



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA
CFM05328 - INVENTÁRIO FLORESTAL

LISTA DE EXERCÍCIOS – 2º AVALIAÇÃO

1. Em um povoamento plantado, foi realizado um inventário piloto utilizando a amostragem casual simples, que apresentou um coeficiente de variação igual a 30% e um erro máximo admissível de 15%. Qual o número necessário de unidades amostrais para realizar o inventário dessa população, atendendo ao erro especificado de 10%? (Obs.: Utilizar $t = 2$ e desconsiderar o fator de correção para populações finitas.).

- a) 18
- b) 36
- c) 48
- d) 72
- e) 96

Fonte: (CESGRANRIO, 2005).

2. Qual das estatísticas abaixo NÃO pertence ao processamento da amostragem casual simples (procedimento no qual não há qualquer restrição à casualização)?

- a) Erro padrão da média.
- b) Média das unidades amostrais.
- c) Intervalo de confiança.
- d) Peso ou proporção do estrato.
- e) Coeficiente de variação.

Fonte: (CESGRANRIO, 2005).

3. No âmbito do inventário florestal, a utilização da amostragem aleatória simples (amostragem casual simples) é recomendada quando a população for:

- a) grande, heterogênea em relação à variável de interesse e de difícil acesso.
- b) grande, heterogênea em relação à variável de interesse e de fácil acesso.
- c) grande, homogênea em relação à variável de interesse e de difícil acesso.
- d) pequena, homogênea em relação à variável de interesse e de fácil acesso.
- e) pequena, heterogênea em relação à variável de interesse e de fácil acesso.

Fonte: (CESGRANRIO, 2010).

4. O intervalo de confiança para o volume total de um povoamento florestal de 200 ha, inventariado com o emprego da amostragem aleatória simples (amostragem casual

simples), apresentou os seguintes valores: limite inferior = 20.000 m³ e o limite superior = 30.000 m³. Sabendo-se que esse inventário florestal foi realizado com a mensuração de 50 unidades amostrais (cada unidade amostral com área de 1 ha), considerando-se o valor t de Student igual a 2 e desconsiderando-se o fator de correção para populações finitas, os valores das seguintes estimativas: erro absoluto para o volume total, erro relativo e volume médio das unidades amostrais, respectivamente, são:

- a) 5.000 m³, 20% e 125 m³/ha.
- b) 10.000 m³, 10% e 250 m³/ha.
- c) 25 m³, 20% e 125 m³/ha.
- d) 2.500 m³, 10% e 250 m³/ha.
- e) 5.000 m³, 20% e 250 m³/ha.

Fonte: (CESGRANRIO, 2010).

5. O inventário piloto de um reflorestamento, realizado com o emprego da amostragem aleatória simples (amostragem casual simples), apresentou os seguintes resultados: coeficiente de variação da variável de interesse = 30% e erro relativo = 18%. Com base nesses resultados, considerando o valor t de Student igual a 2 e desconsiderando o fator de correção para populações finitas, o inventário definitivo, realizado também com o emprego da amostragem aleatória simples, para atender a um erro especificado (limite de erro) de 10%, deve mensurar um número de unidades amostrais igual a:

- a) 80
- b) 72
- c) 50
- d) 40
- e) 36

Fonte: (CESGRANRIO, 2010).

6. Desejando-se estimar a área basal média de uma propriedade com cobertura florestal nativa, instalaram-se 12 parcelas de 600m², utilizando amostragem casual simples. Os dados obtidos encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Dados de área basal média da amostra.

u.a	G (m ² /u.a)
1	1,25
2	1,66
3	0,84
4	0,96
5	1,48
6	1,50
7	1,08
8	0,77
9	0,86
10	1,10
11	1,32
12	1,47

De acordo com os dados apresentados na tabela pede-se:

- a) Média
- b) Variância
- c) Desvio Padrão
- d) Variância da média
- e) Erro Padrão da Média
- f) Erro de Amostragem (absoluto e relativo)
- g) Limites de confiança para a média, com 90% de probabilidade.

Fonte: (MEUNIER et al., 2001).

7. Um inventário foi realizado em plantios experimentais de *Eucalyptus camaldulensis* com 7 anos, pertencentes a uma certa empresa florestal. Com objetivo de estimar o volume total dos plantios, que perfaziam uma área de 60,2 ha, foram sorteadas 8 unidades de amostra de 20,0x30,0 m, obtendo-se os seguintes resultados (Tabela 2), expressos em m³/ha:

Tabela 2: Dados do Inventário em plantios de *Eucalyptus camaldulensis*.

