repetições cada para a amostragem casual simples. A linha hachurada representa o verdadeiro total populacional de 44 indivíduos.

Analisando a questão do ponto de vista do inventário florestal, esse aumento em demasia do tamanho da amostra se traduziria ainda em custos elevados para execução de um levantamento dessa natureza e não garantiria a precisão das estimativas, em níveis normalmente aceitáveis para inventários florestais.

5.2.2 Amostragem sistemática

Verificou-se, mais uma vez, que as estimativas obtidas pelos estimadores tradicionais da amostragem sistemática foram exatamente iguais àquelas obtidas pela técnica de Jackknife (Quadros 7 e 8). Este resultado pode ser explicado pela alta frequência de unidades de amostra com zero indivíduo. Assim sendo, só serão discutidos os resultados obtidos com os estimadores tradicionais.

Observa-se, novamente, a tendência de o erro de amostragem diminuir com o aumento do tamanho da amostra (Quadro 7). Assim sendo, as tendências observadas para a amostragem casual simples se repetem para a amostragem sistemática, ou seja, observa-se relação inversamente proporcional entre o erro de amostragem e o tamanho da amostra (n).

Para pequenas amostras ($n = 5$), os erros de amostragem foram altíssimos (até 277,65 %, com média igual a 177,06%). Com o aumento do tamanho da amostra ($n = 50$) os erros foram menores (máximo de 73,06% e média igual a 69,40%). Mesmo assim, esses valores são muito superiores daqueles desejados normalmente para inventários florestais (Quadro 7).

A Figura 9 mostra a tendência de decréscimo do erro de amostragem com o aumento do tamanho de amostra e destaca, também, a ocorrência de quatro casos em que os erros de amostragem foram iguais a zero, em virtude de não serem amostrados indivíduos da espécie em questão, para o tamanho de amostra (n) igual a 5.

Em termos comparativos, a amostragem sistemática foi tão imprecisa quanto à amostragem casual simples. No entanto, na amostragem sistemática houve menos casos em que não se conseguiu amostra de indivíduos da espécie em questão, considerando amostras pequenas ($n = 5$).

Com relação à exatidão, observa-se que para as amostras maiores as estimativas são mais exatas (Figura 10). Em comparação com a amostragem casual simples, verifica-se maior exatidão das estimativas na amostragem sistemática, principalmente para tamanhos de amostra maiores, haja vista a distribuição das unidades de amostra que cobrem toda a área da floresta de forma mais intensa.

Quadro 7 – Estimativas para médias (\bar{Y}), totais estimados (\hat{T}), erros-padrão ($\pm S_{\bar{y}}$), erros de amostragem absolutos ($\pm E$), erros de amostragem em porcentagem ($\pm E\%$), intervalos de confiança (LI e LS) e exatidões considerando os tamanhos de amostra iguais a 5, 10, 20, 25 e 50 na amostragem sistemática

Repetição	n = 5								n = 10								n = 20							
	\bar{Y}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão
						LI	LS							LI	LS							LI	LS	
1	1,00	100	0,77	215,06	215,06	-115,06	315,06	127,27	0,20	20	0,13	30,16	150,81	-12,38	47,94	-54,55	0,45	45	0,22	46,74	103,87	-1,74	91,74	2,27
2	0,20	20	0,20	55,53	277,65	-35,53	75,53	-54,55	0,70	70	0,30	67,86	96,95	22,14	157,86	59,09	0,45	45	0,18	38,64	85,86	6,36	83,64	2,27
3	0,80	80	0,58	161,89	202,37	-81,89	241,89	81,82	0,30	30	0,15	34,56	115,18	-11,22	57,89	-31,82	0,55	55	0,21	44,20	80,37	10,80	99,20	25,00
4	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,70	70	0,42	95,68	136,68	83,21	274,57	59,09	0,55	55	0,26	53,63	97,51	1,37	108,63	25,00
5	0,20	20	0,20	55,53	277,65	-35,53	75,53	-54,55	0,10	10	0,10	22,62	226,22	-12,62	32,62	-77,27	0,20	20	0,09	19,21	96,03	0,79	39,21	-54,55
6	0,80	80	0,58	161,89	202,37	-81,89	241,89	81,82	0,60	60	0,34	76,90	128,16	38,66	192,45	36,36								
7	0,40	40	0,24	68,01	170,02	-28,01	108,01	-9,09	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00								
8	0,40	40	0,40	111,06	277,65	-71,06	151,06	-9,09	0,60	60	0,34	76,90	128,16	38,66	192,45	36,36								
9	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,40	40	0,31	69,11	172,78	24,22	162,44	-9,09								
10	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00																
11	0,40	40	0,24	68,01	170,02	-28,01	108,01	-9,09																
12	0,20	20	0,20	55,53	277,65	-35,53	75,53	-54,55																
13	0,80	80	0,58	161,89	202,37	-81,89	241,89	81,82																
14	0,40	40	0,40	111,06	277,65	-71,06	151,06	-9,09																
15	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00																
16	1,00	100	0,55	152,07	152,07	-52,07	252,07	127,27																
17	0,40	40	0,24	68,01	170,02	-28,01	108,01	-9,09																
18	0,60	60	0,24	68,01	113,35	-8,01	128,01	36,36																
19	0,80	80	0,80	222,12	277,65	-142,12	302,12	81,82																
20	0,40	40	0,40	111,06	277,65	-71,06	151,06	-9,09																
Média	0,44	44,00	0,33	92,34	177,06	-48,34	136,34	0,00	0,40	40,00	0,23	36,94	124,73	16,04	118,18	-9,09	0,44	44,00	0,19	40,48	92,73	3,52	84,48	0,00
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-142,12	0,00	-100,00	0,00	0,00	0,00	51,07	0,00	-12,62	0,00	-9,09	0,20	20,00	0,09	19,21	80,37	-1,74	39,21	-54,55
Máximo	1,00	100,00	0,80	222,12	277,65	0,00	315,06	127,27	0,70	70,00	0,42	0,00	226,22	83,21	274,57	-100,00	0,55	55,00	0,26	53,63	103,87	10,80	108,63	25,00
					25								50											
Repetição	\bar{Y}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão								
						LI	LS							LI	LS									
1	0,32	32,00	0,15	30,89	96,53	1,11	62,89	-27,27	0,42	42	0,12	25,40	56,51	18,26	65,74	-4,55								
2	0,52	52,00	0,18	37,91	72,90	14,09	89,91	18,18	0,46	46	0,13	23,74	58,82	18,94	73,06	4,55								
3	0,44	44,00	0,22	46,27	105,17	-2,27	90,27	0,00																
4	0,48	48,00	0,15	31,80	66,24	16,20	79,80	9,09																
Média	0,44	44,00	0,18	36,72	85,21	7,28	80,72	0,00	0,44	44,00	0,13	27,06	57,67	18,60	69,40	0,00								
Mínimo	0,32	32,00	0,15	30,89	66,24	-2,27	62,89	-27,27	0,42	42,00	0,12	25,40	56,51	18,26	65,74	-4,55								
Máximo	0,52	52,00	0,22	46,27	105,17	16,20	90,27	18,18	0,46	46,00	0,13	23,74	58,82	18,94	73,06	4,55								

Quadro 8 – Estimativas para médias (\bar{Y}_{JK}), totais estimados (\hat{T}), erros-padrão ($\pm S_{\bar{y}}$), erros de amostragem absolutos ($\pm E$), erros de amostragem em porcentagem ($\pm E\%$), intervalos de confiança (LI e LS) e exatidões para os tamanhos de amostra iguais a 5, 10, 20, 25 e 50 obtidas pela técnica de Jackknife

Repetição	n = 5								n = 10								n = 20							
	\bar{Y}_{JK}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}_{JK}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}_{JK}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão
						LI	LS							LI	LS							LI	LS	
1	1,00	100	0,77	215,06	215,06	-115,06	315,06	127,27	0,20	20	0,13	30,16	150,81	-12,38	47,94	-54,55	0,45	45	0,22	46,74	103,87	-1,74	91,74	2,27
2	0,20	20	0,20	55,53	277,65	-35,53	75,53	-54,55	0,70	70	0,30	67,86	96,95	22,14	157,86	59,09	0,45	45	0,18	38,64	85,86	6,36	83,64	2,27
3	0,80	80	0,58	161,89	202,37	-81,89	241,89	81,82	0,30	30	0,15	34,56	115,18	-11,22	57,89	-31,82	0,55	55	0,21	44,20	80,37	10,80	99,20	25,00
4	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,70	70	0,42	95,68	136,68	83,21	274,57	59,09	0,55	55	0,26	53,63	97,51	1,37	108,63	25,00
5	0,20	20	0,20	55,53	277,65	-35,53	75,53	-54,55	0,10	10	0,10	22,62	226,22	-12,62	32,62	-77,27	0,20	20	0,09	19,21	96,03	0,79	39,21	-54,55
6	0,80	80	0,58	161,89	202,37	-81,89	241,89	81,82	0,60	60	0,34	76,90	128,16	38,66	192,45	36,36								
7	0,40	40	0,24	68,01	170,02	-28,01	108,01	-9,09	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00								
8	0,40	40	0,40	111,06	277,65	-71,06	151,06	-9,09	0,60	60	0,34	76,90	128,16	38,66	192,45	36,36								
9	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,40	40	0,31	69,11	172,78	24,22	162,44	-9,09								
10	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00																
11	0,40	40	0,24	68,01	170,02	-28,01	108,01	-9,09																
12	0,20	20	0,20	55,53	277,65	-35,53	75,53	-54,55																
13	0,80	80	0,58	161,89	202,37	-81,89	241,89	81,82																
14	0,40	40	0,40	111,06	277,65	-71,06	151,06	-9,09																
15	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00																
16	1,00	100	0,55	152,07	152,07	-52,07	252,07	127,27																
17	0,40	40	0,24	68,01	170,02	-28,01	108,01	-9,09																
18	0,60	60	0,24	68,01	113,35	-8,01	128,01	36,36																
19	0,80	80	0,80	222,12	277,65	-142,12	302,12	81,82																
20	0,40	40	0,40	111,06	277,65	-71,06	151,06	-9,09																
Média	0,44	44,00	0,33	92,34	177,06	-48,34	136,34	0,00	0,40	40,00	0,23	36,94	124,73	16,04	118,18	-9,09	0,44	44,00	0,19	40,48	92,73	3,52	84,48	0,00
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-142,12	0,00	-100,00	0,00	0,00	0,00	51,07	0,00	-12,62	0,00	-9,09	0,20	20,00	0,09	19,21	80,37	-1,74	39,21	-54,55
Máximo	1,00	100,00	0,80	222,12	277,65	0,00	315,06	127,27	0,70	70,00	0,42	0,00	226,22	83,21	274,57	-100,00	0,55	55,00	0,26	53,63	103,87	10,80	108,63	25,00
Repetição	n = 25								n = 50															
	\bar{Y}_{JK}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}_{JK}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão								
						LI	LS							LI	LS									
1	0,32	32,00	0,15	30,89	96,53	1,11	62,89	-27,27	0,42	42	0,12	25,40	56,51	18,26	65,74	-4,55								
2	0,52	52,00	0,18	37,91	72,90	14,09	89,91	18,18	0,46	46	0,13	23,74	58,82	18,94	73,06	4,55								
3	0,44	44,00	0,22	46,27	105,17	-2,27	90,27	0,00																
4	0,48	48,00	0,15	31,80	66,24	16,20	79,80	9,09																
Média	0,44	44,00	0,18	36,72	85,21	7,28	80,72	0,00	0,44	44,00	0,13	27,06	57,67	18,60	69,40	0,00								
Mínimo	0,32	32,00	0,15	30,89	66,24	-2,27	62,89	-27,27	0,42	42,00	0,12	25,40	56,51	18,26	65,74	-4,55								
Máximo	0,52	52,00	0,22	46,27	105,17	16,20	90,27	18,18	0,46	46,00	0,13	23,74	58,82	18,94	73,06	4,55								

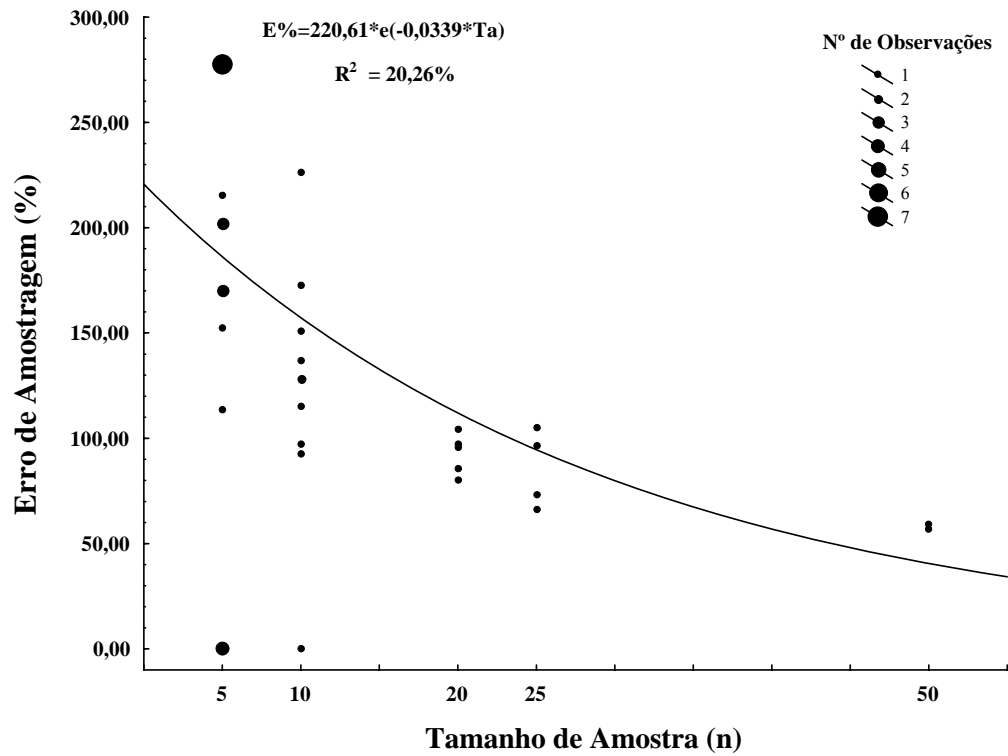


Figura 9 – Relação entre os erros de amostragem e o tamanho de amostra na amostragem sistemática.

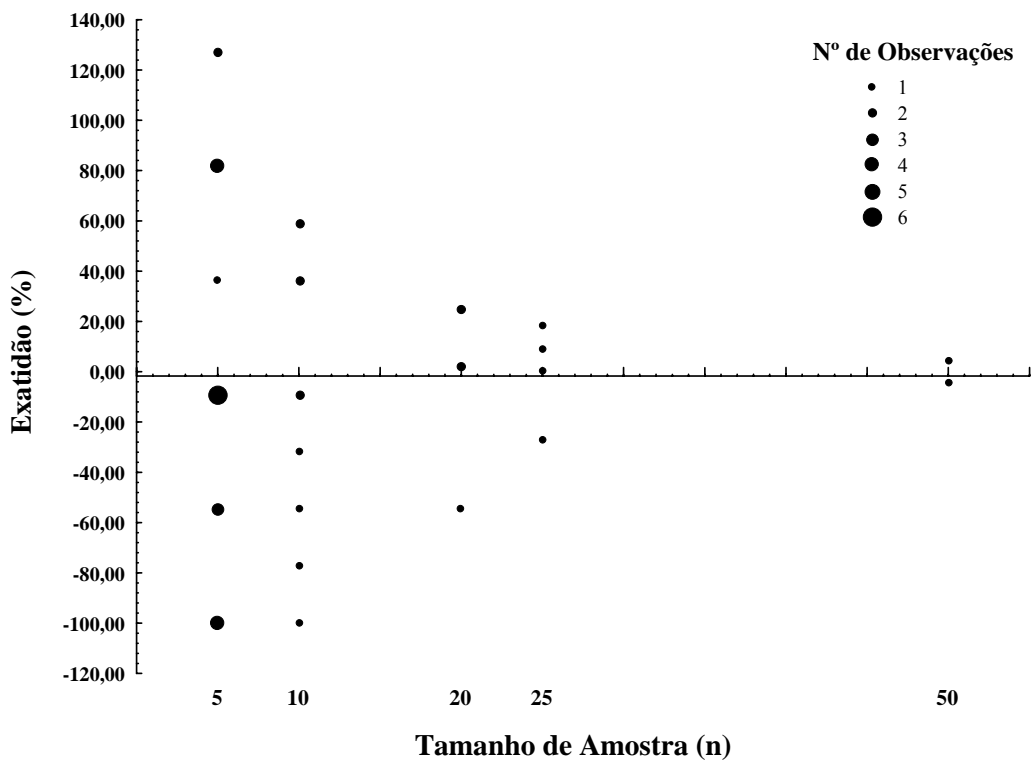


Figura 10 – Relação entre as exatidões das estimativas e o tamanho de amostra na amostragem sistemática.

Observou-se ainda que com o aumento do tamanho da amostra (n) houve redução na amplitude dos intervalos de confiança, em virtude da redução dos erros de amostragem (Figuras 11 e 12). Haja vista a amplitude dos intervalos de confiança, as estimativas dos totais do número de indivíduos posicionaram-se dentro dos limites dos intervalos de confiança, independentemente do tamanho da amostra (n). Foram obtidas quatro estimativas do total de número de indivíduos iguais a zero para o tamanho de amostra $n = 5$ e uma para $n = 10$, devendo-se destacar que para os demais tamanhos de amostra não foi obtida nenhuma estimativa do número de indivíduos igual a zero.

Quanto menores os tamanhos de amostra, maior foi o número de casos em que o valor verdadeiro do número total de indivíduos estava fora dos limites do intervalo de confiança (Figuras 11 e 12). Este resultado foi verificado em função das estimativas dos totais de número de indivíduos iguais a zero.

