



MARIANE HELENA SANCES RABELO

**LIMIAR DE PERCEPÇÃO SENSORIAL DA
PRESENÇA DE GRÃOS *QUAKERS* EM CAFÉ
NATURAL ESPECIAL**

LAVRAS – MG

2016

MARIANE HELENA SANCES RABELO

**LIMIAR DE PERCEPÇÃO SENSORIAL DA PRESENÇA DE GRÃOS
QUAKERS EM CAFÉ NATURAL ESPECIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira
Orientadora

Prof. Dr. Flávio Meira Borém
Coorientador

LAVRAS – MG

2016

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Rabelo, Mariane Helena Sances.

Limiar de percepção sensorial da presença de grãos *Quakers* em
café natural especial / Mariane Helena Sances Rabelo. – Lavras :
UFLA, 2016.

55 p. : il.

Dissertação(mestrado acadêmico)–Universidade Federal de
Lavras, 2016.

Orientadora: Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira.
Bibliografia.

1. *Quaker*. 2. Qualidade. 3. Café torrado. I. Universidade Federal
de Lavras. II. Título.

MARIANE HELENA SANCES RABELO

**LIMIAR DE PERCEPÇÃO SENSORIAL DA PRESENÇA DE GRÃOS
QUAKERS EM CAFÉ NATURAL ESPECIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 20 de abril de 2016.

Prof. Dr. Flávio Meira Borém	UFLA
Profª. Dra. Ana Carla Marques Pinheiro	UFLA
Prof. Dr. Renato Ribeiro Lima	UFLA
Dra. Sara Maria Chalfoun de Souza	EPAMIG

Profª. Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira
Orientadora

LAVRAS – MG

2016

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter-me dado força, coragem, perseverança e, sobretudo, a alegria para realizar este trabalho.

Aos meus pais, Madalena e José Maria, e à minha irmã, Cristiane, pelo apoio e incentivo incondicional.

Ao Victor, pelo amor, compreensão e paciência.

Aos meus orientadores Profa. Rosemary e Prof. Flávio Borém, pelos constantes e valiosos ensinamentos, pela dedicação, confiança e, em especial, pelo incentivo nos momentos mais difíceis.

Aos membros da banca e coorientadores, pela disponibilidade em contribuir e pelos ensinamentos compartilhados.

Aos queridos amigos do LPPA e PÓS-CAFÉ pelos momentos de descontração, experiências compartilhadas e auxílio fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos, funcionários e professores do Departamento de Ciência dos Alimentos, Engenharia e Polo de Tecnologia em Qualidade do Café, pela convivência, motivação e auxílio.

À empresa Carmo Coffees, pela concessão do material, objeto de estudo deste trabalho.

A todos os amigos e familiares que torceram por mim e me apoiaram.

À Universidade Federal de Lavras e ao programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, pela oportunidade e a CAPES, pela disponibilização da bolsa de estudos.

Meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

O consumo mundial de cafés especiais, em 2015, foi superior a oito milhões de sacas de 60 kg, representando um mercado consumidor da ordem de 1,840 bilhões de dólares por ano, o que corresponde a 32,7% da receita total do mercado de cafés. Segundo a Associação Americana de Cafés Especiais (SCAA), uma amostra de café torrado é classificada como especial, quando apresenta, além de outros critérios, ausência de grãos imaturos que não se desenvolvem, durante a torração, denominados *Quaker*. A maior incidência de *Quaker* está associada à produção de cafés naturais pela ineficiência das tecnologias atuais disponíveis. Entretanto é frequente encontrar cafés naturais comercializados como especiais, contendo quantidades variáveis de *Quaker*, levando ao questionamento se o critério adotado pela SCAA é válido. Além disto, não existem evidências científicas que comprovem os impactos desses grãos sobre a qualidade sensorial, bem como qual seria o limiar da sua percepção. Assim, objetivou-se avaliar o limiar de percepção e possíveis impactos do *Quaker* sobre um café especial a partir de adaptações realizadas no protocolo SCAA. O estudo foi executado, utilizando Café Arábica natural, produzido no Brasil. Para a avaliação da presença e dos impactos do *Quaker*, foram criadas três categorias de grãos a partir do sistema Agtron de coloração. Para a categoria Agtron 61, foram utilizados de 0 a 30 grãos/xícaras e as categorias Agtron 82 e Agtron 95 foram utilizados de 0 a 16 grãos/xícaras. A avaliação sensorial foi realizada por cinco degustadores com certificação Q-Grader. Foram realizadas adaptações, na ficha de avaliação sensorial, de forma a promover melhor descrição dos atributos e características daquela bebida. Com base nos resultados, observou-se que as Agtron 82 e 95 têm influência significativa sobre a qualidade do café natural especial, proporcionando, de forma acentuada, sabor de café imaturo. A percepção dos efeitos prejudiciais torna-se evidente a partir de 7 grãos, impactando, diretamente, na nota global, doçura, adstringência e finalização.

Palavras-chave: *Quaker*. Qualidade. Café torrado.

ABSTRACT

Global consumption of specialty coffees in 2015 was superior to eight million 60 kg bags, representing a consumer market in the order of 1.840 billion dollars per year, which corresponds to 32.7% of the total revenue of the coffee market. According to the American Association of Specialty Coffees (AASC), a sample of roasted coffee is classified as specialty when it presents, in addition to other criteria, the absence of immature grain, which did not develop during roasting, denominated *Quaker*. The highest incidence of *Quaker* is associated to the production of natural coffee, due to the influence of current technologies available. However, it is common to find natural coffees being commercialized as specialty when containing variable amounts of *Quaker*, leading to the questioning of whether the criteria adopted by the AASC is valid. In addition, there are no scientific evidence that prove the impact these grain have over sensorial quality, as well as which would be the limit of its perception. Thus, we aimed at determining the threshold value of perception and the possible impacts of the *Quaker* over specialty coffee from adaptations made to the AASC protocol. The study was conducted using natural *Coffea arabica*, produced in Brazil. For evaluating the presence and impacts of the *Quaker*, we created three grain categories based on the Agtron coloring system. For category Agtron 61, 0 to 30 grain/cup were used, and for Agtron 82 and Agtron 95, 0 to 16 grain/cup were used. The sensorial evaluation was conducted by five tasters with Q-Grader certification. Adaptations were made to the sensorial evaluation sheet in order to promote the better description of the attributed and characteristics of the beverage. Based on the results, Agtron 82 and 95 have significant influence over the quality of specialty natural coffee, providing a marked flavor of immature coffee. The perception of prejudicial effects becomes evident with 7 grain, directly affecting global grade, sweetness, astringency and finishing.

Keywords; *Quaker*. Quality. Roasted coffee.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ficha de avaliação sensorial segundo a metodologia SCAA	22
Figura 2 - Etapas de formação dos micros lotes de café	28
Figura 3 - Cinética da temperatura da massa de grãos durante o processo de torração do café.	30
Figura 4 - Ficha de avaliação sensorial modificada do método SCAA.....	33
Figura 5 - Análise de componentes principais para avaliação dos atributos estudados em função de cada categoria de cor.....	39
Figura 6 - Análise de componentes principais para avaliação dos níveis de contaminação estudados em função de cada categoria de cor.....	40
Figura 7 - Curvas de probabilidade da percepção para o atributo Aroma para cada categoria de grãos <i>Quakers</i>	42
Figura 8 - Curvas de probabilidade da percepção para o atributo Sabor para cada categoria de grãos <i>Quakers</i>	45
Figura 9 - Distribuição Hipergeométrica para probabilidade de uma xícara conter determinado numero de grão <i>Quakers</i> , considerando diferentes concentrações em uma amostra de 100g de café torrado.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores médios da avaliação de cor pelos sistemas Agtron e CIE L*c*h° de grãos de café torrados para cada categoria criada.....	31
Tabela 2 - Caracterização dos tratamentos.....	32
Tabela 3 - Notas médias dos atributos sensoriais para sete níveis de contaminação por grãos de três categorias.....	35
Tabela 4 - Variabilidade entre os componentes principais para cada categoria.....	38
Tabela 5 - Equações de regressão ajustadas para o atributo Aroma.....	43
Tabela 6 - Equações de regressão ajustadas para o atributo Sabor.....	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Cafés especiais: importante segmento de mercado	13
2.2	Qualidade do café: segundo a ótica nacional e internacional	14
2.3	Colheita: foco em qualidade	16
2.4	Pós-colheita: a busca pela diferenciação	18
2.5	Análise sensorial	20
2.6	Processo de torração	23
3	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1	Caracterização do experimento	27
3.2	Torração	28
3.3	Composição dos tratamentos	31
3.4	Análises estatísticas	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1	Análise de Variância	35
4.2	Análise de Componentes Principais	37
4.3	Análise de modelos lineares generalizados	41
4.4	Distribuição Hipergeométrica	46
5	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

O consumo mundial de cafés especiais, em 2015, foi superior a oito milhões de sacas de 60 kg, movimentando recursos na ordem de 1,840 bilhões de dólares por ano, o que corresponde a 32,7% da receita total do mercado de cafés (BRAZIL SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION- BSCA, 2016). No entanto, um único grão defeituoso, em uma xícara contendo cerca de 65 grãos (8,25g) torrados, pode alterar completamente seu sabor e portanto seu valor final (LINGLE, 2011a).

De acordo com a Associação Americana de Cafés Especiais (SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA- SCAA, 2009), uma amostra de café torrado será classificada como especial se apresentar, além de outros critérios, ausência de grãos denominados *Quakers*. Esse grão é definido como um grão imaturo que não se desenvolve durante a torração (LINGLE, 2011a), apresentando uma tonalidade mais clara, em relação a grãos provenientes de um mesmo processo, sob as mesmas condições de tempo e temperatura.

Na fase de produção do café, a primeira alternativa, para evitar o aparecimento desses grãos, seria a coleta manual dos frutos totalmente maduros. No entanto essa prática demanda mão de obra e investimentos em infraestrutura que elevam os custos, tornando-se inviável economicamente.

A colheita por derriça completa, que envolve a retirada de todos os frutos presentes no ramo, podendo ser realizada de forma manual ou mecanizada, é o método mais utilizado em diversos países produtores em virtude de sua praticidade e da viabilidade de custos. Os lotes colhidos dessa maneira além de impurezas e outros materiais estranhos, geralmente, são compostos por frutos imaturos, maduros, passa e secos e, portanto bastante desuniformes.

A adoção de tecnologias eficientes de colheita e pós-colheita auxilia a separação de frutos imaturos de frutos maduros. No entanto, mesmo após a

retirada de todos os defeitos do café beneficiado durante a classificação por tipo, pode ocorrer o aparecimento do grão *Quaker* na amostra após a torração. Este fato por si só justifica pesquisas sobre este assunto, devido ao impacto ocasionado na qualidade quanto aos aspectos físicos, sensoriais e econômicos.

