

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE CAFÉS, COM CONSUMIDORES NÃO TREINADOS A PARTIR DO PROJETO DE EXPERIMENTOS: DOE - DESIGN OF EXPERIMENTS

Marize Lyra Silva Passos (Ifes)
marize@ifes.edu.br

Lucas Louzada Pereira (Ifes)
lucaslozada@hotmail.com

DANILO DE CARVALHO (Ifes)
danilocarvalho@gmail.com

Carla Schwengber ten Caten (UFRGS)
tencaten@producao.ufrgs.br



Diariamente milhares de pessoas consomem café ao redor do mundo, fazendo desta bebida única e completamente distinta. Os fatores inerentes a qualidade são características que ditam os condicionantes de valor da commodity. O mercado global em constante evolução exige elevados padrões de qualidade, de posse desta informação, o Brasil, maior produtor de café do mundo, tem adotado estratégias para promoção da melhoria da qualidade, seja nas zonas de produção, seja na criação de novos processos que possam melhorar a qualidade final do produto. Este artigo tem por objetivo averiguar o grau de aceitação de amostras de café rio, que foram tratadas com ácido láctico (ácido orgânico), para a melhoria da qualidade final da bebida, seguido da aceitação de uma amostra de café conilon puro e um blend de café arábica e café conilon, na proporção de 50/50. Todas as amostras foram preparadas no laboratório de qualidade de cafés do Instituto Federal do Espírito Santo, sendo que as amostras de café rio, sofreram imersão em solução de água na proporção 500 ml para 300 gramas de café em grão cru, com concentrações de 1%, 2% e 5% de ácido láctico, tendo como base uma testemunha de café rio, seguido de uma amostra de café conilon e um blend de café rio (sem tratamento químico) e café conilon. Como ferramenta para avaliação do estudo, empregou-se o projeto de experimentos (DOE - Design of Experiments), para avaliação dos resultados. Os dados indicam que o atributo cor, pouco interfere nas análises dos consumidores e que existe potencial para melhoria do café rio a partir da imersão em ácido láctico.

Palavras-chave: Café rio, café conilon, ácido láctico, projeto de experimentos

1. Introdução

No Brasil o café é uma das bebidas mais consumidas por todas as classes sociais. Essa bebida comumente faz parte do cotidiano dos brasileiros e se constitui em uma fonte de alimento para milhares de pessoas. Läderach et al (2011) enfatiza que a cadeia produtiva do café, tem adotado algumas estratégias de diferenciação, essas ações variam desde práticas agronômicas e de processamento, bem como na exploração e monitoramento de seus efeitos sobre a qualidade do produto.

Para Bhumiratana et al (2011), os componentes aromáticos são particularmente importantes em cafés e estes componentes são os principais constituintes da experiência sensorial de quem aprecia a bebida. O processo de avaliação e análise sensorial de cafés, constitui em uma tarefa complexa, devido as variações de aromas, sabores, seus diversos compostos químicos, que durante o processo de torração podem ultrapassar mais de 800 compostos aromáticos (ALVARADO & LINNEMANN, 2010), dentre outros fatores.

Spers et al (2005) enfatiza que existem preferências de padrões distintos no momento dos provadores avaliarem os cafés, principalmente quanto as divergências de avaliação de aroma e sabor. Nesta perspectiva, é possível entender a complexidade do processo de avaliação sensorial de uma bebida, que é comumente consumida ao redor do mundo. Para Teixeira (2002), no Brasil, o café sempre foi tratado como um produto homogêneo, de tal sorte que apenas o preço influenciava a quantidade demandada. Sendo assim, o país adotou uma política que prioriza a quantidade exportada de grãos, não se preocupando, em termos relativos, com as eventuais mudanças no gosto e nas preferências dos consumidores. Entretanto, observa-se hoje a formação de uma nova geração de consumidores de café no país.

Para Aguiar (2011), o consumidor brasileiro tem mudado seus hábitos em relação ao consumo de café no mercado interno e que o consumidor começa-se a afastar a ideia de que todo café é igual e que é reservado ao consumidor brasileiro os produtos de pior qualidade. Para atender este mercado que esta tornando-se cada vez mais exigente e necessário que se ofereça novos produtos com características diferenciadas. Para isso faz-se necessário investigar quais os fatores que afetam a percepção geral que os consumidores têm dos cafés.

Este trabalho propõe-se a avaliar que fatores, inerentes às características intrínsecas dos grãos, afetam a nota final que consumidores atribuem a amostras de cafés diversos. Para determinar esta aceitação os testes afetivos foram feitos com participantes que representem a população de consumidores atuais e/ou potenciais do produto, e para isso utilizou-se a escala hedônica, na qual o consumidor pode expressar sua aceitação seguindo uma escala previamente estabelecida que varia gradativamente entre gosta e desgosta.