Unidade amostral	Volume (m ³ /ha)
1	105,34
2	132,08
3	128,60
4	112,77
5	107,27
6	97,62
7	116,45
8	136,43

- a) Qual a intensidade de amostra adotada? A população pode ser considerada finita ou infinita?
- b) Estime a média, variância, desvio-padrão e coeficiente de variação entre os dados.
- c) Estime o erro-padrão da média e o intervalo de confiança para a média com 95% de probabilidade.
- d) Qual o erro de amostragem cometido? O trabalho pode ser considerado concluído dentro de uma previsão de limite de erro admissível de 10%?

Fonte: (MEUNIER et al., 2001).

8. Considerando-se a população ilustrada na Figura 1, deseja-se estimar o volume médio da população admitindo-se um erro, ou precisão requerida, de 20%, a 95% de probabilidade. Tendo em vista a inexistência de informações prévias sobre a população, utilizou-se, então, uma amostragem piloto cujo tamanho arbitrado foi $n = 10$ u.a., sorteadas aleatoriamente da população da Figura 1, cujos resultados se encontram no Tabela 3.

		Colunas												
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
Fileiras	1	34	28	27	59	72	25	52	18	35	23	21	22	14
	2	39	41	0	32	22	37	44	20	32	32	35	20	22
	3	27	63	46	40	33	56	43	24	47	6	31	25	45
	4	48	29	25	59	42	91	40	45	31	17	12	14	14
	5	30	60	26	60	65	19	31	21	38	23	44	13	3
	6	20	83	147	50	44	10	57	32	38	29	15	41	32
	7	71	27	52	79	36	22	86	49	92	37	35	51	17
	8	32	26	62	31	22	73	18	29	14	20	41	9	26
	9	35	88	49	35	70	16	41	19	28	15	29	43	10
	10	54	63	45	23	36	50	14	19	26	66	11	14	30
	11	7	15	25	47	47	75	60	38	30	35	18	27	27
	12	5	6	57	52	59	24	20	13	28	18	2	38	40

Figura 1 - Volume, em m³ por unidade de amostra de 0,3 ha, obtidos pelo inventário 100% de um bosque tropical úmido, dividido em 156 unidades de amostra. As u.a. marcadas correspondem àquelas sorteadas para o inventário piloto.

Tabela 3: Volume, em m³ por unidade de amostra de 0,3 ha, obtidos pelo inventário 100% de um bosque tropical úmido, dividido em 156 unidades de amostra.

Parcelas Sorteadas (n)	Localização		Volumes	
	Fileira	Coluna	X (m ³ /0,3 ha)	X ² (m ³ /0,3 ha) ²
1	2	d	32,0	1024,0
2	3	i	47,0	2209,0
3	3	m	45,0	2025,0
4	4	f	91,0	8281,0
5	5	k	44,0	1936,0
6	7	i	92,0	8464,0
7	9	b	88,0	7744,0
8	11	c	25,0	625,0
9	11	l	27,0	729,0
10	12	h	13,0	169,0
Totais			504,0	
Média			50,4	

A partir dos dados apresentados, calcule o erro de amostragem, e, se necessário, faça os cálculos da intensidade amostral. Caso necessário, sorteie novas parcelas e calcule as estatísticas definitivas do inventário.

Obtenha os parâmetros da população e compare os resultados encontrados no inventário com os verdadeiros valores.

9. Deseja-se inventariar uma população de Pinus sp. constituída de 450 parcelas de 0,1 ha, ou seja, 45 hectares, mostrada na Figura 2, empregando-se a Amostragem Casual Simples, admitindo-se um erro de amostragem máximo de 10% da média estimada, com 90% de probabilidade de confiança.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	
1	80	92	96	94	90	85	73	63	83	101	115	156	87	109	111	A
2	99	69	102	103	91	123	83	128	68	98	86	88	95	97	74	
3	86	69	85	127	98	102	98	179	71	116	98	101	88	125	110	
4	81	89	122	110	80	99	184	81	85	114	191	132	122	110	156	
5	131	115	92	76	136	157	95	80	89	85	126	106	104	144	116	
6	162	100	118	90	116	83	163	95	107	125	145	162	87	225	255	B
7	166	164	191	190	165	155	186	188	156	108	116	177	229	149	127	
8	185	227	171	239	185	114	138	186	232	213	147	125	159	170	197	
9	216	101	148	151	149	159	158	184	142	180	159	126	162	199	156	
10	189	197	132	137	160	190	165	240	125	258	205	214	204	157	284	
11	236	269	172	237	243	213	233	205	244	230	229	238	240	310	284	C
12	273	176	217	194	314	221	201	193	239	184	162	173	216	211	254	
13	197	279	225	184	237	169	228	204	253	271	210	232	195	322	209	
14	246	256	249	180	231	229	188	199	200	242	221	274	307	272	191	
15	306	281	248	294	187	196	278	241	272	287	263	229	305	241	244	
16	267	223	284	213	239	235	203	246	307	264	236	199	227	219	176	D
17	204	256	273	246	279	259	192	221	294	282	291	232	199	259	256	
18	253	228	259	263	292	239	223	335	359	259	319	244	307	351	295	
19	280	256	292	386	289	327	283	219	232	349	326	262	229	253	331	
20	324	273	365	268	232	266	249	317	298	292	246	358	226	305	338	
21	301	268	323	276	289	347	231	278	205	284	213	243	214	339	296	E
22	402	241	360	399	278	346	247	279	253	366	248	335	283	249	229	
23	226	255	229	247	269	242	267	207	233	317	336	225	287	207	229	
24	305	255	257	210	265	270	337	307	318	228	314	321	224	297	238	
25	267	239	298	248	309	279	269	253	261	318	271	322	218	234	280	
26	318	306	327	320	255	258	242	228	266	292	309	263	262	379	322	F
27	318	329	248	287	267	273	339	345	272	283	348	221	307	262	280	
28	292	415	287	259	255	266	384	336	363	311	267	313	330	232	235	
29	255	314	335	331	273	339	351	325	257	301	286	285	283	278	342	
30	320	377	337	400	370	379	269	224	345	269	368	312	367	358	348	
	I					II					III					