No mercado, é frequente encontrar cafés naturais comercializados com a classificação de cafés especiais, contendo quantidades variáveis de grãos *Quaker*, levando ao questionamento se o critério da SCAA é válido para cafés naturais. Não existem evidências científicas que comprovem os impactos desses grãos sobre a qualidade sensorial do café natural. Além disso, é necessário determinar qual seria o limiar da percepção de degustadores Q-Grader relacionado à presença de grãos *Quaker* em uma amostra de café natural descrita como especial.

Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o limiar de percepção e os possíveis impactos do grão *Quaker* sobre as características sensoriais da bebida do café natural classificado como especial aplicando-se metodologia da Associação Americana de Cafés Especiais (SCAA), com modificações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cafés especiais: importante segmento de mercado

O Brasil é responsável por 33,3% do café produzido no mundo e pelo aumento da demanda, uma parcela considerável tem sido consumida pelo mercado interno, em especial, os grãos de qualidade superior (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ - ABIC, 2016).

Mesmo custando, para o consumidor, entre 30 a 40% a mais que o tipo comum, os cafés especiais têm conquistado cada vez mais adeptos ao redor do mundo. No mercado europeu, por exemplo, cerca de 60% do consumo já é atendido por cafés especiais (BSCA, 2016).

As exportações de cafés especiais vêm ano a ano ganhando terreno e, atualmente, já representam cerca de 25% dos embarques totais do setor, segundo o Conselho dos Exportadores de Café do Brasil (CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉS DO BRASIL - CECAFÉ, 2015).

De acordo com a mesma entidade, as exportações de cafés especiais cresceram 11,7%, em relação ao volume embarcado, em 2014, sendo exportadas cerca de nove milhões de sacas de cafés especiais no ano de 2015 (CECAFÉ, 2015).

O consumo de cafés especiais, nos mercados brasileiro e mundial, tem registrado os maiores índices de crescimento, avançando entre 10% e 15% ao ano, respectivamente. Por outro lado, a evolução do consumo dos cafés tradicionais gira em torno de 3% no Brasil e de 1,5% a 2% em todo o mundo (BSCA, 2016).

Diante dessa demanda crescente, a busca pela diferenciação do grão especial vem tornando-se cada vez mais frequente no mercado. A realização de certificações como FAIRTRADE, UTZ e Rainforest promove um atrativo a mais para grãos brasileiros, garantindo maior valor de venda (ABIC, 2016).

Os concursos de qualidade são outra maneira de valorizar a qualidade do café especial brasileiro e proporcionar uma renda maior para o produtor. Nos leilões do Concurso de Qualidade Cafés do Brasil – Cup of Excellence, por exemplo, compradores já pagaram pelo café campeão até 3.000% a mais do que o preço pago pelo tradicional (BSCA, 2016).

Dessa forma, pode-se considerar a expressividade desse segmento do mercado e a sua importância para o Brasil.

2.2 Qualidade do café: segundo a ótica nacional e internacional

A qualidade do café está fortemente relacionada com a composição química dos seus grãos e pelas condições do seu processamento e armazenamento, podendo ser definida como um conjunto de atributos físicos, químicos, sensoriais e higiênico-sanitários que proporcionam aos seus consumidores segurança e prazer ao degustá-lo (MENDONÇA; FRANCA; OLIVEIRA, 2009).

O sabor e o aroma estão intimamente ligados à qualidade e são avaliados na hora do consumo e aceitabilidade do produto. A qualidade sensorial do café se origina da interação genótipo e ambiente e é definida nas operações de processamento pós-colheita, proporcionando, dessa forma, atributos e características particulares para a bebida (DECAZY et al., 2003; GUYOT et al., 1996; MALTA; CHAGAS, 2009).

A qualidade sensorial pode ser determinada, por meio de avaliação sensorial ou comumente denominada “prova de xícara”, que consiste na avaliação dos atributos aroma, sabor, textura e sabor residual, sendo, dessa forma, classificada a bebida em sete categorias: estritamente mole, mole, apenas mole, duro, riado, rio e rio zona, segundo a legislação brasileira regida pela Instrução normativa nº8 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2003).

No entanto essa tradicional metodologia é, largamente, empregada para classificação dos cafés *commodities*, mas muito pouco aplicada a cafés especiais. Com a ascensão desse mercado, tornou-se necessário, cada vez mais, a adoção de metodologias de análises sensoriais descritivas, como, por exemplo, a metodologia da Associação Americana de Cafés Especiais (SCAA – Specialty Coffee Association of America) (LINGLE, 2011b), destacando-se, atualmente, como a mais aceita e difundida no mundo.

O método de avaliação de cafés especiais, padronizado pela SCAA, tem como objetivo identificar o potencial de qualidade, por meio da utilização de protocolos, para a realização da análise sensorial, proporcionando alto grau de repetibilidade e reprodutibilidade na execução da avaliação de um café especial.

A determinação da qualidade de um café, também, pode ser compreendida pela classificação física dos grãos. Os atuais procedimentos para a avaliação do café *commodities* baseiam-se em uma série de características como formato, tamanho, cor e uniformidade dos grãos, sendo, também, regulamentada pela Instrução Normativa nº8 do MAPA (BRASIL, 2003).

A classificação por tipo enquadra os cafés, nos tipos de 2 a 8, de acordo com a quantidade e os tipos de defeitos. Esses defeitos podem ser de natureza intrínseca (grãos imperfeitos), que são causados em razão do manejo inadequado na colheita e no processamento pós-colheita e, até mesmo, oriundos da própria cultura, originando grãos pretos, ardidos, verdes, mal granados, brocados, conchas e chochos. Esses defeitos podem, ainda, ser de natureza extrínseca (impurezas), em que elementos estranhos, no entanto provenientes da própria cultura, são encontrados no café beneficiado como, por exemplo, casca, paus, pedras, torrões ou até mesmo ocasionados por imperfeições no beneficiamento e rebeneficiamento como marinheiro, coco e quebrados (BRASIL, 2003).

A classificação por peneira pode, também, expressar um fator de qualidade, levando em consideração o tamanho e o formato dos grãos, em que

uma amostra, contendo 300g de café, passa por um conjunto de 14 peneiras de crivos circulares e oblongos numerados de 12 a 19 e de 8 a 13, respectivamente. Os grãos chatos são separados nas peneiras de crivos circulares e os grãos moca são separados nas peneiras de crivos oblongos (BRASIL, 2003).

O grão cru, quanto a sua coloração, é diferenciado em oito classes, verde azulado ou verde cana, verde, amarelada, amarela, marrom, chumbado, esbranquiçada e discrepante (BRASIL, 2003). Essa classificação, como prevê o regulamento, é feita de maneira subjetiva por inspeção visual do avaliador, o que pode variar de avaliador para avaliador.

A classificação para os grãos, realizada segundo a SCAA, ocorre de maneira semelhante, sendo regulamentada pelos protocolos estabelecidos no *Arabica Green Coffee – Defect Handbook* (LINGLE, 2011a). No entanto a classificação, segundo a SCAA, avalia os grãos, antes e após o processo de torração, desclassificando um café como especial, se houver a presença de ao menos um grão *Quaker*, em uma porção de 100 gramas. *Quaker*, segundo o protocolo, é definido como um grão imaturo que não se desenvolve durante a torração. Essa restrição implica, de maneira drástica, a comercialização de cafés especiais, reduzindo seu valor de mercado.

Estudos revelam o impacto negativo causado pela presença de grãos do tipo “preto”, “verde” e “ardido” no café classificado como bebida estritamente mole (PEREIRA, 1997). No entanto não existem estudos que comprovem os efeitos da presença de grão *Quaker*.

2.3 Colheita: foco em qualidade

O estágio cereja é o ponto ideal de maturação e refere-se ao momento em que o fruto apresenta composição química plenamente desenvolvida e equilibrada, estando, assim, com o máximo potencial de expressão de qualidade. Durante o desenvolvimento e a maturação dos frutos do cafeeiro, alguns

constituintes químicos sofrem grandes variações, até atingir níveis característicos de um fruto maduro (FAGAN et al., 2011).

Desta forma, a colheita de frutos maduros possibilita potencializar a máxima qualidade, proporcionando, inclusive, indicativos importantes para a produção de cafés especiais, tais como colheita seletiva.

A colheita dos frutos do cafeeiro pode ser realizada de três maneiras, mecanizada, semimecanizada ou manual, sendo por derriça completa ou colheita seletiva (BORÉM, 2008).

Na colheita realizada por derriça completa, o mais comumente utilizado no Brasil, os frutos são removidos da planta sobre um pano colocado no chão ou diretamente no chão. Dessa forma, são obtidos frutos em diferentes estágios de maturação, além de outros materiais e impurezas, como folhas, ramos, paus, terra e pedras.

Uma explicação para essa diferença de estágios de maturação, em uma mesma planta, segundo Pezzopane et al. (2003), está relacionada com as fases reprodutivas do cafeeiro, pois se trata de processos de desenvolvimento com duração variável e marcados por alterações morfológicas, anatômicas e bioquímicas. Fatores como temperatura do ar, radiação, precipitação pluviométrica estão entre os que mais afetam o desenvolvimento de cafeeiros, e o grau de influência varia com a fase que se encontra o ciclo fenológico da planta (CAMARGO, 2007).

Outro fator de grande relevância, que possui implicação direta na uniformidade de maturação dos frutos, é a ocorrência de mais de uma floração durante o seu ciclo produção (RENA; MAESTRI, 1986). O cafeeiro, por ter mais de uma floração, caracteriza-se por apresentar, em uma mesma planta, ao longo de toda a colheita, frutos em diferentes estádios de maturação, que, por sua vez, poderão ter grande influência na qualidade final da bebida, comprometendo a produção de cafés especiais.

Já, quando se opta por realizar a colheita de forma seletiva, em que são retirados da planta apenas os frutos cerejas, que correspondem ao seu ápice de maturação (CORTEZ, 2001), a possibilidade de se produzir com qualidade aumenta e se reduz o risco de defeitos.

2.4 Pós-colheita: a busca pela diferenciação

Entre os diversos fatores que contribuem para a produção de cafés especiais, as etapas pós-colheita exercem forte influência na definição dos atributos sensoriais, especialmente, processamento e secagem (BORÉM, 2008).

Logo após a colheita, os frutos devem ser submetidos imediatamente ao processamento, não devendo ser armazenados por períodos superiores a oito horas, em razão do risco de ocorrer fermentações indesejáveis e formação do defeito ardido, que comprometem a produção de cafés especiais (BRANDO, 2004).

O café, depois de colhido, deverá ser submetido a um procedimento de separação de impurezas, anteriormente ao seu processamento, podendo ser de forma manual ou por máquinas de pré-limpeza. Posteriormente, independente do método de processamento adotado, recomenda-se que o café seja submetido à separação hidráulica em “lavadores”, em que os frutos mais densos (maduros e verdes) são separados da porção menos densa (passa, brocados, chochos), resultando em lotes mais homogêneos, em relação ao teor de água (BORÉM, 2008).