Os cafés testados neste estudo são frutos de amostras submetidas a tratamentos de lixiviação do ácido fênico, com intuito de melhorar a qualidade final da bebida do café arábica bebida rio, que se constitui como grande representante dos blends das indústrias torrefadoras de café no Brasil.

Este projeto teve como hipóteses iniciais a afirmação de que o aroma, a cor e o sabor são fatores determinantes para a obtenção de uma nota geral dada a amostras de cafés por provadores não treinados.

2. Material e métodos:

As amostras de café:

Os cafés A1 – A2 e A3 pertencem ao gênero (*Coffea arábica L.*) e constituíam-se como café bebida Rio, bebida com sabor forte e desagradável, lembrando iodofórmio ou ácido fênico (SIMÕES, 2008). Estes três lotes sofreram tratamentos de lixiviação por 12 horas em Erlenmeyer de 1 litro, com aditivos químicos, ácido láctico (ácido orgânico, presente naturalmente nos alimentos), com concentrações de 1%, 2% e 5% respectivamente.

Os cafés foram imersos em água filtrada, na proporção de 600 ml para 300 gramas de café arábica. As amostras de café foram classificadas e retirados os defeitos intrínsecos e extrínsecos, o café foi peneirado 16 acima, com jogo de peneiras de laboratório de classificação de café.

As quantidades de ácido já mencionadas, foram adicionadas ao café durante 12 horas em laboratório, com 03 repetições em 03 dias diferentes. Depois de retirada do material do laboratório, as amostras tratadas com ácido láctico foram secas em estufa térmica com temperatura de 44 a 55 graus °C em bandejas fixas por 8 horas, até chegarem ao teor de umidade de 13% na massa do café.

O experimento com o café arábica bebida **Rio**, foi introduzido no teste sensorial para avaliar da percepção dos consumidores quanto a modificação de aroma, sabor, cor e impressão

global. Tendo em vista o potencial de lixiviação do ácido fênico, que é característico e muito presente no café arábica bebida Rio. A amostra R5 (pertence ao gênero *Coffea Arábica L.*), foi considerada como testemunha, pois as amostras A1, A2 e A3 são provenientes do mesmo lote de café, porém R5 não sofreu qualquer processo de tratamento químico.

A amostra C4 pertence ao gênero Conilon e foi introduzida no experimento para avaliação do potencial de consumo puro, tendo em vista que os cafés Conilons possuem mais resistência do mercado e são amplamente utilizados em *blends* para a indústria.

A amostra B6 é composta de 50% de café arábica bebida Rio oriunda do mesmo lote da amostra R5 e 50% de café Conilon, bebida padrão Nestlé 7.1 oriunda do lote C4.

As misturas de café ou *blends* são muito utilizadas quando se deseja manter uma uniformidade de sabor no produto. Essa prática é normalmente utilizada na obtenção de chás, cafés, vinhos, uísques, especiarias etc. (FERNANDES et al, 2003).

Condução do projeto de experimento:

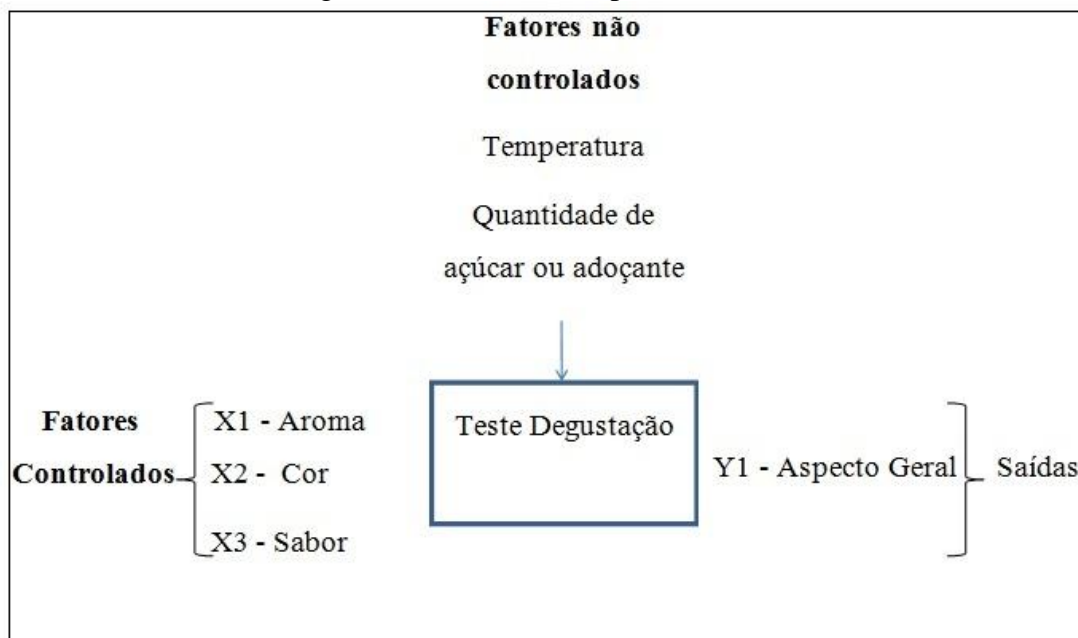
Para realização do estudo, foi utilizada a metodologia conhecida como projeto de experimentos (*a*) que se destina a otimizar o planejamento, execução e análise de um experimento permitindo com que se estruture a sequência de ensaios de forma a traduzir os objetivos preestabelecidos pelos pesquisadores (RIBEIRO, CATEN, 2014). Tal metodologia, apoiada fortemente em conceitos estatísticos, permitiu que os experimentos fossem estruturados de forma sequencial traduzindo os objetivos preestabelecidos pelos pesquisadores, permitindo chegar a conclusões confiáveis, fundamentadas na estatística.