Com relação à exatidão, as Figuras 11 e 12 mostram que com o aumento do tamanho da amostra as estimativas do número total de indivíduos são mais exatas, em virtude da proximidade dos valores estimados em relação ao verdadeiro valor, confirmando a tendência do gráfico da Figura 10.

Tal como ocorreu na amostragem casual simples, os erros de amostragem na amostragem sistemática ainda foram altos, o que evidencia ainda não ser este o procedimento ideal para um inventário de populações com padrão de distribuição espacial agregado e raridade geográfica.

Mesmo não sendo um procedimento ideal para amostragem de espécies raras geograficamente e com padrão de distribuição espacial agregado, esse apresenta vantagens sobre a amostragem casual simples, dentre elas: maior rapidez e menor custo na obtenção de dados de campo e possibilidade de microzoneamento de ocorrência da espécie na floresta (HUSCH et al., 1982).

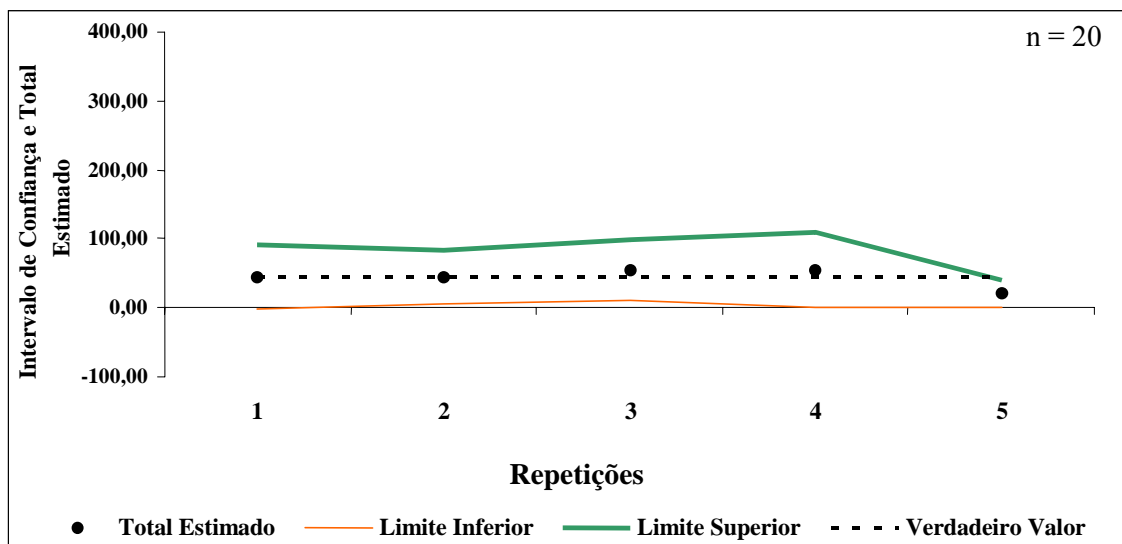
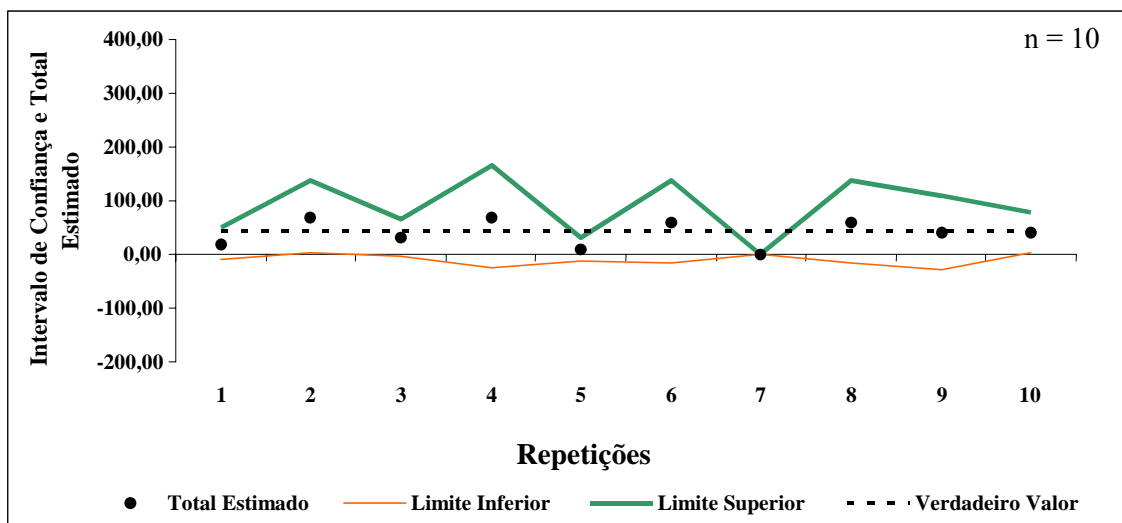
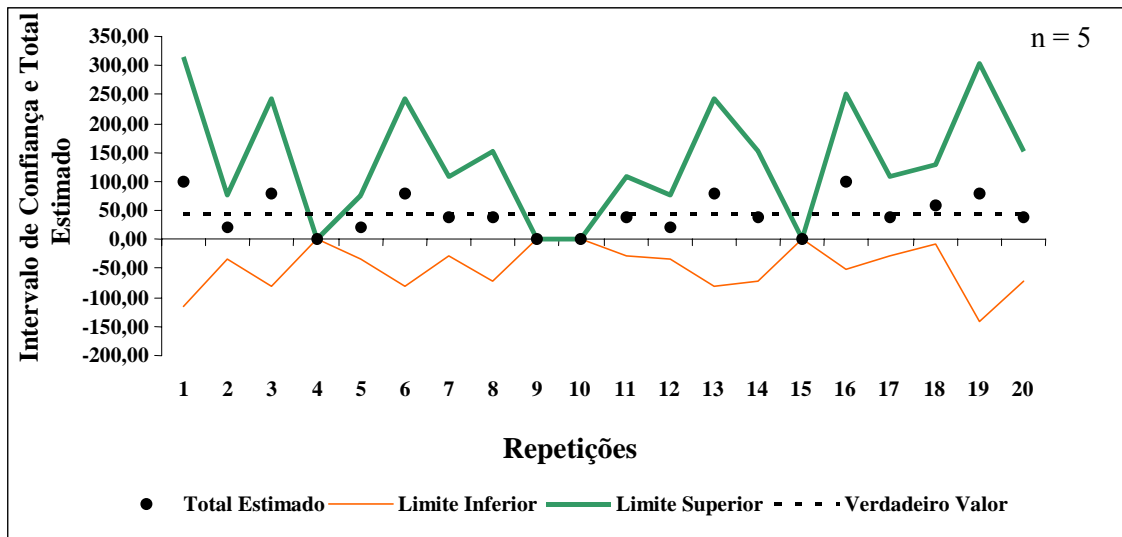


Figura 11 – Estimativa do total do número de indivíduos e limites inferior e superior do intervalo de confiança para os tamanhos de amostra $n = 5, 10$ e 15 com $20, 10$ e 5 repetições, respectivamente, para a amostragem sistemática. A linha hachurada representa o verdadeiro total populacional de 44 indivíduos.

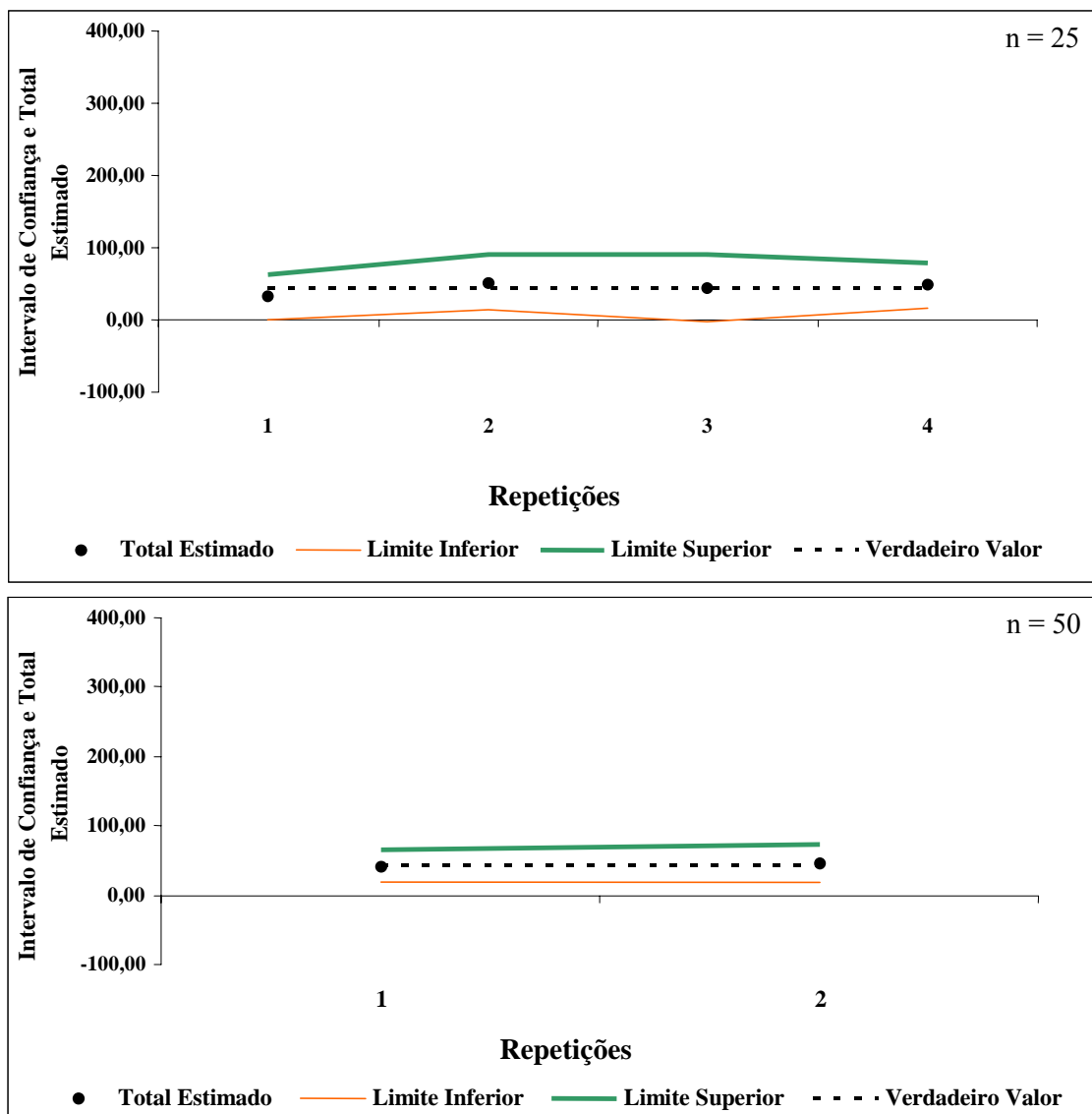


Figura 12 – Estimativa do total do número de indivíduos e limites inferior e superior do intervalo de confiança para os tamanhos de amostra $n = 20$ e 50 com 4 e 2 repetições, respectivamente, para a amostragem sistemática. A linha hachurada representa o verdadeiro total populacional de 44 indivíduos.

5.2.3 Amostragem adaptativa em *cluster*

Para a amostragem adaptativa em *cluster*, foram detectados 11 *clusters* possíveis de serem formados, os quais estão representados na Figura 13 e no Quadro 9.

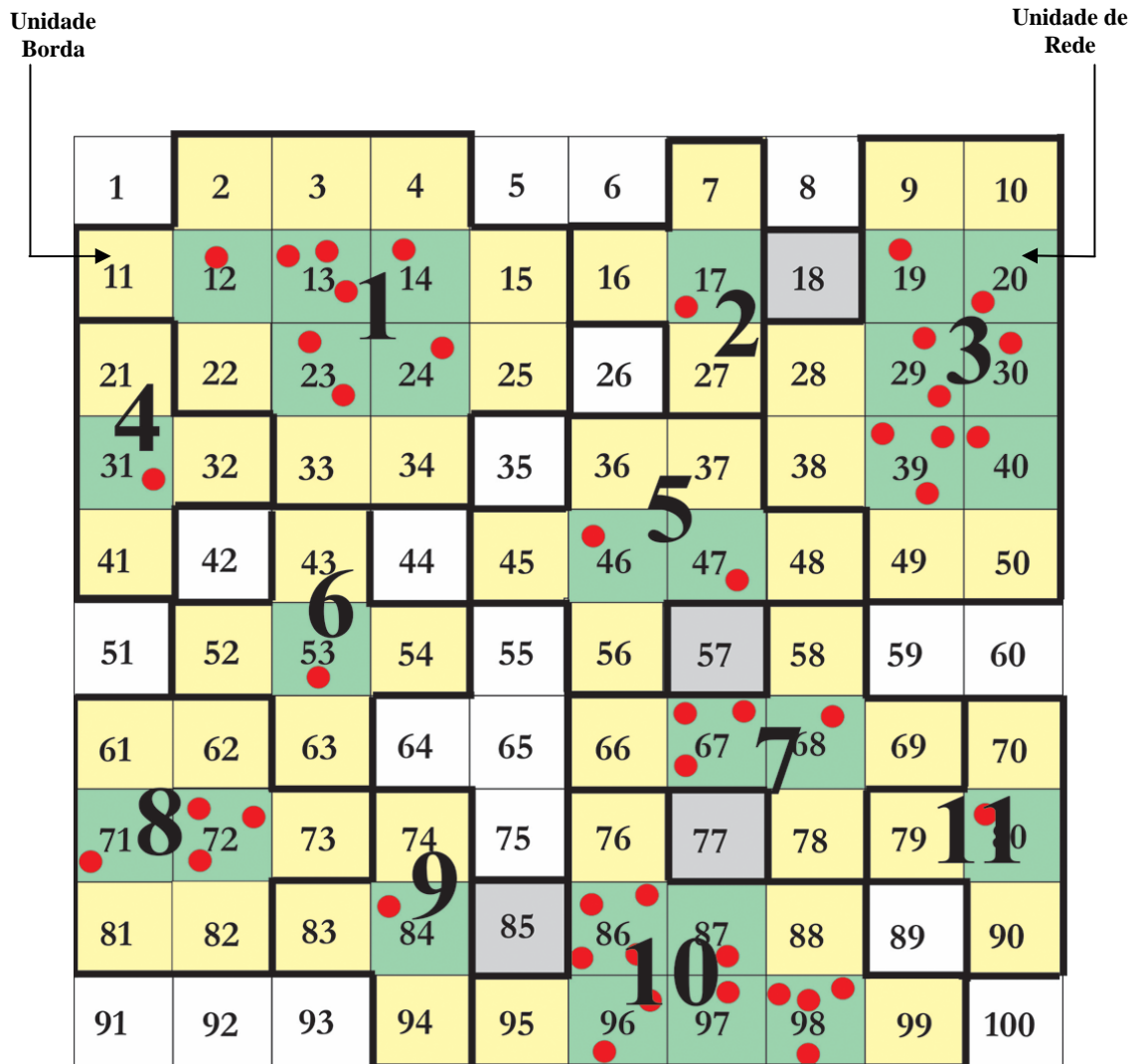


Figura 13 – *Clusters* formados na amostragem adaptativa em *cluster*, numerados de 1 a 11.

Quadro 9 – Relação dos *clusters* formados, seguidos da relação das unidades-rede e borda que os compõem, do número de indivíduos presentes ($\sum y_i$) e dos pesos de cada rede (w_i)

Cluster	Unidades Amostrais		Total	$\sum y_i$	w_i
	Rede	Borda			
1	12,13,14,23,24	2,3,4,11,15,22,25,33,34,	14	8	1,6
2	17	7,16,18,27	5	1	1,0
3	19,20,29,30,39,40	9,10,18,28,38,49,50	13	9	1,5
4	31	21,32,41	4	1	1,0
5	46,47	36,37,45,48,56,57	8	2	1,0
6	53	43,52,54,63	5	3	1,0
7	67,68	57,58,66,69,77,78	8	4	2,0
8	71,72	61,62,73,81,82	7	4	2,0
9	84	74,83,85,94	5	1	1,0
10	86,87,96,97,98	76,77,85,88,95,99	11	12	2,4
11	80	70,79,90	4	1	1,0

5.2.3.1 Amostragem adaptativa em *cluster* com seleção inicial por amostragem casual simples

Os resultados apresentados nos Quadros 10 e 11 mostram diminuição do erro de amostragem com o aumento do tamanho da amostra. A Figura 14 ilustra essa tendência e destaca oito casos em que o erro de amostragem foi igual a zero, para um tamanho de amostra (n) igual a 5 e um caso para $n = 15$, haja vista que nenhum indivíduo da espécie em questão foi amostrado.

Ainda de acordo com a Figura 14, os erros de amostragem foram ligeiramente menores na amostragem adaptativa, quando comparados com aqueles na amostragem casual simples (Figura 5).

Esse ganho relativo na precisão pode ser explicado pelo fato de o tamanho final de amostra na amostragem adaptativa em *cluster* ser maior para um mesmo tamanho inicial de amostra na amostragem casual simples.

Por meio da análise da Figura 15, observou-se que o aumento no tamanho da amostra implicou estimativa do total do número de indivíduos de uma espécie com padrão de distribuição espacial agregado mais exato. A tendência apresentada na Figura 15 indica também que para tamanhos de amostra iniciais maiores há subestimação do número total de indivíduos. Este comportamento pode ser atribuído ao tamanho das redes formadas e ao baixo valor dos pesos atribuídos a cada uma dessas redes, influenciando as estimativas obtidas pelos estimadores de Hansen-Hurwitz modificados.

