

ANÁLISE DE VARIÂNCIA MULTIVARIADA – MANOVA NA SELEÇÃO DE PRODUTORES DE LARANJA *Citrus sinensis* (L.) Osbeck

Multivariate analysis of variance – Manova Producers in the Election of Orange Citrus sinensis (L.) Osbeck

Joaquim Eduardo de Moura Nicacio¹

Muriel de Abreu Perussolo²

Ana Célia Sophia de Souza Lima³

RESUMO: Essa pesquisa objetivou selecionar produtores de laranja *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, grupo varietal *Pera*, do estado de São Paulo, através do emprego da estatística multivariada da análise de variância (Manova). Os variáveis critérios foram: *epicarp* + *mesocarp* + *endocarp* + *sementes*, *suco* e *peso total*. Os testes estatísticos aplicados foram os usuais atualmente empregados nessa análise. Essa seleção, pelo método da Manova, permite conhecer os produtores ou produtor que possuem maior qualidade em seus produtos. Um dos determinantes da sustentabilidade empresarial é: *preço justo e qualidade de produto vendido*. O resultado foi muito satisfatório, uma vez que a seleção permite à pequena agroindústria obter uma maior remuneração pelo aproveitamento econômico total dos componentes da laranja, diversificando, assim, sua receita com a venda de *óleos essenciais*, *suco da fruta*, *ração para gado bovino*. Quanto ao pequeno produtor, permite a este buscar uma melhoria genética, além de um manejo mais científico de seu sistema de produção.

Palavras-chave: Produtores de Laranja. Estatística Multivariada da Análise de Variância – Manova. Sustentabilidade Empresarial. Melhoria Genética.

ABSTRACT: This research aimed to select producers of *Citrus sinensis* (L) Osbeck orange, varietal group *Pera*, from São Paulo state, through usage of multivariate statistics of variance analysis – Manova. The criteria variables were *epicarp* + *mescarp* + *endocarp* + *seeds*, *juice* and *total weight*. Statistical tests applied were the usual ones applied nowadays on this analysis. This selection via Manova method allows to know the producers or producer who has greater quality on its products. One of the managerial sustainability determinants is: *fair price and quality of the product sold*. The result was very satisfactory once the selection allows the small agroindustry to get a bigger wage by total economic profiting from orange components, thus diversifying its income with the sale of essential oils, juice from fruit, bovine cattle ration. As for the small producer, it allows to this one to search for a better genetics and a more scientific management of this production system.

Keywords: Orange producers. Multivariate statistics of variance analysis – Manova. Managerial sustainability. Genetic improvement.

1. INTRODUÇÃO

A laranja, como todo produto agrícola, deve ter seu cultivo orientado por metodologia desenvolvida nos experimentos agrícolas das universidades e/ou empresas especializadas para o desenvolvimento regional da fruticultura visando o aproveitamento econômico dos seus frutos e, conseqüentemente, dos seus subprodutos.

As variedades de laranjas mais empregadas na produção de suco, aqui no Brasil, são: *Citrus sinensis* (L.) osbeck, vulgarmente denominada Hamlin, a

¹ Professor na Universidade Federal de Mato Grosso.

² Graduanda do curso de Administração da UFMT/Cuiabá. muriel.perussolo@gmail.com

³ Graduanda do curso de Administração da UFMT/Cuiabá. anacelia111@hotmail.com

Citrus sinensis (l) *osbeck*, cujo nome vulgar é Valência e a *Citrus sinensis* (L.) *Osbeck*, grupo varietal *Pera* que é a mais comercializada.

As condições de clima e solo, de acordo com o Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas do Estado de São Paulo (CIIAGRO), da maior parte do estado de São Paulo, são aptas para o cultivo da laranja.

A adubação orgânica, mineral ou organo-mineral deve atender às análises de solo e também à produtividade esperada, de acordo com a orientação do técnico ou engenheiro com conhecimento adequado.

No momento da compra, o empresário que vai adquirir o produto escolhe o preço justo de mercado, a qualidade do produto incluindo cascas e suco e, sobretudo, a ausência de defensivos químicos, critério cada vez mais crescente devido à busca pelos produtos orgânicos.

Quando há um número elevado de produtores, ocorre uma variabilidade muito grande de frutos como consequência de manejos culturais diferentes, idade diferenciada dos pomares, produtividades não homogêneas, genética inferior, condições climáticas, condições diferenciadas de solo, etc. Em decorrência disso, surge um problema a ser resolvido: como fazer a seleção de produtores de forma a otimizar o custo de produção de suco de laranja, de óleos essenciais e ração animal, subprodutos do fruto da laranja?