O projeto de experimento está dividido em cinco fases: ***ouvir a voz do cliente; ouvir a voz do engenheiro; planejamento final e execução do experimento, análise dos resultados e a otimização do produto ou processo.*** (RIBEIRO E CATEN 2014).

Nas duas primeiras fases da metodologia, foi definido as características de qualidade (características do processo que o cliente percebe como importante), seguida da definição dos parâmetros de entrada (tradução das características da qualidade em uma linguagem técnica). Para essas definições, neste projeto, foram considerados os recursos materiais e tempo disponível para a execução do projeto.

A seguir na Figura 1 temos o modelo do experimento apresentado neste trabalho. Esse projeto tem como base um experimento do tipo 2^K .

Figura 1 – Modelo do experimento DOE



Fonte: Modelo proposto pelos autores

2.1. Ouvir a voz do cliente

A voz do cliente expressa às características de qualidade esperadas de um produto ou processo e apresenta aspectos que podem ser vagos, nesta fase deve-se, também, identificar a importância relativa das características levantadas. Nesta pesquisa as características de qualidade (CQ) que foram identificadas estão expressas na Tabela 1.

Tabela 1 - Voz do cliente - o que testar

Característica de Qualidade (CQ)	Importância
Paladar	1.0
Odor	0.9
Visão	0.7

Fonte: Características definidas pelos autores

2.2. Ouvir a voz do especialista

A voz do especialista define as características técnicas necessárias ao produto ou ao processo que está sendo analisado, essas características, são quantitativas e mensuráveis. Os especialistas também devem criar as variáveis de respostas associada a cada característica da

qualidade (CQ), no caso desta pesquisa estas variáveis estão demonstradas na Tabela 2 e para cada uma foi atribuída, também, a sua tipologia, alvo, especificações máxima e mínima bem como a sua importância relativa.

Tabela 2 - Variáveis de respostas qualitativas

Variáveis de Resposta	Tipo (Maior, menor, nominal)	Alvo (unidade)	Especificações		Importância Relativa (IE)
			Min	Max	
Y1: Nota Geral	maior-melhor	7	1	9	1

Fonte: Variáveis definidas pelos autores

Nesta etapa são definidos, também, os parâmetros do processo, Tabela 3, que podem ser controláveis ou não.

Tabela 2 - Variáveis de parâmetros do produto/processo

Designação	Controlável	Intervalo de Variação	Unidade
X1: Temperatura	Não	90 °C a 100 °C	°C
X2: Quantidade de açúcar	Não	3 a 7	g
X3: Quantidade de adoçante	Não	3 a 7	g
X4: Sabor	Sim	1 a 9	Número
X5: Aroma	Sim	1 a 9	Número
X6: Cor	Sim	1 a 9	Número

Fonte: Variáveis definidas pelos autores

O número de fatores controláveis foram 3 (três), os quais variavam em relação ao número de níveis, de acordo com a Tabela 4.

Tabela 3 – Fatores controláveis

Fator	Nº de níveis	Níveis	Unidade
X1: Sabor	9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	Número
X2: Aroma	9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	Número
X3: Cor	9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	Número

Fonte: Fatores definidos pelos autores

Para trabalhar com estes dados no *software* Minitab[®] com um planejamento composto de terceira ordem foi necessário codificar os níveis anteriores conforme demonstrado na Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 - Planejamento composto de terceira ordem apresentado em níveis codificados e níveis reais

Níveis Reais			Níveis Codificados		
Aroma	Cor	Sabor	Aroma	Cor	Sabor
1 - 5	1 - 5	1 - 5	-1	-1	-1
6 - 9	6 - 9	6 - 9	+1	+1	+1

Fonte: Características definidas pelos autores

O experimento foi realizado com o máximo de 40 ensaios em função do tempo, valor e facilidade de obter provadores dispostos a participar da experiência. Para isso foram feitas 10 repetições. Fatores não mantidos constantes, tampouco controlados foram considerados como fatores de ruído, que são responsáveis pelo erro experimental, conforme Tabela 6:

Tabela 6: Fatores não controlados

Fatores de Ruídos

Z1: Temperatura

Z2: Quantidade de açúcar

Z3: Quantidade de adoçante

Fonte: Fatores definidos pelos autores

A matriz experimental e a ordem dos ensaios utilizadas no experimento foram criadas no *software* Minitab[®]. Neste trabalho foram feitas dez (10) repetições do experimento. Para facilitar a transferência dos dados coletados não foi feita à randomização restrita dos ensaios no *software* Minitab[®], mas a ordem das degustações foi randomizada para evitar a influência da sequência das degustações no resultado. E, não houve a necessidade de bloquear o experimento, pois, as degustações foram feitas em um único dia.

Para a realização dos experimentos a ordem em que as amostras foram passadas para os consumidores foi aleatória, para evitar que a sequência da degustação afetasse os resultados.

Os consumidores tinham em sua ficha de teste de aceitação uma sequência de amostra. Cada um solicitava aos pesquisadores, na ordem de sua ficha a amostra que iria degustar.

2.3. Descrição do perfil amostral do estudo:

Para este experimento foram utilizadas 6 amostras de cafés, sendo 4 amostras do tipo Arábica (bebida rio), tratadas com solução de ácido láctico (ácido orgânico em solução de água), para melhoria do sabor final da bebida; uma amostra de Conilon (padrão Nestlé) e um blends, composto de 50% de arábica e 50% de conilon. As amostras utilizadas nesse trabalho sofreram o mesmo tempo de torração e moagem. A população alvo desta pesquisa foi o consumidor habitual de café do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) campus de Venda Nova do Imigrante.

As amostras foram avaliadas por 59 consumidores, sendo 32 mulheres e 27 homens, com faixa etária entre 18 e 63 anos. Sendo que a maioria possui até 30 anos (57%). Destes testes foram utilizados 40 escolhidos de forma aleatória.

2.4. Teste de Aceitação:

O teste de aceitação foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do campus de Venda Nova do Imigrante do Ifes, em novembro de 2014. O laboratório possui seis (6) compartimentos com uma janela por onde as amostras do café foram entregues e uma pia que permite ao degustador descartar a amostra do café se achar necessária.

As amostras foram preparadas com água mineral e pó de café na proporção de 6%, ou seja, para cada 30 g de pó de café foi utilizando 500 ml de água mineral. A bebida foi extraída através de coador de papel filtro nº 105 da marca Melita e armazenado em garrafa térmica da marca Termolar Magic Pump Collection no máximo por uma hora para que a bebida não fosse servida em temperatura inadequada, conforme metodologia adaptada de (Silva et al 2009). Estas foram servidas aos consumidores em cabines individuais. Para avaliação de aroma, sabor e impressão global foram utilizados copos plásticos descartáveis, pois a maioria dos consumidores os utiliza no seu cotidiano. O atributo cor foi avaliado fora da cabine com o uso da luz natural em Erlenmeyer de 01 litro.

Junto a cada amostra servida, o consumidor recebeu um copo de água em temperatura ambiente para enxaguar a boca entre as avaliações. Foram servidos, também, aos provadores sachês de açúcar e adoçante para que pudessem adoçar o café de acordo com a sua preferência. As amostras foram servidas de acordo com a ordem que constava na ficha do

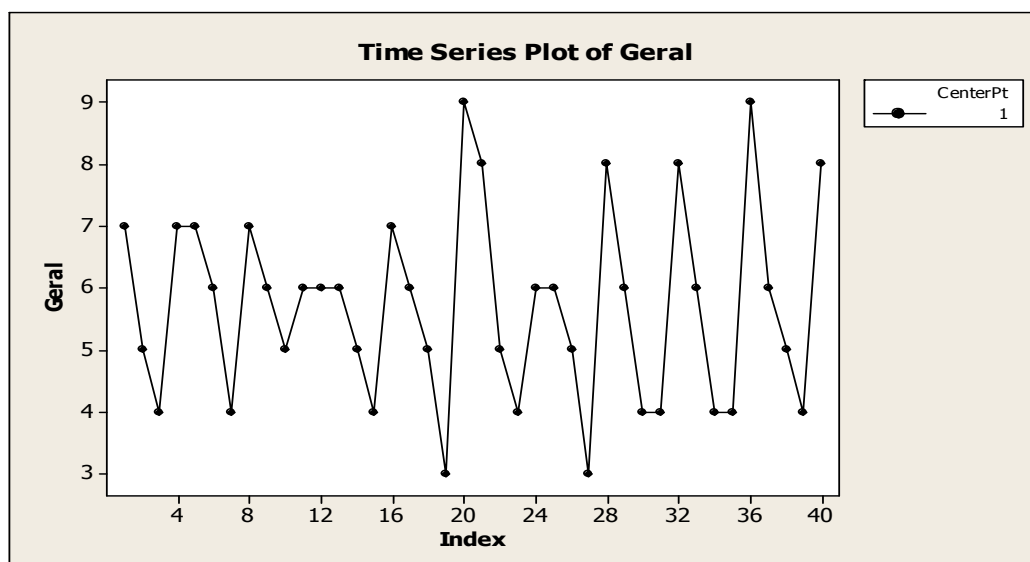
Teste de Aceitação, esta ordem foi gerada de forma aleatória para evitar que a sequência constante pudesse influenciar os resultados.