Os principais métodos utilizados para o processamento do café são via seca e via úmida, ambos os processos compartilham do mesmo objetivo, secar o café rapidamente, removendo-se água dos grãos até níveis seguros para o seu adequado beneficiamento e armazenamento, que é de cerca de 11% (bu). O processamento por via seca caracteriza-se pela secagem dos frutos, na sua forma intacta, ou seja, com a semente, endocarpo (pergaminho), mesocarpo (polpa e

mucilagem) e exocarpo (casca), produzindo frutos secos conhecidos como café em coco ou café natural. Já o processamento por via úmida pode ser realizado de diferentes formas: removendo-se a casca e parte da mucilagem, mecanicamente, dando origem ao café descascado; removendo-se a casca, mecanicamente e a mucilagem por fermentação biológica, originando o café despulpado ou removendo-se a casca e a mucilagem, mecanicamente, dando origem ao café desmucilado (BORÉM, 2008).

A escolha pelo tipo de processamento do café depende, principalmente, dos aspectos climáticos, tecnológicos, econômicos e exigências do mercado consumidor, segundo Pereira et al. (2003). Contudo a etapa de processamento tem por finalidade a promover separação dos frutos, em lotes mais homogêneos, o que facilita as operações posteriores, principalmente, a secagem.

Segundo Illy e Viani (1995), cafés obtidos a partir das diferentes formas de processamento, apresentam-se com características sensoriais distintas. De modo geral, os cafés naturais apresentam corpo acentuado e os cafés despulpados com uma acidez mais desejável.

Entretanto, frequentemente, a literatura descreve que cafés produzidos por via seca possuem qualidade comparativamente inferior aos cafés produzidos por via úmida (LIMA et al., 2008; PEREIRA; VILELLA; ANDRADE, 2002; VILELLA, 2002; VINCENT, 1987). Apesar disso, essa diferença não deve ser atribuída à forma de processamento, mas à ocorrência de processos fermentativos indesejáveis que, na maioria das vezes, estão associados à ausência de cuidados no momento da colheita e secagem do café natural (BORÉM, 2008).

No entanto, segundo Evangelista et al. (2014), processos fermentativos, realizados de maneira controlada, podem promover benefícios à qualidade de cafés naturais. A utilização de culturas de arranque proporciona uma alternativa interessante para a obtenção de uma qualidade de bebida com sabores distintos.

Sendo assim, os cafés naturais têm o potencial de produzir bebidas de maior complexidade sensorial do que os cafés processados pela via úmida.

2.5 Análise sensorial

A análise sensorial possui inúmeras aplicações no processamento e industrialização de alimentos, entre elas o controle e a garantia da qualidade, melhoria de características organolépticas, desenvolvimento de novos produtos e melhoria de alimentos disponíveis no mercado (ALMEIDA, 1996).

Os atributos sensoriais do café que descrevem a sua qualidade são avaliados por meio dos órgãos do sentido, especialmente gosto, olfato e tato. Embora possa parecer uma avaliação subjetiva, a análise sensorial, quando aliada a uma metodologia apropriada e ferramentas estatísticas, é o método mais adequado para caracterizar a qualidade da bebida do café.

O sabor é o atributo mais importante para a avaliação da qualidade do café e, também, um dos principais responsáveis pela preferência do consumidor (CANTERGIANI et al., 1999). Os atributos aroma, acidez, amargor, corpo e impressão global apresentam-se como importantes descritores da qualidade, quando avaliados em suas intensidades e equilíbrio (PUERTA-QUINTERO, 1999). Assim, é de grande importância que o profissional responsável pela avaliação do café possua sensibilidade e habilidade olfativa e gustativa para diferenciar nuances especiais formados na bebida, identificando com precisão a sua qualidade (ILLY, 2002).

Dentre as metodologias disponíveis, para a avaliação sensorial de café, são, geralmente, utilizadas, no Brasil, as recomendações da Instrução Normativa nº 08 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. Essa metodologia é, largamente, empregada para a classificação da bebida dos cafés *commodities*, classificando-os em bebida estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riado, rio e rio zona (BRASIL, 2003). No entanto essa metodologia é

restrita e subjetiva, não há um critério uniforme ou padronização de procedimentos, para a sua realização, especialmente, em relação à torra do café e podendo, ainda, variar de degustador para degustador. Essa avaliação se baseia em poucos atributos do produto, como acidez, corpo e ausência de defeitos, sendo, por isso, inviável a utilização para a análise sensorial de cafés especiais (FERIA-MORALES, 2002).

Na avaliação da qualidade sensorial de cafés especiais, têm sido adotados, com maior frequência, métodos de análise sensorial descritivos, pelos quais os degustadores conferem notas a cada atributo sensorial da bebida em uma escala de intensidade estruturada. Entre esses métodos, destacam-se o da Associação Americana de Cafés Especiais (Specialty Coffee Association of America– SCAA) (LINGLE, 2011b) e o da Associação Brasileira de Cafés Especiais (Brazil Specialty Coffee Association– BSCA) (HOWELL, 1998).

A metodologia, utilizada pela SCAA, é a mais aceita e difundida pelos principais países produtores de cafés especiais. Esta se baseia em uma análise sensorial descritiva quantitativa da bebida, utilizando uma escala estruturada.

A avaliação ocorre em etapas, com total de quatro etapas, sendo cada etapa delimitada pela temperatura da infusão. A primeira etapa ocorre com a avaliação da Fragrância/Aroma nos grãos de café moídos secos e hidratados, pontuando em uma escala estruturada de extremos 6 e 10 com intervalos de 0,25 pontos. Na segunda etapa, quando a temperatura da bebida atinge 71°C, ocorre a avaliação dos atributos sabor, acidez, corpo, sabor residual (finalização) e equilíbrio, pontuando em escala igual da etapa anterior. A terceira etapa ocorre, à temperatura abaixo de 38°C e avaliam-se os atributos uniformidade, xícara limpa (ausência de defeito) e doçura e ocorre uma pontuação de 0 a 10 em escala estruturada com intervalos de 0,25 pontos. Nesta mesma etapa, ocorre a avaliação global do café em uma escala estruturada de extremos 6 e 10 pontos. Na última etapa, realiza-se a composição da nota final, que corresponde ao

somatório das notas de todos os atributos e a subtração da penalização por defeito encontrado (FIGURA 1), sendo, portanto, classificado como especial os cafés que apresentarem nota final igual ou superior a 80 pontos (LINGLE, 2011a). A utilização de procedimentos padronizados (protocolos) é uma exigência para a utilização dessa metodologia (ALVES, 2007; LINGLE, 1993).

Figura 1 - Ficha de avaliação sensorial segundo a metodologia SCAA

COFFEE CUPPING DATA SHEET

Quality Coffee Grains
95 - Outstanding 75 - Very Good Commercial
90 - Specialty 70 - Good
85 - Specialty 65 - Good

Name: _____
Date: _____

Sample #	Fragrance/Aroma	Uniformity	Clean Cup	Sweetness	Flavor	Acidity	Body	Aftertaste	Balance	Overall	Total Score	
Roast Level of Sample <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10	Dry 10 9 Break 8 7 6 	10 8 6 4 2 ZERO	10 8 6 4 2 ZERO	10 8 6 4 2 ZERO	10 9 8 7 6 	10 9 8 7 6 	10 9 8 7 6 	10 9 8 7 6 	10 9 8 7 6 	10 9 8 7 6 	Defects (subtract) Taint=2 Fault=4 #Cups Intensity <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> = Final Score	
	Notes:											
	Sample #	Fragrance/Aroma	Uniformity	Clean Cup	Sweetness	Flavor	Acidity	Body	Aftertaste	Balance	Overall	Total Score
	Roast Level of Sample	Dry 10 9 Break 8 7 6 	10 8 6 4 2 ZERO	10 8 6 4 2 ZERO	10 8 6 4 2 ZERO	10 9 8 7 6 	Defects (subtract) Taint=2 Fault=4 #Cups Intensity <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> = Final Score					
	Notes:											
Sample #	Fragrance/Aroma	Uniformity	Clean Cup	Sweetness	Flavor	Acidity	Body	Aftertaste	Balance	Overall	Total Score	
Roast Level of Sample	Dry 10 9 Break 8 7 6 	10 8 6 4 2 ZERO	10 8 6 4 2 ZERO	10 8 6 4 2 ZERO	10 9 8 7 6 	10 9 8 7 6 	10 9 8 7 6 	10 9 8 7 6 	10 9 8 7 6 	10 9 8 7 6 	Defects (subtract) Taint=2 Fault=4 #Cups Intensity <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> = Final Score	
Notes:												

Fonte: Lingle (2011b).

As análises sensoriais, realizadas com essa metodologia, são avaliadas por um painel de julgadores, denominados Q-Grader, devidamente treinados e certificados pelo Instituto de Qualidade do Café (Coffee Quality Institute– CQI) segundo os protocolos da SCAA. Periodicamente, esses profissionais são submetidos a calibrações, para aferição e/ou aprimoramento das suas habilidades

sensoriais, especialmente, as olfativas e as gustativas, aumentando a representatividade da análise sensorial realizada com essa metodologia.

No método da BSCA, utiliza-se a metodologia do “Cup of Excellence”(CoE) indicado por Howell (1998), na qual cada provador atribui notas de 0 a 8 aos atributos sensoriais corpo, aroma, acidez, doçura, balanço, bebida limpa e sabor característico, de acordo com suas intensidades na amostra.

2.6 Processo de torração

O processo de torração é uma etapa crucial na produção de café (ILLY; VIANI, 1995), tendo por objetivo principal produzir o aroma e sabor desejáveis (CLARKE, 1987). Pode ser descrito como a submissão de grãos de café cru a aquecimento sob condições controladas, para que seja desencadeada uma série de reações responsáveis pelas características do produto final.

Esse processo pode ser dividido em três etapas: secagem, pirólise e resfriamento. Os grãos são expostos a altas temperaturas, chegando a faixas de 220°C a 280°C, o que ocasiona a evaporação da água. A etapa de secagem é caracterizada pela liberação de água e compostos voláteis, um processo que atinge temperaturas internas nos grãos de 160°C (HERNANDEZ et al., 2006). Uma mudança de coloração é observada, passando de verde para amarelo (RODRIGUES et al., 2003). A segunda etapa é caracterizada pela pirólise, ocorrem numerosas reações que resultam em modificações da composição química e físicas dos grãos com liberação de gás carbônico e compostos voláteis, responsáveis pelo *flavor* característico do grão torrado (BORGES et al., 2004; HERNANDEZ et al., 2007). Após os grãos atingirem a coloração desejada, devem ser resfriados para paralisar as reações de pirólise e evitar a carbonização dos grãos, constituindo a terceira etapa do processo (SIVETZ; DESROSIER, 1979).

