

ANÁLISE DE AGRUPAMENTO APLICADO NO CRESCIMENTO DIAMÉTRICO DE FLORESTAS

Ângelo Augusto Ebling¹, Simone Filipini Abrão¹, Allan Libanio Pelissari¹, Rogério Bamberg², Alexandre Behling²

1. Doutorando em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil (aebing@hotmail.com)
2. Mestrando em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

Recebido em: 06/05/2013 – Aprovado em: 17/06/2013 – Publicado em: 01/07/2013

RESUMO

Florestas heterogêneas e multiâneas apresentam desafios relacionados a criar padrões acerca de seus parâmetros. Técnicas de análise multivariada podem auxiliar na formalização de grupos cujas características amostradas sejam semelhantes, que constituem de unidades, facilitando sua aplicação em prognoses ou direcionamento de projetos relacionados a silvicultura, manejo florestal e fixação de biomassa. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo realizar a análise de agrupamento de espécies arbóreas de uma floresta, tendo como parâmetro o incremento diamétrico. Para isso, foram selecionadas árvores inseridas em 10 parcelas de 100x100m, com diâmetro a altura do peito (1,30 m) maior ou igual a 9,5 cm (DAP \geq 9,5cm), localizadas na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. Os dados foram coletados anualmente, por meio de inventário florestal com repetição total, em um período de 10 anos. A técnica da análise de agrupamento se mostrou eficaz para formalizar grupos de crescimento semelhantes, sendo encontrados 3 grupos com características distintas entre si. A maior homogeneidade dentro de cada grupo, favorece a sua utilização para gerar estimativas relativas aos processos dinâmicos da floresta, bem como, definir grupos de espécies com maior potencial de incremento.

PALAVRAS-CHAVE: Análise multivariada, floresta nativa, incremento diamétrico

GROUPING ANALYSIS OF APPLIED IN FOREST DIAMETER GROWTH

ABSTRACT

Uneven aged and heterogeneous forests present challenges related to creating standards about its parameters. Multivariate analysis can help in formalizing similar groups, constituting units, facilitating its application in prognoses or directing projects related to biomass attachment. Accordingly, this study aims was to perform the cluster analysis of tree species in a forest, having as parameter the increment in diameter. For this, we selected trees inserted in 10 plots of 100x100m, and diameter at breast (1.30 m) height greater than or equal to 9.5cm (DBH \geq 9.5cm), the National Forest of São Francisco de Paula, RS, State Brazil. Data were collected annually through forest inventory with repetition total in a period of 10 years. The technique of

cluster analysis proved efficient to formalize groups like growth, being found 3 groups with different characteristics. The highest homogeneity within each group, favors the use their use to generate estimates about the forest dynamic processes, as well as define groups of species with higher growth potential.

KEYWORDS: Multivariate analysis, native forest, diameter increment

INTRODUÇÃO

O Brasil abrange a segunda maior área florestal do mundo, com 516 milhões de hectares, composta em sua maior parte, por florestas naturais ou heterogêneas, que representam 98,7% da cobertura florestal (SFB, 2010). Devido a essa expressiva área florestal, fica evidente a importância das florestas brasileiras em estudos relacionados à dinâmica florestal para efetivar atividades relacionadas ao manejo do meio ambiente, silvicultura, conservação da diversidade, recuperação e restauração de ambientes degradados. Ainda, projetos que visam atenuar o impacto das alterações climáticas, são também dependentes de informações acerca da dinâmica das comunidades florestais.

O manejo florestal sustentado só é cabível de aplicação quando informações referentes ao crescimento, mortalidade e recrutamento forem determinadas (FIGUEIREDO FILHO et al., 2010). VANCLAY (1994) descreveu a importância da dinâmica do crescimento, essencialmente o incremento diamétrico e área basal, por possibilitarem a elaboração de modelos capazes de realizar a predição da floresta ou espécies em específico. Nesse sentido, EBLING et al. (2012) salientaram a importância de refinamentos nos modelos de produção para florestas multiêneas, como exemplo, a formalização de grupos de espécies com características de crescimento semelhantes, capazes de gerar prognoses mais acuradas. Considerando ainda, que o acúmulo de biomassa vegetal é essencial para as atividades de reabilitação de áreas degradadas, a preferência por espécies de maior crescimento possibilita uma aceleração desses processos (CRESTANA et al., 2006).