Os pesquisadores apresentaram aos provadores o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), apêndice A, que explicava o objetivo da pesquisa e caso, este aceita-se participar da pesquisa preenchia O TCLE com o seu nome, idade e sexo assinava e então recebia informações de como proceder para o preenchimento da ficha do Teste de Aceitação.

3. Análise dos resultados

Para iniciar a análise dos dados, é necessário que se verifique a estabilidade e os pontos extremos para isso foi analisado o gráfico de tendência gerado no *software* Minitab[®] que se encontra na Figura 2 a seguir.

Figura 2 – Gráfico de tendência da nota geral dada aos cafés degustados.



Fonte: Dados gerados no software Minitab[®]

Para que se possa verificar a existência de influência do Aroma, Cor e Sabor na nota final dada por provadores de cafés não treinados foram gerados, no *software* Minitab[®], a tabela ANOVA e os gráficos, que serão analisadas a seguir.

Em relação a característica aroma, Tabela 6, vemos que os fatores aroma e sabor influenciam a nota geral dada ao café pelos provadores, pois neste, o fator F-calculado é maior que F-tabelado e o p-value é menor que 0,05.

Tabela 6 - Tabela ANOVA com os termos: aroma, cor e sabor

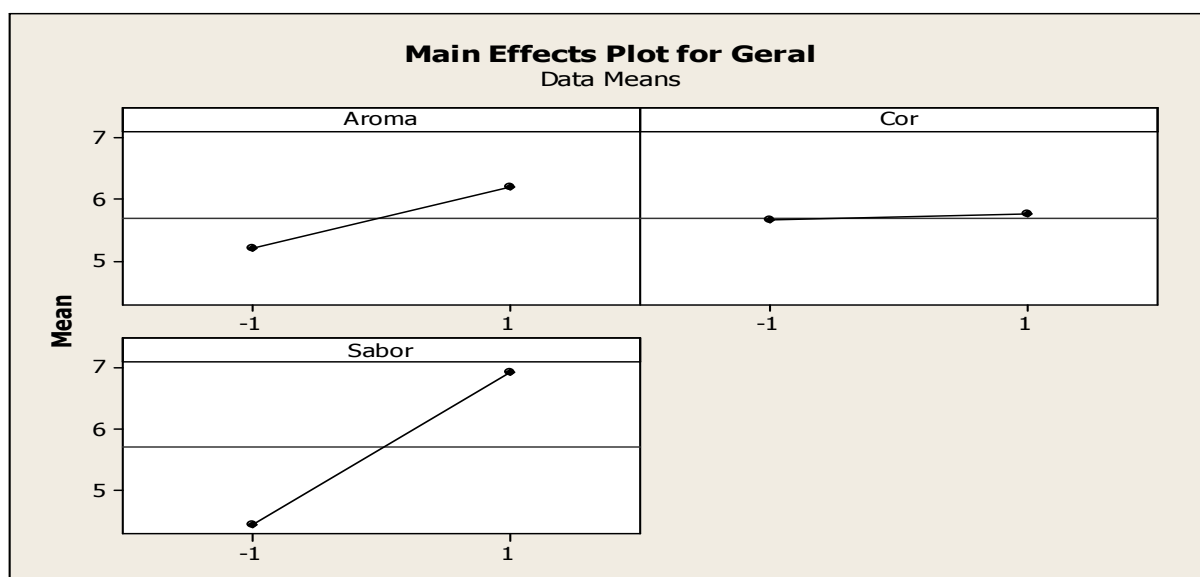
Termo	Efeito	Coefficiente	T	P
-------	--------	--------------	---	---

Aroma	1,00000	0,50000	3,89	0,000
Cor	0,10000	0,05000	0,39	0,700
Sabor	2,50000	1,25000	9,72	0,000