Figura 2 - Volume, em m³ por unidade de amostra de 0,1 ha, obtidos pelo inventário 100% de um bosque Pinus sp. (PELLICO NETTO e BRENA, 1993).

Considerando a inexistência de informações prévias sobre a população, realizou-se um inventário piloto para obter as estimativas básicas necessárias ao cálculo da intensidade de amostragem. Como o número de unidades do inventário piloto é arbitrado, foram tomadas aleatoriamente na população, 25 unidades amostrais como segue na Tabela 4:

Tabela 4: Dados do Inventário Piloto.

Unid.(n)	Local.	Volume (m ³ /0,1ha)	Unid.(n)	Local.	Volume (m ³ /0,1ha)
1	3-k	9,8	14	29-i	25,7
2	23-n	20,7	15	5-e	13,6
3	3-b	6,9	16	28-l	31,3
4	5-d	7,6	17	5-g	9,5
5	15-k	26,3	18	19-e	28,9
6	1-k	11,500	19	6-f	8,3
7	12-e	31,4	20	5-h	8,0
8	24-c	25,7	21	23-i	23,3
9	17-n	25,9	22	19-c	29,2
10	17-d	24,6	23	21-d	27,6
11	8-c	17,1	24	27-f	27,3
12	19-f	32,7	25	26-k	30,7
13	23-d	24,7	-	-	-

A partir dos dados apresentados, calcule o erro de amostragem, e, se necessário, faça os cálculos da intensidade amostral. Caso necessário, sorteie novas parcelas e calcule as estatísticas definitivas do inventário.

Obtenha os parâmetros da população e compare os resultados encontrados no inventário com os verdadeiros valores.

10. Seja uma área florestal de 3.574 ha, localizada na região sul do Estado do Espírito Santo, onde, a partir de uma amostra casual simples, foram sorteadas 27 unidades. A unidade amostral de 2.500 m² apresentou uma forma retangular de 10 m de largura e 250 m de comprimento, em que foram mensuradas todas as árvores com DAP ≥ 45 cm, enquanto que para as árvores com 15 cm ≤ DAP < 45 cm foi estabelecida uma subamostra de 1.000 m², compreendendo 10 m de largura por 100 m de comprimento. A Tabela 5 apresenta os resultados dos volumes para as árvores contidas em 15 cm DAP < 45 cm; e a Tabela 6, os volumes para as árvores com DAP ≥ 45 cm.

Efetuar a análise considerando os seguintes casos:

- 1) Análise estatística da variável volume no intervalo 15 cm ≤ DAP < 45 cm.
- 2) Análise estatística da variável volume para DAP ≥ 45 cm.

Tabela 5: Volume (m³/0,1 ha) para 15 ≤ cm DAP < 45 cm

UA	Y _i	UA	Y _i	UA	Y _i	UA	Y _i	UA	Y _i
1	6,45	7	9,289	13	6,208	19	11,700	25	9,642
2	17,00	8	9,915	14	14,21	20	10,080	26	7,549
3	4,31	9	10,540	15	6,356	21	8,765	27	9,937
4	7,53	10	6,597	16	9,975	22	5,508		
5	7,21	11	7,193	17	9,953	23	4,292		
6	4,19	12	13,92	18	9,731	24	7,173		

Tabela 6: Volume (m³/0,25 ha) para DAP ≥ 45 cm.