Por vezes, a aplicação de modelos matemáticos ou métodos estatísticos tradicionais se tornam de difícil aplicação em dados relacionados a florestas heterogêneas. Nesse sentido a análise de agrupamento consiste em uma eficiente técnica multivariada usada na sumarização de dados numéricos, facilitando a interpretação do pesquisador (RIBEIRO, 2004).

Os grupos ou *clusters* são constituídos por dendrogramas aglomerativos, que por meio da distância entre as amostras é possível estabelecer similaridade entre os dados (MERA et al., 2012) sendo a forma gráfica mais comum de representar o processo de agrupamento hierárquico, representado por um gráfico tipo árvore (HAIR et al., 2005). Logo, em busca de subsidiar informações relacionadas ao crescimento de florestas multiêneas, o presente estudo teve como objetivo aplicar a metodologia da estatística multivariada, formando grupos de crescimento que possam auxiliar nas atividades relacionadas à ciência florestal.

MATERIAL E METODOS

Os dados são provenientes de inventário florestal contínuo, atividade que visa obter informações qualitativas e quantitativas da floresta de uma determinada área e período, realizado na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, localizada na região Nordeste do estado do Rio Grande do Sul. A área inventariada totalizou 10

conglomerados, cada um com área de 1 ha (100x100m), instalados no ano de 1999, com remediações anuais entre os anos de 2000 a 2009 por meio de sistema de amostragem com repetição total.

Todos os indivíduos arbóreos inseridos na área amostral, cujo diâmetro a altura do peito (1,30 m) fosse igual ou superior a 9,5cm ($DAP \geq 9,5\text{cm}$) tiveram seus diâmetros mensurados e marcados para medições posteriores, além de cada árvore receber identificação permanente. A identificação das espécies seguiu o sistema de classificação botânica *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG III, 2009). O crescimento da floresta foi analisado por meio dos incrementos periódicos em diâmetro médio (IPD).

Os valores de IPD foram calculados somente para o período em que as árvores se apresentavam vivas e, quando recrutadas, eram considerados apenas os anos após o período de recrutamento, respeitando a periodicidade de crescimento de cada indivíduo. Foi imposto como restrição para a análise do IPD um limite de no mínimo 10 indivíduos por espécie para compor os cálculos, buscando uma maior representatividade dos valores.

Após determinar o IPD de cada indivíduo os resultados foram agrupados por semelhança de espécie e, a partir de cada espécie, foram obtidas as médias do incremento, ou o incremento periódico em diâmetro médio (IPDM), sendo estes valores utilizados para empregar a técnica estatística multivariada de análise de agrupamentos. Os agrupamentos ou *clusters* têm o objetivo de classificar as variáveis de interesse de acordo com a similaridade ou dissimilaridade que estes estabelecem entre si.

A medida métrica empregada na análise de agrupamento foi à distância média Euclidiana. Ainda com base na distância Euclidiana, foi traçada a linha *fenon*, a qual delimita um nível igual à metade da distância Euclidiana total, interceptando os ramos e classificando os grupos, conforme recomendado por BOUROCHE e SAPORTA (1980).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliados o IPD de 66 espécies, cuja abundância foi igual ou superior a um indivíduo por hectare. O IPDM encontrado para toda a floresta foi igual a 0,13cm/ano.

Observou-se por meio da análise hierárquica de agrupamento a formação de três grupos principais, distintos entre si na altura Euclidiana de 0,075. Cada grande grupo foi denominado de Agrupamento 1, Agrupamento 2 e Agrupamento 3, conforme a Figura 1. As espécies inseridas em cada agrupamento estão descritas na Tabela 1.