Quadro 10 – Estimativas para médias (\bar{Y}_{HH^*}), totais estimados (\hat{T}), erros-padrão ($\pm S_{\bar{y}}$), erros de amostragem absolutos ($\pm E$), erros de amostragem em porcentagem ($\pm E\%$), intervalos de confiança (LI e LS) e exatidões considerando os tamanhos de amostra iguais a 5, 10 e 15 na amostragem adaptativa em *cluster*

Repetição	n = 5								n = 10						n = 15									
	\bar{Y}_{HH^*}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}_{HH^*}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}_{HH^*}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão
						LI	LS							LI	LS							LI	LS	
1	0,80	80	0,48	132,57	165,72	-52,57	212,57	81,82	0,16	16	0,15	34,34	214,61	-18,34	50,34	-63,64	0,31	30,67	0,16	33,84	110,34	-3,17	64,50	-30,30
2	0,20	20	0,19	54,12	270,61	-34,12	74,12	-54,55	0,61	61	0,25	55,82	91,51	5,18	116,82	38,64	0,23	23,33	0,15	31,81	136,31	-8,47	55,14	-46,97
3	0,60	60	0,39	108,25	180,41	-48,25	168,25	36,36	0,40	40	0,25	57,23	143,07	-17,23	97,23	-9,09	0,20	20,00	0,13	28,62	143,11	-8,62	48,62	-54,55
4	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,15	15	0,14	32,19	214,61	-17,19	47,19	-65,91	0,17	16,67	0,11	22,97	137,81	-6,30	39,64	-62,12
5	0,40	40	0,39	108,25	270,61	-68,25	148,25	-9,09	0,51	51	0,25	56,37	110,53	-5,37	107,37	15,91	0,23	23,33	0,12	25,28	108,36	-1,95	48,62	-46,97
6	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,10	10	0,09	21,46	214,61	-11,46	31,46	-77,27	0,37	36,67	0,18	39,15	106,78	-2,49	75,82	-16,67
7	0,70	70	0,42	117,96	168,51	-47,96	187,96	59,09	0,31	31	0,20	44,38	143,16	-13,38	75,38	-29,55	0,31	30,67	0,16	33,84	110,34	-3,17	64,50	-30,30
8	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,51	51	0,25	56,37	110,53	-5,37	107,37	15,91	0,37	36,67	0,16	34,07	92,91	2,60	70,73	-16,67
9	0,52	52	0,32	89,92	172,92	-37,92	141,92	18,18	0,15	15	0,14	32,19	214,61	-17,19	47,19	-65,91	0,41	40,67	0,17	36,94	90,84	3,72	77,61	-7,58
10	1,10	110	0,45	124,01	112,74	-14,01	234,01	150,00	0,35	35	0,22	50,71	144,88	-15,71	85,71	-20,45	0,30	30,00	0,15	33,14	110,48	-3,14	63,14	-31,82
11	0,40	40	0,39	108,25	270,61	-68,25	148,25	-9,09	0,20	20	0,13	28,61	143,07	-8,61	48,61	-54,55	0,44	44,00	0,19	40,15	91,24	3,85	84,15	0,00
12	0,20	20	0,19	54,12	270,61	-34,12	74,12	-54,55	0,15	15	0,14	32,19	214,61	-17,19	47,19	-65,91	0,27	27,33	0,14	29,55	108,11	-2,22	56,88	-37,88
13	0,30	30	0,29	81,18	270,61	-51,18	111,18	-31,82	0,35	35	0,22	50,71	144,88	-15,71	85,71	-20,45	0,50	50,00	0,21	44,22	88,43	5,78	94,22	13,64
14	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,71	71	0,28	63,05	88,81	7,95	134,05	61,36	0,23	23,33	0,12	25,28	108,36	-1,95	48,62	-46,97
15	0,32	32	0,31	86,60	270,61	-54,60	118,60	-27,27	0,45	45	0,23	51,71	114,91	-6,71	96,71	2,27	0,27	26,67	0,14	30,31	113,65	-3,64	56,97	-39,39
16	0,70	70	0,42	117,96	168,51	-47,96	187,96	59,09	0,26	26	0,17	38,42	147,76	-12,42	64,42	-40,91	0,43	43,33	0,18	39,63	91,45	3,71	82,96	-1,52
17	0,30	30	0,29	81,18	270,61	-51,18	111,18	-31,82	0,50	50	0,25	57,67	115,35	-7,67	107,67	13,64	0,20	20,00	0,13	28,62	143,11	-8,62	48,62	-54,55
18	0,40	40	0,39	108,25	270,61	-68,25	148,25	-9,09	0,50	50	0,25	57,67	115,35	-7,67	107,67	13,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00
19	0,32	32	0,31	86,60	270,61	-54,60	118,60	-27,27	0,30	30	0,20	45,81	152,68	-15,81	75,81	-31,82	0,57	57,33	0,21	44,49	77,59	12,85	101,82	30,30
20	0,60	60	0,39	108,25	180,41	-48,25	168,25	36,36	0,75	75	0,29	66,44	88,58	8,56	141,44	70,45	0,50	50,00	0,19	39,78	79,57	10,22	89,78	13,64
21	1,20	120	0,48	132,57	110,48	-12,57	252,57	172,73	0,50	50	0,25	57,67	115,35	-7,67	107,67	13,64	0,43	43,33	0,18	39,63	91,45	3,71	82,96	-1,52
22	0,40	40	0,39	108,25	270,61	-68,25	148,25	-9,09	0,36	36	0,18	40,87	113,53	-4,87	76,87	-18,18	0,51	50,67	0,19	40,27	79,48	10,40	90,94	15,15
23	0,30	30	0,29	81,18	270,61	-51,18	111,18	-31,82	0,31	31	0,20	44,38	143,16	-13,38	75,38	-29,55	0,47	46,67	0,20	42,57	91,22	4,10	89,24	6,06
24	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,50	50	0,21	47,99	95,98	2,01	97,99	13,64	0,37	36,67	0,16	34,07	92,91	2,60	70,73	-16,67
25	0,32	32	0,31	86,60	270,61	-54,60	118,60	-27,27	0,61	61	0,25	55,82	91,51	5,18	116,82	38,64	0,41	40,67	0,17	36,94	90,84	3,72	77,61	-7,58
26	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,15	15	0,14	32,19	214,61	-17,19	47,19	-65,91	0,11	10,67	0,10	21,09	197,74	-10,43	31,76	-75,76
27	0,40	40	0,24	66,29	165,72	-26,29	106,29	-9,09	0,20	20	0,13	28,61	143,07	-8,61	48,61	-54,55	0,43	43,33	0,18	39,63	91,45	3,71	82,96	-1,52
28	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,10	10	0,09	21,46	214,61	-11,46	31,46	-77,27	0,37	37,33	0,16	34,71	92,96	2,63	72,04	-15,15
29	0,62	62	0,37	102,83	165,86	-40,83	164,83	40,91	0,45	45	0,23	51,71	114,91	-6,71	96,71	2,27	0,37	36,67	0,16	34,07	92,91	2,60	70,73	-16,67
30	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,46	46	0,23	52,78	114,74	-6,78	98,78	4,55	0,40	40,00	0,18	37,62	94,04	2,38	77,62	-9,09
Média	0,37	37,00	0,26	71,51	161,29	-34,51	108,51	-15,91	0,37	36,87	0,20	45,56	142,99	-8,69	82,43	-16,21	0,34	33,89	0,16	33,41	102,13	0,48	67,30	-22,98
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,10	10,00	0,09	21,46	88,58	-18,34	31,46	-77,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-10,43	0,00	-100,00
Máximo	1,20	120,00	0,48	132,57	270,61	-12,57	252,57	172,73	0,75	75,00	0,29	66,44	214,61	8,56	141,44	70,45	0,57	57,33	0,21	44,49	197,74	12,85	101,82	30,30

Quadro 11 – Estimativas para médias (\bar{Y}_{HH^*}), totais estimados (\hat{T}), erros-padrão ($\pm S_{\bar{y}}$), erros de amostragem absolutos ($\pm E$), erros de amostragem em porcentagem ($\pm E\%$), intervalos de confiança (LI e LS) e exatidões para os tamanhos de amostra iguais a 20, 25 e 50 na amostragem adaptativa em *cluster*

Repetição	n = 20								n = 25								n = 50							
	\bar{Y}_{HH^*}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}_{HH^*}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}_{HH^*}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão
						LI	LS							LI	LS							LI	LS	
1	0,31	30,5	0,13	27,08	88,78	3,42	57,58	-30,68	0,36	36,4	0,11	23,50	64,57	12,90	59,90	-17,27	0,26	26,2	0,05	10,90	41,62	15,30	37,10	-40,45
2	0,18	17,5	0,11	22,80	130,30	-5,30	40,30	-60,23	0,40	40,4	0,12	25,47	63,05	14,93	65,87	-8,18	0,26	26,2	0,05	10,90	41,62	15,30	37,10	-40,45
3	0,41	40,5	0,15	31,16	76,94	9,34	71,66	-7,95	0,44	44,4	0,11	22,74	51,21	21,66	67,14	0,91	0,28	28,2	0,06	12,16	43,11	16,04	40,36	-35,91
4	0,15	15,0	0,10	20,48	136,57	-5,48	35,48	-65,91	0,32	32,4	0,12	24,29	74,97	8,11	56,69	-26,36	0,24	24,2	0,06	11,80	48,74	12,40	36,00	-45,00
5	0,41	40,5	0,15	31,16	76,94	9,34	71,66	-7,95	0,34	34,4	0,12	24,80	72,08	9,60	59,20	-21,82	0,45	45,0	0,07	15,03	33,41	29,97	60,03	2,27
6	0,63	62,5	0,17	35,20	56,33	27,30	97,70	42,05	0,34	34,0	0,12	25,53	75,10	8,47	59,53	-22,73	0,24	24,2	0,06	11,80	48,74	12,40	36,00	-45,00
7	0,43	43,0	0,14	30,16	70,14	12,84	73,16	-2,27	0,18	18,0	0,09	18,47	102,62	-0,47	36,47	-59,09	0,27	27,4	0,06	11,70	42,71	15,70	39,10	-37,73
8	0,23	22,5	0,11	23,98	106,60	-1,48	46,48	-48,86	0,40	40,4	0,13	26,88	66,53	13,52	67,28	-8,18	0,22	22,2	0,06	11,61	52,28	10,59	33,81	-49,55
9	0,41	40,5	0,15	31,16	76,94	9,34	71,66	-7,95	0,26	26,0	0,11	22,48	86,47	3,52	48,48	-40,91	0,29	29,4	0,06	12,53	42,62	16,87	41,93	-33,18
10	0,26	25,5	0,13	26,32	103,20	-0,82	51,82	-42,05	0,28	28,4	0,09	17,65	62,14	10,75	46,05	-35,45	0,24	24,2	0,05	10,68	44,15	13,52	34,88	-45,00
11	0,41	40,5	0,15	31,16	76,94	9,34	71,66	-7,95	0,40	40,4	0,14	28,43	70,38	11,97	68,83	-8,18	0,22	22,2	0,06	11,61	52,28	10,59	33,81	-49,55
12	0,33	32,5	0,12	25,66	78,94	6,84	58,16	-26,14	0,10	10,0	0,04	7,44	74,41	2,56	17,44	-77,27	0,37	36,6	0,06	12,63	34,50	23,97	49,23	-16,82
13	0,33	33,0	0,14	29,42	89,14	3,58	62,42	-25,00	0,40	40,4	0,13	26,08	64,57	14,32	66,48	-8,18	0,21	21,0	0,06	11,14	53,03	9,86	32,14	-52,27
14	0,41	40,5	0,15	31,16	76,94	9,34	71,66	-7,95	0,20	20,4	0,10	20,29	99,44	0,11	40,69	-53,64	0,23	23,4	0,06	11,35	48,51	12,05	34,75	-46,82
15	0,31	30,5	0,13	27,08	88,78	3,42	57,58	-30,68	0,30	30,0	0,09	18,69	62,30	11,31	48,69	-31,82	0,30	30,2	0,06	12,92	42,78	17,28	43,12	-31,36
16	0,36	35,5	0,15	30,81	86,78	4,69	66,31	-19,32	0,26	26,0	0,09	19,32	74,32	6,68	45,32	-40,91	0,24	24,2	0,06	11,80	48,74	12,40	36,00	-45,00
17	0,31	30,5	0,13	27,08	88,78	3,42	57,58	-30,68	0,50	50,0	0,15	31,60	63,19	18,40	81,60	13,64	0,15	15,4	0,04	8,70	56,49	6,70	24,10	-65,00
18	0,23	22,5	0,11	23,98	106,60	-1,48	46,48	-48,86	0,33	32,8	0,12	24,01	73,19	8,79	56,81	-25,45	0,24	24,2	0,06	11,80	48,74	12,40	36,00	-45,00
19	0,18	18,0	0,11	23,35	129,72	-5,35	41,35	-59,09	0,48	48,4	0,15	30,32	62,65	18,08	78,72	10,00	0,28	28,2	0,06	12,12	42,99	16,08	40,32	-35,91
20	0,13	12,5	0,08	16,46	131,68	-3,96	28,96	-71,59	0,44	44,4	0,14	28,69	64,62	15,71	73,09	0,91	0,26	26,2	0,06	12,64	48,23	13,56	38,84	-40,45
21	0,38	37,5	0,14	29,50	78,67	8,00	67,00	-14,77	0,34	34,4	0,12	24,80	72,08	9,60	59,20	-21,82	0,26	26,2	0,06	12,64	48,23	13,56	38,84	-40,45
22	0,23	22,5	0,11	23,98	106,60	-1,48	46,48	-48,86	0,42	42,0	0,14	27,94	66,53	14,06	69,94	-4,55	0,22	22,2	0,06	11,61	52,28	10,59	33,81	-49,55
23	0,38	37,5	0,14	29,50	78,67	8,00	67,00	-14,77	0,18	18,0	0,09	18,47	102,62	-0,47	36,47	-59,09	0,28	28,2	0,06	12,79	45,34	15,41	40,99	-35,91
24	0,41	40,5	0,15	31,16	76,94	9,34	71,66	-7,95	0,28	28,4	0,10	21,54	75,84	6,86	49,94	-35,45	0,20	20,2	0,05	10,65	52,74	9,55	30,85	-54,09
25	0,46	45,5	0,15	31,37	68,94	14,13	76,87	3,41	0,43	42,8	0,13	25,91	60,54	16,89	68,71	-2,73	0,24	24,2	0,05	10,88	44,96	13,32	35,08	-45,00
26	0,18	18,0	0,11	23,35	129,72	-5,35	41,35	-59,09	0,44	44,4	0,15	30,49	68,67	13,91	74,89	0,91	0,34	33,6	0,06	12,85	38,26	20,75	46,45	-23,64
27	0,20	20,0	0,10	21,90	109,50	-1,90	41,90	-54,55	0,26	26,4	0,10	19,68	74,56	6,72	46,08	-40,00	0,23	23,2	0,06	11,25	48,51	11,95	34,45	-47,27
28	0,28	27,5	0,12	24,93	90,65	2,57	52,43	-37,50	0,34	34,0	0,11	22,99	67,61	11,01	56,99	-22,73	0,22	22,2	0,06	11,61	52,28	10,59	33,81	-49,55
29	0,28	27,5	0,12	24,93	90,65	2,57	52,43	-37,50	0,40	40,0	0,11	22,30	55,75	17,70	62,30	-9,09	0,24	24,2	0,06	11,80	48,74	12,40	36,00	-45,00
30	0,21	20,5	0,10	21,41	104,43	-0,91	41,91	-53,41	0,26	26,4	0,12	23,75	89,96	2,65	50,15	-40,00	0,28	28,2	0,06	12,79	45,34	15,41	40,99	-35,91
Média	0,31	31,03	0,13	26,92	93,73	4,11	57,96	-29,47	0,34	33,81	0,11	23,48	72,06	10,33	57,30	-23,15	0,26	26,04	0,06	11,82	46,40	14,22	37,86	-40,82
Mínimo	0,13	12,50	0,08	16,46	56,33	-5,48	28,96	-71,59	0,10	10,00	0,04	7,44	51,21	-0,47	17,44	-77,27	0,15	15,40	0,04	8,70	33,41	6,70	24,10	-65,00
Máximo	0,63	62,50	0,17	35,20	136,57	27,30	97,70	42,05	0,50	50,00	0,15	31,60	102,62	21,66	81,60	13,64	0,45	45,00	0,07	15,03	56,49	29,97	60,03	2,27

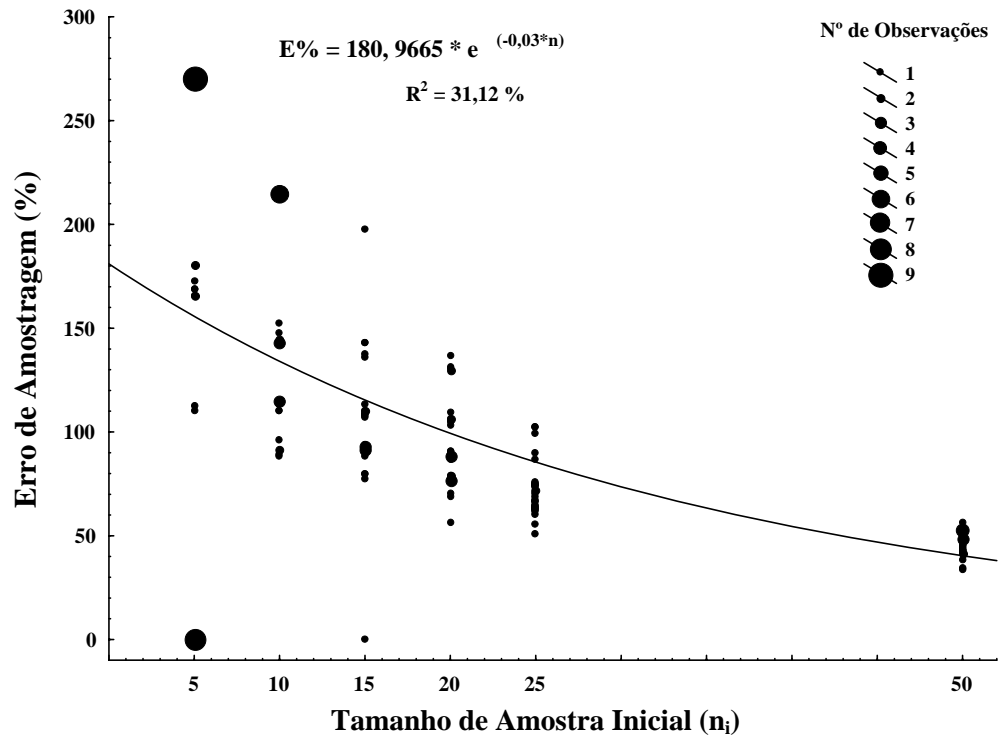


Figura 14 – Relação entre o erro de amostragem e o tamanho de amostra na amostragem adaptativa em *cluster* com seleção inicial de unidades de amostra por amostragem casual simples.