UA	Y _i	UA	Y _i	UA	Y _i	UA	Y _i	UA	Y _i
1	12,9914	7	21,9215	13	17,5972	19	14,5159	25	18,3705
2	16,1036	8	17,4466	14	24,0426	20	29,7010	26	25,3622
3	9,6805	9	22,1176	15	16,7197	21	30,4842	27	18,5761
4	20,0752	10	12,8449	16	21,8991	22	14,6925		
5	29,6375	11	16,5398	17	10,4113	23	18,9567		
6	23,4207	12	17,0837	18	10,0260	24	19,6981		

Fonte: (QUEIROZ, 2012).

11. Amostragem Casual Estratificada baseia-se na divisão da população de interesse em partes mais homogêneas, denominados **estratos**. A maior parte da variação total deve se dar **entre** os estratos e **não dentro** deles. A estratificação da população só fornece bons resultados quando se garante que *os limites dos estratos são bem definidos, suas áreas estimadas com precisão e o critério que governa a estratificação é fortemente correlacionado com a variação da característica estudada*. Com isso, cite e discorra sobre os tipos de estratificação e em seguida aponte as vantagens de desvantagens desse processo de amostragem.

12. Um inventário florestal, utilizando a amostragem estratificada com alocação proporcional das unidades amostrais, foi realizado em um povoamento florestal, dividido em 3 estratos: estrato A = 225 ha de área; estrato B = 100 ha de área e estrato C = 175 ha de área. Sabendo-se que nesse inventário foram mensuradas 100 unidades amostrais e que

cada unidade amostral tem uma área de 500 m², quantas unidades amostrais foram alocadas em cada estrato?

	Estrato A	Estrato B	Estrato C
a)	50	20	30
b)	45	20	35
c)	35	45	35
d)	35	20	45
e)	20	35	45

Fonte: (CESGRANRIO, 2010).

13. O quadro mostrado a seguir apresenta valores obtidos para um inventário realizado com o emprego da amostragem estratificada (alocação proporcional) e unidades amostrais com 1.000 m² de área cada uma.

Estrato	Área (ha)	Y _i (m ³)
I	100	10
II	200	15
III	300	
IV	400	25

Sabendo-se que a média estratificada apresentou um valor igual a 20 m³/ha e sendo Y_i igual a média aritmética dos valores das unidades amostrais do estrato, qual o valor, em m³, da média aritmética das unidades amostrais do estrato III?

- a) 50
- b) 40
- c) 30
- d) 25
- e) 20

Fonte: (CESGRANRIO, 2005).

14. Seja uma área florestal de 10.000 ha, em que por meio de técnicas de interpretação de imagens fotográficas, foram detectados três estratos:

Estrato I (floresta alta sem babaçu) = 2.000 ha.

Estrato II (floresta alta com babaçu) = 5.000 ha.

Estrato III (floresta baixa cipoálica) = 3.000 ha.

Foram selecionadas nos estratos, por meio da amostra simples ao acaso, as seguintes quantidades de unidades de amostra: n₁ = 13; n₂ = 15 e n₃ = 12.

A estrutura da unidade amostral apresentou uma forma retangular de 10 m de largura e 250 m de comprimento, onde foram mensuradas todas as árvores com DAP ≥ 45 cm. Na Tabela 7, encontram-se os dados (simulados) por estrato para os volumes por parcela de 0,25 ha.

Tabela 7: Volumes em m³ por parcela de 0,25 ha

Estrato I		Estrato II		Estrato III	
21,10	22,12	12,90	22,12	8,10	6,50
34,00	25,00	17,00	12,00	12,00	12,50
18,00	31,20	9,50	16,50	9,50	5,20
20,00	17,05	20,00	17,05	14,50	5,10
55,00	24,10	30,10	24,10	18,17	
23,42		23,42	16,71	21,10	
40,50		21,10	21,80	10,80	
17,44		17,44		7,50	

De acordo com os dados fornecidos na tabela 5, efetue a análise estatística da amostragem.

Fonte: (QUEIROZ, 2012).

15. Desejando-se avaliar o potencial madeireiro da Reserva Legal de uma propriedade no sul do Espírito Santo, realizou-se um inventário florestal onde a estratificação foi efetuada com base em fotos aéreas recentes existentes. Dos 360ha da Reserva, 72ha foram delimitados na foto como uma área de menor porte e densidade de árvores, constituindo-se o Estrato I. Todo o restante da área foi considerado suficientemente homogêneo para compor um único estrato, denominado Estrato 2. Vinte e cinco parcelas de 20,0x20,0m foram sorteadas na área, sendo 5 no Estrato I e 20 no Estrato II. Os resultados de volume obtidos, em m³/ha, foram os seguintes:

Estrato I	Estrato II
$\bar{X} = 28,45$	$\bar{X} = 34,78$
$S_1=16,77$	$S_2=14,78$

Para avaliação conjunta dos dois estratos, obtendo a estimativa da média geral (média estratificada), pode-se montar a seguinte tabela auxiliar (Tabela 8) em que todos os dados serão relacionados e empregados nos cálculos de acordo com as necessidades:

Tabela 8: Tabela auxiliar para os cálculos

Estrato	Área (ha)	N _h	n _h	\bar{X}_h	S _h	S _h ²	W _h	W _h \bar{X}_h	W _h ²	f _h	$\frac{W_h^2}{S_h^2/n_h}$
I	72	1800	5	28,45	16,77	281,233	0,20	5,69	0,04	0,0028	2,2499
II	288	7200	20	34,78	14,78	218,448	0,80	27,82	0,64	0,0028	6,9903
Total	360	9000	25				1,00	33,51			9,240

De acordo com os dados fornecidos, faça a análise estatística necessária e, considerando um erro admissível de 15%, verificar se o inventário realizado foi satisfatório a um nível de 95%. Caso necessário calcule o tamanho da amostra ideal para se alcançar o erro pretendido.

Fonte: (MEUNIER et al., 2001).

16. Em um reflorestamento com *Eucalyptus camaldulensis* pode-se identificar a presença de três estratos, formados por projetos de diferentes idades. Ao planejar um inventário na

área, optou-se pela amostragem estratificada (Tabela 9), como forma de controlar a variação existente.

Sabendo que:

Tabela 9: Dados da amostragem estratificada

Estrato I	Estrato II	Estrato III
Área de 278 ha	Área de 567 ha	Área de 363 ha
$n_1=12$	$n_2=20$	$n_3=16$
Área da parcela amostral empregada = 400 m ²		

Calcule:

- Os pesos dos estratos
- Intensidade de amostra em cada estrato (f_h). Os estratos podem ser considerados como populações finitas ou infinitas?
- Intensidade de amostragem na população estratificada (f).
- Qual seria a distribuição proporcional das unidades da amostragem piloto? $n_h=(W_h)(n)$.

Fonte: (MEUNIER et al., 2001).

17. Em uma área de vegetação nativa, com 725 ha, foi possível identificar dois estratos distintos, aparentemente diferenciados pelo estágio sucessional em que se encontravam. As áreas dos estratos foram delimitadas no mapa da propriedade, com o estrato 1 correspondendo a 384ha. Foi realizada uma amostragem piloto com 10 unidades de amostra selecionadas aleatoriamente em cada estrato, adotando-se parcelas de 40,0x20,0m, onde foram medidos o DAP e altura total das árvores com diâmetro mínimo mensurável de 2,0cm. Os dados de volume cilíndrico por parcela se encontram relacionados na Tabela 10.

Tabela 10: Dados de volume cilíndrico por parcela

Estrato I		Estrato II	
u.a.	V (m ³ /parcela)	u.a.	V (m ³ /parcela)
1	5,430	1	2,403
2	3,343	2	0,991
3	4,385	3	1,563
4	3,366	4	2,417
5	6,132	5	1,211
6	5,721	6	1,258
7	3,250	7	1,384
8	5,833	8	0,773
9	4,961	9	0,665
10	3,621	10	0,558

Estime:

- Média, variância, desvio-padrão e coeficiente de variação de cada estrato.
- Intervalo de confiança para a média de volume/ha para cada estrato e os erros cometidos nas amostragens inteiramente aleatórias realizadas em cada estrato.
- Intervalo de confiança para a média estratificada do volume/ha e o erro de amostragem cometido.

E responda:

- e) Por que, apesar de se ter o mesmo número de parcelas em ambos os estratos, os erros de amostragem foram diferentes?
- f) Observe que, apesar de se ter erros de amostragem elevados em cada estrato, atingiu-se uma precisão maior quando estimou-se a média estratificada. Pode-se considerar a amostragem piloto com 20 parcelas como definitiva, adotando-se um limite de erro admissível de 20%?

Fonte: (MEUNIER et al., 2001).