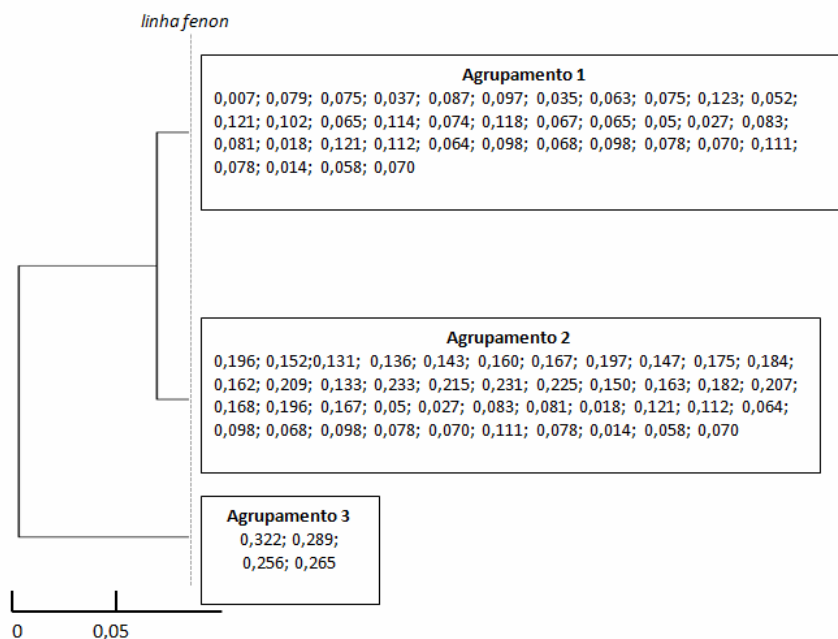


FIGURA 1. Dendrograma com três grupos distintos formalizados à partir dos valores de incremento.

O crescimento consiste em um dos fenômenos mais importantes da floresta (SCOLFORO et al., 1998), podendo ser justificado como uma resposta à disponibilidade de fatores essenciais no ambiente (ZANON & FINGER, 2010). Devido à diversidade das florestas heterogêneas, são encontrados valores de crescimento diferenciados entre as espécies e dentro de uma mesma espécie (ENCINAS et al., 2005). Nesse sentido, a análise de agrupamento mostrou-se como uma técnica eficiente para criar grupos homogêneos.

No Agrupamento 3 observou-se a menor quantidade de espécies. Esse comportamento foi atribuído à grande variação do crescimento dentro de um mesmo grupo, sendo composto pelas espécies que apresentaram maior incremento diamétrico na floresta, onde a família Lauraceae destacou-se com três espécies e a espécie *Vernonanthura discolor* da família Asteraceae, sobressaindo-se devido às suas características tipicamente pioneiras.

Relativo ao Agrupamento 2, foram observadas 25 espécies pertencentes a 11 famílias distintas e dispersas dentro de sub-grupos que indicaram relativa homogeneidade entre os incrementos. Considerando atividades de reabilitação de áreas degradadas, que visam estabelecer certa quantidade de biomassa vegetal duradoura (CRESTANA et al., 2006.), poderiam ser preferenciais as espécies integrantes dos Grupos 1 e 2, que possibilitariam a recuperação mais rápida desses ambientes. No entanto, o uso de determinadas espécies fica condicionado às exigências autoecológicas que cada uma determina, referentes às preferências ambientais, como por exemplo, a tolerância ou não ao sombreamento.

Por sua vez, o Agrupamento 3 indicou categorias de médio a baixo crescimento e apresentou o maior número de espécies, totalizando 37, distribuídas em 17 famílias botânicas. A família Myrtaceae foi a mais representativa do grupo.

TABELA 1. Grupos de espécies e respectivos valores de incrementos periódicos em diâmetro

Espécie	IPDM	Espécie	IPDM
Agrupamento 3			
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.	0,322	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	0,256
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	0,289	<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. R.	0,265
Agrupamento 2			
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil. et al.) Radlk.	0,196	<i>Inga vera</i> Kunth	0,133
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntz	0,152	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	0,233
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	0,131	<i>Laplacea acutifolia</i> (Wawra) Kobuski	0,215
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	0,136	<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	0,231
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	0,143	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	0,225
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	0,160	<i>Myrsine</i> sp.	0,150
<i>Cryptocarya moschata</i> Nees & C. Mart.	0,167	<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso	0,163
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	0,197	<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	0,182
<i>Dasyphyllum tomentosum</i> Cabrera	0,147	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	0,207
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	0,175	<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	0,168
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	0,184	<i>Zanthoxylum petiolare</i> A. St.-Hil. & Tul.	0,196
<i>Ilex microdonta</i> Reissek	0,162	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	0,167
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil	0,209		
Agrupamento 1			
<i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	0,007	<i>Myrcia oligantha</i> O. Berg	0,050
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H. Rainer	0,079	<i>Myrcianthes gigantea</i> (Cambess.) O. B.	0,027
<i>Calyptranthes concinna</i> DC.	0,075	<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. L.	0,083
<i>Campomanesia rhombea</i> O. Berg	0,037	<i>Myrciaria floribunda</i> (H. W. ex W.) O. B.	0,081
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	0,087	<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	0,018
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A. Howard	0,097	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex R. & S.	0,121
<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera	0,035	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	0,112
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	0,063	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	0,064
<i>Eugenia psidiiflora</i> O. Berg	0,075	<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	0,098
<i>Eugenia subterminalis</i> DC.	0,123	<i>Roupala Montana</i> Aubl.	0,068
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	0,052	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	0,098
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	0,121	<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	0,078
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	0,102	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	0,070
<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	0,065	<i>Sebastiania commersoniana</i> L.B. & D.	0,111
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	0,114	<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand	0,078
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	0,074	<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	0,014
<i>Maytenus evonymoides</i> Reissek	0,118	<i>Xylosma pseudosalzmannii</i> Sleumer	0,058
<i>Myrceugenia cucullata</i> D. Legrand	0,067	<i>Xylosma tweedianum</i> (Clos) Eichler	0,070
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D.L. & K.	0,065		