Toda a torração é feita, por meio de transferência de calor, que deve ser executada do exterior dos grãos para o interior, pois, se ocorrer de forma inversa, resultará na translocação de componentes voláteis, ocasionando um diferencial de temperatura, nas diferentes partes do grão, que pode ser de até 50°C (JANSEN, 2006). O tempo e a temperatura de torração e, conseqüentemente, o grau de torra, dependem do tipo de grão, do método de torração, da umidade inicial e da taxa de transferência de calor. Uma grande quantidade de calor é liberada dos grãos de café, durante a torração, em decorrência das reações de pirólise e degradação da sacarose (SIVETZ; DESROSIER, 1979).

Segundo Borges et al. (2004), os grãos de café sofrem alterações físicas durante a torração. A mudança de coloração é uma alteração evidente, pois varia à medida que o processo de torração se desenvolve, partindo de um grão esverdeado (grão cru), passando por diferentes tonalidades de marrom, que, por sua vez, caracterizam os diferentes graus de torra, variando de marrom-claro para torração suave até quase preto para torração forte. No entanto, apesar de a cor ser muito utilizada e ser um dos parâmetros que mais indicam o grau de torra de um grão, a determinação desse grau pela análise de cor pode ser inadequada, uma vez que grãos com diferentes composições químicas e estágios de maturação podem apresentar coloração anormal (DUTRA et al., 2001).

Outras mudanças físicas evidentes são o aumento do volume e a perda de massa. Os grãos têm seu volume duplicado pelo aumento significativo da pressão no interior do grão, em função da produção e expansão de gás carbônico. Esse gás é formado em decorrência de muitas reações que acontecem na torração e, naturalmente, tenta emergir do grão, mas é mantido por membranas celulares espessas de baixa porosidade e uma película de óleo (ILLY, 2002). Já a perda de massa dos grãos de café é consequência da perda de umidade e de uma fração de material orgânico volátil no processo de pirólise (CLARKE, 1987).

O sabor e o aroma característicos do café torrado são resultados da combinação de centenas de compostos que são produzidos por reações pirolíticas que ocorrem durante a torração. Tais atributos sensoriais são, em grande parte, pela quebra das proteínas, com a formação de compostos aromáticos, bem como a interação dos aminoácidos derivados. Complexos mecanismos bioquímicos encontram-se envolvidos na produção de características de cor, sabor e aroma do café, durante a torração, como as reações de Maillard, degradação de Strecker, caramelização de açúcares, degradação de ácidos clorogênicos, proteínas e polissacarídeos (ILLY; VIANI, 1995).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do experimento

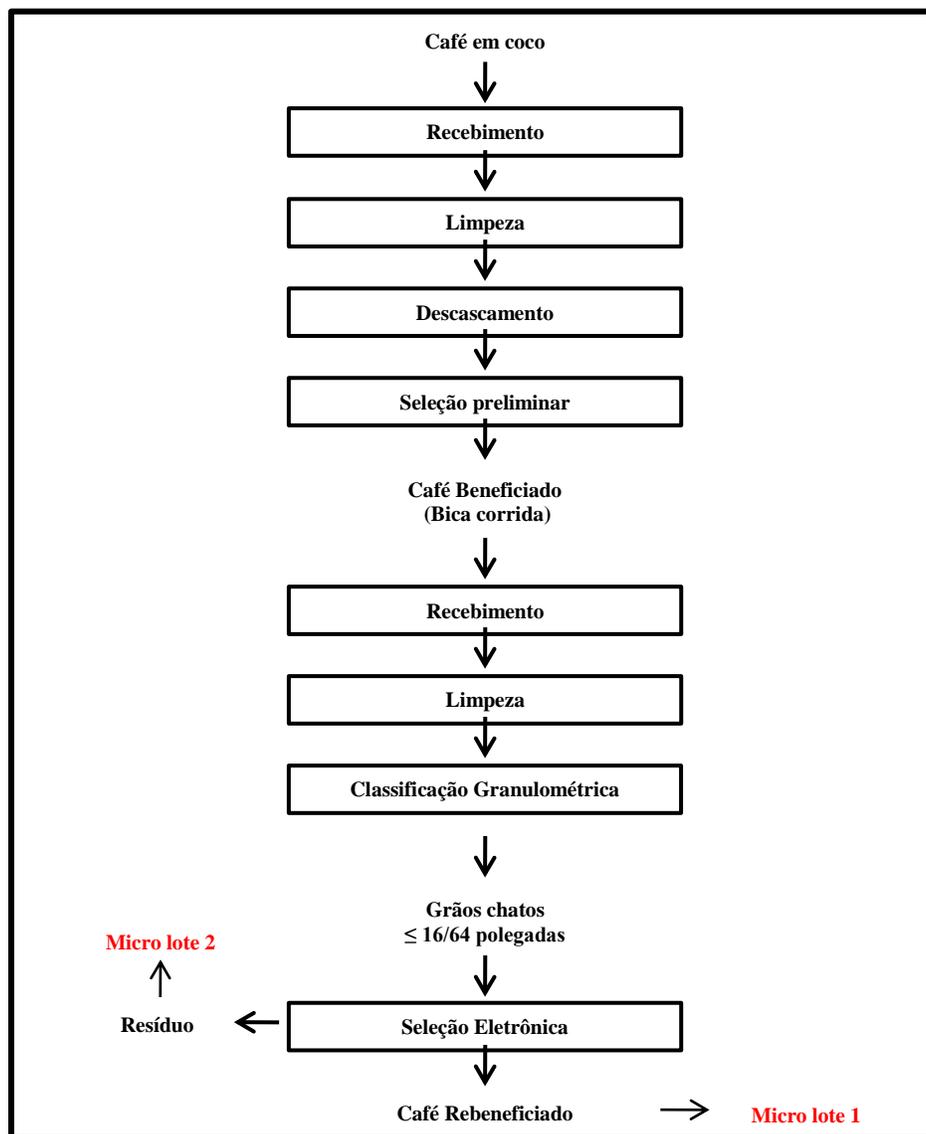
Para condução do trabalho, foi utilizado um lote de café comercial da espécie *Coffea arabica* L., composto por grãos beneficiados (“bica-corrída”), processados por via seca, com teor de água de, aproximadamente, 9,5% (b.u.). Com a finalidade de homogeneizar suas características, o lote foi rebeneficiado e separado em dois micros lotes (FIGURA 2) por meio de seleção eletrônica.

O primeiro micro lote, denominado de Café rebeneficiado, é composto por grãos de formato chato com tamanho igual ou superior a 16/64 de polegada. Esse material é isento de grãos que apresentam os defeitos preto, preto-verde, verde, ardido, concha, brocado, quebrado e mal formado, definidos de acordo com a Instrução Normativa N°8 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento de 11 de junho de 2003 (BRASIL, 2003). O microlote 1 foi classificado como um café especial de acordo com o protocolo descrito pela SCAA (LINGLE, 2011b).

O segundo microlote, denominado de “Resíduo”, foi composto por grãos de formato chato com tamanho igual ou superior a 16/64 de polegada que foram classificados como defeitos pela seletora eletrônica. Esse microlote passou por uma nova seleção manual, em que todos os defeitos foram descartados, com exceção dos grãos classificados como defeito verde. Os grãos verdes ou imaturos foram mantidos para dar origem aos tratamentos.

Ao final das etapas de formação dos microlotes, os grãos foram embalados em sacaria GrainPro® e armazenados em câmara fria com temperatura de 10°C e umidade relativa de 60%, até as próximas etapas.

Figura 2 - Etapas de formação dos micros lotes de café



3.2 Torração

A torração foi realizada da seguinte maneira: mediante testes preliminares, utilizando o microlote de café 1 como material base, uma curva de

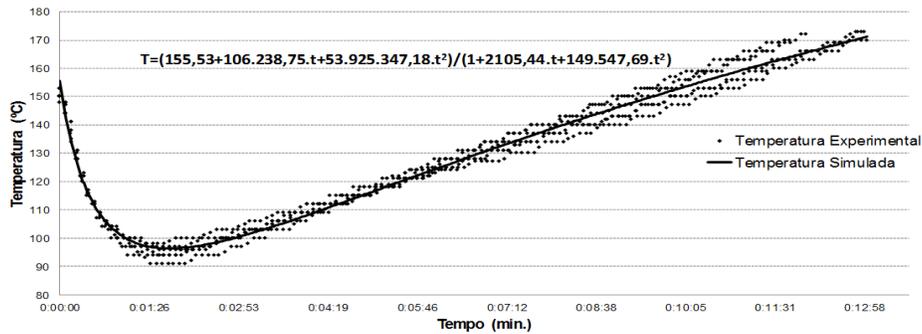
torração foi construída (FIGURA 3) e todos os procedimentos foram realizados baseados no protocolo descrito pela SCAA (LINGLE, 2011b).

Para este processo, foi empregado o torrador Atila modelo Gold Plus. A operação de torração iniciou-se com a temperatura padronizada de, aproximadamente, 150°C, sendo fixada a velocidade de rotação do cilindro do torrador em 70 RPM, a velocidade do sistema que controla o fluxo de ar de entrada em 1.800 RPM e a massa inicial de grãos a ser torrada em 4kg por repetição.

O microlote 1 e o microlote 2 foram torrados, separadamente, ambos, obedecendo aos parâmetros anteriormente determinados. Foram realizadas três torras para cada microlote, cada torra foi considerada como um bloco experimental. As variáveis desses processos, temperatura (°C) e tempo (min:seg), foram monitoradas, simultaneamente e armazenados em um sistema conectado ao torrador, utilizando o software Sitrad versão 4.11. Os dados coletados foram analisados e utilizados, para a construção da curva de torração de cada repetição realizada, conforme a figura 3.

Ao longo dessas operações, a temperatura mínima atingida foi de 91°C e a máxima de 173°C. Por fim, os tempos totais da torração apresentaram variação entre 11':41" e 13':01", determinados quando os grãos atingiram o grau de torra médio. Essa determinação foi feita, visualmente, por meio do sistema de classificação de cor, com o uso de discos padronizados (SCAA/Agtron Roast Color Classification System, cor de referência #55 para grão inteiro) e, posteriormente, aferidos pelo equipamento Agtron M-Basic II.

Figura 3 - Cinética da temperatura da massa de grãos durante o processo de torração do café.



Fonte Dados da pesquisa

Para a modelagem representativa da cinética da temperatura da massa de grãos, durante o tempo de torração, foi utilizado o modelo apresentado na Equação 1.

$$T = \frac{(A+Ct+Et^2)}{(1+Bt+Dt^2)} \quad (1)$$

em que:

T = temperatura (°C) no tempo t;

t = tempo (s);

A, B, C e D = coeficientes da regressão.