Fonte: Dados gerados no software Minitab ®

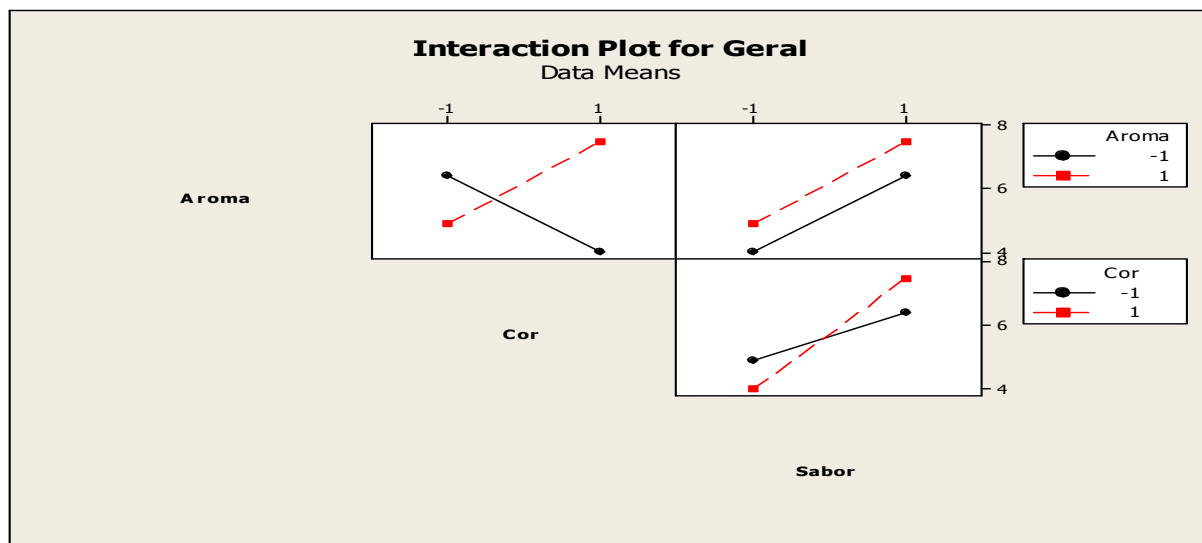
A afirmação, de que o aroma e o sabor influenciam a nota geral dada a cafés, pode ser confirmada nos gráficos de efeitos principais e de interações do aroma vistos nas Figuras 3 e 4.

Figura 3 – Gráfico de efeitos principais dos fatores aroma, cor e sabor na nota geral dada a cafés



Fonte: Dados gerados no software Minitab ®

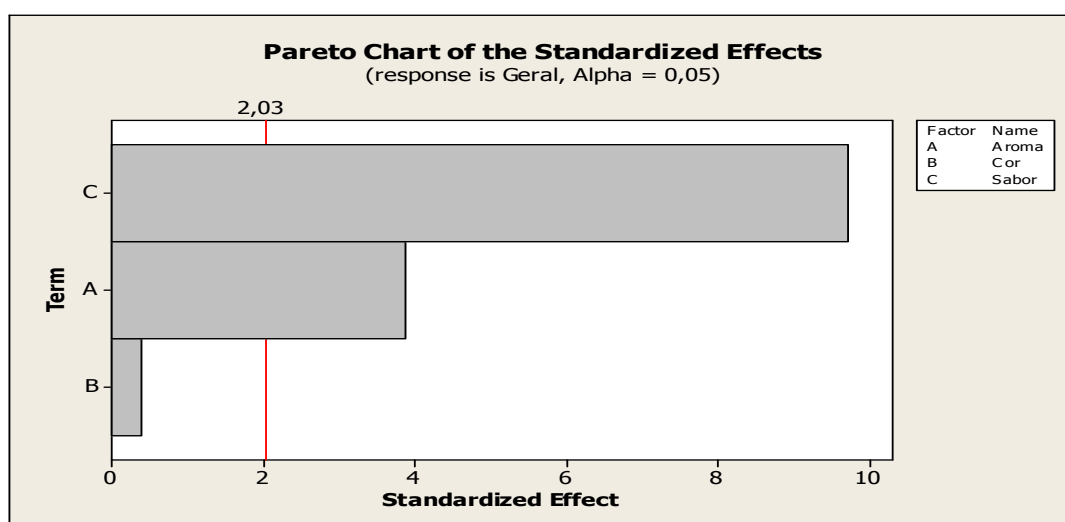
Figura 4 – Gráficos de interações dos fatores aroma, cor e sabor na nota geral dada a cafés.



Fonte: Dados gerados no software Minitab ®

A figura abaixo reforça e salienta a importância dos fatores aroma e sabor, mediante análise do gráfico de parte da Figura 5 a seguir.

Figura 5 – Gráfico de Pareto para a da nota geral dada aos cafés analisados



Fonte: Dados gerados no software Minitab ®

A pesar do modelo não conseguir representar tão bem a influência dos fatores na atribuição da nota geral a cafés, pois o coeficiente de determinação ajustado é inferior a 75%, ele consegue

representar bem o fenômeno, pois o seu teste de falta de ajuste (“Lack of Fit”) não é significativo, ou seja, possui um $P > 0,05$, como pode ser observado na Tabela 7.