18. Deseja-se inventariar uma população de **Pinus sp.** constituída de **450 parcelas de 0,1 ha**, ou seja, 45 hectares, mostrada na Figura 3, através da **Amostragem Casual Estratificada**, admitindo-se um erro de amostragem máximo de **10%** da média estimada, com **90%** de **probabilidade de confiança**. A população está dividida em três estratos para este inventário como mostra a figura abaixo.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	
1	80	92	96	94	90	85	73	63	83	101	115	156	87	109	111	A
2	99	69	102	103	91	123	83	128	68	98	86	88	95	97	74	
3	86	69	85	127	98	102	98	179	71	116	98	101	88	125	110	
4	81	89	122	110	80	99	184	81	85	114	191	132	122	110	156	
5	131	115	92	76	136	157	95	80	89	85	126	106	104	144	116	
6	162	100	118	90	116	83	163	95	107	125	145	162	87	225	255	B
7	166	164	191	190	165	155	186	188	156	108	116	177	229	149	127	
8	185	227	171	239	185	114	138	186	232	213	147	125	159	170	197	
9	216	101	148	151	149	159	158	184	142	180	159	126	162	199	156	
10	189	197	132	137	160	190	165	240	125	258	205	214	204	157	284	
11	236	269	172	237	243	213	233	205	244	230	229	238	240	310	284	C
12	273	176	217	194	314	221	201	193	239	184	162	173	216	211	254	
13	197	279	225	184	237	169	228	204	253	271	210	232	195	322	209	
14	246	256	249	180	231	229	188	199	200	242	221	274	307	272	191	
15	306	281	248	294	187	196	278	241	272	287	263	229	305	241	244	
16	267	223	284	213	239	235	203	246	307	264	236	199	227	219	176	D
17	204	256	273	246	279	259	192	221	294	282	291	232	199	259	256	
18	253	228	259	263	292	239	223	335	359	259	319	244	307	351	295	
19	280	256	292	386	289	327	283	219	232	349	326	262	229	253	331	
20	324	273	365	268	232	266	249	317	298	292	246	358	226	305	338	
21	301	268	323	276	289	347	231	278	205	284	213	243	214	339	296	E
22	402	241	360	399	278	346	247	279	253	366	248	335	283	249	229	
23	226	255	229	247	269	242	267	207	233	317	336	225	287	207	229	
24	305	255	257	210	265	270	337	307	318	228	314	321	224	297	238	
25	267	239	298	248	309	279	269	253	261	318	271	322	218	234	280	
26	318	306	327	320	255	258	242	228	266	292	309	263	262	379	322	F
27	318	329	248	287	267	273	339	345	272	283	348	221	307	262	280	
28	292	415	287	259	255	266	384	336	363	311	267	313	330	232	235	
29	255	314	335	331	273	339	351	325	257	301	286	285	283	278	342	
30	320	377	337	400	370	379	269	224	345	269	368	312	367	358	348	
	I					II					III					

Figura 3. Volume, em m³ por unidade de amostra de 0,1 ha, obtidos pelo inventário 100% de um bosque Pinus sp. (PELLICO NETTO e BRENA, 1996).

Estrato	Localização	Ah	Nh
1	(1a) até (12c)	16,8	168
2	(12d) até (20n)	13,1	131
3	(20o) até (30o)	15,1	151
Total		A = 45 ha	N = 450

Fonte: PELLICO NETTO e BRENA, 1996

Considerando a inexistência de informações prévias sobre a população, realizou-se um inventário piloto, em que os dados obtidos estão na Tabela 11, para obter as estimativas básicas necessárias para o cálculo da intensidade de amostragem. As parcelas selecionadas para o inventário piloto estão hachuradas na figura 3.

Tabela 11: Dados do Inventário piloto

Unidade (n)	Estrato 1		Estrato 2		Estrato 3	
	Coord.	Volume	Coord.	Volume	Coord.	Volume
1	2-b	6,9	12-n	21,1	22-l	33,5
2	3-k	9,8	13-q	22,8	24-c	25,7
3	5-f	15,7	14-d	18,0	25-n	23,4
4	8-c	17,1	15-l	22,9	26-h	22,8
5	8-k	14,7	17-h	22,1	28-a	29,2
6	10-n	15,7	18-b	22,8	29-l	28,5
7	12-a	27,3	19-e	28,9	30-o	34,8
8	-	-	19-k	32,6	-	-
9	-	-	20-n	30,5	-	-

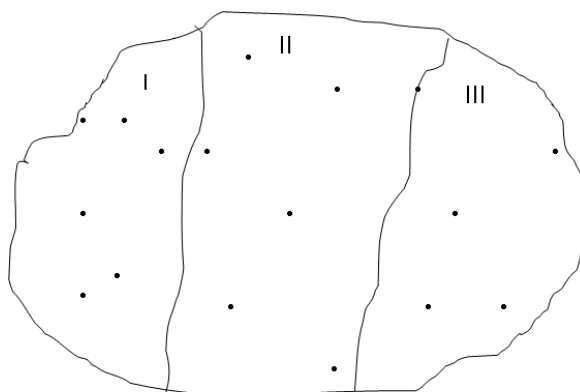
A partir dos dados apresentados, calcule o erro de amostragem, e, se necessário, faça os cálculos da intensidade amostral. Caso necessário, sorteie novas parcelas e calcule as estatísticas definitivas do inventário.

19. Uma área de 3.000 hectares de floresta tropical foi estratificada em três estratos, segundo as tipologias de ocorrência na área a saber:

- Estrato I: 800 ha de floresta densa;
- Estrato II: 1.200 ha de floresta aberta; e
- Estrato III: 1.000 ha de floresta mista.