Para o modelo foram estimados os parâmetros e calculados o coeficiente de determinação (R^2) e o erro médio relativo (P), que foram, respectivamente, de 98,49% e 1,75%, indicando que os dados apresentaram ajuste adequado ao modelo proposto e suas repetições e replicatas apresentam comportamento semelhante (TEIXEIRA; ANDRADE; SILVA, 2012). A equação estimada,

relacionada à análise do modelo de cinética de temperatura durante a torração, está apresentada na Equação 2.

$$T = \frac{(155,53+106.238,75t+53.925.347,18t^2)}{(1+2.105,44t+149.547,69t^2)} \quad (2)$$

3.3 Composição dos tratamentos

Foram instalados três experimentos. Cada experimento consistiu em avaliar o efeito sensorial da presença de uma única categoria, em diferentes concentrações de grãos *Quaker*, que foram inseridos de forma controlada em um café natural especial. Por meio de testes preliminares, foram definidas sete concentrações, sendo cada concentração considerada um tratamento.

As categorias foram criadas a partir da ocorrência esperada de grãos *Quakers* formados após o processo de torra do micro lote 2. A definição de cada categoria foi feita, com base nos valores médios da avaliação de cor dos grãos considerados *Quakers*, segundo o protocolo da SCAA (LINGLE, 2011b). A avaliação da coloração foi realizada utilizando-se o colorímetro Agtron M-Basic II e o sistema CIEL*c*h° (TABELA 1).

O café natural especial (micro lote 1), no qual cada categoria foi inserida, apresentou coloração Agtron 53,7, luminosidade 21,3, saturação 16,4 e tonalidade 59,9.

Tabela 1 - Valores médios da avaliação de cor pelos sistemas Agtron e CIE L*c*h° de grãos de café torrados para cada categoria criada.

Categorias	Agtron	CIEL*c*h°		
		L*	c*	h°
Agtron 61	61,2	23,9	18,6	61,2
Agtron 82	82,8	28,1	22,2	61,6
Agtron 95	95,35	29,15	26,36	63,83

As categorias foram avaliadas considerando sete concentrações diferentes de grãos *Quaker*. Para a categoria Agtron 61, foram utilizados o nível mínimo de 0 e o máximo de 30 grãos por xícara de degustação. Para as categorias Agtron 82 e 95, foram utilizados de 0 a 16 grãos por xícara, conforme Tabela 2. Foi utilizado o total máximo de 65 grãos por xícara, que correspondeu, aproximadamente, a 8,25g de café torrado e moído em infusão com 150 ml de água.

Tabela 2 - Caracterização dos tratamentos

Categoria	Concentração de grãos <i>Quaker</i>	
	Nº de grãos <i>Quaker</i> / Xícara	Correspondente em % de grãos <i>Quaker</i> na xícara
Agtron 61	0	0
	5	7,7
	10	15,4
	15	23,1
	20	30,8
	25	38,5
	30	46,2
Agtron 82	0	0
	1	1,5
	4	6,2
	7	10,8
	10	15,4
	16	24,6
Agtron 95	0	0
	1	1,5
	4	6,2
	7	10,8
	10	15,4
	16	24,6

A avaliação sensorial foi realizada por cinco degustadores certificados Q-grader, tendo como base o protocolo da SCAA. Foram realizadas adaptações,

na ficha de avaliação sensorial (FIGURA 4), de forma a promover melhor descrição dos atributos sensoriais do café e atender aos objetivos deste trabalho. Cada tratamento foi avaliado utilizando três repetições.

Figura 4 - Ficha de avaliação sensorial modificada do método SCAA

Ficha de Avaliação Sensorial

Nome _____
Data _____

Amostra nº	Aroma		Sabor				Intensidade				Defeitos	Nota Final
	<input type="checkbox"/> Citrica	<input type="checkbox"/> Especiarias	<input type="checkbox"/> Citrica	<input type="checkbox"/> Especiarias	<input type="checkbox"/> Doçura	<input type="checkbox"/> Acidez	<input type="checkbox"/> Corpo	<input type="checkbox"/> Adstringência	<input type="checkbox"/> Amargor	<input type="checkbox"/> Finalização		
	<input type="checkbox"/> Floral	<input type="checkbox"/> Terroso	<input type="checkbox"/> Citrica	<input type="checkbox"/> Terroso	<input type="checkbox"/> Doçura	<input type="checkbox"/> Acidez	<input type="checkbox"/> Corpo	<input type="checkbox"/> Adstringência	<input type="checkbox"/> Amargor	<input type="checkbox"/> Finalização	<input type="checkbox"/> Riado	
	<input type="checkbox"/> Verdadeiras Frutas	<input type="checkbox"/> Amendoim	<input type="checkbox"/> Florais Verdadeiras	<input type="checkbox"/> Terroso Amendoim	<input type="checkbox"/> Doçura	<input type="checkbox"/> Acidez	<input type="checkbox"/> Corpo	<input type="checkbox"/> Adstringência	<input type="checkbox"/> Amargor	<input type="checkbox"/> Finalização	<input type="checkbox"/> Rico	
	<input type="checkbox"/> Amarelas	<input type="checkbox"/> Herbáceo	<input type="checkbox"/> Verdadeiras Frutas	<input type="checkbox"/> Amarelas	<input type="checkbox"/> Doçura	<input type="checkbox"/> Acidez	<input type="checkbox"/> Corpo	<input type="checkbox"/> Adstringência	<input type="checkbox"/> Amargor	<input type="checkbox"/> Finalização	<input type="checkbox"/> Rico Zona	
	<input type="checkbox"/> Chocolate	<input type="checkbox"/> Verde / Imaturo	<input type="checkbox"/> Chocolate	<input type="checkbox"/> Verde / Imaturo	<input type="checkbox"/> Doçura	<input type="checkbox"/> Acidez	<input type="checkbox"/> Corpo	<input type="checkbox"/> Adstringência	<input type="checkbox"/> Amargor	<input type="checkbox"/> Finalização	<input type="checkbox"/> Fermentado	
	<input type="checkbox"/> Mel	<input type="checkbox"/> Papel	<input type="checkbox"/> Mel	<input type="checkbox"/> Papel	<input type="checkbox"/> Doçura	<input type="checkbox"/> Acidez	<input type="checkbox"/> Corpo	<input type="checkbox"/> Adstringência	<input type="checkbox"/> Amargor	<input type="checkbox"/> Finalização	<input type="checkbox"/> Ausente	
	<input type="checkbox"/> Caramelo	<input type="checkbox"/> Chá Preto	<input type="checkbox"/> Caramelo	<input type="checkbox"/> Chá Preto	<input type="checkbox"/> Doçura	<input type="checkbox"/> Acidez	<input type="checkbox"/> Corpo	<input type="checkbox"/> Adstringência	<input type="checkbox"/> Amargor	<input type="checkbox"/> Finalização	<input type="checkbox"/> Desuniformidade nº _____	
	<input type="checkbox"/> Açúcar Mascavo	<input type="checkbox"/> Queimado	<input type="checkbox"/> Açúcar Mascavo	<input type="checkbox"/> Queimado	<input type="checkbox"/> Doçura	<input type="checkbox"/> Acidez	<input type="checkbox"/> Corpo	<input type="checkbox"/> Adstringência	<input type="checkbox"/> Amargor	<input type="checkbox"/> Finalização		

Observações: _____

Fonte Dados da pesquisa (2016).

3.4 Análises estatísticas

Foram executados três experimentos, instalados em delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), com três blocos. Em cada experimento, foi avaliada uma categoria de grãos *Quakers*, inserida em diferentes concentrações em um café controle (café natural especial). Cada concentração estudada caracteriza-se por um tratamento, desta forma, foram estudados sete tratamentos para cada experimento.

Os resultados dos atributos sensoriais (Nota Global, Doçura, Acidez, Corpo, Adstringência, Amargor e Finalização) foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando diferenças significativas no teste F foram detectadas, o teste de Dunnett foi aplicado, a 5% de significância, utilizando-se o software estatístico SAS 9.4 (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS INSTITUTE, 1996).

Tendo em vista a melhor compreensão do efeito dos tratamentos sobre os atributos sensoriais estudadas, os dados foram submetidos à análise multivariada. A relação entre os tratamentos e os atributos sensoriais foi realizada pela análise dos componentes principais (ACP), utilizando o software estatístico R 3.2.3 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

Os termos descritores dos atributos Aroma e Sabor foram submetidos à análise de modelos lineares generalizados considerando a distribuição de Bernoulli e função de ligação logística.

A distribuição hipergeométrica foi utilizada no cálculo da probabilidade de uma xícara conter determinado número de grãos *Quakers*, considerando diferentes concentrações na amostra. As diferentes concentrações corresponderam à presença de 0 a 100 grãos *Quakers* em uma amostra de café torrado de 100g.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de Variância

Os valores médios dos atributos sensoriais, nota global, doçura, acidez, corpo, adstringência, amargor e finalização, em relação a cada tratamento estudado, são apresentados na Tabela 3.

De acordo com a análise de variância, a presença de grãos Agtron 61, em um café natural especial, não promoveu alteração significativa em nenhum dos atributos sensoriais avaliados. Desta forma, foi observado que grãos de café com essa coloração não podem ser considerados grãos *Quakers*.

Tabela 3 - Notas médias dos atributos sensoriais para sete níveis de contaminação por grãos de três categorias

(Continua)

Tratamentos		Atributos Sensoriais						
Cat.	Nº de grãos Quaker/ Xícara	Nota Global	Doç.	Ac.	Corp.	Ads.	Am.	Fin.
Agtron 61	0	80,37	5,99	6,20	5,86	1,95	4,12	6,05
	5	80,00	5,96	6,21	6,15	1,97	3,99	5,73
	10	80,43	6,07	6,40	6,31	1,82	4,72	6,17
	15	79,77	5,42	6,24	6,31	2,73	5,14	5,34
	20	79,70	5,87	6,37	6,06	2,61	4,20	5,68
	25	80,07	5,87	6,04	6,04	2,24	4,12	6,19
	30	79,87	5,42	6,13	6,32	3,06	5,27	5,44
Agtron 82	0	80,43	5,71	6,23	6,19	1,84	4,12	5,77
	1	80,53	5,70	6,18	6,23	2,37	4,22	5,77
	4	80,33	5,27	6,19	6,00	2,18	4,60	5,80
	7	78,73*	5,40	6,23	5,37	3,24	4,40	5,31
	10	79,20	5,11	6,07	5,96	2,88	4,39	5,31
	13	78,80*	5,22	6,21	5,68	2,78	4,47	5,37
	16	77,37*	4,90	5,99	5,61	3,96*	5,39*	4,80

Tabela 3 - Notas médias dos atributos sensoriais para sete níveis de contaminação por grãos de três categorias

(Conclusão)

Tratamentos		Atributos Sensoriais						
Cat.	Nº de grãos Quaker/ Xícara	Nota Global	Doç.	Ac.	Corp.	Ads.	Am.	Fin.
	0	80,47	5,65	6,36	5,68	2,63	4,79	5,72
	1	79,93	5,78	6,14	5,98	2,13	4,53	5,78
	4	79,80	5,17	6,22	5,61	2,72	4,62	5,41
Agtron 95	7	78,60*	5,46	6,22	5,86	3,13	4,92	5,01
	10	78,73*	5,27	6,30	5,65	3,09	5,03	5,05
	13	77,33*	4,38*	5,80	5,33	4,44	5,86	4,63
	16	75,80*	3,82*	5,21*	4,75	4,97*	5,50	3,81*

* Média estatisticamente diferente do tratamento controle, pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade, sendo o Nível de contaminação “0” o controle,

Cat.=Categoria, Doç.=Doçura, Ac.=Acidez, Corp.=Corpo, Ads.=Adstringência, Am.=Amargor Fin.=Finalização

A presença dos grãos Agtron 82 causou alterações significativas nos seguintes atributos, nota global, adstringência e amargor. Entretanto, dentre esses atributos afetados, a nota global com apenas sete grãos já apresentou diferença significativa, os demais atributos apresentaram alteração somente a partir da presença de 16 grãos *Quakers*.