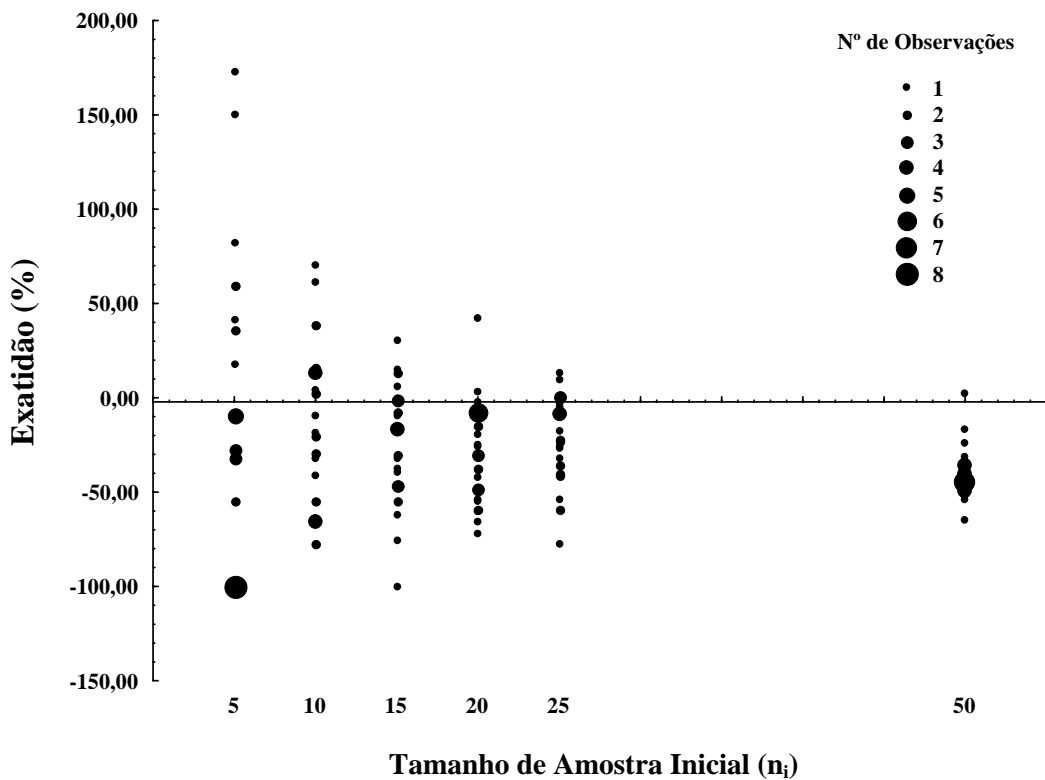


Figura 15 – Relação entre as exatidões das estimativas e o tamanho de amostra na amostragem adaptativa em *cluster* com seleção inicial de unidades de amostra por amostragem casual simples

Segundo Thompson e Seber (1996), a raridade geográfica de uma população afeta a eficiência da amostragem adaptativa em *cluster* em relação aos procedimentos tradicionais de amostragem. Uma população com um dado padrão de agregação de seus indivíduos apresenta maior raridade geográfica se os *clusters* que a compõem estiverem distribuídos de forma esparsa em uma região extensa, quando comparado com uma população que tenha o mesmo tamanho e número de *clusters* em uma pequena região.

A população do presente estudo, além de apresentar redes pequenas, também apresenta poucos indivíduos, o que potencializou ainda mais o efeito exercido pelos pesos (w_i) de cada rede na obtenção das estimativas do total de número de indivíduos.

Analisando as Figuras 16 e 17, observa-se que quanto menor o tamanho de amostra, maior foi a amplitude dos intervalos de confiança, ou seja, maiores foram os erros de amostragem. Observa-se, também, que as estimativas dos totais do número de indivíduos estavam dentro dos intervalos de confiança, independentemente do tamanho da amostra. Para o tamanho de amostra (n) igual 5, foram encontradas oito estimativas do número total de indivíduos iguais a zero. Para $n = 15$ foi encontrada apenas uma estimativa. Para os demais tamanhos de amostra não foi encontrado nenhum caso.

A amostragem adaptativa em *cluster* com seleção inicial, utilizando a amostragem casual simples, apresentou comportamento oposto aos dois procedimentos de amostragem anteriores (Figuras 16 e 17). Assim sendo, quanto maior o tamanho da amostra, maior o número de casos em que o verdadeiro valor do número total de indivíduos esteve fora do intervalo de confiança. Para o tamanho de amostra $n = 10$ dois casos; para $n = 15$ dois casos; para $n = 20$ seis casos; $n = 25$ quatro; e para $n = 50$ com 28 casos.

Esse fato ocorreu em virtude do tamanho das redes, dos seus respectivos pesos (w_i) e do baixo número de indivíduos por rede, conforme discutido anteriormente. Além disso, como a população apresenta distribuição Binomial Negativa e não-distribuição normal, não era esperado o comportamento clássico em que apenas 5% dos casos estariam fora dos intervalos de confiança.

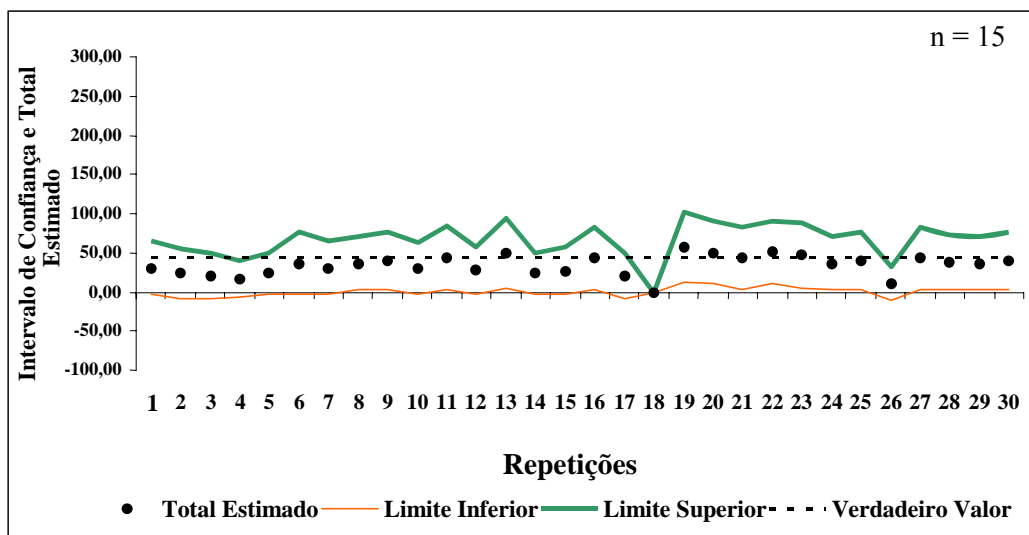
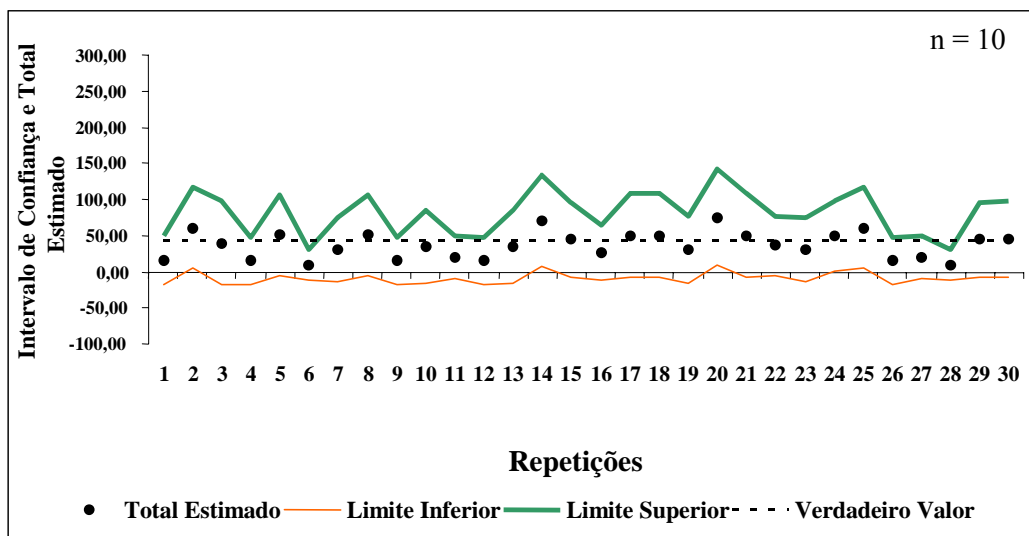
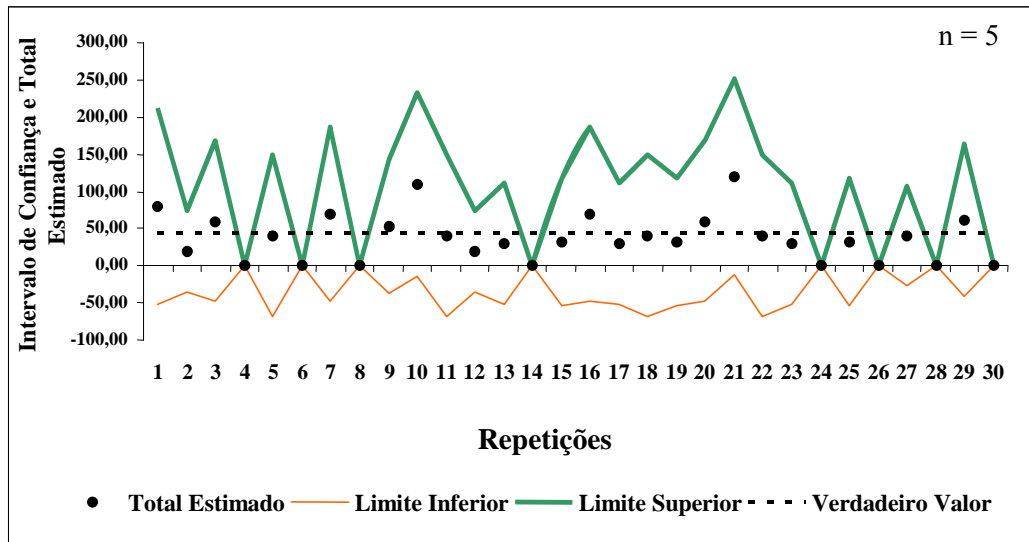


Figura 16 – Estimativa do total do número de indivíduos e limites inferior e superior do intervalo de confiança para os tamanhos de amostra $n = 5, 10$ e 15 com 30 repetições cada para a amostragem adaptativa em *cluster* com seleção inicial por amostragem casual simples. A linha hachurada representa o verdadeiro total populacional de 44 indivíduos.

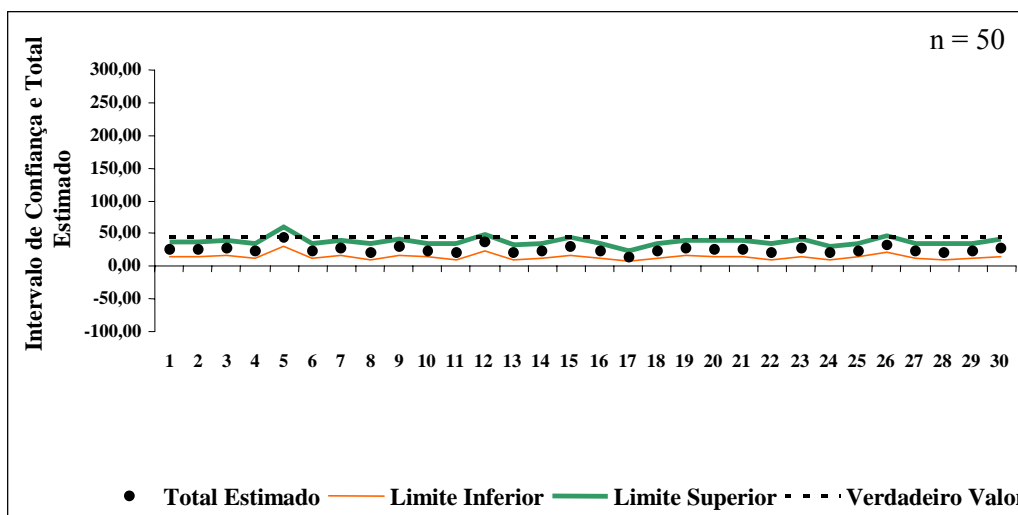
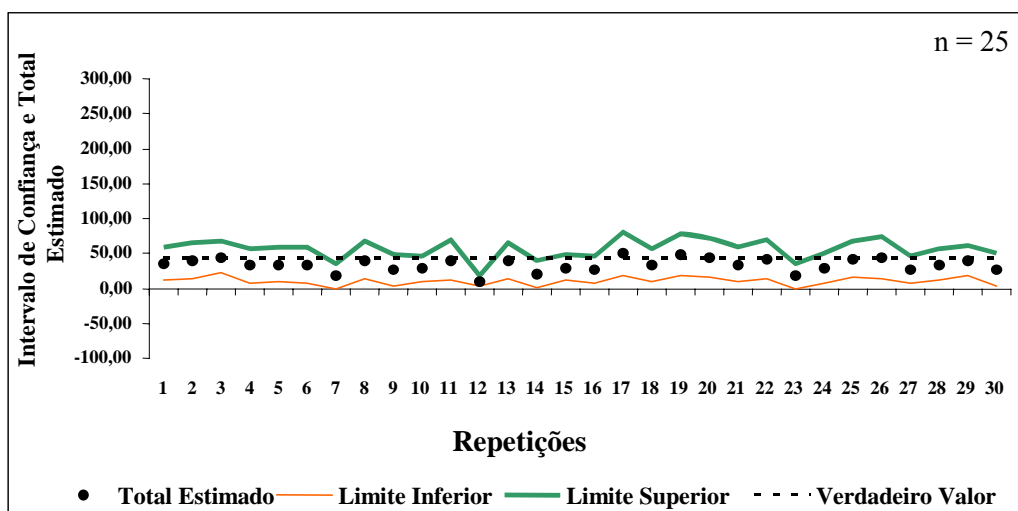
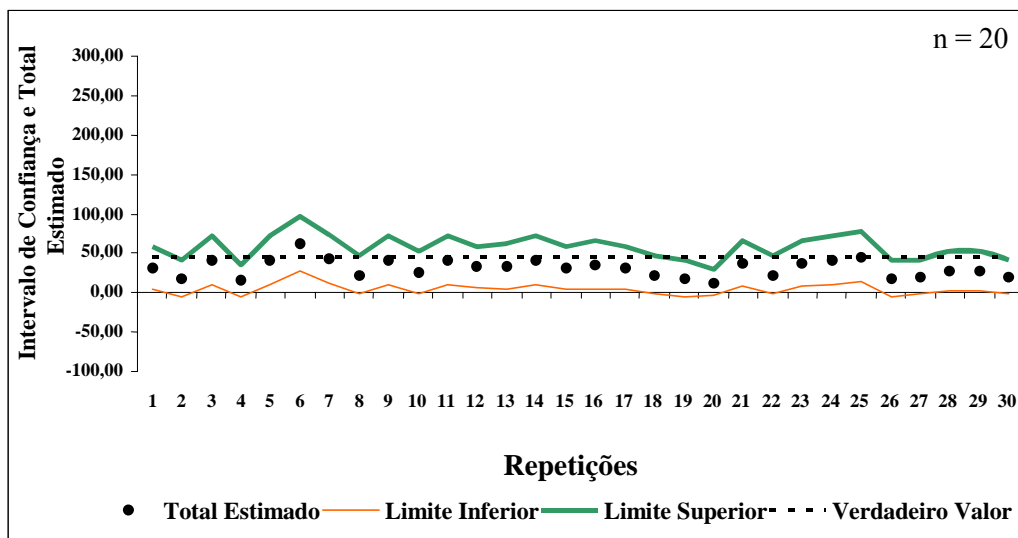


Figura 17 – Estimativas do total do número de indivíduos e limites inferior e superior do intervalo de confiança para os tamanhos de amostra $n = 20, 25$ e 50 com 30 repetições cada para a amostragem adaptativa em *cluster* com seleção inicial por amostragem casual simples. A linha hachurada representa o verdadeiro total populacional de 44 indivíduos.

5.2.3.2 Amostragem adaptativa em *cluster* com seleção inicial por amostragem sistemática

De acordo com o Quadro 12 e a Figura 18, observa-se a diminuição do erro de amostragem com o aumento do tamanho da amostra. Para o tamanho da amostra (n) igual a 10 foram encontrados erros bem menores, opondo-se à tendência de decréscimo contínuo apresentada pelos procedimentos analisados anteriormente, sendo este efeito atribuído à aleatoriedade.

Com relação à exatidão, obtiveram-se estimativas mais exatas com o aumento do tamanho da amostra (Quadro 12, Figura 19). Contudo, para amostras iniciais maiores do que 25 unidades houve subestimação do número de indivíduos. Este comportamento pode ser atribuído novamente ao tamanho das redes e ao baixo valor dos pesos de cada uma delas, exercendo influência nas estimativas obtidas pelo estimador de Hansen-Hurwitz modificado.

