

Nota Científica

Diferentes critérios de inclusão amostral e suas interpretações: estudo de caso em floresta estacional decidual

Daniel Meira Arruda¹, Márcio Luiz Batista¹, Marcos Vinicius Ribeiro de Castro Simão¹, Reinaldo Duque-Brasil², Walnir Gomes Ferreira-Júnior³, Carlos Ernesto Gonçalves Reynald Schaefer⁴

¹Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Biologia Vegetal, Av P.H. Rolfs, s/nº, Centro, CEP 36571-000, Viçosa, MG, Brasil

²Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas, R. Sete de Setembro, 3500, Centro, CEP 35010-173, Governador Valadares, MG, Brasil

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Rod. Machado-Paraguassu, km 3, Santo Antônio, CEP 37750-000, Machado, MG, Brasil

⁴Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, Av P.H. Rolfs, s/nº, Centro, CEP 36571-000, Viçosa, MG, Brasil

*Autor correspondente:
arruda.dm@hotmail.com

Termos para indexação:

Fitossociologia
Métodos de amostragem
Mata Seca
Caatinga Arbórea

Index terms:

Phytosociology
Sampling methodology
Seasonally Tropical Dry Forest
Arboreal Caatinga

Histórico do artigo:

Recebido em 17/03/2012
Aprovado em 09/11/2012
Publicado em 28/12/2012

doi: 10.4336/2012.pfb.32.72.471

Resumo - As florestas estacionais decíduais (FEDs), amplamente distribuídas no Brasil, são formações sujeitas a diferentes métodos de inventários. Consequentemente, os dados gerados podem afetar a comparação com outras formações vegetais. Este estudo apresenta e discute alterações proporcionadas pela amostragem da vegetação utilizando circunferência ao nível do solo (CNS) ≥ 10 cm e circunferência à altura do peito (CAP) ≥ 15 cm, em fragmentos de FED. O uso de diferentes critérios proporciona uma visão ambígua de um mesmo fragmento florestal, manifestada pelas diferenças em sua estrutura horizontal e riqueza de espécies.

Different sizes of the smallest individual sampled and their interpretations: case study in the seasonally dry forest

Abstract - The dry forests, widely distributed in Brazil, are formations subject to different sampling method. Consequently, the data generated may affect the comparison among other vegetation formations. Therefore, this study presents and discusses changes caused by sampling vegetation using circumference at soil height (CSH) ≥ 10 cm and circumference at breast height (CBH) ≥ 15 cm. Different criteria provide an ambiguous vision of a same forest fragment, resulting in different structure and species richness.

Nos últimos anos, manuais contendo orientações metodológicas foram publicados visando à padronização dos procedimentos de amostragem de vegetação para diversas formações dos biomas brasileiros (IBGE 1992; Rodal et al., 1992; Felfili et al., 2005; Rede de Manejo Florestal da Caatinga, 2005; Silva et al., 2005; Rede de Parcelas Permanentes dos Biomas Mata Atlântica e Pampa, 2007; Moro & Martins, 2011). Embora existam controvérsias quanto à adoção de determinadas técnicas de amostragem e critérios de inclusão, todos

têm como objetivo comum padronizar metodologias para levantamentos fitossociológicos e possibilitar a comparação dos aspectos florísticos e estruturais entre diferentes comunidades vegetais. Dentre os temas abordados nos manuais, ressalta-se a importância da escolha do critério de inclusão dos menores indivíduos a serem amostrados. Esse determina quantos e quais indivíduos serão amostrados, influenciando diretamente nas estimativas dos principais parâmetros fitossociológicos utilizados para interpretar a estrutura

horizontal das comunidades vegetais, como por exemplo, densidade, frequência e dominância (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

Tal como proposto nos manuais metodológicos, em fisionomias florestais tem-se adotado a circunferência à altura do peito (CAP) ≥ 15 cm (ou diâmetro à altura do peito (DAP) $\geq 4,77$ cm) como critério de inclusão para indivíduos arbóreos. Para fisionomias savânicas, o critério de inclusão predominante é a circunferência ao nível do solo (CNS) ≥ 10 cm (ou diâmetro ao nível do solo (DNS) $\geq 3,18$ cm).

A floresta estacional decidual (FED) (*sensu* Veloso et al., 1991) é uma formação associada ao bioma Mata Atlântica (Lei Federal nº 11.428/2006, Brasil, 2006) e, segundo Oliveira-Filho et al. (2006), corresponde a um extremo do gradiente regido por precipitação e sazonalidade. Essa formação, amplamente distribuída nas diversas regiões do Brasil, abrange uma elevada gama de sinônimos, os quais contribuíram, por muito tempo, para a confusão do seu enquadramento legal a um bioma. Entre esses sinônimos, destaca-se o termo “caatinga arbórea” proposto por Andrade-Lima (1981).