A categoria Agtron 95 apresentou comportamento semelhante, a presença de grãos *Quakers* afetou, significativamente, os atributos nota global, doçura, acidez, adstringência e finalização. A nota global apresentou alteração, a partir da concentração de 7 grãos, a doçura, a partir de 13 grãos e os demais a partir de 16 grãos.

Pode-se observar que dois atributos de grande importância, para a descrição da qualidade do café especial, foram afetados. O primeiro foi o atributo doçura que, segundo a Organização Internacional do Café (ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ - OIC, 1991), é uma das características de sabor mais desejáveis na bebida.

O segundo foi a acidez que, no café, é um importante parâmetro organoléptico, podendo ser agradável ou não, dependendo da natureza do ácido predominante. Uma acidez agradável contribui para a vivacidade do café, aumenta a percepção da doçura e confere característica de fruta fresca. A acidez excessiva pode ser desagradável e indicar característica não usual de um café (ILLY; VIANI, 2005; LINGLE, 2011a; SCAA, 2009).

Analisando de forma geral, observa-se que a presença de *Quakers* da categoria Agtron 95 alterou de forma evidente o café, proporcionando, principalmente, uma adstringência acentuada e prejudicial, bem como a redução dos níveis dos principais atributos relacionados à qualidade, doçura e acidez, ocasionando desequilíbrio à bebida e um sabor desagradável ao paladar.

4.2 Análise de Componentes Principais

A análise de componentes principais (ACP) foi empregada para interpretar os resultados sensoriais de cada tratamento avaliado. Foram gerados dois gráficos (FIGURA 4 e 5), para cada categoria Agtron, em função dos atributos sensoriais e em função da concentração de grãos *Quakers*.

Os dois primeiros componentes principais das categorias Agtron 61, 82 e 95 explicam 75,7%, 74,67% e 75,0% da variabilidade das respostas, respectivamente, o que demonstra uma boa explicação da variação ocorrida entre os tratamentos, em relação aos atributos sensoriais. As porcentagens de explicação da variabilidade, nos atributos sensoriais de cada um dos dois primeiros componentes principais, para cada categoria, estão expressas na Tabela 4.

Tabela 4 - Variabilidade entre os componentes principais para cada categoria

Categoria	PC1	PC2
Agtron 61	62,07	13,63
Agtron 82	62,71	11,96
Agtron 95	61,64	13,36

Os dados de cada concentração de grãos *Quakers* foram representados como a média dos escores, calculados com base nas três repetições. Pontos com similaridades em um ou mais atributos sensoriais se aproximam.

Os vetores representativos de cada variável estudada indicam quais aspectos foram determinantes para os agrupamentos formados e a similaridade entre eles. Tais resultados revelam a correlação entre as características sensoriais com cada o nível de contaminação por cada categoria.

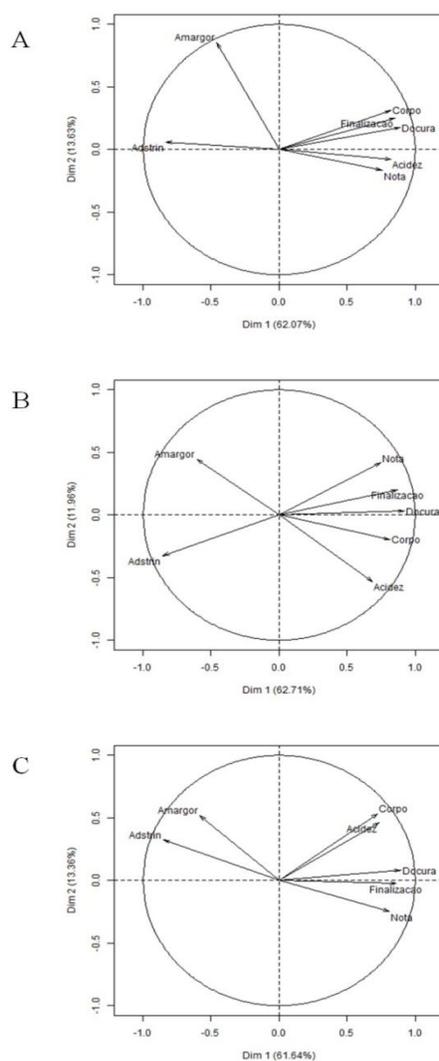
Ao avaliar os atributos, foi observada a presença de dois grupos distintos e em posições opostas, evidentes em todas as categorias. O primeiro grupo fica à direita do gráfico e é composto pelos atributos nota global, acidez, doçura, corpo e finalização. O segundo grupo fica à esquerda do gráfico e é composto pelos atributos amargor e adstringência.

Ao avaliar as concentrações de grãos *Quakers* de cada categoria (FIGURA 5), somente a categoria Agtron 95 apresentou nítida separação entre as concentrações. A partir da presença de 16 grãos dessa categoria, pode-se observar um relevante deslocamento, para a região à esquerda do gráfico, posição semelhante ao agrupamento dos atributos adstringência e amargor do gráfico da Figura 4C. Isto indica que o aumento da concentração de grãos *Quakers*, em um café natural especial, propicia uma maior percepção sensorial dos atributos adstringência e amargor em detrimento dos demais.

As categorias Agtron 61 e 82 apresentaram uma tendência de deslocamento para a esquerda do gráfico, nas concentrações mais altas, 30 e 16

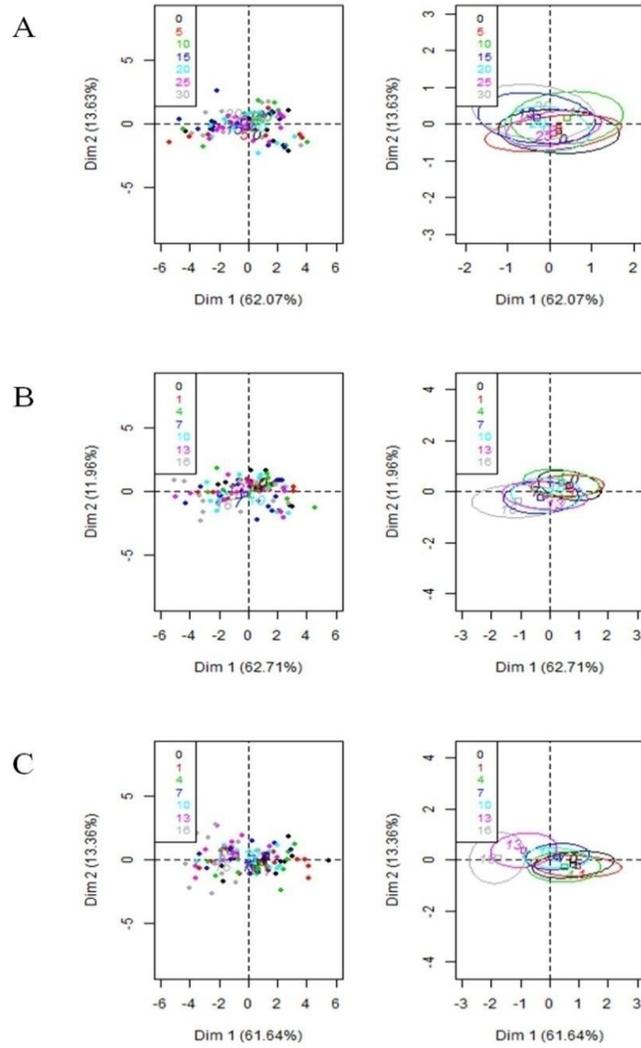
grãos, respectivamente, indicando maior percepção sensorial dos atributos adstringência e amargor.

Figura 5 - Análise de componentes principais para avaliação dos atributos estudados em função de cada categoria de cor



Legenda: Gráfico A – Agtron 61, Gráfico B – Agtron 82, Gráfico C – Agtron 95.

Figura 6 - Análise de componentes principais para avaliação dos níveis de contaminação estudados em função de cada categoria de cor



Legenda: Gráfico A – Agtron 61, Gráfico B – Agtron 82, Gráfico C – Agtron 95.

4.3 Análise de modelos lineares generalizados

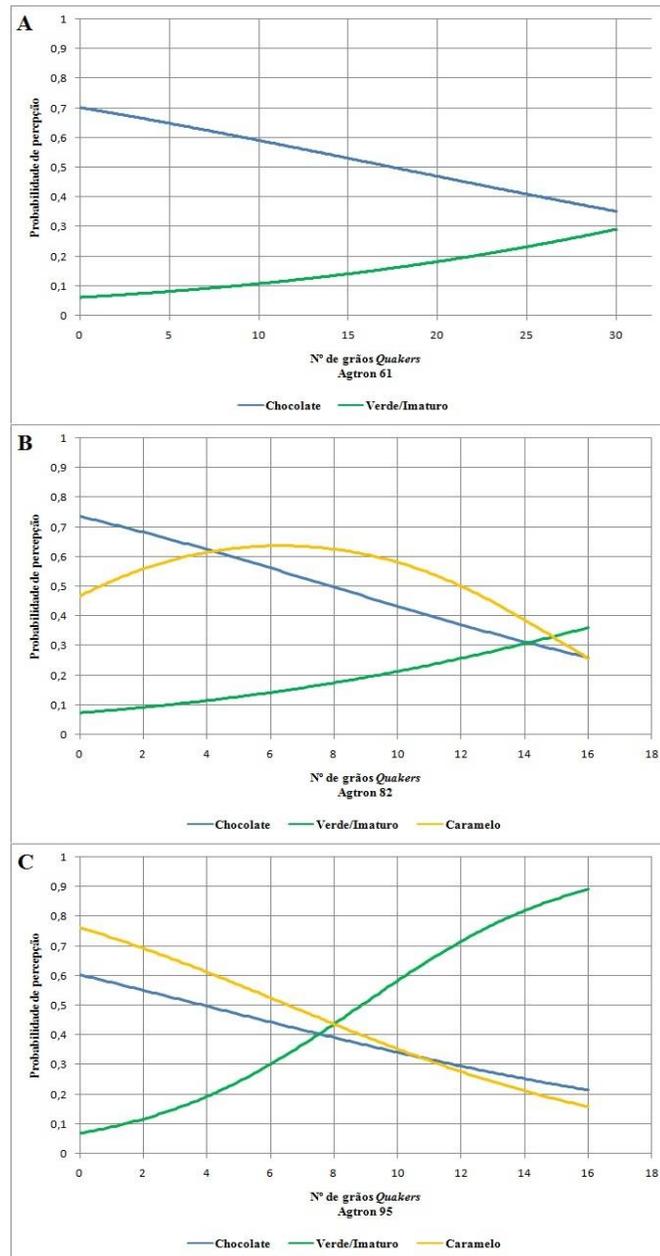
Os modelos de regressão, em função da presença de grãos *Quaker*, para os atributos Aroma e Sabor, são apresentados nas Figuras 7 e 8.

