

APLICAÇÕES DE TÉCNICAS DE ANÁLISE MULTIVARIADA NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE QUÍMICA E SENSORIAL DE CAFÉ¹.

Aline da Consolação Sampaio Clemente², Marcelo Angelo Cirillo³, Marcelo Ribeiro Malta⁴, Franciele Caixeta⁵, Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa⁶

¹Trabalho financiado pelo consórcio Pesquisa Café

²Bolsista Pós-Doc CAPES/Embrapa, Universidade Federal de Lavras, Lavras- MG, alineagrolavras@gmail.com

³Professor, Dr., Universidade Federal de Lavras, Lavras- MG, macufla@gmail.com

⁴Pesquisador, Dr., Epamig-Sul de Minas, Lavras – MG, marcelomalta@epamig.ufla.br

⁵Bolsista Pós-Doc CNPq, Universidade Federal de Lavras, Lavras- MG, francielecaixeta@yahoo.com.br

⁶Pesquisadora, PhD, Embrapa Café, Lavras – MG, sttela.rosa@embrapa.br

RESUMO: As condições de produção, bem como as operações pós-colheita de processamento, secagem e as condições de armazenamento podem acarretar alterações na composição físico-químicas dos grãos de café, influenciando diretamente na qualidade de bebida. Embora muito utilizadas nestes estudos, as análises estatísticas univariadas nem sempre permitem interpretações e conclusões consistentes sobre os efeitos destes fatores. Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar a utilização de análises multivariadas na interpretação dos efeitos das operações pós-colheita na qualidade de grãos de café. Foram utilizados frutos de *Coffea arabica* L., cultivar Catuaí Amarelo IAC 144, os quais foram processados para obtenção de café natural, café desmucilado e café despulpado. Os cafés foram secados até atingirem 12% de umidade, por meio de três métodos de secagem: ao sol, à sombra e em secador mecânico e foram armazenadas por 0, 4, 8 e 12 meses em câmara fria. A qualidade do café foi avaliada por análise sensorial e da composição química. Foi utilizada a análise de componentes principais para o grupo de dados destas variáveis e análises exploratórias representadas pelos gráficos *Multi-Vari Chart* em relação aos escores. Pela análise dos três primeiros componentes principais houve melhor discriminação dos escores para o efeito do processamento. Com as análises exploratórias, foi possível observar altos valores de condutividade elétrica para os cafés naturais. O processamento natural também difere dos demais, onde são observados menores valores de açúcares não redutores, açúcares totais e sólidos solúveis. Apesar da diferenciação dos cafés naturais quanto aos componentes químicos, não se observou grandes diferenças nos resultados da análise sensorial. Apenas para o método de secagem por secador mecânico, houve maior redução da pontuação final dos cafés naturais entre o início e o final de armazenamento. Conclui-se que as técnicas multivariadas utilizadas podem ser consideradas como importante ferramenta para compreender o comportamento e correlação entre as diversas variáveis, em relação aos efeitos do processamento, secagem e armazenamento na qualidade química e sensorial do café.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica* L., análise de componentes principais, *Multi-Vari Chart*

APPLICATIONS OF MULTIVARIATE ANALYSIS TECHNIQUES IN THE EVALUATION OF CHEMICAL AND SENSORY QUALITY OF COFFEE.

ABSTRACT: Production conditions, as well as post-harvest operations such as processing, drying and storage conditions may cause changes in the physico-chemical properties of coffee beans, directly influencing the quality of the beverage. Although widely used in these studies, the univariate statistical analysis cannot always consistent interpretations and conclusions about the effects of these factors. As this study aimed to evaluate the use of multivariate analysis in the interpretation of results of the effect of post-harvest operations in quality coffee beans. Were used fruits of the *Coffea arabica*, Catuaí Yellow IAC 144. It were processed to obtain natural, pulped and husking coffee. The coffees were dried until about 12% moisture by three drying methods: the sun, the shade and mechanical dryer and it were stored for 0, 4, 8 and 12 months in the cold room. The coffee quality was evaluated by sensory analysis and chemical composition. We used principal component analysis for group data of several variables and exploratory analyzes represented by *Multi-Vari Chart* in relation to the scores. For the analysis of the first three principal components, a better discrimination of the scores for the purpose of processing. In exploratory analyzes, we observed high values of electrical conductivity for natural coffees. The natural processing also differed from the others, which are observed lower values of non-reducing sugars, total sugars and soluble solids. Despite the differentiation of natural coffees as the chemical components not observed major differences in the results of the sensory analysis. As for the method of drying mechanical dryer, there was a greater reduction of the final score of the natural coffees between the beginning and end of storage. It is concluded that multivariate techniques used can be considered as an important tool to understand the behavior and correlation between the different variables in relation to the effects of processing, drying and storage on chemical and sensory quality of the coffee.