O emprego da análise de variância multivariada é uma ferramenta estatística adequada para isso, pois possibilita conhecer se há igualdade entre os centroides dos grupos populacionais, no caso as amostras de laranjas obtidas dos produtores.

O objetivo é selecionar produtores, que são os fornecedores da matéria-prima, com a ajuda da estatística multivariada, de forma que seus frutos possuam em seus subprodutos as melhores condições de produtividade na sua industrialização. Outro objetivo é manter as condições de sustentabilidade ambiental, econômica e social da empresa rural e da agroindústria.

2. REFERENCIAIS TEÓRICOS

O centro de origem da laranja não é bem determinado. De acordo com Hasse (1987), alguns historiadores o situam como sendo localizado no leste asiático, nas regiões que incluem hoje a Índia, China, Butão, Birmânia e Malásia.

O título de *laranjeira* é comum a várias árvores *auranciáceas*, de folhas verdes persistentes, e que do caule emergem espinhos verdadeiros. Além disso, o fruto é característico na cor e no sabor e, geralmente, muito apreciado. De acordo com os estudos de Botelho (2004), a palavra *laranjeira* surgiu em 1374. A origem da palavra portuguesa *laranja* ocorreu no século XIV, na Espanha como *naranja*, ao fim do século XIV; já na Itália como *arancia*, veio no século XV, na França como *abrange* no século XVI, Inglês como *orange* que se deu por volta de 1387. (BOTELHO, 2004).

Pressupõe-se que no período entre 1534 e 1536 as primeiras mudas da laranja chegaram ao Brasil, quando então seu cultivo espalhou-se pelo mundo, sofrendo mutações e dando origem a novas variedades. O cultivo de sementes modificava aleatoriamente o sabor, o aroma, a cor e o tamanho dos frutos. O início da citricultura no Brasil ocorreu por volta de 1530 e 1540, época em que os historiadores consideram que tenha ocorrido.

O início das exportações brasileiras de laranjas ocorreu no princípio do século XX, quando ocorreram às primeiras aquisições pela Argentina. Na década de 1940, com a chegada da segunda grande guerra mundial, houve uma queda brusca nas exportações para a Europa e simultaneamente ocorreu um abandono dos pomares. Nessa época eles foram acometidos de uma virose, chamada *Tristeza*.

Esta é considerada a virose de maior importância econômica para a citricultura mundial, porque cerca de 100 milhões de árvores foram mortas ou tornaram-se improdutivas pela *Tristeza*. No Brasil, praticamente dizimou os pomares paulistas na década de 1940, no momento em que nove milhões de plantas cítricas sobre portas-enxerto de laranja Azeda foram perdidas. O vírus da *Tristeza*, do gênero *Closterovirus*, infecta praticamente todas as espécies, cultivares, híbridos e muitos afins de citros. (TRISTEZA..., 2007).

De acordo com os aspectos técnicos do cultivo da laranja, pode-se afirmar que a planta desenvolve melhor em climas com temperatura entre 23°C e 32°C. O regime pluvial para um bom desenvolvimento da cultura deve estar em torno de 1.200 e 1.400 mm anuais e bem distribuídos. Isso ocorre na região dos trópicos. Acima de 40°C e abaixo de 13°C, a taxa de fotossíntese diminui o que acarreta perdas de produtividade.

Dentre as características da árvore, pode-se destacar que o seu porte médio, podendo atingir até oito metros de altura, seu tronco possui casca castanho-acinzentada, sua copa é densa e de formato arredondado. Folhas de textura firme e bordos arredondados, exalam um aroma característico quando maceradas. As flores são pequenas, de coloração branca, aromáticas e atrativas para abelhas.

A respeito dos frutos, a laranja *Pera*, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, tem um formato mais alongado. Sua casca é fina, lisa e amarelada. Sua polpa é suculenta, de sabor adocicado e levemente ácido. É muito consumida ao natural e bastante utilizada no preparo de sucos. Sua época de colheita, no estado de São Paulo, varia do começo de julho até o começo de novembro.

Apesar de não ter muitas exigências quanto ao tipo de solo, adapta-se tanto a solos arenosos como argilosos. Os tipos mais indicados para o cultivo comercial são os areno-argilosos. A laranja não tolera solos impermeáveis. Devem ser evitados solos rasos ou que encharcam com facilidade. (LARANJA, 2007).