A presença de grãos da categoria Agtron 61 proporcionou a percepção predominante dos aromas “chocolate” e “verde/imaturo” (FIGURA 7 – A), visto que, em concentrações mais baixas, a presença do aroma de “chocolate” foi mais evidenciada, já, em concentrações mais altas, a percepção do “verde/imaturo”, predominou. No entanto a percepção do aroma de “verde/imaturo”, em nenhuma das concentrações estudadas, torna-se superior à probabilidade de percepção do aroma de “chocolate”.

Os grãos pertencentes à categoria Agtron 82 apresentaram comportamento semelhante à categoria anterior. Neste caso, é importante destacar que, na concentração de, aproximadamente, 14 grãos, a percepção dos aromas “chocolate” e “verde/imaturo” tornou-se igual, assumindo uma mesma probabilidade de detecção em um conjunto de xícaras de degustação (FIGURA 7 - B). Pode-se, também, perceber, nesta categoria, a presença do aroma de “caramelo”, que apresentou comportamento em conformidade com uma regressão de segundo grau, sendo sua máxima percepção na concentração de, aproximadamente, 7 grãos *Quakers*.

A inclusão dos grãos referentes à categoria Agtron 95 proporcionou, de forma clara e evidente, a percepção do aroma de “verde/imaturo”, apresentando uma probabilidade de detecção deste aroma de 0,9 ao nível de contaminação de, aproximadamente, 16 grãos (FIGURA 7 - C). Os aromas de “chocolate” e “caramelo”, também, puderam ser percebidos, principalmente, em concentrações mais baixas. Esses aromas assumiram a mesma probabilidade de detecção do aroma “verde/imaturo” na concentração de, aproximadamente, 7,5 e 8 grãos, respectivamente.

Figura 7 - Curvas de probabilidade da percepção para o atributo Aroma para cada categoria de grãos *Quakers*



Legenda: Gráfico A – Agtron 61, Gráfico B – Agtron 82, Gráfico C – Agtron 95.

As equações de regressão ajustadas, que definem a probabilidade de percepção dos descritores “Verde/Imaturo”, “Chocolate” e “Caramelo”, para o atributo Aroma, em função da presença de grãos *Quaker* de cada categoria, são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Equações de regressão ajustadas para o atributo Aroma

Categoria	Verde/Imaturo	Chocolate	Caramelo
Agtron 61	$\hat{p} = \frac{e^{-2,7223+0,0611.x}}{1 + e^{-2,7223+0,0611.x}}$	$\hat{p} = \frac{e^{0,8578-0,0489.x}}{1 + e^{0,8578-0,0489.x}}$	-
Agtron 82	$\hat{p} = \frac{e^{-2,5312+0,1227.x}}{1 + e^{-2,5312+0,1227.x}}$	$\hat{p} = \frac{e^{1,0258-0,1294.x}}{1 + e^{1,0258-0,1294.x}}$	$\hat{p} = \frac{e^{-0,1296+0,2189.x-0,0173.x^2}}{1 + e^{-0,1296+0,2189.x-0,0173.x^2}}$
Agtron 95	$\hat{p} = \frac{e^{-2,6062+0,2943.x}}{1 + e^{-2,6062+0,2943.x}}$	$\hat{p} = \frac{e^{0,4194-0,1074.x}}{1 + e^{0,4194-0,1074.x}}$	$\hat{p} = \frac{e^{1,1658-0,1772.x}}{1 + e^{1,1658-0,1772.x}}$

Ao avaliar a percepção do sabor para a categoria Agtron 61, os grãos pertencentes a essa categoria, inseridos em um café natural especial, proporcionaram um leve sabor de “verde/imaturo”, com probabilidade de detecção de 0,32 na máxima concentração estudada (FIGURA 8 - A).

Já, para a categoria Agtron 82, foi possível perceber o sabor de “chocolate” e “caramelo”, em concentrações mais baixas (FIGURA 8 - B) e o sabor de “verde/imaturo”, em concentrações mais altas, apresentando uma probabilidade de detecção de 0,7, na presença de 16 grãos dessa categoria, sendo este resultado bastante expressivo.

A inclusão de grãos da categoria Agtron 95 ocasionou uma acentuada percepção do sabor “verde/imaturo”, podendo esta característica descritora ser detectada com uma probabilidade de, aproximadamente, 0,9 a uma concentração de 16 grãos *Quakers* (FIGURA 8 - C). Nesta categoria, também, foi possível perceber um leve saber de “chocolate”, que apresentou um comportamento,

segundo uma regressão de segundo grau, obtendo uma probabilidade máxima de percepção deste sabor na presença de 5,4 grãos *Quakers*.

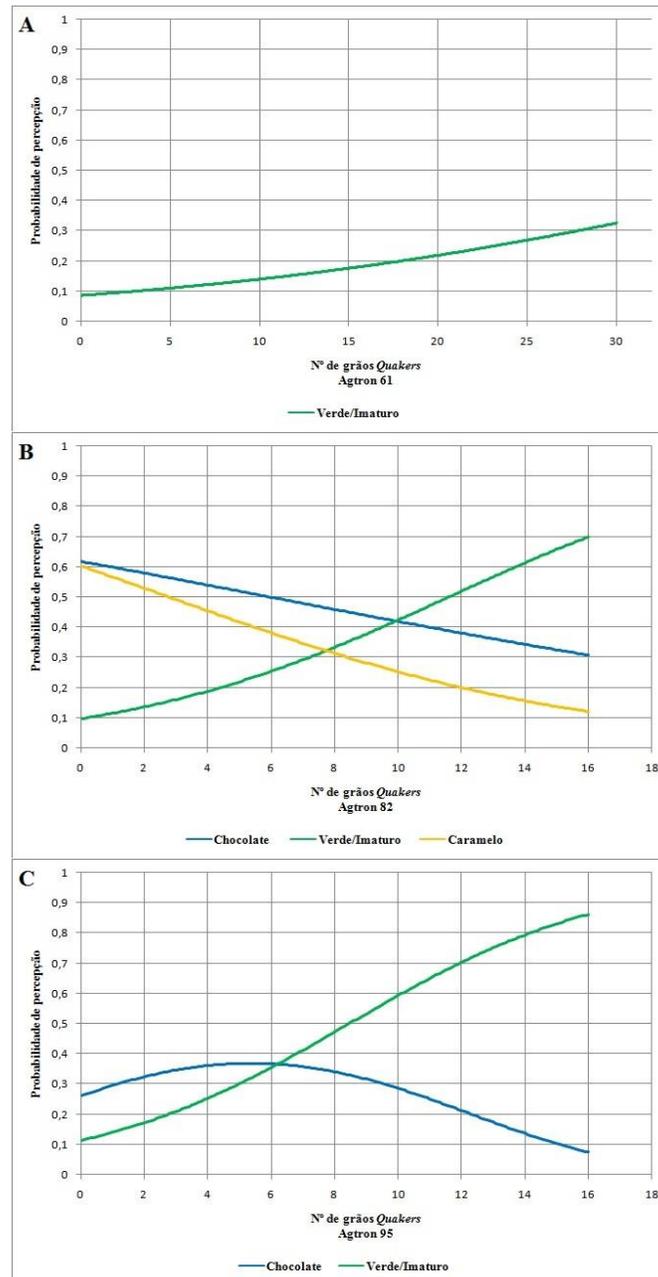
A probabilidade de detecção dos sabores “verde/imaturo” e “chocolate”, nessa categoria, torna-se igual na presença de, aproximadamente, 6,2 grãos. Este ponto é coincidente com o valor apresentado nos resultados anteriormente expostos pela análise de variância, em que, na presença de 7 grãos, a categoria Agtron 95 diferencia-se do tratamento controle. Desta forma, podemos destacar que, para a categoria Agtron 95 na presença de 7 grãos Quakers, ficam evidente alterações significativas nas características sensoriais da bebida de um café natural especial.

As equações de regressão ajustadas, em função da presença de grãos *Quaker* de cada categoria, que definem a probabilidade de percepção de determinados descritores para o atributo Sabor, são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Equações de regressão ajustadas para o atributo Sabor

Categoria	Verde/Imaturo	Chocolate	Caramelo
Agtron 61	$\hat{p} = \frac{e^{-2,3588+0,0544.x}}{1 + e^{-2,3588+0,0544.x}}$	-	-
Agtron 82	$\hat{p} = \frac{e^{-2,2264+0,1921.x}}{1 + e^{-2,2264+0,1921.x}}$	$\hat{p} = \frac{e^{0,4822-0,0807.x}}{1 + e^{0,4822-0,0807.x}}$	$\hat{p} = \frac{e^{0,4188-0,1502.x}}{1 + e^{0,4188-0,1502.x}}$
Agtron 95	$\hat{p} = \frac{e^{-2,0562+0,2433.x}}{1 + e^{-2,0562+0,2433}}$	$\hat{p} = \frac{e^{-1,0396+0,1875x-0,0175.x^2}}{1 + e^{-1,0396+0,1875x-0,0175.x^2}}$	-

Figura 8 - Curvas de probabilidade da percepção para o atributo Sabor para cada categoria de grãos *Quakers*



Legenda: Gráfico A – Agtron 61, Gráfico B – Agtron 82, Gráfico C – Agtron 95.

