

ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS: AVALIAÇÃO DE CLONES DE *Eucalyptus* PARA A PRODUÇÃO DE BIOENERGIA

PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS: EVALUATION OF *Eucalyptus* CLONES FOR THE BIOENERGY PRODUCTION

Thiago de Paula PROTÁSIO¹; Allan Motta COUTO²; Thiago Andrade NEVES³; Paulo Fernando TRUGILHO⁴

RESUMO - A estatística multivariada consiste em um conjunto de métodos estatísticos utilizados em situações nas quais várias variáveis são medidas simultaneamente, em cada elemento amostral. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi utilizar a técnica denominada análise de componentes principais para agrupar, selecionar e avaliar clones de *Eucalyptus* visando à produção de bioenergia. Foram utilizados 8 tratamentos representados por clones de *Eucalyptus* de diferentes idades. Foram utilizadas apenas as médias de cada variável e a análise de componentes principais foi realizada considerando-se a matriz de correlação dos dados. Foram determinadas a profundidade de penetração do pino do *Pilodyn*, a deformação residual longitudinal, os teores de lignina, extrativos totais e holocelulose, a densidade básica, o poder calorífico da madeira e do carvão, a densidade relativa aparente, os rendimentos em carvão vegetal e em carbono fixo e os teores de carbono fixo e voláteis. As três primeiras componentes principais explicaram 81% da variabilidade dos dados originais. Pela interpretação das componentes principais foi possível o agrupamento dos clones de *Eucalyptus* em grupos distintos e avaliação do seu potencial para a produção de bioenergia. A análise de componentes principais pode ser utilizada na avaliação e seleção de clones de *Eucalyptus* visando o uso bioenergético.

Palavras-chave: análise multivariada; classificação; agrupamento; biomassa

ABSTRACT - The multivariate statistics consists of a set of statistical methods used in situations at which several variables are simultaneously measured in each sampling element. In this context, this work aimed to use the technique entitled principal components analysis for grouping, selection and evaluation of *Eucalyptus* clones aiming the production of bioenergy. 8 treatments represented by *Eucalyptus* clones from different of different ages were used. Only the averages of each variable were used and the principal components analysis was made considering the data correlation matrix. The depth of the Pylodyn pin penetration, the longitudinal residual deformation, the lignin, total extractives and holocellulose contents, the basic density, the higher heating value of the wood and charcoal, the apparent relative density of the charcoal, the yields in charcoal and fixed carbon and the contents of fixed carbon and volatile were determined. The first tree principal components explained 81% of the original data variability. By the interpretation of the principal components, the *Eucalyptus* clone grouping in different groups and the evaluation of their potential for bioenergy production were possible. The principal components analysis may be used for the evaluation and selection of *Eucalyptus* clones aiming bioenergy use.

Keywords: multivariate analysis; classification; grouping; biomass

¹ Graduando em Engenharia Florestal, UFLA/DCF, depaulaprotasio@gmail.com

² Doutorando em Ciência e Tecnologia da Madeira, UFLA/DCF, allan_floresta@yahoo.com.br

³ Mestrando em Ciência e Tecnologia da Madeira, UFLA/DCF, tmaffia@hotmail.com

⁴ Professor Doutor do DCF/UFLA, trugilho@dcf.ufla.br

INTRODUÇÃO

A área de plantios de *Eucalyptus* no Brasil é de 4.754.334 hectares e continua em processo de expansão. O estado de Minas Gerais apresenta a maior área plantada (aproximadamente 30% da área cultivada), principalmente para a produção de carvão vegetal visando o uso siderúrgico (ABRAF, 2011).

O Brasil destaca-se como maior produtor mundial de carvão vegetal, cerca de 35,4% de toda madeira produzida é destinada à produção de lenha, carvão vegetal e outros produtos florestais. Os principais consumidores de carvão vegetal são os setores de aço, ferro-gusa e ferros-liga e, em menor escala, o comércio e o consumidor residencial (ABRAF, 2011).

Dessa forma, tornam-se necessárias pesquisas relacionadas à seleção e classificação de materiais genéticos de *Eucalyptus* para a produção de bioenergia e carvão vegetal, principalmente utilizando-se os métodos de avaliação não destrutivos, como o *Pilodyn*, que visam determinar uma variável importante e de difícil mensuração por meio de uma variável de fácil determinação como a profundidade de penetração do pino do *Pilodyn*. Existem trabalhos na literatura que demonstram o potencial de utilização do equipamento *Pilodyn* para a estimativa indireta da densidade básica (GOUVÊA et al., 2011; THIERSCH et al., 2006; VALE et al., 1995; ROSADO et al., 1983), fornecendo assim subsídios para a avaliação preliminar de grande número de clones de *Eucalyptus* em condição de campo.

No processo de avaliação da biomassa florestal para a produção bioenergética torna-se necessário a quantificação de um grande número de características e/ou propriedades da madeira (densidade básica e a composição química e energética) e do carvão vegetal (densidade aparente, porosidade, composição química imediata, rendimento em carvão, dentre outras) permitindo com isso a utilização de técnicas de análise multivariada.

Nesse contexto, a análise de componentes principais (PCA) objetiva explicar ou modelar a estrutura de variância e covariância de um vetor aleatório composto de variáveis aleatórias, pela construção de combinações lineares das variáveis originais. A PCA deve ser entendida como uma técnica de análise intermediária pela qual é possível obter um número de componentes principais igual ao número de variáveis originais, mas geralmente se deseja obter uma redução do número de variáveis analisadas e uma interpretação das combinações lineares construídas. Uma grande vantagem dessa técnica multivariada é a não exigência de normalidade do vetor aleatório em estudo (FERREIRA, 2008; MINGOTI, 2005; KENT; COKER, 1992).

As componentes principais obtidas são na realidade variáveis latentes e não são correlacionadas, diferentemente das variáveis originais observadas (FERREIRA, 2008; MINGOTI, 2005). Segundo Hair Jr. et al., (2009) um pouco de multicolinearidade é desejável nessa análise estatística, ou seja, essa técnica multivariada será tão eficaz quanto maior for a correlação entre as variáveis originais. A primeira variável latente obtida apresenta o maior autovalor e, conseqüentemente, a maior variância. A segunda variável latente apresenta o segundo maior autovalor e assim sucessivamente, sendo necessário um critério para reter apenas algumas dessas variáveis latentes (ou componentes principais), de tal forma que tenhamos uma grande porção da variância total explicada por um pequeno conjunto de novas variáveis (FERREIRA, 2008; MINGOTI, 2005).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi utilizar a técnica denominada análise de componentes principais para agrupar, selecionar e avaliar clones de *Eucalyptus* visando à produção de bioenergia.

MATERIAL E MÉTODOS