Em relação à amostragem adaptativa em *cluster* com seleção inicial por amostragem casual simples, a amostragem adaptativa em *cluster* com amostras iniciais utilizando a amostragem sistemática forneceu estimativas ligeiramente mais precisas e mais exatas. Este fato pode ser explicado em função do número final maior de unidades de amostra e da sua distribuição de unidades de amostra que cobrem mais uniformemente a área amostrada.

Analisando as Figuras 20 e 21, observou-se que com o aumento do tamanho da amostra a amplitude dos intervalos de confiança em relação aos demais procedimentos foi menor, ou seja, menores foram erros de amostragem. Verificou-se também que, em virtude da magnitude dos erros de amostragem e da amplitude dos intervalos de confiança, as estimativas dos totais do número de indivíduos estavam dentro dos limites dos intervalos de confiança, independentemente do tamanho do tamanho da amostra.

A tendência descrita pela amostragem adaptativa em *cluster* com seleção inicial por amostragem sistemática coaduna com os procedimentos tradicionais de amostragem, à exceção do tamanho de amostra $n = 50$, isto é, quanto menor o tamanho da amostra maior o número de casos em que o verdadeiro valor do total do número de indivíduos estava fora dos intervalos de confiança (Figuras 20 e 21). Este fato ocorreu apenas para $n = 50$ em virtude do tamanho das redes, dos seus respectivos pesos (w_i) e do baixo número de indivíduos por rede, conforme foi discutido anteriormente.

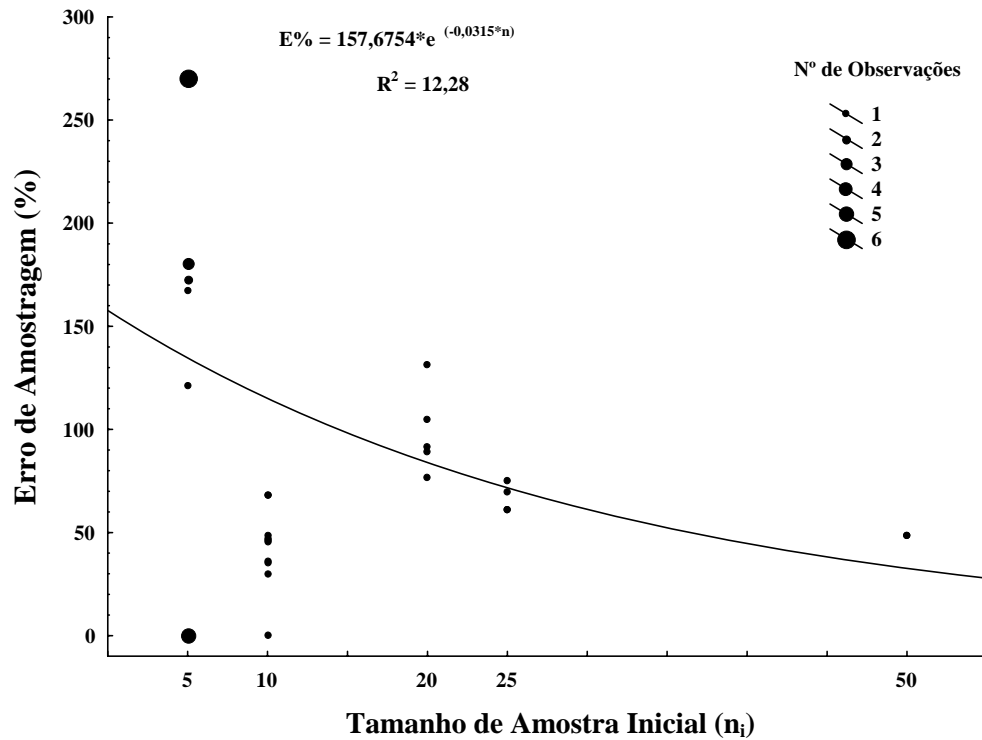


Figura 18 – Relação entre o erro de amostragem e o tamanho de amostra na amostragem adaptativa em *cluster* com seleção inicial de unidades de amostra por amostragem sistemática.

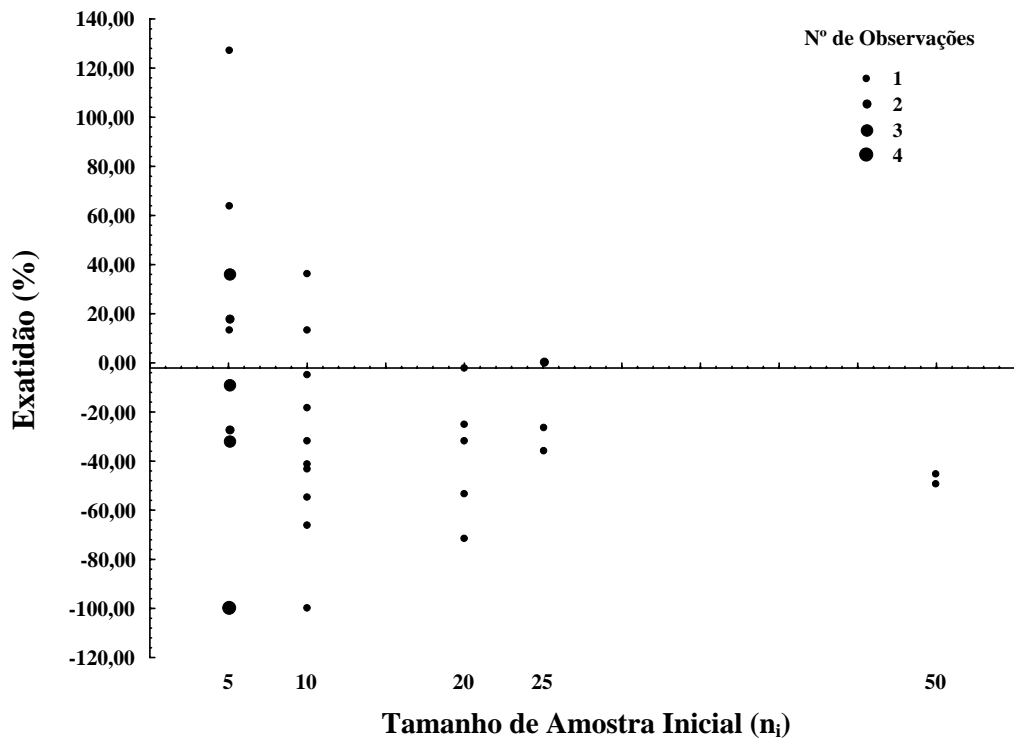


Figura 19 – Relação entre as exatidões das estimativas e o tamanho de amostra na amostragem adaptativa em *cluster* com seleção inicial de unidades de amostra por amostragem sistemática.

Quadro 12 – Estimativas para médias (\bar{Y}), totais estimados (\hat{T}), erros-padrão ($\pm S_{\bar{y}}$), erros de amostragem absolutos ($\pm E$), erros de amostragem em porcentagem ($\pm E\%$), intervalos de confiança (LI e LS) e exatidões considerando os tamanhos de amostra iguais a 5, 10, 20, 25 e 50 na amostragem adaptativa em *cluster*

Repetição	n = 5								n = 10								n = 20							
	\bar{Y}_{JK}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}_{JK}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}_{JK}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão
						LI	LS							LI	LS							LI	LS	
1	0,60	60,00	0,39	108,25	180,41	-48,25	168,25	36,36	0,30	30,00	0,06	14,48	48,28	15,52	44,48	-31,82	0,30	30,00	0,13	27,50	91,67	2,50	57,50	-31,82
2	0,40	40,00	0,39	108,25	270,61	-68,25	148,25	-9,09	0,60	60,00	0,08	18,10	30,16	41,90	78,10	36,36	0,21	20,50	0,10	21,41	104,43	-0,91	41,91	-53,41
3	0,30	30,00	0,29	81,18	270,61	-51,18	111,18	-31,82	0,26	26,00	0,05	12,15	46,72	13,85	38,15	-40,91	0,43	43,00	0,16	33,08	76,92	9,92	76,08	-2,27
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,50	50,00	0,08	18,24	36,48	31,76	68,24	13,64	0,33	33,00	0,14	29,42	89,14	3,58	62,42	-25,00
5	0,32	32,00	0,31	86,60	270,61	-54,60	118,60	-27,27	0,20	20,00	0,06	13,57	67,86	6,43	33,57	-54,55	0,13	12,50	0,08	16,46	131,68	-3,96	28,96	-71,59
6	0,72	72,00	0,43	120,54	167,41	-48,54	192,54	63,64	0,42	42,00	0,07	14,93	35,55	27,07	56,93	-4,55								
7	0,60	60,00	0,39	108,25	180,41	-48,25	168,25	36,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00								
8	0,30	30,00	0,29	81,18	270,61	-51,18	111,18	-31,82	0,15	15,00	0,05	10,18	67,86	4,82	25,18	-65,91								
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,36	36,00	0,07	16,41	45,59	19,59	52,41	-18,18								
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00																
11	0,52	52,00	0,32	89,92	172,92	-37,92	141,92	18,18																
12	0,30	30,00	0,29	81,18	270,61	-51,18	111,18	-31,82																
13	0,52	52,00	0,32	89,92	172,92	-37,92	141,92	18,18																
14	0,32	32,00	0,31	86,60	270,61	-54,60	118,60	-27,27																
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00																
16	1,00	100,00	0,44	121,02	121,02	-21,02	221,02	127,27																
17	0,60	60,00	0,39	108,25	180,41	-48,25	168,25	36,36																
18	0,50	50,00	0,31	85,58	171,15	-35,58	135,58	13,64																
19	0,40	40,00	0,39	108,25	270,61	-68,25	148,25	-9,09																
20	0,40	40,00	0,39	108,25	270,61	-68,25	148,25	-9,09																
Média	0,39	39,00	0,28	78,66	175,58	-39,66	117,66	-11,36	0,30	30,40	0,06	12,97	42,49	17,43	43,37	-30,91	0,28	27,80	0,12	25,57	98,77	2,23	53,37	-36,82
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-68,25	0,00	-100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,13	12,50	0,08	16,46	76,92	-3,96	28,96	-71,59
Máximo	1,00	100,00	0,44	121,02	270,61	0,00	221,02	127,27	0,60	60,00	0,08	18,24	67,86	41,90	78,10	36,36	0,43	43,00	0,16	33,08	131,68	9,92	76,08	-2,27
Repetição	n = 25								n = 50															
	\bar{Y}_{JK}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão	\bar{Y}_{JK}	\hat{T}	$\pm S_{\bar{y}}$	$\pm E$	$\pm E\%$	Intervalo de Confiança		Exatidão								
						LI	LS							LI	LS									
1	0,3	28,4	0,10	19,8	69,9	8,56	48,24	-35,45	0,22	22,20	0,05	10,87	48,98	11,33	33,07	-49,55								
2	0,4	44,4	0,13	27,2	61,2	17,21	71,59	0,91	0,24	24,20	0,06	11,80	48,74	12,40	36,00	-45,00								
3	0,3	32,4	0,12	24,4	75,3	8,00	56,80	-26,36																
4	0,4	44,4	0,13	27,2	61,2	17,21	71,59	0,91																
Média	0,4	37,40	0,12	24,7	66,9	12,74	62,06	-15,00	0,23	23,20	0,06	11,33	48,86	11,87	34,53	-47,27								
Mínimo	0,3	28,40	0,10	19,8	61,2	8,00	48,24	-35,45	0,22	22,20	0,05	10,87	48,74	11,33	33,07	-49,55								
Máximo	0,4	44,40	0,13	27,2	75,3	17,21	71,59	0,91	0,24	24,20	0,06	11,80	48,98	12,40	36,00	-45,00								

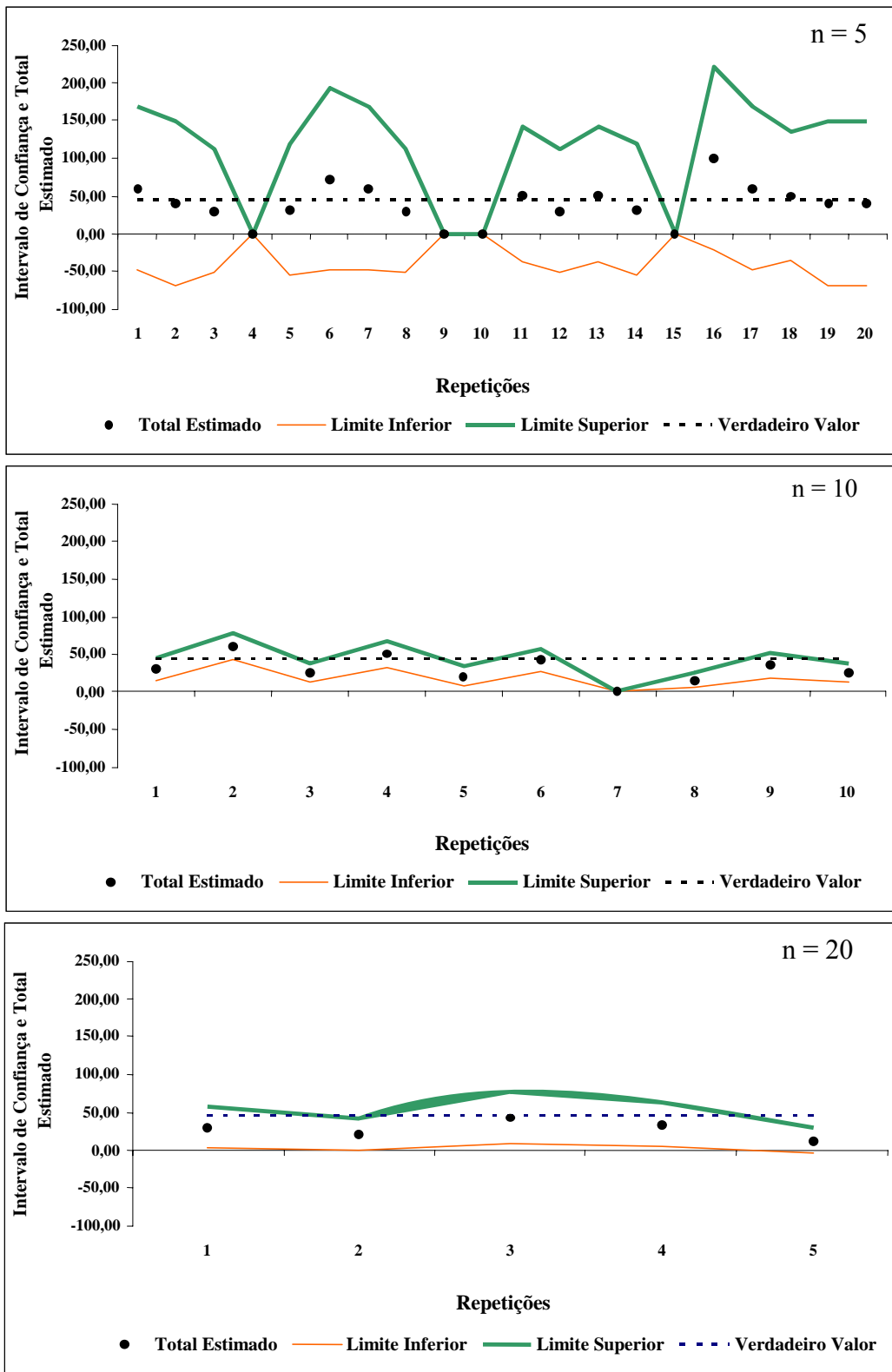


Figura 20 – Estimativa do total do número de indivíduos e limites inferior e superior do intervalo de confiança para os tamanhos de amostra $n = 5, 10$ e 15 com $20, 10$ e 5 repetições, respectivamente, para a amostragem adaptativa em *cluster* com seleção inicial por amostragem sistemática. A linha hachurada representa o verdadeiro total populacional de 44 indivíduos.

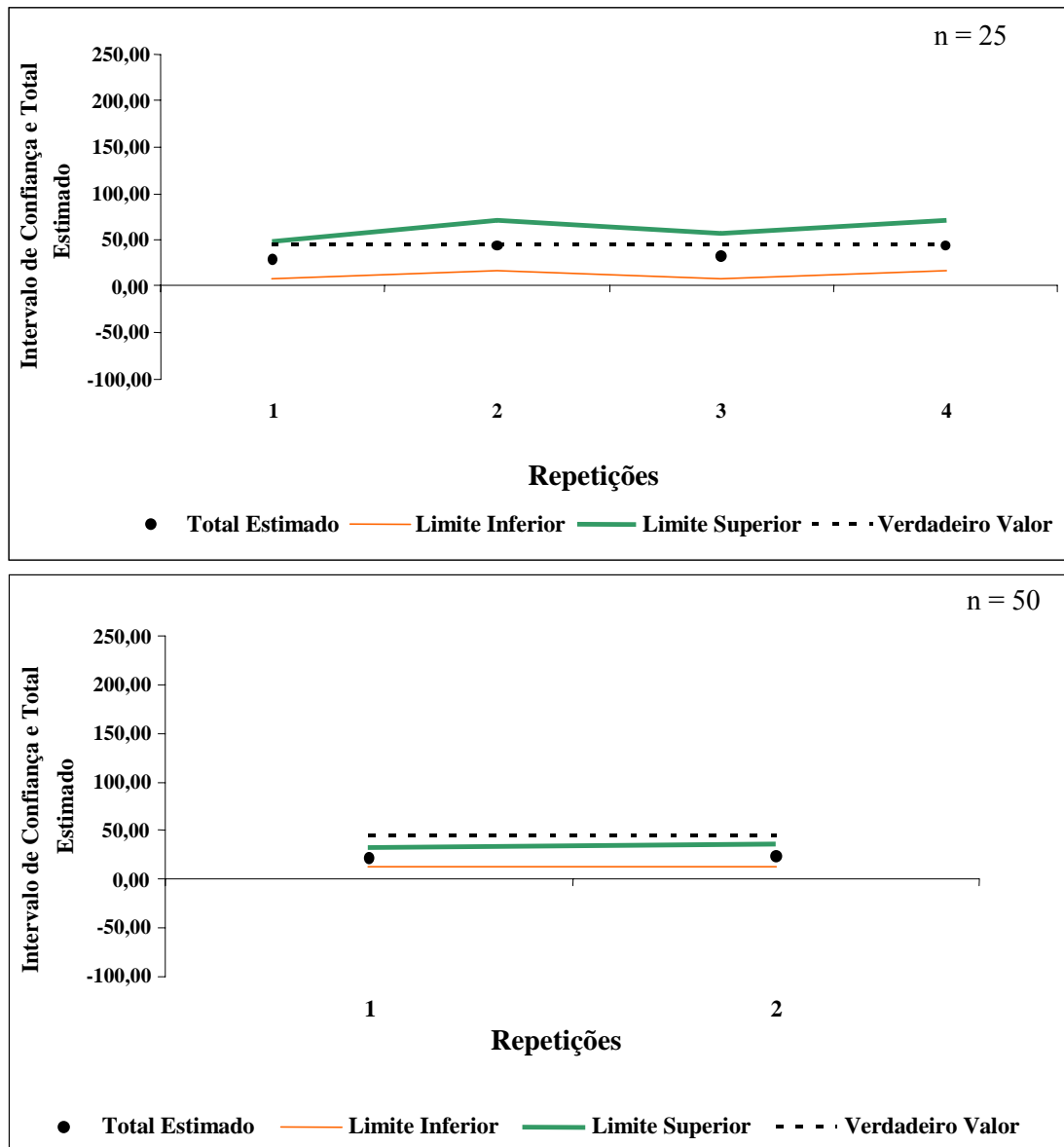


Figura 21 – Estimativa do total do número de indivíduos e limites inferior e superior do intervalo de confiança para os tamanhos de amostra $n = 25$ e 50 com 4 e 2 repetições, respectivamente, para a amostragem adaptativa em *cluster* com seleção inicial por amostragem sistemática. A linha hachurada representa o verdadeiro total populacional de 44 indivíduos.