De maneira geral, a análise de agrupamento indicou a formação de três grupos que mantêm em comum, semelhante incremento em diâmetro. Cada grupo estabelecido pode constituir uma unidade que, quando utilizada em modelos de

prognose, gera estimativas mais precisas, se comparado às estimativas geradas para toda a floresta.

Informações com relação aos aspectos ecológicos comuns a cada grupo devem ser pesquisadas, de forma que possam ser estabelecidos os aspectos que se assemelham ou diferem, formalizando padrões de crescimento, importantes para o entendimento da dinâmica das florestas e servindo como subsídio para futuros planejamentos relacionados ao manejo florestal e silvicultural (LONGHI et al., 2010).

CONCLUSÕES

- A análise de agrupamento é uma técnica eficaz para formar grupos com características semelhantes de crescimento.
- Foram descritos três grupos de crescimento, que podem ser utilizados para finalidades diferenciadas, como gerar prognoses mais precisas para a floresta e usar espécies preferenciais de grupos com maior crescimento em projetos de fixação de biomassa.

REFERÊNCIAS

APG III. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105-121, 2009.

BOUROCHE, J. M.; SAPORTA, G. **Análise de dados**. Tradução de: M. Penchel. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1980.

CRESTANA, M. S. M.; TOLEDO FILHO, D. V.; CAMPOS, J. B. **Florestas** – Sistemas de recuperação com essências nativas. Campinas: CATI. 2006.

EBLING, A. A.; WATZLAWICK, L. F.; RODRIGUES, A. L.; LONGHI, S. J.; LONGHI, R. V.; ABRÃO, S. F. Acuracidade da distribuição diamétrica entre métodos de projeção diamétrica entre métodos de projeção em Floresta Ombrófila Mista. **Ciência Rural**, v. 42, n. 6, p. 1020–1026, 2012.

ENCINAS, J. I.; SILVA, G. F.; PINTO, J. R. R. **Idade e crescimento das árvores**. Brasília: Comunicações Técnicas Florestais, v. 7, 2005.

FIGUEIREDO FILHO, A.; DIAS, A. N.; STEPKA, T. F.; SAWCZUK, A. R. Crescimento, mortalidade, ingresso e distribuição diamétrica em Floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, v.40, n.4, p.763-776, 2010.

HAIR, A. et al. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Artmed. 2005.

LONGHI, S. J.; BRENA, D. A.; RIBEIRO, S. B.; GRACIOLI, C. R.; LONGHI, R. V.; MASTELLA, T. Fatores ecológicos determinantes na ocorrência de *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii*, na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Ciência Rural**, v. 40, n.1, p. 57-63, 2010 .

MERA, A. G.; ORELLANA, J. A.; PEREA, E. L.; CRUZ, J. C. de La, VERA, C. T.; BENAVIDES, F. V. Patrones de distribución de las comunidades de cactáceas en las vertientes occidentales de los Andes Peruanos. **Caldasia**, v. 34, n.2, p. 257-275, 2012.

RIBEIRO, S. B. **Classificação e ordenação da comunidade arbórea da Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS**. 2004. 205f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

SCOLFORO, J. R. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998.

SFB - Serviço Florestal Brasileiro. **Florestas do Brasil em resumo – 2010**: dados de 2005-2010. Brasília: SFB, 2010.

VANCLAY, J. K. **Modelling forest growth and yield**: Applications to Mixed Tropical Forests. Wallingford: CAB International, 1994.

ZANON, M.L.B.; FINGER, C.A.G. Relação de variáveis meteorológicas com crescimento das árvores de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze em povoamentos implantados. **Ciência Florestal**, v. 20, n.3, p.467-476, 2010.