Foi realizado um Inventário Piloto por meio do qual foram medidas oito unidades de amostra no Estrato I, doze unidades de amostra no Estrato II e 10 unidades de amostra no Estrato III (Ver croqui). A variável de interesse (X_{ih}), volume por hectare, foi calculada em cada uma das unidades de amostra de 10 x 2.500 m em cada Estrato, conforme é encontrado na Tabela 12:

Croqui da área



Área da População = 3.000 ha

UA = ¼ ha

Área do Estrato I = 800 ha $\Rightarrow N_{h1} = 3.200 \quad n_{h1} = 8$

Área do Estrato II = 1.200 ha $\Rightarrow N_{h2} = 4.800 \quad n_{h2} = 12$

Área do Estrato III = 1.000 ha $\Rightarrow N_{h3} = 4.000 \quad n_{h3} = 10$

$$N = \sum_{h=1}^L N_h = 3.200 + 4.800 + 4.000 = 12.000$$

$$n = \sum_{h=1}^L n_h = n_{h1} + n_{h2} + n_{h3} = 8 + 12 + 10 = 30$$

Sendo a área da população de 3.000 ha, esta pode ser subdividida em 12.000 UA possíveis de $\frac{1}{4}$ ha, isto é, de 10 x 250 m, o mesmo acontecendo com a área de cada estrato, determinando-se 3.200, 4.800 e 4.000 respectivamente.

Tabela 12: Volume dos estratos (m^3/ha) por unidade de amostra, com respectivos somatórios, soma dos quadrados e média dos estratos

Unidades de Amostra	Estrato I ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$)	Estrato II ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$)	Estrato III ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$)
1	328	184	240
2	284	162	250
3	312	143	247
4	275	173	252
5	297	168	232
6	308	159	238
7	303	175	249
8	288	192	247
9	-	187	254
10	-	172	236
11	-	168	-
12	-	171	-
$\sum X_{ih}$	2.395,0	2.054,0	2.445,0
$\sum X_{ih}^2$	719.035,0	353.490,0	598.303,0
\bar{X}_h	299,37	171,17	244,5

Realize o cálculo do erro de amostragem, e caso o inventário piloto tenha sido suficiente, realize o cálculo das demais estatísticas para um inventário definitivo.

Fonte: (BARROS, 2008).

20. Uma empresa de consultoria florestal realizou um inventário em uma floresta natural com área total de 1.000 ha, empregando o processo de amostragem estratificada. Com a utilização de fotografias aéreas, foram previamente identificados na população, dois estratos florestais, (estrato I com 650 ha de floresta explorada e estrato II com 350 ha de floresta inexplorada), onde foram instaladas e medidas 12 unidades amostrais de um hectare em cada uma, para a realização do inventário piloto. Após realizar a totalização das parcelas, a empresa obteve os seguintes resultados em termos de madeira para laminação com casca, conforme a Tabela 13.

Tabela 13: Dados do inventário piloto

Estrato I		Estrato II	
U.A	Volume para laminação (m ³ /ha)	U.A	Volume para laminação (m ³ /ha)
1	101	1	125
2	82	2	147
3	95	3	109
4	89	4	119
5	74	5	128
6	79	6	153
7	96	7	143
8	92	8	121
9	86	9	122
10	92	10	109
11	83	11	99
12	100	12	130

Efetue a análise estatística considerando um limite de erro de 10% e 95% de probabilidade.

Fonte: (SANQUETTA et al., 2006).

21. Discorra sobre o Processo de Amostragem Sistemática apontando as vantagens de utilizar este tipo de amostragem em um inventário florestal.

22. Cite e descreva os tipos de Amostragem Sistemática.

23. Um engenheiro planeja realizar o inventário florestal de um reflorestamento com 500 ha de área, utilizando 50 unidades amostrais de 400 m² de área cada uma, distribuídas na população, segundo os preceitos da amostragem sistemática. O número possível de amostras que podem ser retiradas dessa população é igual a

- a) 50
- b) 250
- c) 400
- d) 600
- e) 800

Fonte: (CESGRANRIO, 2010).

24. A aplicação da amostragem sistemática em inventários florestais apresenta resultados tendenciosos quando:

- a) cada unidade amostral do inventário florestal apresentar área superior a 1 ha.
- b) cada unidade amostral do inventário florestal apresentar área inferior a 1 ha.
- c) o inventário florestal estiver sendo realizado em uma população homogênea em relação à variável de interesse do inventário.
- d) o inventário florestal estiver sendo realizado em uma floresta nativa.
- e) o padrão de distribuição das unidades amostrais na população coincidir com o padrão de variação da variável de interesse da própria população. Fonte: (CESGRANRIO, 2010).