5.2.3.3 Tamanho final de amostra para amostragem adaptativa em *cluster* com seleção inicial de unidades de amostra por amostragem casual simples e sistemática

Na amostragem adaptativa em *cluster*, o tamanho final da amostra difere do tamanho inicial, pois a natureza do procedimento preconiza a intensificação da amostragem de acordo com uma condição de inclusão preestabelecida para a inserção

de unidades de amostra adjacentes àquela cuja condição de inclusão foi satisfeita (THOMPSON; SEBER, 1996).

No Quadro 13 estão listados os tamanhos finais de amostra para a amostragem adaptativa em *cluster* com seleção inicial de unidades de amostra por amostragem casual simples e sistemática.

Quadro 13 – Tamanhos finais das amostras obtidas com a amostragem adaptativa em *cluster* (AAC) com seleção inicial por amostragem casual simples e sistemática, em relação aos tamanhos iniciais

Repetição	AAC + Casual Simples						Repetição	AAC + Sistemática				
	Tamanhos Iniciais de Amostra							Tamanhos Iniciais de Amostra				
	5	10	15	20	25	50		5	10	20	25	50
1	21	22	34	60	66	85	1	21	15	43	62	86
2	12	39	25	33	68	83	2	24	32	38	78	72
3	19	26	26	47	79	79	3	16	23	58	57	
4	5*	20	31	31	66	88	4	5*	22	45	69	
5	12	43	29	51	48	76	5	17	14	28		
6	5*	17	30	55	52	83	6	25	21			
7	27	31	38	43	41	95	7	19	10*			
8	5*	41	43	33	67	81	8	15	18			
9	21	21	49	57	58	83	9	5*	25			
10	33	30	38	44	49	68	10	5*	19			
11	15	16	42	52	68	81	11	19				
12	9	21	36	40	43	82	12	15				
13	17	25	47	48	71	69	13	21				
14	5*	47	28	45	50	86	14	17				
15	18	30	31	47	69	87	15	5*				
16	27	23	40	53	48	68	16	29				
17	17	29	28	54	48	80	17	14				
18	15	23	15*	28	52	84	18	19				
19	18	24	27	37	56	91	19	15				
20	19	44	37	39	54	76	20	14				
21	27	22	44	52	65	79	21					
22	11	30	42	33	41	81	22					
23	17	33	40	51	48	76	23					
24	5*	22	31	51	59	82	24					
25	18	47	49	50	64	79	25					
26	5*	26	24	39	54	80	26					
27	16	23	39	25	48	80	27					
28	5*	13	39	45	53	79	28					
29	30	34	38	40	63	83	29					
30	5*	37	24	39	40	80	30					

* repetições que contemplaram unidades amostrais que não continham nenhum indivíduo.

Percebe-se que a tendência descrita para os dois procedimentos de seleção inicial de unidades de amostra é a mesma (Quadro 13), ou seja, quanto maior o tamanho da amostra inicial, menor a proporção de unidades de amostra adicionadas à amostragem (Figura 22).

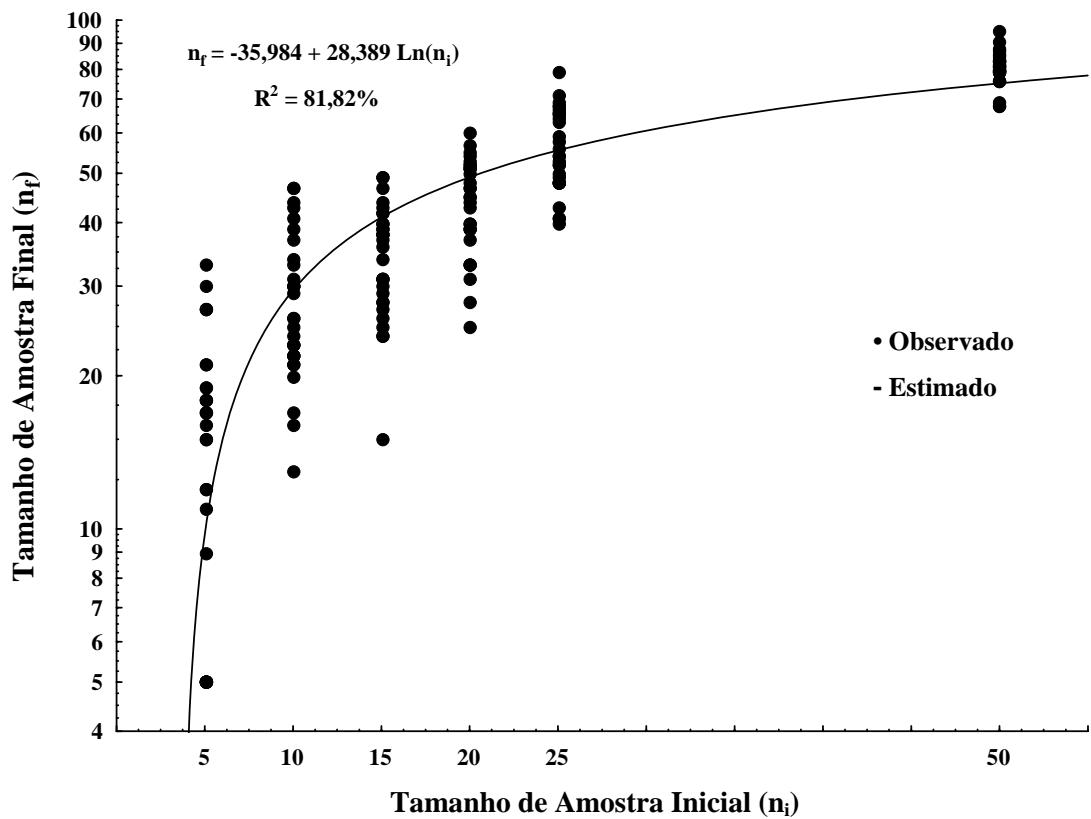


Figura 22 – Relação entre o tamanho de amostra final e a inicial, na amostragem adaptativa em *cluster*, com seleção inicial de unidades de amostra por amostragem casual simples

Considerando a seleção inicial de unidades de amostra por amostragem sistemática, a tendência se mostrou semelhante à da amostragem casual simples como procedimento de seleção inicial (Figura 23).

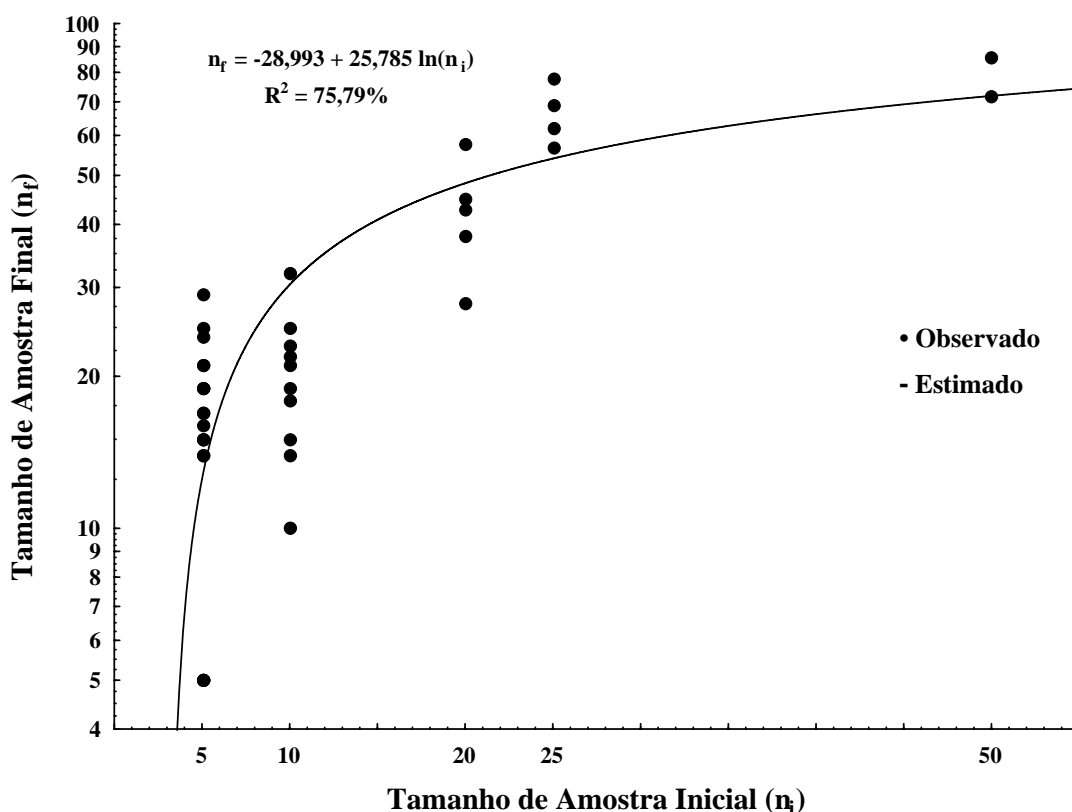


Figura 23 – Relação entre o tamanho de amostra final e o de inicial, na amostragem adaptativa em *cluster*, com seleção inicial de unidades de amostra por amostragem sistemática.

5.2.3.4 Discussão sobre amostragem adaptativa

Segundo Thompson e Seber (1996), o aumento exagerado do tamanho da amostra não confere eficiência ao procedimento adaptativo se uma população for rara geograficamente. Os autores ainda argumentam que, quanto maior a raridade geográfica da população, o tamanho final da amostra esperado pelo procedimento adaptativo tende a ser o mesmo da amostra inicial, haja vista que existe uma probabilidade grande de amostrar unidades que não têm nenhum indivíduo.

Esse fato pôde ser verificado pelo tamanho de amostra $n = 5$, na qual foram obtidas oito repetições com o mesmo tamanho de amostra para seleção inicial por amostragem casual simples e quatro repetições para a seleção inicial por amostragem sistemática.

A eficiência da amostragem adaptativa em *cluster* pode ser aumentada em função da escolha da definição da vizinhança e da condição de inclusão. Segundo Brown (2003), se o critério de inclusão for estabelecido com valor muito baixo, o

tamanho da amostra final poderá ser muito grande, pois as redes que serão formadas poderão abarcar muitas unidades amostrais. Do contrário, se o valor da condição de inclusão for muito alto, poucas unidades de amostra serão aderidas ao procedimento de amostragem.

De modo semelhante, se a definição de vizinhança considerar uma estrutura muito grande de unidades de amostra, o tamanho amostral final será excessivamente grande, e se a estrutura for com poucas unidades, poucas unidades de amostra serão aderidas ao procedimento de amostragem.

No entanto, a autora afirma que não há como estabelecer de forma clara e concisa esses dois critérios, a fim de construir um desenho eficiente para a amostragem adaptativa em *cluster*.

Outro aspecto que merece destaque é o fato de o procedimento de amostragem adaptativa proporcionar, a um menor custo, maior eficiência quando comparado aos procedimentos tradicionais de amostragem com amostras de mesmo tamanho. Para um procedimento de amostragem casual simples ou sistemática, por exemplo cinco unidades de amostra, quando comparado com uma amostra obtida por amostragem adaptativa em *cluster* com seleção inicial por amostragem casual simples com as mesmas cinco unidades de amostra iniciais, será obtido um tamanho de amostra final maior a um mesmo custo em termos de tempo, recursos despendidos e eficiência de amostragem que os procedimentos tradicionais.

Com relação ao tamanho e à forma de parcelas, há indícios que essas variáveis se refletirão no tamanho e na forma dos *clusters*. Segundo Silva e Lopes (1996), que desenvolveram um trabalho pioneiro sobre detecção de padrão de distribuição espacial de espécies arbóreas na Amazônia Legal, quando a distribuição espacial de uma dada espécie arbórea é agrupada, unidades de amostra retangulares são mais precisas, pois tendem a absorver de maneira mais eficiente o efeito de clareira – espaços vazios sem a presença de árvores – que as unidades quadradas ou circulares. Possivelmente, o tamanho e a forma de parcelas terão influência decisiva na eficiência de um procedimento de amostragem adaptativa, merecendo estudos posteriores.

O presente trabalho também sugere a enorme potencialidade da amostragem adaptativa para procedimentos de inventário de florestas naturais brasileiras para uma infinidade de variáveis, inclusive volume de madeira, quando as espécies são conjecturadas caso a caso em um plano de manejo sustentável, sobretudo em termos de Amazônia Legal, podendo aí ser incluídos os produtos de natureza não-madeireira.

Outra sugestão seria estudos posteriores para investigar o efeito do tamanho populacional e diferentes escalas de padrão de distribuição espacial na eficiência dos estimadores de amostragem adaptativa em *cluster*.

6. CONCLUSÃO

- As estimativas do número de indivíduos foram obtidas pelos estimadores tradicionais e pela técnica de *Jackknife* para a amostragem casual simples e amostragem sistemática.
- Todos os procedimentos de amostragem analisados apresentaram estimativas do número de indivíduos imprecisas, independentemente do tamanho da amostra, em função da estrutura de amostragem adotada neste estudo.
- A amostragem adaptativa em *cluster*, considerando a amostra inicial obtida por meio de amostragem casual simples e amostragem sistemática, forneceu estimativas de número de indivíduos ligeiramente mais precisas, quando comparadas com aquelas obtidas pela amostragem casual simples e amostragem sistemática. Contudo, houve tendência de subestimação do número total de indivíduos em virtude do reduzido tamanho das redes e de seus respectivos valores de peso (w_i).
- Dos procedimentos de amostragem analisados, aquele que obteve o melhor desempenho foi a amostragem sistemática, haja vista a exatidão das estimativas do número de indivíduos fornecidas.
- Com relação ao aumento do tamanho da amostra, os dois procedimentos de amostragem adaptativa em *cluster* mostraram tendência semelhante. De modo geral, quanto maior o tamanho da amostra inicial (n_i), maior foi o tamanho da amostra final (n_f), sendo este acréscimo crescente até $n = 25$ unidades de amostra.

- Com este estudo conclui-se também que são necessários esforços adicionais no intuito de investigar o efeito do tamanho e da forma de parcelas, da escala de agregação e do tamanho da população, assim como suas combinações, sobre a eficiência dos estimadores da amostragem adaptativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHARYA, B. et al. Systematic adaptive cluster sampling for the assessment of rare tree species in Nepal. **Forest Ecology and Management**, v. 137, p. 65-73, 2000.

AVERY, T. E.; BURKHART, H. E. **Forest measurements**. New York: McGraw-Hill, 1983. 331 p.

BROWN, J. A. Designing an efficient adaptive cluster sample. **Environmental and Ecological Statistics**, v. 10, p. 95-105, 2003.

BROWN, J. A.; MANLY, B. F. J. Restricted adaptive cluster sampling. **Environmental and Ecological Statistics**, v. 5, p. 49-63, 1998.

CHRISTMAN, M. C.; LAN, F. Sequential adaptive sampling designs to estimate abundance in rare populations. **Proceedings of the American Statistical Association. Section on Statistical and Environment**. 1998. p. 87-96.

CHRISTMAN, M. C.; PONTIUS, J. S. Bootstrap confidence intervals for adaptive cluster sampling. **Biometrics**, v. 56, p. 503-510, 2000.

COCHRAN, W. G. **Sampling techniques**. New York: Wiley & Sons, 1977. 356 p.

FARIAS, C. A. **Comparação de métodos de amostragem para análise florística e estrutural de florestas inequiâneas**. 2001. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

GOSH, S.; INNES, J. L. Comparing strategies in forests monitoring programs. **Forest Ecology and Management**, v. 82, p. 231-238, 1996.

HANSEN, M. M.; HURWITZ, W. N. On the theory of sampling from finite populations. **Annals of Mathematical Statistics**, v. 14, p. 333-362, 1943.