Segundo Andrade-Lima (1981), o Bioma Caatinga abriga diversas formações vegetais, incluindo fisionomias florestais e não-florestais. Nesse bioma, o critério de inclusão recomendado e amplamente adotado em estudos fitossociológicos é CNS ≥ 10 cm (Rodal et al., 1992; Rede de Manejo Florestal da Caatinga, 2005; Moro & Martins, 2011), por se tratar da predominância de fisionomias não-florestais. Dessa forma, as FEDs associadas a esse bioma têm sido comumente amostradas com diferentes critérios de inclusão, constituindo obstáculo à realização de estudos comparativos e à correta interpretação dessa formação distribuída de forma disjunta em diferentes biomas brasileiros.

Com o intuito de fornecer subsídios à discussão deste problema, esse estudo teve como objetivo avaliar quais são as possíveis alterações proporcionadas pela amostragem da vegetação baseada em dois critérios de inclusão e suas consequências na interpretação dos dados fitossociológicos.

O estudo foi executado em cinco fragmentos de FED entre as latitudes 14°07' e 14°18' S, no centro-sul do estado da Bahia, sendo três fragmentos localizados no município de Guanambi (F1 – encosta de *inselberg*; F2 – baixada e F3 – encosta oeste do Espinhaço) e dois em Ibiassucê (F4 – encosta leste do Espinhaço e F5 – baixada). Em cada fragmento foram alocadas três parcelas de 20 m X 20 m e amostrados todos os indivíduos vivos

por meio de dois diferentes critérios de inclusão: CNS ≥ 10 cm e CAP ≥ 15 cm. Foram calculados parâmetros fitossociológicos para comparação entre os critérios. O número de indivíduos (NI), a densidade absoluta (DA), a dominância absoluta (DOA), o diâmetro médio (MDia) e a diversidade de Shannon (H') e a equabilidade de Pielou (J) dos fragmentos foram submetidos ao test t pareado, devido a interdependência dos critérios de inclusão. Devido ao número reduzido de amostras (cinco fragmentos) não é descartada a possibilidade de ocorrência do “erro tipo II”. A riqueza de espécies, obtida pelos dois critérios adotados, foi comparada por meio da técnica de curva de rarefação (espécie-área) e do estimador de riqueza não-paramétrico *bootstrap*, associado ao seu desvio-padrão (Gotelli & Colwell, 2001; Magurran, 2004). Essas análises foram processadas no *software* EstimateS 7.5.2 (Colwell, 2005).

Os resultados indicaram que o número de indivíduos amostrados tende a aumentar, neste caso, dobrar (Tabela 1), com a adoção do critério CNS ≥ 10 cm. Essa tendência é reportada por outros autores (Dislich et al., 2001; Caiafa & Martins, 2007; Durigan, 2009). Tal incremento torna-se importante, uma vez que interfere diretamente nos cálculos da densidade absoluta. A significativa redução da média diamétrica dos indivíduos avaliados resultou na alteração da dominância absoluta. Essa diferença estrutural proporcionada pelos dois critérios de inclusão propicia uma interpretação ambígua do mesmo fragmento.

O critério de inclusão inferior (CNS ≥ 10 cm) abrange espécies que normalmente não seriam contempladas utilizando CAP ≥ 15 cm, como algumas de hábito arbustivo (tal como *Croton argyrophyloides* Müll. Arg. nos fragmentos F1 e F2). Além disso, proporciona também uma superestimação de espécies com maior proporção de indivíduos juvenis. Dessa forma, contribui para a alteração na ordem de espécies mais importantes (VI) e a subestimação do componente arbóreo do fragmento (Tabela 2). No entanto, as variações dos índices de diversidade e equabilidade não foram significativas entre os dois critérios (Tabela 1). É possível que a substituição de espécies de hábitos diferentes não tenha sido suficiente para alterar esses índices.