Uma tecnologia de manejo sustentável que está em franco desenvolvimento é o uso de cobertura verde na proteção direta do solo e melhoramento das suas condições físicas, químicas e biológicas, através de incorporação de nutrientes pelas raízes de forrageiras.

O feijão de porco, guandu, crotalárias, ao penetrarem na camada adensada descompacta o solo, permite maior infiltração da água além de intensificar a vida biológica, enriquecendo-o com nitrogênio fixado na atmosfera por meio de uma bactéria, o rizóbio, que forma nódulos em suas raízes. Sua massa verde, deixada na superfície como cobertura morta, permite reduzir as perdas de água por evaporação, mantendo assim a umidade por mais tempo disponível para a cultura. (LARANJA, 2007).

A relação das atividades agropecuárias com o mercado (agronegócio) tem adquirido uma importância muito grande. Na atual conjuntura, em que a globalização econômica é a palavra de ordem, os fluxos mercadológicos e comerciais têm que ser considerados com muita atenção, num complexo sistema interligado de rede ou cadeia produtiva.

Cadeia produtiva é definida como “[...] a rede constituída por diversos atores que geram relações de força coletiva, que influenciam diretamente as estratégias mercadológicas e comerciais, assim como a tomada de decisão de cada um dos atores”. (JANK et al., apud VEIGA et al., 1999).

Em pesquisa encomendada pela Fundação de Defesa da Citricultura (Fundecitrus) à Universidade Estadual de São Paulo (USP), sobre a cadeia produtiva da laranja, os estudos concluíram que o mercado interno é uma solução para o setor.

A pesquisa inicia-se com a análise das empresas chamadas de “Antes da Fazenda” – tudo aquilo que o agricultor utiliza na produção: defensivos, fertilizantes, tratores, implementos, mudas, corretivos e irrigação. Juntas, as empresas que fornecem estes elementos movimentam 411 milhões de dólares por ano. Depois vem a produção propriamente dita chamada de Fazenda, por meio da qual se gera 900 milhões de dólares com a venda das frutas. Por último vem a Pós-Fazenda, em que estão as empresas que distribuem a fruta fresca para o mercado interno, para o mercado externo, para a indústria de suco concentrado congelado, pasteurizado ou suco pronto fresco. A laranja é o principal citro e produz ainda óleos e produtos de ração. A Pós-Fazenda movimenta 2,142 bilhões de dólares. (PESQUISA..., 2000).

A valoração de recursos naturais tem sido um tema de grande interesse mundial uma vez que o planeta atravessa uma fase de graves impactos ambientais. O uso inadequado do recurso natural *água* pode provocar sérios impactos sociais.

Recentemente, a valoração econômica da água tem sido amplamente discutida no cenário político brasileiro, principalmente em função da legislação específica que determina a cobrança pelo uso da água. Além da questão da cobrança pela água bruta, existe outro aspecto importante que é a incorporação da água nos produtos que circulam no mercado, especialmente através de *commodities*. (CARMO et al., (2007)).

Um dos custos de produção de laranjas expressivos é o do controle de fito patógenos bacterianos principalmente aqueles disseminados por insetos vetores. Um destaque aqui no Brasil é a Clorose Variegada dos Citros (CVC). Os métodos para controle dessas doenças são restritos ao uso de mudas saudáveis, erradicação de plantas doentes e o controle de insetos vetores (ATTÍLIO, 2013).

O trabalho de pesquisa da autora permitiu a obtenção de plantas transgênicas de laranja doce das cultivares 'Hamlin', 'Pera' e 'Valência', contendo o gene D4E1. A transgenia foi confirmada por PCR e por Southern blot, e a expressão do transgene foi confirmada por PCR quantitativo em tempo real.

A expressão *agricultura sustentável*, (MEDEIROS et al., 2008, p. 131) citando (LOCKERETZ, 1988) não está ainda concretamente definida, mas envolve uma gama de estratégias dirigidas à resolução dos muitos problemas que afetam a agricultura mundial, e que incluem redução do potencial produtivo do solo por erosão excessiva, associada a perdas de nutrientes para as plantas, contaminação de águas superficiais e subterrâneas, devido aos pesticidas, fertilizantes e sólidos em suspensão.

Vários são os fatores que dificultam um sistema agrícola de se manter indefinidamente. A falta de recursos não renováveis como, por exemplo, o fósforo, cujo símbolo químico é P, a pequena taxa do retorno sobre o investimento, obtida pela fórmula: $ROI = (\text{Ganho obtido} - \text{Valor gasto com o investimento}) \div \text{Valor gasto com o investimento}$ (TRACY, 2000, p. 82) devido aos altos custos de produção e aos baixos preços dos produtos agrícolas.