- HORVITZ, D. G.; THOMPSON, D. W. A generalization of sampling without replacement from a finite universe. **Journal of the American Statistical Association**, v. 47, p. 663-685, 1952.
- HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 3.ed. New York: The Ronald Press, 1982. 473 p.
- KALTON, G.; ANDERSON, D. W. Sampling rare populations. **Journal of Royal Statistics Society Series A**, v. 149, p. 65-82, 1986. Parte I
- KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. 2.ed. Benjamin/Cummings. 1999. 581 p.
- LOESTCH, F.; HALLER, K. E. **Forest inventory**. Wien: BLV-Munchen, Basel. v. 1. 1964. 436 p.
- NEYMAN, J. On the two different aspects of the representative method: the method of stratified sampling and the method of purposive selection. **Journal of the Royal Statistics Society, Série A**, v. 97, p. 558-606, 1934.
- PETERS, C. M. The ecology and management of non-timber forest resources. **World Bank Technical Paper** n° 322, 172 p. 1996.
- REIS, I. K.; ASSUNÇÃO, R. M. Comparando três métodos de amostragem: métodos de distâncias, contagem de *quadrats* e conglomerado adaptativo. **Scientia Florestalis**, n. 54. p. 119-130, 1998.
- RINGVALL, A. Assesment of sparse populations in forest inventory. Development and evaluation of probability sampling methods. **Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silvestria**, v. 151, p. 25-25, 2000.
- ROESCH, F. A. Adaptive cluster sampling for forest inventories. **Forest Science**, v. 39, n. 4, p. 655-669, 1993.
- SALAFSKY, N.; DUGELBY, B. L.; TERBORGH, J. W. Can extractive reserve save the rain forest? An ecological and socioeconomic comparison of non-timber forest products extraction system in Petén, Guatemala, and West Kalimantan Indonesia. **Conservation Biology**, v. 7, n. 1, p. 39-52, 1993.
- SALEHI, M. M.; SEBER, G. A. F. Two-stage adaptive cluster sampling. **Biometrics**, v. 53, p. 959-970, 1997.
- SÄRNDAL, C. E. Design-based and model-based inference in survey sampling. **Scandinavian Journal of Statistics**, v. 5, p. 27-52, 1978.
- SCHREUDER, H. T.; BRINK, T. E. The Jackknife – A useful statistical tool. In: BELL, J. F.; ATTEREBURY, T. (Eds.) **Renewable resource inventories for monitoring changes and trends**. v. 2. 1983. p. 531-535.
- SCHREUDER, H. T.; GREGOIRE, T. G.; WOOD, G. B. **Sampling methods for multiresource forest inventory**. New York: John Wiley & Sons, 1993. 446 p.

SEBER, G. A. F.; THOMPSON, S. K. Environmental adaptive sampling. In: PATIL G. P.; RAO, C. R. (Eds.). **Environmental statistics** - handbook of statistics. v. 12. Elsevier Science, 1994. p. 201-220.

SHIVER, B. D.; BORDERS B. E. **Sampling techniques for forest resource inventory**. New York: John Wiley & Sons, 1996. 356 p.

SILVA, J. N. M.; LOPES; J. C. A. **Distribuição espacial de árvores na Floresta Nacional do Tapajós**. Belém, Pará: EMBRAPA-CPATU. 14 p. 1982. (Circular Técnica, 26).

SMITH, D. R.; VILLELLA, R. F.; LEMARIÉ, D. P. Application of adaptive cluster sampling to low density populations of freshwater mussels. **Environmental and Ecological Statistics**, v. 10, p. 7-15, 2003.

SOUZA, A. L. **Comparação de tipos de amostragem, com pareclas circulares de área fixa e variável, em povoamentos de *Eucalyptus grandis* de origem híbrida, cultivados na região de Bom Despacho, Minas Gerais**. 1981. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1991.

THOMPSON, S. K. Adaptive cluster sampling. **Journal of the American Statistical Association**, v. 85, n. 412, p. 1050-1059, 1990.

THOMPSON, S. K. Adaptive cluster sampling: designs with primary and secondary units. **Biometrics**, v. 47, p. 1103-1115, 1991.

THOMPSON, S. K.; SEBER, G. A. F. **Adaptive Sampling**. John Wiley & Sons, New York. 265 p. 1996.

TICKTIN, T. et al. Effects of variations on harvest limits for non-timber forest species in México. **Conservation Biology**, v. 16, p. 691-705, 2002.

TICKTIN, T. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. **Journal of Applied Ecology**, v. 41, p. 11-21, 2004.

UNDERWOOD, F. M.; BURN, R. W. **Biometrics aspects of sampling for the Cameroon inventory of *Prunus africana***. (Mount Cameroon pilot phase). Interim Report. Department of Applied Statistics. The University of Reading, England. 2000. 17 p.

WONG, J. L. G. **The biometrics of non-timber forest product resource assessment: a review of current methodology**. 2000. 108 p. Disponível em: <www.etfrn.org/etfrn/workshop/ntfp/text.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2004.

APÊNDICE A

Quadro 1A – Unidades sorteadas e número de indivíduos por unidades de amostra (UA) para os tamanhos de amostra $n = 5$ e 10 na amostragem casual simples

Repetição	n = 5										n = 10																			
	Unidade Sorteada					Indivíduos por UA					Unidade Sorteada					Indivíduos por UA														
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	68	98	41	56	0	1	4	1	0	23	93	38	5	92	61	69	13	64	28	2	0	0	0	0	0	3	0	0	
2	91	74	50	49	46	0	0	0	0	1	49	78	30	67	62	77	17	42	95	13	0	0	1	3	0	0	1	0	0	3
3	69	100	98	53	90	0	0	4	1	0	51	6	28	67	59	32	36	43	97	90	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0
4	9	36	21	11	83	0	0	0	0	0	25	10	7	43	9	62	30	78	27	81	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
5	67	10	83	94	60	3	0	0	0	0	55	36	30	24	45	87	92	88	2	9	0	0	1	1	0	1	0	0	0	
6	2	41	10	33	42	0	1	0	0	0	60	88	84	58	4	27	42	41	26	25	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
7	62	28	44	96	30	0	0	0	2	1	34	21	24	35	70	26	22	89	20	95	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
8	59	93	7	28	85	0	0	0	0	0	57	94	38	10	14	8	24	2	98	39	0	0	0	0	1	0	1	0	4	3
9	78	24	100	80	58	0	1	0	1	0	76	59	58	85	20	38	4	88	95	78	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
10	20	39	71	86	29	1	3	1	4	2	70	98	6	58	10	2	86	40	81	94	0	4	0	0	0	0	4	1	0	0
11	90	9	87	43	65	0	0	1	0	0	17	79	27	84	35	33	83	93	15	11	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
12	82	53	83	51	89	0	1	0	0	0	92	39	40	3	62	88	2	91	52	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0
13	65	52	40	29	26	0	0	1	2	0	44	3	8	67	57	18	19	58	29	28	0	0	0	3	0	0	1	0	2	0
14	49	54	66	73	63	0	0	0	0	0	71	3	76	67	30	8	52	65	60	24	1	0	0	3	1	0	0	0	0	1
15	79	23	28	34	5	0	2	0	0	0	56	61	42	84	69	87	29	39	51	40	0	0	0	1	0	1	2	3	0	1
16	75	20	87	43	48	0	1	1	0	0	54	78	3	36	41	38	63	13	31	11	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0
17	20	42	19	44	83	1	0	1	0	0	52	47	71	82	9	16	55	99	33	67	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
18	38	97	37	98	87	0	1	0	4	1	73	51	52	80	71	26	56	96	78	4	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0
19	91	51	42	37	23	0	0	0	0	2	89	74	44	91	96	47	46	28	9	66	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0
20	53	58	9	59	98	1	0	0	0	4	55	93	72	8	22	91	78	40	68	97	0	0	3	0	0	0	0	1	1	1
21	88	38	97	71	67	0	0	1	1	3	60	28	1	27	80	42	18	67	89	72	0	0	0	0	1	0	0	3	0	3
22	73	38	1	49	71	0	0	0	0	1	84	16	10	51	43	13	73	47	5	69	1	0	0	0	0	3	0	1	0	0
23	30	79	19	18	27	1	0	1	0	0	43	14	24	74	70	63	25	7	39	55	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0
24	60	92	11	33	91	0	0	0	0	0	3	99	53	78	98	31	17	9	91	34	0	0	1	0	4	0	1	0	0	0
25	11	69	7	42	24	0	0	0	0	1	94	14	80	45	43	39	88	76	48	67	0	1	1	0	0	3	0	0	0	3
26	35	58	64	49	48	0	0	0	0	0	4	34	62	39	74	57	89	15	42	56	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
27	36	53	28	47	81	0	1	0	1	0	73	16	27	17	11	85	10	88	80	37	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
28	43	93	81	7	61	0	0	0	0	0	90	42	83	89	59	17	26	21	9	33	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
29	58	23	12	19	3	0	2	1	1	0	26	50	48	47	61	74	89	55	68	40	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
30	92	3	70	100	42	0	0	0	0	0	64	11	46	14	89	76	69	16	87	10	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0

Quadro 2A – Unidades sorteadas e número de indivíduos por unidades de amostra (UA) para o tamanho de amostra $n = 15$ na amostragem casual simples

Repetição	n = 15																													
	Unidades de Amostra Sorteadas															Nº de Indivíduos por Unidade de Amostra														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	4	68	98	41	56	0	1	4	1	0	23	93	38	5	92	61	69	13	64	28	2	0	0	0	0	0	3	0	0	
2	91	74	50	49	46	0	0	0	0	1	49	78	30	67	62	77	17	42	95	13	0	0	1	3	0	0	1	0	0	3
3	69	100	98	53	90	0	0	4	1	0	51	6	28	67	59	32	36	43	97	90	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0
4	9	36	21	11	83	0	0	0	0	0	25	10	7	43	9	62	30	78	27	81	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
5	67	10	83	94	60	3	0	0	0	0	55	36	30	24	45	87	92	88	2	9	0	0	1	1	0	1	0	0	0	
6	2	41	10	33	42	0	1	0	0	0	60	88	84	58	4	27	42	41	26	25	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
7	62	28	44	96	30	0	0	0	2	1	34	21	24	35	70	26	22	89	20	95	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
8	59	93	7	28	85	0	0	0	0	0	57	94	38	10	14	8	24	2	98	39	0	0	0	0	1	0	1	0	4	3
9	78	24	100	80	58	0	1	0	1	0	76	59	58	85	20	38	4	88	95	78	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
10	20	39	71	86	29	1	3	1	4	2	70	98	6	58	10	2	86	40	81	94	0	4	0	0	0	4	1	0	0	
11	90	9	87	43	65	0	0	1	0	0	17	79	27	84	35	33	83	93	15	11	1	0	0	1	0	0	0	0	0	
12	82	53	83	51	89	0	1	0	0	0	92	39	40	3	62	88	2	91	52	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0
13	65	52	40	29	26	0	0	1	2	0	44	3	8	67	57	18	19	58	29	28	0	0	0	3	0	0	1	0	2	0
14	49	54	66	73	63	0	0	0	0	0	71	3	76	67	30	8	52	65	60	24	1	0	0	3	1	0	0	0	0	1
15	79	23	28	34	5	0	2	0	0	0	56	61	42	84	69	87	29	39	51	40	0	0	0	1	0	1	2	3	0	1
16	75	20	87	43	48	0	1	1	0	0	54	78	3	36	41	38	63	13	31	11	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0
17	20	42	19	44	83	1	0	1	0	0	52	47	71	82	9	16	55	99	33	67	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
18	38	97	37	98	87	0	1	0	4	1	73	51	52	80	71	26	56	96	78	4	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0
19	91	51	42	37	23	0	0	0	0	2	89	74	44	91	96	47	46	28	9	66	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0
20	53	58	9	59	98	1	0	0	0	4	55	93	72	8	22	91	78	40	68	97	0	0	3	0	0	0	0	1	1	1
21	88	38	97	71	67	0	0	1	1	3	60	28	1	27	80	42	18	67	89	72	0	0	0	0	1	0	0	3	0	3
22	73	38	1	49	71	0	0	0	0	1	84	16	10	51	43	13	73	47	5	69	1	0	0	0	0	3	0	1	0	0
23	30	79	19	18	27	1	0	1	0	0	43	14	24	74	70	63	25	7	39	55	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0
24	60	92	11	33	91	0	0	0	0	0	3	99	53	78	98	31	17	9	91	34	0	0	1	0	4	0	1	0	0	0
25	11	69	7	42	24	0	0	0	0	1	94	14	80	45	43	39	88	76	48	67	0	1	1	0	0	3	0	0	0	3
26	35	58	64	49	48	0	0	0	0	0	4	34	62	39	74	57	89	15	42	56	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
27	36	53	28	47	81	0	1	0	1	0	73	16	27	17	11	85	10	88	80	37	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
28	43	93	81	7	61	0	0	0	0	0	90	42	83	89	59	17	26	21	9	33	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
29	58	23	12	19	3	0	2	1	1	0	26	50	48	47	61	74	89	55	68	40	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
30	92	3	70	100	42	0	0	0	0	0	64	11	46	14	89	76	69	16	87	10	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0

Quadro 3A – Unidades sorteadas e número de indivíduos por unidades de amostra (UA) para o tamanho de amostra $n = 20$ na amostragem casual simples

Repetição	n = 20																			
	Unidades Sorteadas																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	81	75	20	86	43	47	52	74	44	51	98	85	42	64	78	90	1	48	89	24
2	48	19	42	18	43	82	73	93	72	74	4	83	78	95	94	64	70	75	81	15
3	14	38	97	37	36	86	89	28	1	78	74	17	88	27	11	57	81	19	24	71
4	47	90	50	41	59	22	55	16	10	45	11	74	89	2	1	72	6	76	9	56
5	15	53	58	9	71	97	60	14	24	39	59	76	57	26	28	21	85	77	66	6
6	33	87	37	96	48	67	84	99	53	17	61	69	2	20	71	49	3	68	86	93
7	66	73	38	1	18	70	43	14	80	89	61	17	88	98	24	32	93	67	81	31
8	82	30	79	19	33	27	3	34	62	47	77	36	58	95	40	60	1	66	72	63
9	85	59	91	11	42	90	94	16	27	14	32	30	40	81	67	53	98	28	4	99
10	16	11	68	7	48	24	4	42	83	92	62	22	93	15	66	44	29	33	75	58
11	18	35	57	64	36	48	73	50	46	62	87	24	91	52	97	14	95	41	29	75
12	74	35	53	27	47	80	90	11	5	59	26	4	58	29	72	51	1	73	40	85
13	28	42	93	80	7	61	26	38	67	9	8	86	65	60	69	78	24	45	3	35
14	35	57	23	12	18	3	64	30	67	45	38	83	39	51	55	71	31	21	34	60
15	25	91	3	69	99	42	93	28	43	4	2	19	13	31	34	23	77	24	71	5
16	4	68	97	41	55	23	78	7	24	70	33	52	9	89	67	43	40	66	99	50
17	90	74	50	49	46	51	6	30	58	14	88	29	99	5	56	96	81	26	57	76
18	69	99	97	52	89	25	10	84	35	20	18	63	51	39	37	75	74	50	30	2
19	8	36	21	10	82	55	88	24	85	35	87	56	96	91	33	81	97	75	93	12
20	66	10	82	93	59	60	21	38	58	62	16	46	28	48	40	42	37	81	52	85
21	2	40	10	33	42	34	94	58	84	44	26	78	67	80	29	1	20	73	98	59
22	62	28	43	95	30	57	59	6	3	69	47	18	7	9	79	93	37	97	48	58
23	58	92	7	28	84	76	98	27	67	41	91	73	9	68	54	47	37	90	39	81
24	77	24	99	79	58	70	39	40	67	9	42	25	76	87	55	47	93	75	33	19
25	19	39	70	85	28	17	3	8	84	71	16	88	15	13	67	54	27	44	12	95
26	89	8	86	42	64	92	3	76	36	96	13	10	88	90	50	82	28	16	11	63
27	81	53	82	50	88	44	61	42	80	22	63	26	21	9	32	10	72	18	3	52
28	64	51	40	29	26	71	78	3	91	80	31	89	55	25	30	6	88	94	34	8
29	49	54	65	72	62	56	47	71	8	43	39	69	16	95	22	63	85	7	64	84
30	78	23	28	34	5	54	51	52	27	70	57	13	61	39	53	18	7	12	35	16

Continua...

Quadro 3A, Cont.