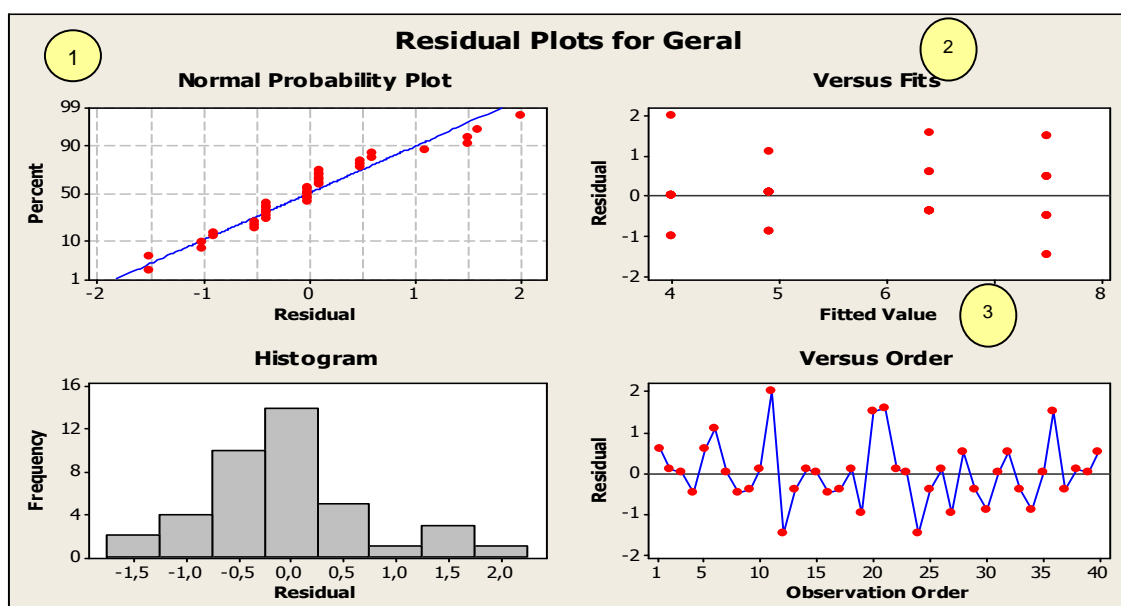
Tabela 7 – Análise do modelo final de atribuição de Nota Geral

Efeito Principal	F	P
Aroma	15,48	0,000
Sabor	96,76	0,000
Erro residual	F	P
Lack of Fit	0,15	0,700

Fonte: Dados gerados no software Minitab ®

A seguir apresentam-se os gráficos de resíduos gerados pelo *software* Minitab®. Os resíduos calculados pela diferença entre os valores de rendimento e os valores da reta de regressão (Fits) no gráfico 3 da figura 9 deveriam apresentar comportamento sobre controle, sem pontos extremos, o que não ocorreu. Porém, apresentar normalidade, pontos vermelhos em torno da reta do gráfico 1 e também, apresentar variabilidade constante, faixa de variação dos resíduos com largura constante nos gráficos 2 e 3 da Figura 6.

Figura 6 – Gráficos de resíduos



Fonte: Dados gerados no software Minitab ®

Segundo as análises anteriores, pode-se descrever, então, a equação deste fenômeno, apenas em termos do sabor e aroma, ou seja, a nota geral dada a um café depende da nota dada ao aroma e ao sabor deste café.

Para se chegar a esta equação (Equação 1) foi utilizado a opção de regressão linear do software Minitab® que gerou o modelo de regressão apresentado a seguir na Tabela 8:

$$\text{Geral} = 5,7 + 0,5 \text{ Aroma} + 1,25 \text{ Sabor} \quad (1) \text{ (Equação 1)}$$

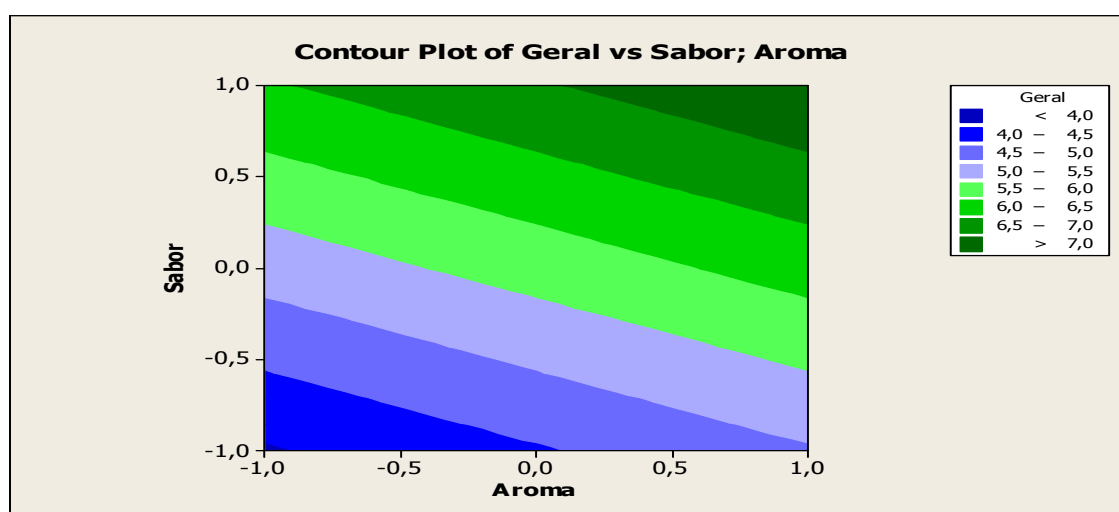
Tabela 8 – Modelo de regressão gerado pelo software Minitab®