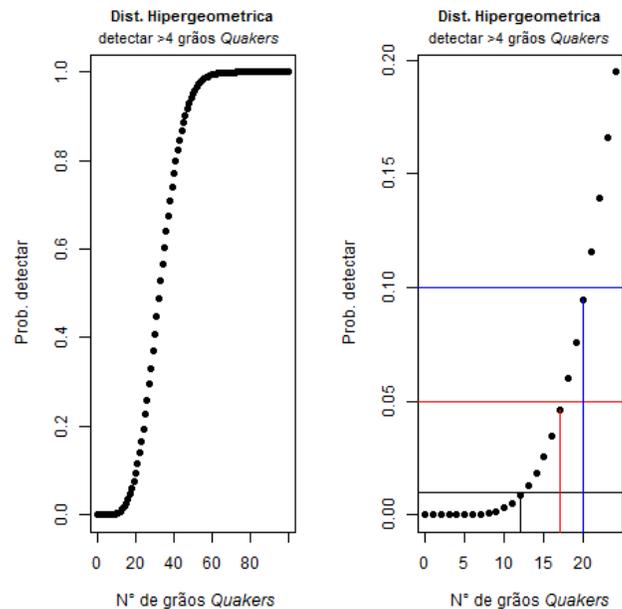
4.4 Distribuição Hipergeométrica

Em comparação com o tratamento controle, as categorias Agtron 82 e 95 não apresentaram diferença sensorial considerando a presença de até quatro grãos *Quakers* por xícara de degustação. Desta forma, essa concentração não foi suficiente para alterar as características sensoriais da bebida classificada como especial. Esse resultado representa uma mudança na tolerância, em relação à presença de *Quakers* estabelecida pela SCAA (LINGLE, 2011b), em lotes de cafés especiais.

Com base na tolerância máxima de quatro grãos *Quakers* presentes em uma xícara, foi aplicada a distribuição hipergeométrica considerando diferentes concentrações em uma amostra de 100 g de café. Essa distribuição foi realizada com a finalidade de avaliar a probabilidade de uma xícara de degustação conter um número superior a quatro grãos *Quakers*. As diferentes concentrações corresponderam à presença de 0 a 100 grãos *Quakers* em uma amostra de café de 100g.

Na Figura 9, está apresentada a distribuição hipergeométrica para probabilidade de uma xícara conter um número superior a quatro grãos *Quakers*. De acordo com a distribuição, para uma amostra de 100 g de café, contendo 20 grãos *Quakers*, a probabilidade de ocorrer mais que quatro grãos em uma única xícara é inferior a 10%. Essa probabilidade é reduzida para 1% para amostras de 100 g que apresentam 12 grãos *Quakers*.

Figura 9 - Distribuição Hipergeométrica para probabilidade de uma xícara conter determinado numero de grão *Quakers*, considerando diferentes concentrações em uma amostra de 100g de café torrado



Portanto a presença de mais de quatro grãos *Quakers* em uma única xícara é capaz de alterar, significativamente, as características sensoriais e a probabilidade de ocorrência desse evento depende da concentração inicial da amostra representativa do lote.

5 CONCLUSÃO

Os grãos de café pertencentes à categoria Agtron 61 não apresentaram prejuízos à qualidade sensorial do café natural especial. Desta forma, os grãos pertencentes a essa categoria não podem ser considerados grãos *Quakers*.

Já, os grãos pertencentes às categorias Agtron 82 e Agtron 95 diferiram, estatisticamente, do tratamento controle, a partir da presença de sete grãos *Quakers*, causando alterações na qualidade sensorial da bebida do café natural especial. No entanto ambas as categorias não apresentaram diferença sensorial considerando a presença de até quatro grãos *Quakers* por xícara de degustação.

A análise de modelos lineares generalizados apresentou, de forma clara, o aumento da percepção do aroma e do sabor do descritor “verde/imaturo”, em decorrência da elevação da concentração de grãos *Quakers*, em todas as categorias estudadas.

A partir da distribuição hipergeométrica, sugere-se uma probabilidade de ocorrência de mais de quatro grãos *Quakers* em uma única xícara, sendo esse evento dependente da concentração inicial da amostra representativa do lote.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. C. A. **Análise sensorial**: efeitos da memória. 1996. 121 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.
- ALVES, M. Metodologia tradicional de avaliação de qualidade de café vs. métodos eletrônicos alternativos. In: SALVA, T. de J. G. et al. (Ed.). **Cafés de qualidade**: aspectos tecnológicos, científicos e comerciais. Campinas: Instituto Agrônômico, 2007. p. 389-410.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. **Mercado de cafés especiais deve triplicar até 2019 no Brasil, estima Abic**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=9infoid=5097>>. Acesso em: 10 jan. 2016.
- BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. v. 1, 631 p.
- BORGES, M. L. A. et al. Efeito da torração em parâmetros físicos de cafés de diferentes qualidades. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, n. 8, p. 6-13, 2004. Especial café.
- BRANDO, C. H. J. Harvesting and green coffee processing. In: WINTGENS, J. N. (Ed.). **Coffee**: growing, processing, sustainable production. 2nd ed. rev. New Jersey: J. Wiley Professional, 2004. p. 605-714.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 11 de Junho de 2003. Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 jun. 2003. Seção 1, p. 22-29.
- BRAZIL SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION. **Nova embalagem preserva qualidade dos cafés especiais**. Disponível em: <<http://bsca.com.br/noticia.php?id=414>>. Acesso em: 15 fev. 2016.
- CAMARGO, A. P. Arborização de cafezais. **O Agrônômico**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 25-27, 2007.
- CANTERGIANI, E. et al. Characterization of mouldy/earthy defect in green Mexican coffee. In: COLLOQUIUM OF INTERNATIONAL COFFEE

SCIENCE ASSOCIATION, 18., 1999, Helsinki. **Proceedings...** Helsinki: ASIC, 1999. 1 CD-ROM.

CLARKE, R. J. Roasting and grinding. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). **Coffee: technology**. London: Elsevier Applied Science, 1987. v. 2, p. 73-107.

CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉS DO BRASIL. **Relatório mensal, dezembro/2015**. 2015. Disponível em: <<http://www.cecafe.com.br/Menu/dados/exportacoes/CECAFE%20%20Relat%C3%B3rio%20Mensal%20DEZEMBRO%202015.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2016.

CORTEZ, J. G. **Efeito de espécies e cultivares e do processamento agrícola e industrial nas características da bebida do café**. 2001. 71 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2001.

DECAZY, F. et al. Quality of different Honduran coffees in relation to several environments. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 68, n. 7, p. 2356-2361, 2003.

DUTRA, E. R. et al. A preliminary study on the feasibility of using the composition of coffee roasting exhaust gas for the determination of degree of roast. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 47, n. 3, p. 241-246, 2001.

EVANGELISTA, S. R. et al. Inoculation of starter cultures in a semi-dry coffee (*Coffea arabica*) fermentation process. **Food Microbiology**, London, v. 44, p. 87-95, Dec. 2014.

FAGAN, E. B. et al. Efeito do tempo de formação do grão de café (*Coffea sp*) na qualidade da bebida. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 729-738, 2011.

FERIA-MORALES, A. M. Examining the case of green coffee to illustrate the limitations of grading systems/experts tasters in sensory evaluation for quality control. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 13, n. 6, p. 355-367, Sept. 2002.

GUYOT, B. et al. Influence de l'altitude et de l'ombrage sur la qualité des cafés arabica. **Plantation Recherche, Développement**, Versalhes, v. 3, n. 4, p. 272-280, 1996.

HERNANDEZ, J. A. et al. Analysis of the heat and mass transfer during coffee batch roasting. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 78, n. 4, p. 1141-1148, Feb. 2006.

HERNANDEZ, J. A. et al. Analysis of the heat and mass transfer during coffee batch roasting. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 78, n. 4, p. 1141-1148, 2007.

HOWELL, G. SCAA universal cupping form & how to use it. In: ANNUAL CONFERENCE & EXHIBITION "PEAK OF PERFECTION": PRESENTATION HANDOUTS, 10., 1998, Denver. **Proceedings...** Denver, 1998. 1 CD-ROM.

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso coffee: the chemistry of quality**. London: Academic, 1995. 253 p.

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso coffee: the science of quality**. London: Academic, 2005. 398 p.

ILLY, E. A. A saborosa complexidade do café. **Scientific American**, New York, v. 286, n. 6, p. 48-53, June 2002.

JANSEN, G. A. **Coffee roast magic-art-science physical changes and hemical reactions**. Munich: Corporate media GmbH, 2006. 72 p.

LIMA, M. V. et al. Preparo do café despulpado, cereja descascado e natural na região sudoeste da Bahia. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 55, n. 2, p. 124-130, mar./abr. 2008.

LINGLE, T. R. **The basics of cupping coffee**. Long Beach: Specialty Coffee Association of America, 1993. 43 p.

LINGLE, T. R. **The coffee cupper's handbook: systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor**. 4th ed. Long Beach: Specialty Coffee Association of America, 2011a. 66 p.

LINGLE, T. R. **SCAA Arabica Green Coffee: defect handbook**. Long Beach: Specialty Coffee Association of America, 2011b. 29 p.

MALTA, M. R.; CHAGAS, S. J. Avaliação de compostos não-voláteis em diferentes cultivares de cafeeiro produzidas na região sul de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 57-61, 2009.

MENDONÇA, J. C. F.; FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S. Physical characterization of non-defective and defective Arabica and Robusta coffees before and after roasting. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 92, n. 4, p. 474-479, 2009.

ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ. **Estudios de investigación de evaluación sensorial sobre localidad del café cultivado em la región de Patrocinio en el Estado de Minas Gerais en Brasil**. London, 1991. 28 p. (Reporte de Evaluación Sensorial).

PEREIRA, R. G. F. A. **Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (*Coffea arabica* L.) “Estritamente Mole”**. 1997. 96 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

PEREIRA, R. G. F. A. et al. Constituintes químicos de cafés despulpados, descascados, desmucilados e natural. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA - Café, 2003. p. 164-165.

PEREIRA, R. G. F. A.; VILELLA, 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, DF: EMBRAPA CAFÉ, 2002. p. 826-831.

PEZZOPANE, J. R. M. et al. Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro arábica. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 499-505, 2003.

PUERTA-QUINTERO, G. I. P. Influencia del proceso de beneficio en localidad del café. **Cenicafé**, Caldas, v. 50, n. 1, p. 78-88, ene./mar. 1999.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: Foundation for Statistical Computing, 2012. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 5 dez. 2012.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. R. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B. (Ed.). **Cultura do cafeeiro, fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira de Pesquisa Potassa Fosfato, 1986. p. 13-85.

RODRIGUES, M. A. A. et al. Evaluation of physical properties of coffee during roasting: agricultural engineering international the CIGR. **Journal of Scientific Research and Development**, Abuja, v. 5, p. 1-12, 2003. Manuscript FP 03004.

SIVETZ, M.; DESROSIER, N. W. **Coffee technology**. Westport: AVI, 1979. 716 p.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. **SCAA protocols: cupping specialty coffee**. Long Beach, 2009. 7 p.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**. 5th ed. Cary, 1996. 1290 p.

TEIXEIRA, L. P.; ANDRADE, E. T.; SILVA, P. G. L. Determinação do equilíbrio higroscópico e do calor isostérico da polpa e da casca do abacaxi (*Ananas comosus*). **ENGEVISTA**, Niterói, v. 14, p. 172-184, ago. 2012.

VILLELA, T. C. **Qualidade de café despulpado, desmucilado, descascado e natural, durante o processo de secagem**. 2002. 66 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

VINCENT, J. C. Green coffee processing. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). **Technology**. London: Elsevier, 1987. p. 1-33.