Há também algumas características desejáveis para que um sistema agrícola seja sustentável. Dentre elas, destaca-se a minimização do uso de insumos de produção externa, uma vez que não são utilizados os recursos naturais da propriedade no caso de pesticidas e fertilizantes que podem contaminar os lençóis freáticos e as águas superficiais, além de reduzir os resíduos desses pesticidas nos frutos.

O departamento de agricultura dos Estados Unidos, (USDA, 1957) define a produtividade do solo como sendo "[...] a capacidade do solo para produzir uma planta específica ou sequência de plantas sob uma forma determinada de manejo do solo".

Para (PARR, J. F. et al., 1990) o clima e o solo são os fatores mais importantes que determinam, em última instância, a adaptabilidade de sistemas agrícolas sustentáveis. A dificuldade de adoção desses sistemas de agricultura é função da variação dos regimes de temperatura e da umidade do solo.

O avanço nas conquistas sociais e trabalhistas do agricultor e do trabalhador rural no Brasil impulsiona o desenvolvimento rural para uma estabilidade nunca alcançada na história da humanidade. Essa é uma condição exigível para atingir a sustentabilidade da atividade rural, uma vez que preserva o *capital humano*.

As observâncias das condições ambientais minimizam as externalidades negativas da exploração econômica da atividade rural, visto que há uma preocupação em manter o *capital natural*.

A manutenção da cadeia produtiva em condições de equilíbrio fortalece o mercado e, como consequência, mantém um dos determinantes da sustentabilidade empresarial que é preço justo e produto de qualidade nos padrões exigidos atualmente.

A impossibilidade de se conhecer a população de laranjas em um determinado momento dos produtores do município de Jales, leva-nos a

estabelecer um plano de amostragem, tratando-se de um protocolo que inclui, entre outros elementos, a definição da *população* em estudo, a especificação dos *procedimentos de amostragem*, a *grelha de amostragem* e a indicação do *tamanho* pretendido para a *amostra*.

A determinação do tamanho de uma amostra é um problema de grande importância, pois, esta permitirá conhecer a média populacional (μ) e o desvio padrão σ . Nesse sentido é realizado um estudo piloto, iniciando o processo de amostragem que fornecerá o valor “*s*” que é o desvio padrão amostral que substituirá o σ na determinação do tamanho da amostra e do erro amostral (TRIOLA, 1999, p. 148).

A necessidade de comparar simultaneamente várias médias de variáveis provenientes de laranjas diferentes e de vários produtores exige um método estatístico multidimensional específico, que leve em consideração a covariância entre as variáveis consideradas na laranja.

Nos consórcios de sistemas de produção agrícola, como milho com feijão, há estreita correlação entre estas espécies. Nesse caso se recomenda a análise multidimensional, que considera simultaneamente todas as variáveis que interessam (GOMES, 1985, p. 338).

Na determinação de diferenças entre as médias de vários grupos ou variáveis independentes é aplicada a análise de variância multivariada.

A análise de variância multivariada (MANOVA) é uma extensão da análise de variância simples (ANOVA). Os pressupostos subjacentes à análise de variância multivariada são generalizações dos pressupostos da análise de variância simples:

- Os dados recolhidos deverão constituir amostras aleatórias provenientes de populações normais;
- Essas amostras deverão pertencer a grupos populacionais com idêntica variância, (REIS, 2001, p. 170).

A análise exploratória de dados permite observar vários comportamentos das variáveis dependentes como coeficientes de simetria, achatamento, mediana, média, moda e *outliers* ou números extremos. A análise de simetria deve ser complementada com a estatística descritiva *Skewness / Std. Error*, que permite rejeitar ou não a simetria, consoante o valor do quociente seja ou não maior que 2, em valor absoluto, (PESTANA et al. 2005).

Os diagramas em caixa ou boxplot são convenientes para revelar tendências centrais, dispersão, distribuição dos dados e a presença de outliers. A construção de um diagrama em caixa exige que tenhamos o valor mínimo, o primeiro quartil Q_1 , a mediana (ou segundo quartil Q_2), o terceiro quartil Q_3 e o valor máximo (TRIOLA, 1999, p. 52).

A análise da igualdade de variâncias ou homocedasticidade também é requerida como pressuposto da Manova. O pacote estatístico SPSS utiliza o teste de Levene.