KEY WORDS: *Coffea arabica* L., análise de componentes principais, *Multi-Vari Chart*

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café. No entanto, Para se manter nesse mercado tão competitivo é importante que o café brasileiro apresente características peculiares de sabor e aroma, visando atender a diversos mercados. As condições de produção, bem como as operações pós-colheita, como a seleção de frutos, processamento, secagem e as condições de armazenamento influenciam na qualidade dos grãos de café.

Para a avaliação da qualidade do café, a utilização de análise sensorial se tornou uma ferramenta imprescindível, porém os resultados desta análise dependem de provadores treinados, das condições de realização das provas e do pressuposto de realização do teste (DUTCOSKY, 2007). Com isso, há necessidade de outras análises que possam assegurar a confiabilidade dos resultados, como é o caso das análises químicas.

As alterações na composição físico-químicas dos grãos de café que influenciam na perda da qualidade sensorial, podem ser avaliadas por meio de análises da composição química, análise de lixiviados, dentre outros.

A oportunidade de sumarizar, sucintamente, grandes grupos de dados, principalmente de natureza diferente, tem contribuído para o crescente interesse em métodos multivariados. A técnica de componentes principais tem o propósito de analisar estruturas de correlação e tem como um dos objetivos resumir um grande conjunto de caracteres em outro menor e de sentido biológico. Esta análise pode ajudar a interpretar os resultados, eliminando as informações redundantes existentes em decorrência da correlação entre as variáveis e pode ser usado para julgar a importância das próprias variáveis originais escolhidas, ou seja, aquelas que apresentam maior peso e são mais importantes do ponto de vista estatístico (Moita Neto & Moita, 1998).

Com isso, o objetivo nesta pesquisa foi utilizar a análise multivariada para interpretação dos efeitos de diferentes métodos de processamento e secagem na qualidade de grãos de cafés armazenados.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados frutos da espécie *Coffea arabica* L., cultivar Catuaí Amarelo IAC 144. Os frutos foram processados para obtenção de café natural, café desmucilado (descascado e desmucilado mecanicamente) e café despulpado (descascado e desmucilado por fermentação em água). Os cafés foram secados até atingirem cerca de 12 % de umidade por meio de três métodos de secagem: ao sol, à sombra e em secador mecânico de camada fixa com temperatura de 35°C na massa de grãos, e foram armazenadas por 0, 4, 8 e 12 meses em câmara fria a 10°C e 50% de UR. A qualidade do café foi avaliada por meio de análises químicas para determinação de cafeína (Caf.), polifenoloxidase (PFO), de trigonelina (trig.), ácido clorogênico (5-ACQ), acidez titulável total (ATT), açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR), açúcares totais (AT), sólidos solúveis (SS), extrato etéreo (EE) e proteínas total (PT). Os grãos foram ainda submetidos ao teste de condutividade elétrica e à análise sensorial (nota final).

As análises estatísticas foram realizadas por meio do software R (2013) para o estudo do efeito conjunto dos fatores de variação, processamento, secagem e época de armazenamento, na composição química do grão cru de café. Para os dados de qualidade sensorial de bebida de café foi aplicada à técnica de componentes principais em conjunto com as análises exploratórias representadas pelos gráficos Multi-Vari Chart em relação aos escores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A principal utilidade da Análise de componentes principais é reduzir a dimensionalidade do conjunto de dados, restando tanta informação quanto possível num menor número de componentes principais (CP). Assim, o primeiro CP é a combinação das variáveis que explica a maior proporção da variação total dos dados. O segundo CP define a maior variação seguinte e assim sucessivamente. As Figuras 1 a 3 demonstram o ajuste dos três primeiros componentes principais para os dados da qualidade química e sensorial dos cafés submetidos aos diferentes processamentos, épocas de armazenamento e métodos de secagem. Os resultados indicaram que 70% da variação no conjunto de dados eram explicados por apenas três CPs, com melhor discriminação dos escores para efeito do processamento em relação aos demais fatores.