Repetição	n = 20																			
	Número de Indivíduos por Unidade de Amostra																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	0	1	4	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
5	0	1	0	0	1	1	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	1	0	2	0	3	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	4	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	4	1	0	0	3	0	0
8	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	3	1	4	0	0	0
10	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	2	0
12	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	1	0
13	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0
14	0	0	2	1	0	0	0	1	3	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	2	0	1	1	0
16	0	1	1	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0
17	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0
18	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0
19	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	1
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
21	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	1	2	0	1	0	4	0
22	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
23	0	0	0	0	1	0	4	0	3	1	0	0	0	1	0	1	0	0	3	0
24	0	1	0	0	0	0	3	1	3	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
25	1	3	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	3	3	0	0	0	1	0
26	0	0	4	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
28	0	0	1	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
29	0	0	0	3	0	0	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1
30	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	1	0	0	1	0	0

Quadro 4A – Unidades sorteadas e número de indivíduos por unidades de amostra (UA) para o tamanho de amostra n na amostragem casual simples

Repetição	n = 25																								
	Unidades Sorteadas																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	69	94	68	62	13	48	97	38	64	87	52	31	96	8	92	90	15	14	22	74	99	46	91	30	25
2	17	3	14	12	96	43	57	45	1	76	27	84	50	83	41	40	39	67	55	35	59	6	80	88	74
3	80	8	22	55	31	84	74	47	77	57	93	44	81	13	69	40	23	21	94	87	79	78	58	67	37
4	59	12	22	41	55	71	33	40	77	70	49	58	20	19	26	43	63	87	46	96	65	35	51	89	82
5	9	24	42	12	78	3	37	53	64	18	79	67	13	57	86	17	28	48	87	89	5	61	51	84	36
6	41	66	63	80	98	21	86	89	65	34	70	37	68	56	11	35	5	15	75	92	49	20	42	51	87
7	6	54	7	10	35	44	80	95	82	78	99	77	72	39	26	37	65	22	27	32	74	18	1	88	55
8	89	67	29	10	65	82	78	14	38	52	47	45	41	11	9	30	51	66	12	92	24	55	96	25	72
9	75	64	98	35	42	25	29	43	59	47	4	3	66	91	45	85	55	62	67	83	61	8	78	54	81
10	90	35	75	24	13	95	46	25	3	42	63	64	15	12	85	32	41	80	19	26	52	56	20	67	43
11	48	37	15	46	51	24	66	56	2	50	74	67	43	19	1	97	30	91	14	21	57	98	72	28	55
12	83	93	35	9	82	44	26	84	65	52	6	64	15	60	11	25	89	49	21	36	81	85	79	30	61
13	17	44	89	71	48	70	8	63	36	54	46	20	85	97	30	84	19	75	13	60	16	51	87	95	35
14	44	76	22	49	62	4	11	19	95	57	77	74	90	52	97	38	61	98	20	81	56	24	15	54	75
15	54	73	98	94	53	9	91	32	63	26	47	99	17	31	58	93	83	25	22	5	85	79	64	20	44
16	21	35	37	61	28	51	38	19	63	31	7	82	25	34	40	27	85	67	5	81	44	54	89	84	80
17	26	58	53	52	48	3	97	96	87	51	66	68	60	22	45	67	35	86	39	71	85	81	74	1	41
18	87	93	4	89	60	55	51	37	2	19	15	59	76	14	88	42	32	29	3	58	23	57	27	44	40
19	44	89	40	78	87	46	19	88	20	60	39	13	68	97	69	86	41	23	26	54	50	33	72	1	16
20	39	42	13	19	84	30	90	2	71	48	10	98	72	70	85	33	82	64	18	11	76	47	4	55	28
21	68	47	15	95	11	2	16	9	12	54	42	98	62	87	25	77	31	24	22	35	86	97	44	17	5
22	8	27	67	96	87	18	72	63	65	11	17	98	64	48	69	50	86	58	9	55	7	77	75	21	40
23	5	30	86	52	10	39	50	59	75	57	34	15	2	85	11	65	9	8	64	82	69	33	46	74	61
24	5	42	39	27	89	98	28	63	79	4	14	32	82	48	47	8	45	46	29	34	55	90	96	54	18
25	9	46	1	67	51	12	37	66	30	68	95	28	39	38	84	86	77	62	83	73	59	23	57	50	15
26	50	52	95	73	83	10	88	8	12	85	57	86	20	65	35	16	68	18	42	96	23	71	44	22	58
27	93	95	33	71	36	92	57	80	15	51	18	34	66	5	37	14	55	28	62	10	61	3	75	31	17
28	19	69	97	43	64	80	86	42	70	35	71	60	66	75	82	56	63	27	45	31	76	28	57	46	37
29	6	27	44	19	80	97	1	36	59	39	88	65	11	85	53	74	34	25	46	31	73	60	28	32	17
30	67	33	42	79	46	9	88	77	28	37	41	13	97	95	54	85	69	34	75	15	50	47	68	43	35

Continua...

Quadro 4A, Cont.

Repetição	n = 25																								
	Número de Indivíduos por Parcela																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0	0	1	0	3	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
2	1	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	3	3	0	0	0	0	1	0	0
3	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	0	1	2	0	0	1	0	0	0	3	0
4	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0
5	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3	3	0	4	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
6	1	0	0	1	4	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	2	0	3
9	0	0	4	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	3	0
11	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	0	1	0	1	1	0	1	0	0	4	3	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
13	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	3	0	0	0	1	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	1	0	0	1	0	0	0
15	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
16	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1
17	0	0	1	0	0	0	1	2	1	0	0	1	0	0	0	3	0	4	3	1	0	0	0	0	1
18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	1
19	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	3	3	1	1	0	4	1	2	0	0	0	0	3	0	0
20	3	0	3	1	1	1	0	0	1	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
21	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	1	0	0	0	1	0	0	4	1	0	1	0
22	0	0	3	2	1	0	3	0	0	0	1	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1
23	0	1	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
24	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	2	0	0
25	0	1	0	3	0	1	0	0	1	1	0	0	3	0	1	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	1	0	0	0	1	0	0	2	2	1	0	0	0
27	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
28	1	0	1	0	0	1	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
29	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
30	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0

Quadro 5A – Unidades sorteadas e número de indivíduos por unidades de amostra (UA) para o tamanho de amostra $n = 50$ na amostragem casual simples

Repetição	n = 50																								
	Unidades sorteadas																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	43	90	88	86	13	37	97	74	45	57	35	40	9	38	66	19	91	93	60	56	48	16	76	49	46
2	86	24	83	37	92	35	56	10	99	76	9	40	95	90	78	6	55	52	49	65	21	39	42	98	16
3	92	39	31	76	71	58	96	4	64	28	95	51	45	60	79	56	87	68	55	19	5	54	34	41	26
4	9	56	24	95	45	8	87	50	21	59	34	4	14	89	17	64	7	75	62	33	94	72	36	96	79
5	51	34	61	70	10	94	30	42	81	68	57	15	36	43	62	88	56	87	16	67	24	25	63	74	59
6	89	14	84	24	26	99	19	4	78	34	25	46	16	28	45	49	1	15	2	17	47	37	62	86	42
7	50	43	74	73	36	23	14	25	81	96	51	80	18	58	2	53	84	17	27	68	61	13	5	95	62
8	62	94	53	13	1	86	70	79	48	66	80	82	10	97	87	49	75	8	43	21	61	56	23	6	92
9	52	6	4	55	28	31	32	73	97	80	93	81	68	38	69	77	66	27	20	15	3	70	72	46	63
10	99	44	34	62	21	47	33	53	67	38	40	75	49	93	51	64	36	50	16	6	74	12	24	80	58
11	22	32	79	94	11	72	83	96	55	12	34	21	65	52	59	69	88	33	57	26	87	78	67	62	36
12	63	80	38	85	93	34	20	51	91	47	64	78	83	7	11	97	88	28	27	79	33	90	14	84	30
13	26	91	69	48	67	75	92	39	84	6	89	30	73	88	87	27	72	77	59	41	4	58	61	18	81
14	33	92	30	70	84	9	46	42	96	41	56	23	83	43	26	38	2	66	93	60	82	88	55	24	76
15	78	86	10	14	23	75	84	15	2	13	68	57	77	40	98	12	88	32	95	66	5	20	89	96	16
16	14	47	88	89	75	46	17	36	96	65	68	71	54	3	76	11	12	57	24	45	51	20	32	43	37
17	28	14	99	52	48	4	13	98	82	15	17	92	69	44	42	23	22	64	1	11	40	10	19	41	86
18	95	11	23	57	69	67	14	17	74	92	85	71	35	48	54	77	93	99	70	19	51	61	81	52	53
19	8	62	53	41	30	50	4	20	43	55	10	49	28	93	12	19	7	46	76	68	36	70	56	61	75
20	87	63	73	71	31	48	9	35	86	64	90	75	98	28	23	32	14	5	13	55	54	76	58	27	74
21	32	18	92	56	14	97	77	50	99	7	17	52	94	26	36	93	41	57	76	40	72	43	81	15	10
22	33	89	55	88	82	18	60	5	37	76	61	8	49	34	96	40	4	83	65	69	43	95	91	48	7
23	52	23	54	79	42	72	25	81	82	24	1	94	18	20	67	19	93	87	70	63	30	6	8	74	27
24	7	50	26	57	1	16	29	77	64	18	11	9	62	74	22	39	63	83	84	70	90	24	87	93	69
25	1	88	26	32	21	61	83	80	75	36	12	30	55	29	92	69	15	44	48	66	38	37	17	52	33
26	87	63	37	81	84	44	34	7	51	69	88	17	6	79	71	32	43	22	48	85	3	66	59	15	73
27	6	44	19	59	34	27	16	70	12	89	57	77	64	23	36	31	42	68	67	87	4	69	88	80	47
28	66	73	92	60	61	98	90	30	33	55	39	10	32	85	36	34	6	96	46	97	56	81	86	31	9
29	97	76	81	48	8	23	78	34	58	55	36	53	10	71	27	6	41	93	1	26	28	21	90	64	96
30	98	46	61	66	18	11	42	53	76	91	2	60	86	64	27	26	24	90	83	28	73	74	30	16	78

Continua...

Quadro 5A, Cont.

Repetição	n = 50																								
	Unidades Sorteadas																								
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	47	27	69	53	61	4	84	80	5	89	79	82	26	2	99	44	71	10	1	15	3	32	83	67	58
2	74	45	31	14	61	22	12	28	72	4	84	50	46	59	66	58	43	8	85	13	77	54	17	67	87
3	27	17	3	82	98	35	62	90	32	1	89	23	63	15	22	30	81	12	86	48	13	33	50	29	88
4	61	63	78	52	18	26	84	42	66	11	23	41	44	65	5	81	60	6	46	51	68	39	30	91	40
5	28	90	27	23	33	46	20	2	52	99	14	71	76	95	50	7	13	11	19	17	60	12	65	55	41
6	81	64	59	63	76	52	72	22	36	3	43	10	55	12	51	70	39	5	11	65	79	67	74	20	77
7	90	12	92	16	60	1	49	79	59	29	38	6	83	3	35	31	78	4	54	97	65	44	93	76	11
8	93	55	25	73	29	28	60	89	83	74	78	64	11	67	72	3	51	30	81	18	16	63	50	96	7
9	51	48	1	92	42	29	7	83	78	54	23	19	8	10	61	35	13	84	56	14	89	41	74	94	44
10	1	57	63	30	22	60	46	15	85	77	72	90	14	59	26	82	11	52	41	91	32	92	48	97	37
11	46	41	8	15	1	24	97	2	71	54	58	89	80	64	30	3	98	25	95	73	81	14	40	74	93
12	57	58	60	46	15	81	6	95	25	40	13	1	2	82	44	41	71	17	50	43	89	73	61	24	18
13	57	56	42	94	43	85	82	10	47	36	65	80	97	83	37	5	90	54	25	9	7	28	20	86	78
14	61	57	71	69	19	65	54	10	99	8	25	59	17	87	77	21	67	98	7	74	32	49	14	78	5
15	47	53	73	91	18	49	22	21	65	43	70	87	24	61	25	80	72	51	38	11	62	8	64	60	33
16	97	1	48	8	4	63	95	98	7	82	41	74	79	67	6	2	40	50	33	84	38	85	58	86	59
17	57	34	16	9	32	27	31	81	91	73	54	80	39	2	75	90	79	21	70	63	94	97	24	88	55
18	10	55	73	79	90	94	22	18	29	82	78	41	76	66	86	24	1	32	98	84	7	37	64	96	43
19	74	78	89	26	52	40	44	31	33	94	6	9	83	35	57	24	11	96	84	88	71	5	25	18	47
20	61	30	10	29	38	84	51	8	93	83	82	99	91	40	60	95	3	37	69	72	25	89	49	44	68
21	44	54	25	21	4	53	37	69	33	55	20	49	11	74	3	95	60	83	1	67	65	98	27	12	88
22	56	74	50	66	19	75	46	62	67	52	70	35	68	59	39	47	21	42	98	20	24	12	1	38	51
23	80	89	71	44	88	4	86	40	11	34	3	16	41	77	76	22	65	84	98	33	62	21	32	7	31
24	94	72	4	92	20	35	75	79	8	36	88	53	14	60	47	28	49	51	71	45	59	73	97	41	52
25	42	98	81	20	3	8	76	79	72	10	65	57	59	70	41	11	25	4	47	96	7	53	6	31	9
26	89	23	62	29	72	74	42	70	56	1	64	91	90	26	78	76	24	80	58	92	36	61	40	12	5
27	51	2	85	39	22	37	66	99	83	63	91	52	79	45	35	95	48	94	9	20	56	32	1	5	13
28	5	68	19	43	27	29	51	59	18	4	13	71	54	2	72	89	3	11	76	40	63	93	64	21	38
29	70	60	73	79	13	49	2	56	16	39	95	5	75	72	69	52	91	84	45	9	59	42	51	32	46
30	65	47	97	22	32	72	5	25	79	82	62	51	93	87	67	55	68	6	3	63	7	49	15	85	40

Continua...

Quadro 5A, Cont.

Repetição	n = 50																								
	Nº de Indivíduos por Unidade de Amostra																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0	0	0	4	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0
3	0	3	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
4	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0
5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0
6	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4	0
7	0	0	0	0	0	2	1	0	0	2	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	3	0	0	0
8	0	0	1	3	0	4	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	1	0
10	0	0	0	0	0	1	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
11	0	0	0	0	0	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0
12	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
13	0	0	0	0	3	0	0	3	1	0	0	1	0	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0
14	0	0	1	0	1	0	1	0	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
15	0	4	0	1	2	0	1	0	0	3	1	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
16	1	1	0	0	0	1	1	0	2	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
17	0	1	0	0	0	0	3	4	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	4	0
18	0	0	2	0	0	3	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
19	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
20	1	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	2	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	2	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	1	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	1	1	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
26	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	3	1	0	0	0	1	1
28	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	4	0	0
29	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
30	4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0

Continua...

Quadro 5A, Cont.

Repetição	n = 50																								
	Nº de Indivíduos por Unidade de Amostra																								
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	
2	0	0	0	1	0	0	1	0	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	1	3	1	
3	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1	4	0	3	0	0	2	0	
4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	1	3	1	0	1	
5	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	0	1	1	0	1	0	1	
6	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	3	0	1	0	
7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	
9	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3	1	0	1	0	1	0	0	0	
10	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
11	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	4	0	0	0	1	1	0	0	
12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	
14	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3	4	0	0	0	1	0	0	
15	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	
16	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	3	0	0	1	0	0	1	0	0	4	0	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	4	1	0	0	4	1	0	0	2	0	
19	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	1	0	0	0	1	
20	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	
21	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0	1	0	
22	0	0	0	0	1	0	1	0	3	0	0	0	1	0	3	1	0	0	4	1	1	1	0	0	
23	1	0	1	0	0	0	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	
24	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	
25	0	4	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	1	0	0	
26	0	2	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	
27	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	
28	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	3	1	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
29	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
30	0	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	

APÊNDICE B

Quadro 1B – Unidades sorteadas e número de indivíduos por unidades de amostra (UA) para o tamanho de amostra $n = 5$ e 10 na amostragem sistemática

Repetição	n = 5										Repetição	n = 10									
	Unidades Sorteadas					Número de Indivíduos por UA						Unidades de Amostra Sorteadas									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	86	6	26	46	66	4	0	0	1	0	1	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
2	68	88	8	28	48	1	0	0	0	0	2	27	37	47	57	67	77	87	97	7	17
3	99	19	39	59	79	0	1	3	0	0	3	34	44	54	64	74	84	94	4	14	24
4	22	42	62	82	2	0	0	0	0	0	4	96	6	16	26	36	46	56	66	76	86
5	14	34	54	74	94	1	0	0	0	0	5	88	8	18	28	38	48	58	68	78	88
6	32	52	72	92	12	0	0	3	0	1	6	33	43	53	63	73	83	93	3	13	23
7	17	37	57	77	97	1	0	0	0	1	7	25	35	45	65	75	85	95	5	15	25
8	9	29	49	69	89	0	2	0	0	0	8	69	79	89	99	9	19	29	39	49	59
9	25	45	65	85	5	0	0	0	0	0	9	82	92	2	12	22	32	42	52	62	72
10	81	1	21	41	61	0	0	0	1	0	10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
11	44	64	84	4	24	0	0	1	0	1	Repetição	Nº de Indivíduos por Unidade de Amostra									
12	90	10	30	50	70	0	0	1	0	0		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	33	53	73	93	13	0	1	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
14	43	63	83	3	23	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	3	0	1	1	0	1
15	95	15	35	55	75	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
16	27	47	67	87	7	0	1	3	1	0	4	2	0	0	0	0	1	0	0	0	4
17	51	71	91	11	31	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
18	40	60	80	100	20	1	0	1	0	1	6	0	0	1	0	0	0	0	0	3	2
19	18	38	58	78	98	0	0	0	0	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	16	36	56	76	96	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	0	1	2	3	0	0
											9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
											10	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0

Quadro 2B – Unidades sorteadas e número de indivíduos por unidades de amostra (UA) para o tamanho de amostra $n = 20$ na amostragem sistemática

Repetição	n = 20																			
	Unidades de Amostra Sorteadas																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	86	91	96	1	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81
2	59	64	69	74	79	84	89	94	99	4	9	14	19	24	29	34	39	44	49	54
3	57	62	67	72	77	82	87	92	97	2	7	12	17	22	27	32	37	42	47	52
4	73	78	83	88	93	98	3	8	13	18	23	28	33	38	43	48	53	58	63	68
5	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	5	10
Repetição	Nº de Indivíduos por Unidades de Amostra																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	3	0	0	0
3	0	0	3	3	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
4	0	0	0	0	0	4	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1
5	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Quadro 3B – Unidades sorteadas e número de indivíduos por unidades de amostra (UA) para o tamanho de amostra $n = 25$ na amostragem sistemática

Repetição	n = 25																								
	Unidades de Amostra Sorteadas																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	37	41	45	49	53	57	61	65	69	76	77	81	85	89	93	97	1	5	9	13	17	21	25	29	33
2	83	87	91	95	99	3	7	11	15	19	23	27	31	35	39	43	47	51	55	59	63	67	71	75	79
3	78	82	86	90	94	98	2	6	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74
4	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
Repetição	Numero de Indivíduos por Unidade de Amostra																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	1	0	0	2	0	
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	3	1	0	0
3	0	0	4	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	1	3	0	1	1	0	0	2	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Quadro 4B – Unidades sorteadas e número de indivíduos por unidades de amostra (UA) para o tamanho de amostra $n = 50$ na amostragem sistemática

Repetição	n = 50																								
	Unidades de Amostra Sorteadas																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
Repetição	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99
2	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100
Repetição	Número de Indivíduos por Unidade de Amostra																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	1	0	0	0	0	0	0	3	0	1	1	0	2	0	0	2	0	0	0	0	3	1	0	0	1
2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Repetição	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	1	0	1	4	0	0	0	0	2	4	0