Para testar a homogeneidade das variâncias, pode ser usado o teste de Levene que está gradualmente, substituindo os testes de Cochran, o teste de Hartley e o de Bartlett. É fácil fazer esse teste. Primeiro, é preciso calcular os

resíduos dos dados. Depois, é preciso fazer uma análise de variância (inteiramente ao acaso) dos valores absolutos desses resíduos. Os tratamentos são, obviamente, os mesmos da análise de dados (VIEIRA, 1999, p. 140).

Uma preocupação que o pesquisador levanta, ao fazer uma análise de um conjunto de dados e, também, ao usar o método de Manova é se os dados se ajustam à distribuição normal. Para isso, é necessário o uso do teste de Kolmogorov-Smirnov. No caso que este teste indique que os dados não se ajustam à distribuição normal, conseqüentemente, uma transformação dos dados é recomendável e um exemplo disso, pode ser verificado no trabalho de Vaccaro et al. (2003, p.134):

Na modelagem do incremento em área basal das árvores amostradas, foi empregada regressão linear, ajustando-se modelos de crescimento para cada estágio sucessional e para a floresta como um todo. A modelagem do IPA_g (incremento periódico anual, em área basal expresso em m^2) de cada estágio sucessional e da floresta como um todo, seguiu o seguinte procedimento: c) transformação das variáveis independentes contínuas X_i , como $cap96$, $g96$, $ccopa$, $\%$ copa e hd para as formas X_i^2 , $\frac{1}{X_i}$, $\frac{1}{X_i^2}$, $\ln(X_i)$ e $\ln X_i^2 \frac{1}{X_i^2}$; d) transformação da variável dependente para a forma logarítmica natural, visando a diminuir a heterogeneidade da variância.

Na Manova, a hipótese de nulidade a testar é a seguinte:

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k \text{ com } \mu_j = \begin{bmatrix} \mu_{1j} \\ \mu_{2j} \\ \dots \\ \mu_{pj} \end{bmatrix} \text{ } j=1,2,\dots,k$$

$$H_1 = \mu_i \neq \mu_j \text{ com } i \neq j$$

Que em síntese significa “todos os grupos (produtores) tem vetores de médias iguais e pelo menos dois grupos tem vetores de médias diferentes”.

A disposição gráfica da análise de variância multivariada é a demonstrada pelo quadro 1.

Quadro 1 – Análise de variância multivariada – teste Λ de Wilks

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Matriz de soma de quadrados	Λ
Entre os grupos	$K - 1$	$\mathbf{B} = \sum_{j=1}^k n_j (\bar{X}_j - \bar{X})(\bar{X}_j - \bar{X})^T$	$\frac{ \mathbf{W} }{ \mathbf{B} + \mathbf{W} }$ $\Lambda \cap \Lambda(p, n-k, k-1)$
Dentro dos grupos	$N - k$	$\mathbf{W} = \sum_{j=1}^k \sum_{u=1}^{n_j} (X_{ju} - \bar{X}_j)(X_{ju} - \bar{X}_j)^T$	
Total	$N - 1$	$\mathbf{T} = \sum_{j=1}^k \sum_{u=1}^{n_j} (X_{ju} - \bar{X})(X_{ju} - \bar{X})^T$	

Fonte: REIS, 2001.

O determinante de \mathbf{W} é uma medida da variabilidade dentro dos grupos enquanto que o determinante de $\mathbf{T} = \mathbf{B} + \mathbf{W}$ nos dá uma medida da variabilidade total. Quanto maior for a semelhança entre os dois determinantes, menores serão as diferenças entre os grupos (\mathbf{B}) e mais o valor de Λ se aproximará de 1, (REIS, 2001, p. 172).

Para avaliar a significância do valor de Λ obtido, pode-se usar tabelas especiais, bastante extensas. Entretanto, o mais comum é transformar o valor Λ em um valor correspondente de \mathbf{F} , e usar as tabelas de \mathbf{F} já conhecidas. (GOMES, 1985, p. 344). Quando se utiliza o *software* SPSS 15, no *output* da Manova já está contemplada a estatística \mathbf{F} com seus respectivos graus de liberdade, além de apresentar a estatística Λ de Wilks.

O teste multivariado **Traço de Pillai** é a soma dos valores próprios da matriz $\mathbf{T}^{-1} \cdot \mathbf{B}$ ou $V = \sum_{j=1}^s \frac{\lambda_j}{1 + \lambda_j}$ sendo λ_j os valores próprios de $\mathbf{W}^{-1} \cdot \mathbf{B}$ e “s” o número de valores próprios não nulos da mesma matriz.