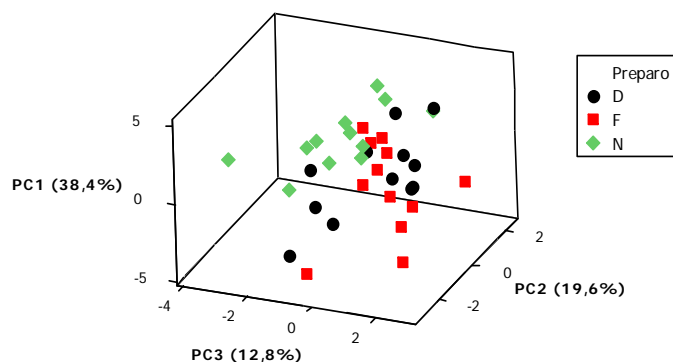


Figura 1 – Diagrama para os escores dos três componentes principais para cafés submetidos a diferentes processamentos (Natural – N; Despolpado – F e Desmucilado – D).

Os diferentes processamentos mostraram elevada variabilidade interna, com melhor discriminação dos escores das análises químicas e sensoriais dos cafés tipo Natural, em relação aos demais, demonstrando que existe um efeito maior deste fator sobre a composição química dos grãos de café.

Com relação aos *scores* obtidos das épocas de armazenamento, pode-se notar, de forma geral, que a segunda e terceira épocas podem ser separadas e melhor visualizadas verticalmente no gráfico. Já os *scores* da primeira época encontram-se próximos ao centro do gráfico, provavelmente por que no início do armazenamento, os grãos sofrem menos influência dos tratamentos. Ao longo do armazenamento, os *scores* encontram-se mais distantes dentro da mesma época, com diferentes comportamentos entre os tratamentos.

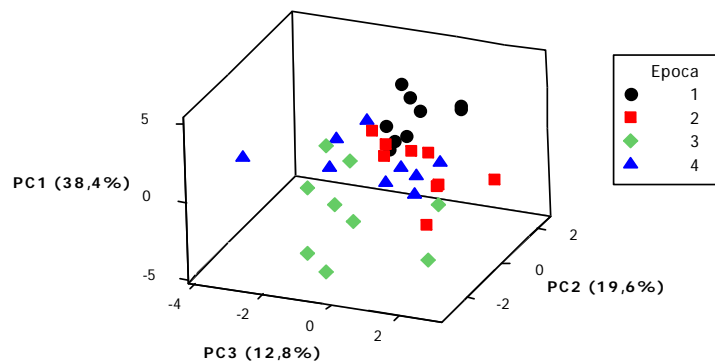


Figura 2 – Diagrama para os escores dos três componentes principais para cafés armazenados (0, 4, 8 e 12 meses).

Para as análises dos três primeiros componentes principais para as diferentes épocas de armazenamento, é possível observar maior proximidade dos escores resultantes das análises químicas e sensoriais para os cafés não armazenados (1 época). Com o avanço do período de armazenamento, observou-se maior variabilidade dentro de cada fator. Possivelmente por que, ao longo do armazenamento, pode haver maior influência dos tratamentos.

Na Figura 3, estão apresentados os escores dos resultados das análises de composição química dos grãos e sensoriais submetidos a diferentes secagens. Pela análise gráfica, não foi possível detectar diferenças entre os tratamentos de secagem. Foi observada grande variabilidade dentro e entre os tratamentos, não sendo possível agrupar os resultados pela análise de CPs.