25. Uma empresa florestal realizou um inventário em uma floresta na Amazônia com área de 25.000 ha, empregando o Processo de Amostragem Sistemática com parcelas de área fixa. Primeiro foi realizado o inventário piloto na população, onde foram estabelecidos 10 faixas de amostragem com seis unidades de amostra em cada, com área de 1 hectare. Após as medições de diâmetro à altura do peito, a empresa processou os dados do inventário e obteve as seguintes áreas basais por hectare apresentadas na Tabela 14.

Tabela 14: Dados do inventário piloto por amostragem sistemática

U.A	Faixa de amostragem									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	51,5	48,0	36,9	65,9	36,7	43,9	67,6	49,2	51,6	57,2
2	55,7	52,9	32,0	67,0	29,0	40,0	56,0	55,0	47,8	46,8
3	45,3	44,7	40,0	82,0	40,3	28,9	49,7	57,8	46,5	45,0
4	48,1	46,4	29,7	75,0	35,0	44,0	48,9	60,0	53,4	55,8
5	56,3	25,2	44,3	47,4	37,6	48,0	23,8	40,0	43,5	27,9
6	55,0	29,0	38,7	59,0	23,8	45,9	37,9	37,8	29,0	32,1

Realize o cálculo do erro de amostragem, e caso o inventário piloto tenha sido suficiente, realize o cálculo das demais estatísticas para um inventário definitivo.

Fonte: (SANQUETTA et al., 2006).

26. Deseja-se realizar um inventário numa população de *Pinus sp.* constituída de 450 parcelas de 0,1 ha, ou seja, 45 hectares, através da Amostragem Sistemática, admitindo-se um erro de amostragem máximo de 10% da média estimada, com 90% de probabilidade de confiança. Assumindo que foram sorteadas a coluna (*c*) e a linha (1), na Tabela 15 é apresentado a sistematização resultante, com os respectivos volumes amostrados.

Tabela 15: Amostra obtida a partir do sorteio da unidade amostral inicial

	<i>c</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>l</i>	<i>o</i>	
1	96	85	83	156	111	A
3	85	102	71	101	110	
5	92	157	89	106	116	
7	191	155	156	177	127	B
9	148	159	142	126	156	
11	172	213	244	238	284	C
13	225	169	253	232	209	
15	248	196	272	229	244	
17	273	259	294	232	256	D
19	292	327	232	262	331	
21	323	347	205	243	296	E
23	229	242	233	225	229	
25	298	279	261	322	280	
27	248	273	272	221	280	F
29	335	339	257	285	342	

De acordo com os dados informados, realize a análise estatística da amostragem.

Fonte: (PELLICO NETTO e BRENA, 1996).

27. Inventariar a população de *Pinus sp.* constituída de 450 parcelas de 0,1 ha, ou seja, 45 hectares, através da Amostragem Sistemática, admitindo-se um erro de amostragem máximo de 10% da média estimada, com 90% de probabilidade de confiança. Assumindo que foram sorteadas a coluna (a) e a linha (3), na Tabela 16 é apresentado a sistematização resultante, com os respectivos volumes amostrados.

Tabela 16: Amostra obtida a partir do sorteio da unidade amostral inicial

	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>e</i>	<i>g</i>	<i>i</i>	<i>k</i>	<i>m</i>	<i>o</i>	
3	86	85	98	98	71	98	88	110	A
6	162	118	116	163	107	145	87	255	B
9	216	148	149	158	142	159	162	156	
12	273	217	314	201	239	162	216	254	C
15	306	248	187	278	272	263	305	244	
18	253	259	292	223	359	319	307	295	D
21	301	323	289	231	205	213	214	296	E
24	305	257	265	337	318	314	224	238	
27	318	248	267	339	272	348	307	280	F
30	320	337	370	269	345	368	367	348	

De acordo com os dados informados, realize a análise estatística da amostragem.

Fonte: (PELLICO NETTO e BRENA, 1996).

REFERÊNCIAS

BARROS, P. L. C., **Anotações De Inventário Florestal**. Universidade Federal Rural Da Amazônia-UFRA. 2008. (apostila, 87p.).

FUNDAÇÃO CESGRANIO. **Prova de concurso para Analista Ambiental**. 2005.

FUNDAÇÃO CESGRANIO. **Prova de concurso IBGE para Engenheiro Florestal**. 2010.

MEUNIER, I.M.J.; SILVA, J.A.A.; FERREIRA, R.L.C. **Inventário Florestal: Programas de Estudo**. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 2002. 189p.

QUEIROZ, W. T. **Amostragem em Inventário Florestal**. Universidade Federal Rural Da Amazônia-UFRA. Belém: Edição do autor. 2012. 441p.

PELLICO NETO, S.; BRENA, D.A. **Inventário florestal**. Curitiba: Edição dos autores. 1997. 316p.

SANQUETA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; CÔRTE, A. P. D.; FERNANDES, L. A. V. **Inventários Florestais: Planejamento e execução**. Curitiba: Edição dos autores. 2006. 267p.