Item	Coefficiente	T	P
Constante	5,70000	3,89	0,000
Aroma	0,50000	0,39	0,700
Sabor	1,25000	9,72	0,000

Fonte: Dados gerados no software Minitab ®

A Figura 7, a seguir, apresentam o gráfico de contorno do modelo que pode ser utilizado para estimar os valores esperados de sabor e aroma que gerem resultados gerais para os cafés com nota geral superior a 7, que seria um café considerado bom.

Figura 7 – Gráfico de contorno representativo do modelo sabor e aroma x nota geral para cafés.



Fonte: Dados gerados no software Minitab ®

4. Conclusões

Este trabalho teve como objetivo verificar se os fatores sabor, cor e aroma afetam a nota geral dada por provadores de cafés não profissionais e testes de degustação a cego. Para alcançar este objetivo utilizou-se a metodologia de Projeto de Experimentos, e como software de apoio o Minitab® versão 16.

Ao final verificou-se que o fator cor não é significativo para a obtenção de uma equação que gere a nota geral para cafés a partir das notas dadas a aroma e sabor. A técnica de regressão chegou a uma modelo onde os fatores aroma e sabor são responsáveis pela explicação de 73,9% do fenômeno modelado. Mas apesar disto o modelo está bem ajustado conforme demonstrado pelo teste “*Lack of Fit*”.

Através dos dados obtidos foi possível obter-se o gráfico de curvas de contorno do modelo que pode ser utilizados para estimar os valores esperados de sabor e aroma que gerem resultados gerais para os café com nota geral superior a 7, nota que seria esperada para cafés considerados de boa qualidade segundo a preferência de provadores não profissionais.

REFERÊNCIAS

- ALVARADO, R. A., LINNEMANN, A. R. The predictive value of a small consumer panel for coffee-cupper Judgment. **British Food Journal** Vol. 112 No. 9, 2010 pp. 1023-1032.
- BHUMIRATANA, N., ADHIKARI, K., CHAMBERS, E. Evolution of sensory aroma attributes from coffee beans to brewed coffee. **LWT - Food Science and Technology** 44 (2011) 2185e2192.
- AGUIAR, C. M. G. Você aceita um cafezinho especial? Análise do perfil dos consumidores com relação a cafés diferenciados. In: **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/10820/414>>. Acesso em: 01 nov.2011.
- CHAVES, J. B. P.; SPROSSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: UFV, 2001. 81 p.
- LÄDERACH, P., OBERTHÜR, T., COOK, S., IZA, M. E., POHLAN, J. A., FISHER, M. LECHUGA, R. R. Systematic agronomic farm management for improved coffee quality. **Field Crops Research** 120 (2011) 321–329.
- MOREIRA, C. F. et al. **Certificação na cafeicultura brasileira: panorama, potencial e limitações**. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/10820/1942>>. Acesso em: 3 nov. 2011.

PIRES, A. O Convênio de Taubaté e a Economia Cafeeira de Minas Gerais – 1906/1929. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, G&DR** v. 4, n. 3 (número especial), p. 138-169, ago/2008, Taubaté, SP, Brasil.

RIBEIRO, J. L.; CATEN, C. T. **Projeto de Experimentos – DOE. Material de Aula.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, 2014.

SILVA, M. C., CASTRO, H. A. O., FARNEZI, M. M. M., PINTO, N. A. V. D., SILVA, E. B. Caracterização química e sensorial de cafés da chapada de Minas, visando determinar a qualidade final do café de alguns municípios produtores. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1782 -1787, 2009.

SPERS, E. E., SAES, M. S. M., SOUZA, M. C. M. Análise das preferências do consumidor brasileiro de café: Um estudo exploratório dos mercados de São Paulo e Belo Horizonte. **R. Adm.** São Paulo, v. 39, n. 1, p. 53-61, jan/fev/mar. 2004.

TEIXEIRA, T. D. A expansão estratégica para a cafeicultura brasileira. **In: I simpósio de pesquisas do café no Brasil, 2002.** Disponível em:
<http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/10820/24/166699_Art08f.pdf?sequence=1>.
Acesso em: 31 out. 2011.