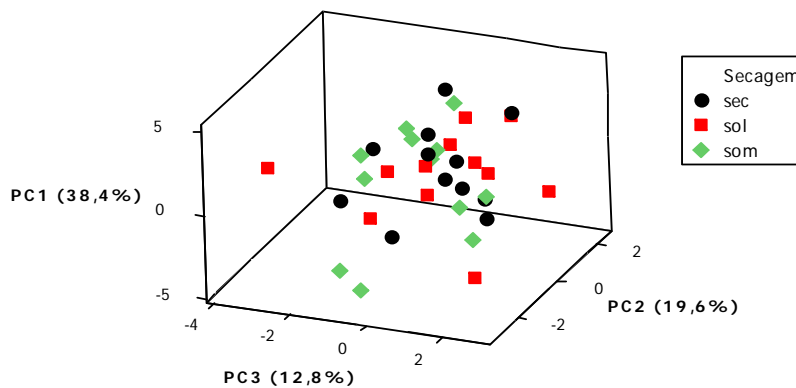


Figura 3 – Diagrama para os escores dos três componentes principais para cafés submetidos a diferentes métodos de secagem (sol, sombra e secador).

Com o propósito de identificar as variáveis correlacionadas, o gráfico ilustrado na Figura 4 corresponde ao *biplot* das variáveis respondidas, considerando os dois primeiros componentes.

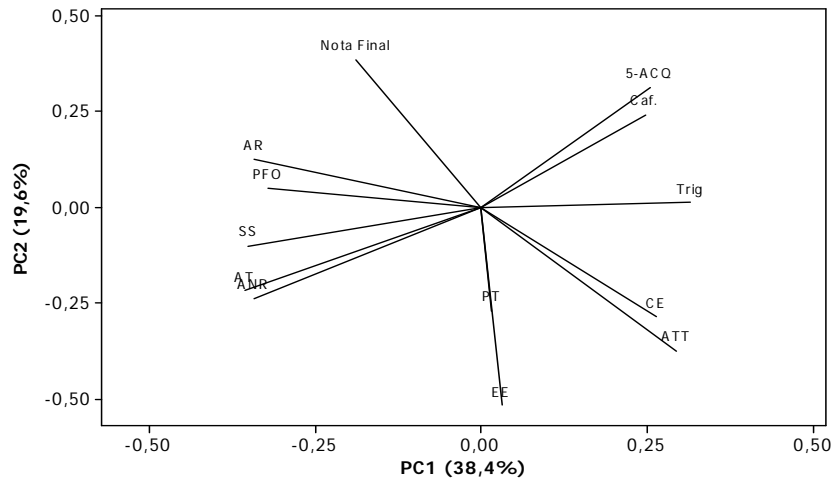


Figura 4 – Biplot dos scores para as variáveis químicas e análise sensorial

Nota-se que os vetores com ângulos próximos indicam que as variáveis representadas pelos componentes estão correlacionadas e, assim sendo, o número de variáveis a serem avaliadas pode ser reduzido. Desta forma, arbitrariamente, procedeu-se com a análise das variáveis descritas nas figuras seguintes em função dos efeitos de secagem e época. Da mesma forma, procedeu-se com o gráfico dos efeitos do fator processamento (Figura 1). O *Multi-Vari Chart* mostra graficamente a variação de uma característica de qualidade para múltiplos fatores. O objetivo do gráfico é permitir a identificação do fator ou fatores que têm o maior efeito sobre a variabilidade. Na Figura 5, valores elevados de condutividade elétrica são observados para os cafés naturais armazenados por oito e doze meses, independente do tipo de secagem. Tais resultados diferem dos resultados de condutividade elétrica originados de cafés processados por via úmida, com menores valores. A condutividade elétrica é considerada um bom indicador de alterações fisiológicas que podem comprometer a qualidade de bebida. Níveis elevados de condutividade elétrica correspondem à menor integridade de membranas.