O teste multivariado **Traço de Hotelling** é a soma dos valores próprios da matriz $\mathbf{W}^{-1} \cdot \mathbf{B}$ ou $T = \sum_{j=1}^s \lambda_j$ enquanto que o teste multivariado **Raiz máxima de**

Roy é o maior valor próprio da matriz $\mathbf{T}^{-1} \cdot \mathbf{B}$ ou $R = \frac{\lambda \text{ máxima}}{1 + \lambda \text{ máxima}}$ sendo λ máxima o maior valor próprio da matriz ($\mathbf{W}^{-1} \cdot \mathbf{B}$).

Ocorrendo divergência entre os vetores de médias, calcular-se-á o indicador de produtividade: para escolha do produtor.

Para a determinação do tamanho da amostra será utilizada a fórmula $n = \left[\frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{E} \right]^2$ onde n é o tamanho da amostra, $Z_{\alpha/2}$ é o valor crítico existente na fronteira que separa os valores das estatísticas amostrais prováveis de

ocorrerem, dos valores, cuja ocorrência torna-se pouco provável. Ele corresponde a um grau de confiança de 95% e tem como valores $\pm 1,96$ em uma distribuição normal padronizada. O desvio padrão populacional será substituído pelo desvio padrão da amostra s . O parâmetro E é a **margem de erro** e corresponde à diferença máxima provável (com probabilidade $1-\alpha$) entre a média amostral observada \bar{x} e a verdadeira média populacional μ . “A margem de erro E é chamada também **erro máximo da estimativa** e pode ser obtida multiplicando-se o valor crítico pelo desvio-padrão das médias amostrais

$$E = Z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \text{ (TRIOLA, 1999, p. 146).”}$$

2.1. Materiais e métodos

2.1.1. Materiais

Foram utilizadas 300 laranjas provenientes de três produtores do município de Jales, São Paulo, sendo 100 de cada um. Essas laranjas foram obtidas de forma aleatória de cada produtor e independentemente de sua classificação comercial.

Ademais, foram utilizadas duas balanças do tipo digital pesadora com tigela e termômetro para uso na cozinha, com capacidade de até 5 kg com divisão de 1 g, para pesar: o fruto integral, a casca externa e as cascas internas com sementes e o suco.

Para o experimento, também utilizou-se mesa, faca de corte, balde para lixo, vasilhame para depósito de suco, peneira fina de plástico, luvas plásticas, toca plástica, avental e panos de prato. Foi utilizado um extrator de suco elétrico, de uso doméstico, com copo e peneira.

2.1.2. Métodos

2.1.2.1 Determinações do tamanho da amostra piloto

A determinação do tamanho da amostra de cada produtor foi proveniente de uma amostra piloto, de cem laranjas da variedade *Pera*, para permitir achar o *erro máximo da estimativa*. Essa amostra foi pesada, extraído o gráfico Boxplot para verificação de valores denominados *outliers* e confirmado a distribuição normal da amostra. Em seguida, constatou-se o erro máximo da estimativa pela aplicação da fórmula.

2.1.2.2. Coletas das amostras

Considerado plenamente aceitável, então, solicitou-se aos três produtores da variedade *Pera*, do município de Jales em São Paulo, aqui denominados Produtor 1, Produtor 2 e Produtor 3, um lote de cem laranjas cada, colhidas aleatoriamente da cultura.

Para cada lote, as laranjas foram numeradas e pesadas e as unidades de medida em gramas foram anotadas. Em seguida foram cortadas, extraído o suco que também foi pesado e anotado. Por fim, as cascas e as sementes finalmente foram pesadas. Vale ressaltar que a ordem sequencial de cada etapa foi mantida durante todo o processo.

2.1.2.3. Análises de variância multivariada (Manova)

A análise foi executada com recursos do *software* SPSS 15 bem como os testes multivariados Traço de Pillai, Lambda de Wilks, Traço de Hotelling e Maior raiz própria de Roy. Estes são os testes mais empregados na análise de variância multivariada e o *software* SPSS 15 já os faz de forma simultânea.

2.1.2.4. Taxas de produtividade

Ocorrendo diferença significativa entre os produtores, a regra de decisão será a aplicação da fórmula:

$$i = \frac{\text{Peso total do suco}}{\text{Peso total}} \quad (1)$$

Para decidir qual ou quais serão os produtores escolhidos com maior taxa de produtividade.