Assim como o resultado do teste t, a curva de rarefação permitiu observar um maior incremento de espécies, comprovado pelo estimador *bootstrap*, quando utilizado o critério CNS ≥ 10 cm (Figura 1). Devido à relação direta existente entre riqueza de espécies e área amostral (Arrhenius, 1921), era esperado que

mais indivíduos amostrados, como é o caso do critério $CNS \geq 10$ cm, influenciaria o montante de espécies encontradas. Para sustentar e até mesmo fortalecer propostas conservacionistas, a adoção deste critério em FED constitui-se uma estratégia interessante, uma vez que possibilita encontrar mais espécies dentro de uma mesma área (*i.e.*, 118 espécies amostradas pelo $CNS \geq$

10 cm em vez de 92 pelo $CAP \geq 15$ cm). No entanto, o uso desse critério para comparações entre formações do bioma Mata Atlântica ou para meta-análises incluindo outras fisionomias florestais poderia proporcionar resultados duvidosos, devido à superestimação da riqueza associada às espécies de formas de vida não arbóreas, tais como arbustos e arvoretas.

Tabela 1. Parâmetros da vegetação, médias, desvio padrão e valor-t calculados a partir dos dados dos diferentes critérios de inclusão.

	NI	S	DA	DOA	MDia	H'	J
F1 - CNS	332	29	2.766,67	30,93	8,66	2,37	0,70
F2 - CNS	219	33	1.825	15,45	8,12	4,23	0,88
F3 - CNS	411	38	3.425	33,25	8,67	2,95	0,81
F4 - CNS	502	52	4.183,33	20,49	7,02	2,83	0,72
F5 - CNS	307	41	2.558,33	16,78	7,82	3,09	0,83
Média±dp	354,2±107,32	38,6±8,79	2.951±894,34	23,38±8,20	8,06±0,68	3,09±0,69	0,77±0,08
F1 - CAP	147	24	1.225	24,13	11,55	2	0,75
F2 - CAP	87	25	725	11,16	11,67	2,89	0,90
F3 - CAP	194	30	1.616,67	22,35	11,66	2,41	0,71
F4 - CAP	224	33	1.866,67	12,86	8,73	2,70	0,77
F5 - CAP	158	34	1.316,67	11,62	9,47	3,01	0,85
Média±dp	162±51,8	29,2±4,55	1.350±431,69	16,42±6,28	10,62±1,41	2,6±0,28	0,79±0,08
Valor-t	7,39**	3,82*	7,39**	6,06**	6,81**	2,16 ^{ns}	0,29 ^{ns}

^{ns} Valor $p > 0,05$; * Valor $p < 0,05$; ** Valor $p < 0,005$

CNS = circunferência ao nível do solo ≥ 10 cm; CAP = circunferência à altura do peito ≥ 15 cm; NI = número de indivíduos; DA = densidade absoluta; DOA = dominância absoluta; MDia = média diamétrica; H' = diversidade de Shannon; J = Equilíbrio de Pielou.

Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos das cinco espécies de maior valor de importância dos fragmentos avaliados pelos diferentes critérios de inclusão.

F	Critério	Espécie	NI	DR	FR	DoR	VI
F1	CAS	<i>Handroanthus ochraceus</i>	108	32,5	5,7	13,2	51,4
		<i>Cavanillesia umbellata</i>	22	6,6	3,8	25,5	35,9
		<i>Croton argyrophyloides</i>	78	23,5	3,8	5,2	32,4
		<i>Myracrodruon urundeuva</i>	13	3,9	5,7	21,7	31,3
		<i>Cyrtocarpa caatingae</i>	12	3,6	5,7	8,8	18,1
	CAP	<i>Handroanthus ochraceus</i>	57	38,8	7,3	10,7	56,8
		<i>Cavanillesia umbellata</i>	7	4,8	4,9	40,8	50,5
		<i>Myracrodruon urundeuva</i>	13	8,8	7,3	17,6	33,8
		<i>Cyrtocarpa caatingae</i>	12	8,2	7,3	9,1	24,6
		<i>Annona vepretorum</i>	7	4,8	7,3	4,8	16,8

F = fragmento; CNS = circunferência ao nível do solo ≥ 10 cm; CAP = circunferência à altura do peito ≥ 15 cm; NI = número de indivíduos; DR = densidade relativa; DoR = dominância relativa; VI = valor de importância; VC = valor de cobertura.

Tabela 2. Continuação.