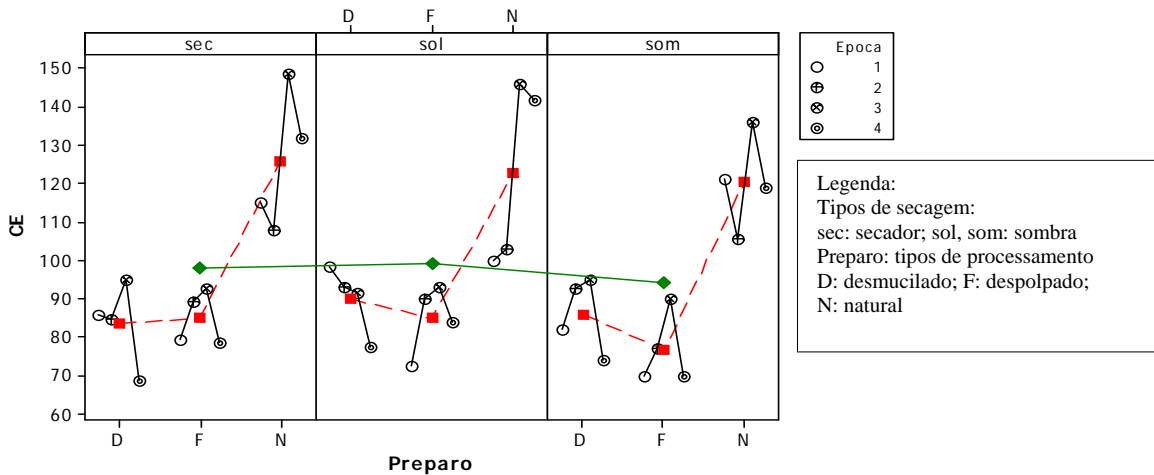


Figura 5 – *Multi-VariChart* para a variável condutividade elétrica.

Pela Figura 6, pode-se observar que os cafés naturais apresentam de forma geral, menores teores de açúcares não redutores em comparação com os cafés despulpados e desmucilados, independentemente do método de secagem. Correlacionadas à característica dos açúcares não redutores, encontram-se os resultados dos açúcares totais e sólidos solúveis. Os teores de açúcares não redutores possuem uma associação positiva com a qualidade do café. Esses compostos participam de importantes reações químicas que ocorrem durante a torração, como a reação de *Maillard* e ou a caramelização, os quais originam compostos responsáveis pela formação da cor, sabor e do aroma peculiar da bebida (BORÉM et al., 2006).

Para os resultados dos teores de cafeína (Figura 7), observou-se grande variação entres os diferentes processamentos, tipos de secagem e armazenamento. De forma geral, os teores de cafeína diminuem ao longo do armazenamento. Segundo Illy e Viani, 1995. A quantidade de cafeína presente no café é responsável por 10% do seu amargor, no entanto, o teor de cafeína não tem efeito direto na qualidade sensorial.

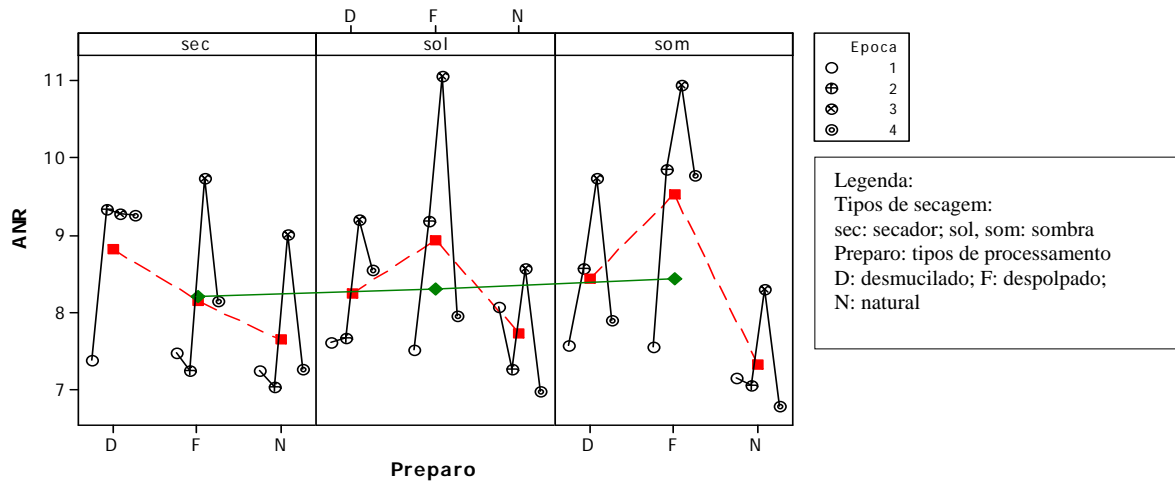


Figura 6 – Multi-Aari Chart para a variável Açúcar não redutor.