2.1.2.5. Homogeneidades das variâncias

O teste de Levene é utilizado, apesar do número de observações ser igual para cada produtor. Suas hipóteses são:

$$\begin{aligned} H_0 : \sigma_1^2 &= \sigma_2^2 = \sigma_3^2 \\ H_a : \exists (i \neq j) \sigma_i^2 &\neq \sigma_j^2, i \neq j \end{aligned} \quad (2)$$

Cuja regra de decisão é: rejeita-se H_0 se existir pelo menos um grupo com dispersão dos pesos totais diferentes dos demais.

2.2. Resultados

O resultado do erro máximo de estimativa foi de $E = \frac{1,96 \times 19,75}{10} = 3,87$ gramas da amostra piloto. O teste da distribuição normal dos dados, considerando o peso total em gramas das laranjas sem nenhum processamento, foi o de Kolmogorov-Smirnov apresentado na tabela 1 e executado no software SPSS 15.

Tabela 1- Teste de normalidade KS

Produtor	Kolmogorov-Smirnov		
	Estatística	Graus de liberdade	Significância
1	0,079	100	0,127
2	0,077	100	0,148
3	0,060	100	0,200

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: construção do autor.

Os níveis de significância dos três produtores foram maiores do que 0,05 o que se aceita a hipótese nula da existência da distribuição normal dos dados.

O quadro 1 apresenta os resultados da Manova.

Quadro 1 – Análise de Variância Multivariada – teste Λ de Wilks

Fontes de variação	de gl	Matrizes da Soma de Quadrados e Produtos Cruzados	Λ
B	k - 1	$\begin{bmatrix} 34954.42 & 17175.48 & 17778.94 \\ 17175.48 & 10901.32 & 6274.16 \\ 17778.94 & 6274.16 & 11504.78 \end{bmatrix}$	$\frac{ W }{ B + W } =$ <p>0.684</p>
W	n - k	$\begin{bmatrix} 108392.24 & 49526.58 & 58865.66 \\ 49526.58 & 46415.42 & 3111.16 \\ 58865.66 & 3111.16 & 55754.50 \end{bmatrix}$	
T	n - 1	$\begin{bmatrix} 143346.66 & 66702.06 & 76644.60 \\ 66702.06 & 57316.74 & 9385.32 \\ 76644.60 & 9385.32 & 67259.28 \end{bmatrix}$	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: construção do autor.

Os testes multivariados dos produtores, tabela 2, executados com auxílio do SPSS 15 são os seguintes:

Tabela 2 - Testes multivariados dos produtores

Efeito	Valor	Aprox. F	gl B	gl W	Sig.
Traço de Pillai	0.338	30.347	4	594	0.000
Lambda de Wilks	0.684	30.897 ^a	4	592	0.000
Traço de Hotteling	0.428	31.545	4	590	0.000
Maior raiz de Roy	0.325	48.268 ^b	2	297	0.000

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: *Output* do SPSS 15.

Como se podem observar todos os quatro testes multivariados apresentaram diferença significativa entre os vetores de média dos tratamentos.

O resultado do teste de homogeneidade de variâncias de Levene está na tabela 3:

Tabela 3 - Teste de homogeneidade de Variâncias

Levene Statistic	gl. 1	gl. 2	Sig.
9,934	2	297	0,000

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: *Output* do SPSS 15.

A hipótese de nulidade é rejeitada, pois, $0,000 < 0,05$ para o nível de 5%. No entanto, a violação da homocedasticidade não interfere muito, uma vez que os números de observações em cada grupo são iguais. (PESTANA et al., 2005, p. 288).

A taxa de produtividade $i = \frac{\text{Peso total do suco}}{\text{Peso total}} = 0,50229$ é a maior devida ao produtor 1. Em seguida vem o produtor 3 com 0,47247 e finalmente o produtor 2 com 0,47029.

3. CONCLUSÕES

A análise de variância multivariada, realmente, evidenciou a sua potência como instrumento estatístico que permita distinguir diferenças significativas entre produtores de laranja, através da análise dos frutos de seus pomares. Com base nisso, o consumidor pode selecionar seus fornecedores dessa matéria-prima com a qualidade exigida por ele, utilizando uma taxa de

produtividade. Nesse caso, o carro chefe de uma agroindústria de suco de laranja foi o escolhido.

A exigência cada vez maior do consumidor por um produto que preencha as condições mínimas requeridas para a sustentabilidade ambiental, principalmente, induz o produtor de laranjas a atender os requisitos mínimos de tecnologia do sistema de produção, da economia das empresas e do capital humano.

Ocorrendo diferenças significativas entre os produtores, as agroindústrias podem atuar no município, no sentido de alavancar a produtividade dos pomares como um todo, dando ao município melhores condições de desenvolvimento econômico.