F	Critério	Espécie	NI	DR	FR	DoR	VI
F2	CAS	<i>Cordia incognita</i>	15	6,9	4,9	21,3	33
		<i>Commiphora leptophloeus</i>	9	4,1	3,3	21,9	29,3
		<i>Croton argyrophyloides</i>	27	12,3	4,9	3,3	20,6
		<i>Cnidoscolus bahianus</i>	14	6,4	4,9	6,2	17,5
		<i>Manihot caerulescens</i>	17	7,8	4,9	3	15,7
	CAP	<i>Commiphora leptophloeus</i>	7	8,1	4,8	34,5	47,3
		<i>Cordia incognita</i>	11	12,6	4,8	19,3	36,7
		<i>Cnidoscolus bahianus</i>	10	11,5	7,1	5,6	24,2
		<i>Annona vepretorum</i>	6	6,9	7,1	6,8	20,9
		<i>Myracrodruon urundeuva</i>	4	4,6	7,1	8,5	20,2
F3	CAS	<i>Handroanthus ochraceus</i>	92	22,4	3,6	29,4	55,4
		<i>Myracrodruon urundeuva</i>	8	2	3,6	15,7	21,3
		<i>Spondias tuberosa</i>	15	3,7	2,4	14,8	20,8
		<i>Sapium glandulosum</i>	41	10	3,6	3,9	17,5
		<i>Cnidoscolus bahianus</i>	27	6,6	3,6	4	14,2
	CAP	<i>Handroanthus ochraceus</i>	78	40,2	5,7	34,9	80,7
		<i>Spondias tuberosa</i>	14	7,2	3,8	17,7	28,6
		<i>Myracrodruon urundeuva</i>	7	3,6	5,7	15,4	24,7
		<i>Sapium glandulosum</i>	20	10,3	5,7	3,2	19,1
		<i>Cnidoscolus bahianus</i>	11	5,7	5,7	3,7	15,1
F4	CAS	<i>Combretum leprosum</i>	108	21,5	3,5	23,3	48,3
		<i>Machaerium floridum</i>	69	13,8	3,5	10,2	27,4
		<i>Machaerium acutifolium</i>	58	11,6	3,5	7,1	22,1
		<i>Chamaecrista aff. eitenorum</i>	21	4,2	3,5	14	21,7
		<i>Pilocarpus spicatus</i>	55	11	2,3	6,3	19,6
	CAP	<i>Combretum leprosum</i>	61	27,2	4,8	29,2	61,3
		<i>Chamaecrista aff. eitenorum</i>	20	8,9	4,8	18,2	31,9
		<i>Machaerium floridum</i>	25	11,2	4,8	7,8	23,8
		<i>Machaerium acutifolium</i>	21	9,4	4,8	5,8	20
		<i>Pterodon abruptus</i>	13	5,8	4,8	5,7	16,3
F5	CAS	<i>Commiphora leptophloeus</i>	21	6,8	2,8	25,3	35
		<i>Dalbergia cearensis</i>	50	16,3	4,2	13,3	33,7
		<i>Pereskia bahiensis</i>	22	7,2	4,2	5,1	16,4
		<i>Cordia incognita</i>	15	4,9	4,2	5,6	14,7
		<i>Allophylus racemosus</i>	17	5,5	4,2	3,9	13,6
	CAP	<i>Commiphora leptophloeus</i>	21	13,3	3,5	33,2	49,9
		<i>Dalbergia cearensis</i>	27	17,1	5,2	8,8	31,1
		<i>Cordia incognita</i>	13	8,2	5,2	6,7	20,1
		<i>Allophylus racemosus</i>	10	6,3	5,2	3,7	15,2
		<i>Pereskia bahiensis</i>	6	3,8	5,2	3,7	12,6

F = fragmento; CNS = circunferência ao nível do solo ≥ 10 cm; CAP = circunferência à altura do peito ≥ 15 cm; NI = número de indivíduos; DR = densidade relativa; DoR = dominância relativa; VI = valor de importância; VC = valor de cobertura.

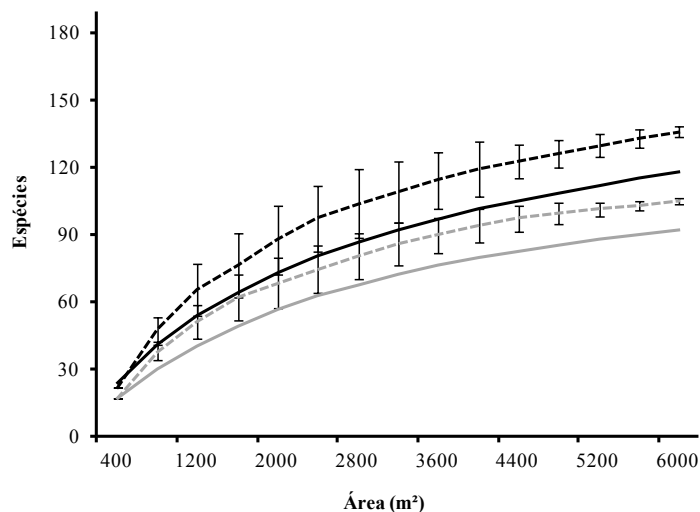


Figura 1. Curva de rarefação baseada na amostra (linha contínua) e estimador de riqueza *bootstrap* (linha tracejada) com seu desvio padrão. As linhas pretas e cinzas correspondem, respectivamente, aos dados obtidos pelo critério de inclusão CNS e CAP.