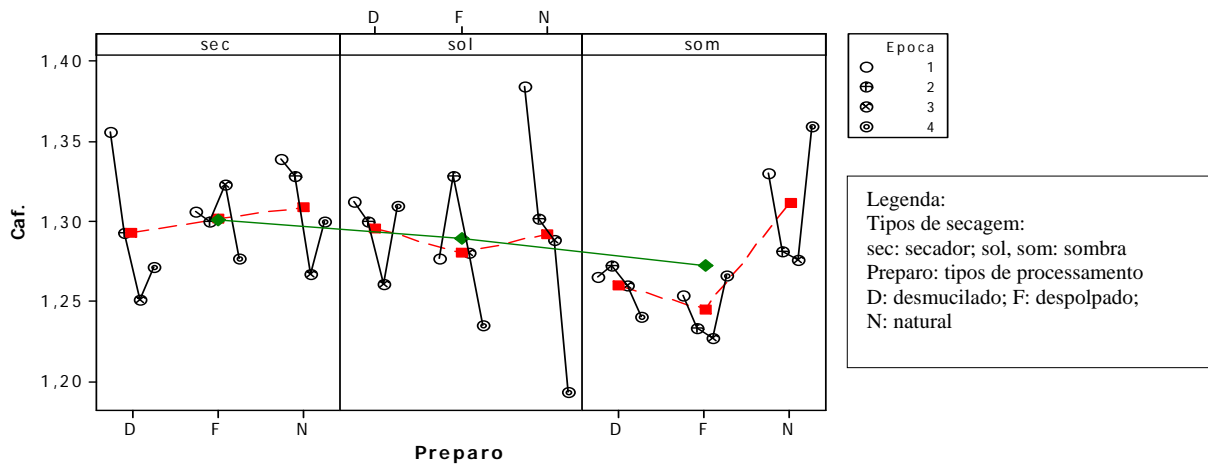


Figura 7 – Multi-Aari Chart para a variável teor de cafeína.

Pela Figura 8, observou-se aumento dos teores de açúcares redutores ao final do armazenamento para todos os tratamentos, independentemente do método de secagem. Considerando os diferentes processamentos, os cafés naturais obtiveram menores teores de açúcares redutores. Estes resultados correlacionaram com os resultados dos teores de polifenóis.

Pela análise sensorial (Figura 9) não foi possível observar grandes divergências entre os diferentes tipos de café, quanto aos resultados das notas finais, para os cafés secados a sol e sombra. Porém no método de secagem por secador mecânico, houve maior redução da pontuação final dos cafés naturais entre o início e o final de armazenamento.

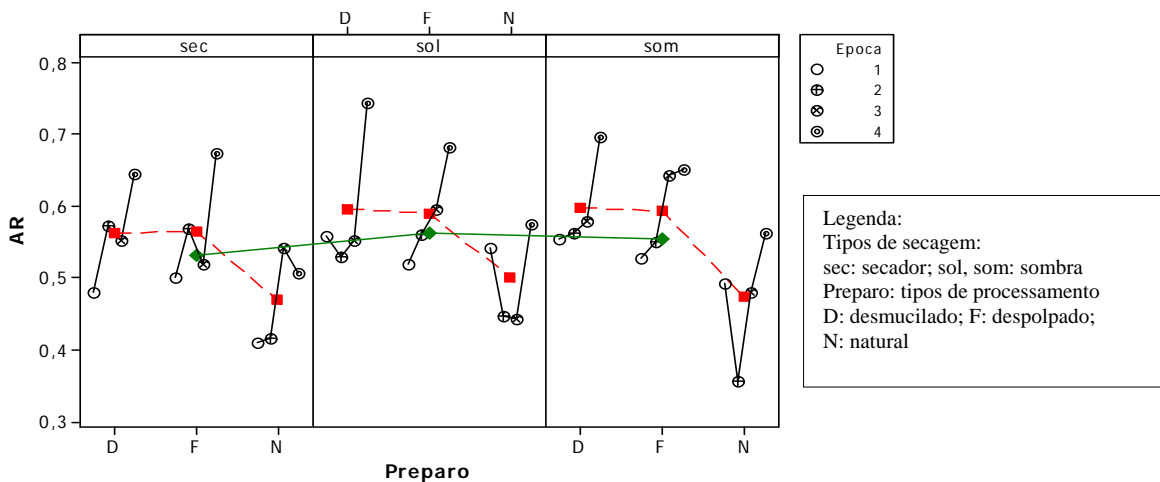


Figura 8 – Multi-Vari Chart para a variável açúcares redutores.