Nessas condições, a oferta de produto de boa qualidade e bom preço atua diretamente na sustentabilidade empresarial tanto da agroindústria quanto do produtor rural pois, permite então, que a agroindústria processe os subprodutos da laranja, otimizando seus custos operacionais e obtendo maior lucro.

4. REFERÊNCIAS

ATTÍLIO, Lísia Borges. **Mudança genética é alternativa contra doenças em citros**. Disponível em: < <http://ruralcentro.uol.com.br/noticias/mudanca-genetica-e-alternativa-contra-doencas-em-citros-71476#y=500> >. Acesso em: 21 jul. 2013.

BOTELHO, Izildinha. **A história das laranjeiras**. Disponível em: < <http://www.sociedadedigital.com.br/artigo.php?artigo=126&item=2> >. Acesso em 5. out. 2007.

CARMO, Roberto Luiz do et. al. **Água virtual: o Brasil como grande exportador de recursos hídricos**. Disponível em < ftp://ftp.sp.gov.br/fypiea/congressos/cong-água2_01_06.pdf >. Acesso em: 09 jun. 2008.

GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. 11 ed. Piracicaba. Nobel, 1985.

HASSE, Geraldo. **A Laranja no Brasil**. São Paulo: Duprat & Lobe Propaganda, 1987. Disponível em < http://www.abecitrus.com.br/historia_br.html#tmundo >. Acesso em: 2 out. 2007.

LARANJA. **Associação de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Rondônia**. Disponível em: < <http://www.emater-rondonia.com.br/Laranja.htm> >. Acesso em 27. out. 2007.

LOCKERETZ, W. **Open questions in sustainable agriculture**. American Journal Alternative of Agriculture, Greenbelt, v. 3, p. 174-181, 1988.

MARTINS, I. S. et al. **Divergência Genética em Progênes de uma população de *Eucalyptus Camaldulensis* DEHNH**. Floresta e Ambiente v. 9 n. 1, p. 81 a 89, jan./dez. 2002.

MEDEIROS, José da Cunha et al., **Edafologia in O agronegócio do algodão no Brasil**. 2. ed. ver. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

PARR, J. F.; STEWART, B. A.; HORNICK, S. B.; SINGH, R. P. **Improving the sustainability of dryland farming systems: a global perspective**. *Advanced Soil Science*, New York, v. 13, p. 1-7, 1990.

PESQUISA MOSTRA A IMPORTÂNCIA DO SETOR CITRÍCOLA NO PAÍS. Revista USP RIBEIRÃO. Disponível em < <http://www.pcarp.usp.br/acsi/anterior/692/newpage6.htm> >. Acesso em: 03 nov. 2007.

PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. **Análise de Dados para Ciências Sociais: a complementaridade do SPSS**. 4. ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2005.

PIRES, A. V. et al. **Estudo da divergência genética entre seis linhas de aves Legorne utilizando técnicas de análise multivariada**. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 54, n 3. Belo Horizonte. Junho de 2002.

REIS, E. **Estatística Multivariada Aplicada**. 2 ed. Lisboa, Silabo, 2001.

SILVA, P. L. N. **Amostragem e as estatísticas públicas**. Brasília, Departamento de Metodologia. Disponível em: < www.de.ufpb.br/PalestraPedroIBGE.pdf >. Acesso em: 23 fev. 2005.

TRACY, John A. **Finanças: ideias inovadoras e dicas que realmente funcionam**. Tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. Tradução de Alfredo Alves de Farias. 7 eds. Rio de Janeiro, LTC, 1999.

TRISTEZA “Citrus tristeza vírus” (CTV) Informativo Abecitrus. Disponível em < <http://www.fundecitrus.com.br/doencas/tristeza.html> >. Acesso em: 03 Nov. 2007.

USDA. **Soil-yearbook of agriculture**. Washington: U.S Government Printing Office, 1957.

VACCARO, S. et al. **Incremento em área basal de árvores de uma floresta estacional decidual, em três fases sucessionais, no município de Santa Tereza, RS**. *Ciência Floresta*, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 131-142. Disponível em: < <http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v13n2/A14V13N2.pdf> >. Acesso em: 15 jun. 2013.

VEIGA, Jonas Bastos de et al. **Cadeia produtiva do leite**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/GadoLeiteiroZonaBragantina/paginas/cadeia.htm>. Acesso em: 03 jun. 2008.

VIEIRA, Sônia. **Estatística Experimental**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.