Resultados obtidos mediante o emprego de diferentes metodologias aplicadas em levantamentos podem ter suas discrepâncias corrigidas ou minimizadas para viabilizar comparações entre diferentes estudos, como, por exemplo, o uso de técnicas de rarefação para corrigir diferentes esforços e unidades amostrais (Gotelli & Colwell, 2001). No entanto, a adoção de critérios de inclusão diferentes pode produzir resultados de difícil correção, caso o objetivo do estudo esteja restrito a um determinado estrato da comunidade.

Finalmente, em relação às implicações políticas associadas ao uso de diferentes critérios de inclusão em FED, deve ser considerado que, ao adotar critérios de inclusão para fisionomias florestais (CAP \geq 15 cm), subentende-se a inclusão dessa fitofisionomia no bioma Mata Atlântica, onde é amparada pela Lei Federal nº 11.428/2006 (Brasil, 2006). Do contrário, ao adotar critérios de inclusão para fisionomias não florestais (CNS \geq 10 cm), remete sua inclusão a biomas predominantemente não florestais, tais como Caatinga ou Cerrado, contribuindo para a confusão do seu enquadramento legal, principalmente quando associada aos seus diferentes sinônimos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior

(SECTES-MG) pelo financiamento do projeto e pela bolsa do primeiro autor. Os autores também agradecem Pedro V. Eisenlohr e os revisores anônimos pelas importantes contribuições ao manuscrito.

Referências

- ANDRADE-LIMA, D. The caatinga dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 4, p. 149-153, 1981.
- ARRHENIUS, O. Species and area. **The Journal of Ecology**, London, v. 9, p. 95-99, 1921.
- BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm>. Acesso em: 10 jan. 2012 Publicado originalmente no Diário Oficial da União em 26 dez. 2006.
- CAIAFA, A. N.; MARTINS, F. R. Taxonomic identification, sampling methods, and minimum size of the tree sampled: implications and perspectives for studies in the Brazilian Atlantic Rainforest. **Functional Ecosystems and Communities**, v. 1, p. 95-104, 2007.
- COLWELL, R. K. **EstimateS**: statistical estimation of species richness and shared species from samples: version 7.5. 2005. Disponível em: <<http://purl.oclc.org/estimates>>. Acesso em: 22 dez. 2011.
- DISLICH, R.; CERSÓSIMO, L.; MANTOVANI, W. Análise da estrutura de fragmentos florestais no Planalto Paulistano – SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, p. 321-332, 2001.
- DURIGAN, G. Estrutura e diversidade de florestas tropicais. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2009. v. 1. p. 185-215.

- FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília, DF: Ed da UNB, 2005. 60 p.
- GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, v. 4, p. 379-391, 2001.
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p.
- MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Malden: Black-well Science, 2004. 256 p.
- MORO, M. F.; MARTINS F. R. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA-NETO, J. A. A. (Ed.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2011. v. 1. p. 174-212.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Wiley, 1974. 547 p.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; JARENKOW, J. A.; RODAL, M. J. N. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. In: PENNINGTON, R. T.; LEWIS, G. P.; RATTER, J. A. (Ed.). **Neotropical Savannas and Dry Forests: plant diversity, biogeography, and conservation**. Oxford: Taylor & Francis CRC Press, 2006. p. 59-192.
- REDE DE PARCELAS PERMANENTES DOS BIOMAS MATA ATLÂNTICA E PAMPA. **Manual de instalação e medição de parcelas permanentes dos Biomas Mata Atlântica e Pampa**. Curitiba: Funpar, 2007. 40 p.
- REDE DE MANEJO FLORETAL DA CAATINGA. **Protocolo de medições de parcelas permanentes**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 21 p.
- RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FIGUEIREDO, M. A. **Métodos em estudos florísticos e fitossociológicos: ecossistema Caatinga**. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Botânica, 1992. 24 p.
- SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A.; OLIVEIRA, L. C.; SILVA, S. M. A.; CARVALHO, J. O. P.; COSTA, D. H. M.; MELO, M. S.; TAVARES, M. J. M. **Diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 68 p.
- VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p.