Na literatura são encontrados relatos que descrevem os cafés produzidos por via seca com qualidade comparativamente inferior à dos cafés produzidos por via úmida (PEREIRA et. al, 2002; VICENTE, 1987). No entanto, as variações na qualidade do café têm sido discutidas, principalmente, em função da presença ou da ausência de defeitos na bebida. Neste caso, a ausência de cuidados na colheita e na secagem resulta, com maior probabilidade, em cafés naturais com fermentações indesejáveis e qualidade inferior (BORÉM, 2008). Entretanto, no caso do presente estudo, todos os cuidados na colheita e processamento dos frutos foram realizados para obtenção de matéria-prima de boa qualidade, o que denota maior possibilidade de perda de qualidade dos cafés naturais secados em secadores mecânicos que as demais formas de processamento avaliadas.

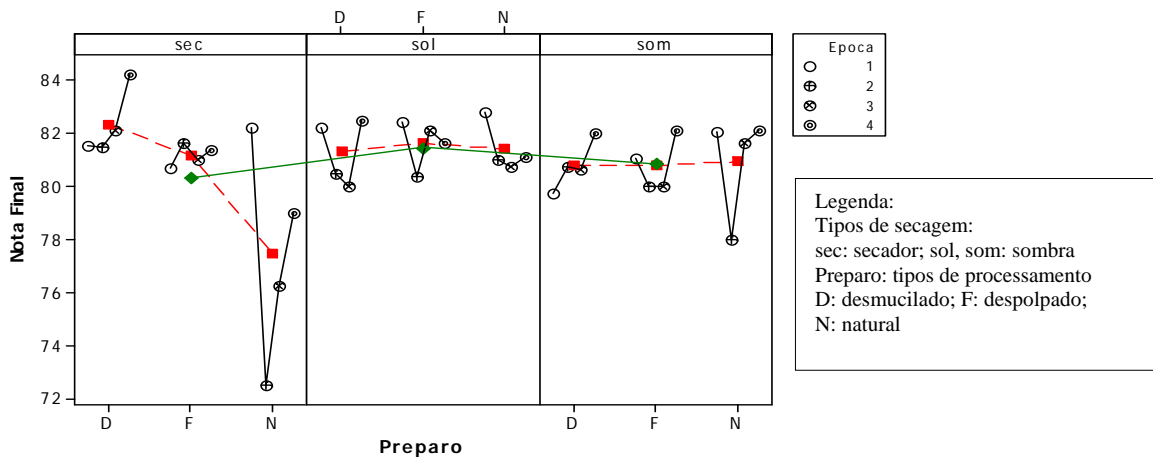


Figura 9 – Multi-Vari Chart para a variável nota final.

CONCLUSÕES

As técnicas multivariadas utilizadas podem ser consideradas como importantes ferramentas para compreender o comportamento e correlação entre as diversas variáveis, em relação aos efeitos do processamento, secagem e armazenamento na qualidade química e sensorial do café.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORÉM, F.M. Pós-colheita do café. Lavras: UFLA, 2008. v.1, p.631.
- BORÉM, F.M.; RIBEIRO, D.M.; PEREIRA, R.G.F.A.; ROSA, S.D.V.F. da; MORAIS, A.R. de. Qualidade do café submetido a diferentes temperaturas, fluxos de ar e períodos de pré-secagem. *Coffee Science*, Lavras, v.1, n.1, p.55-63, abr./jun. 2006.
- DUTCOSKY, S. D. Análise Sensorial de Alimentos. Curitiba: Champagnat, 2007. 210 p.
- ILLY, A.; VIANI, R. Espresso coffee: the chemistry of quality. London: Academic, 1995. 253 p.
- MOITA NETO, J. M. & MOITA, G. C. 1998. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. *Química Nova*, 21(4): 467-469.
- PEREIRA, R.G. F. A.; VILLELA, T. C.; ANDRADE, E. T. Composição química de grãos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tipos de pré-processamento. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2002, Vitória. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA CAFÉ, 2002. p. 826-831.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R, **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 10/07/2013.
- VICENT, J. C. Green coffee processing. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). *Technology*. London: Elsevier, 1987. p. 1-33.