



**GABRIELA ESTER FERRAZ**

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E SENSORIAL DE PROGÊNIES DE  
*Coffea arabica* L. NO MUNICÍPIO DE INCONFIDENTES, MINAS  
GERAIS.**

**INCONFIDENTES/MG  
2017**

**GABRIELA ESTER FERRAZ**

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E SENSORIAL DE PROGÊNIES DE  
*Coffea arabica* L. NO MUNICÍPIO DE INCONFIDENTES, MINAS  
GERAIS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Sindynara Ferreira

Co-orientador: Dr. Antonio Jackson de Jesus Souza

**INCONFIDENTES/MG  
2017**

**GABRIELA ESTER FERRAZ**

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E SENSORIAL DE PROGÊNIES DE  
*Coffea arabica* L. NO MUNICÍPIO DE INCONFIDENTES, MINAS  
GERAIS.**

**Aprovação em 18 de outubro de 2017.**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sindynara Ferreira  
IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes**

---

**Prof. Dr. Leandro Carlos Paiva  
IFSULDEMINAS – Campus Machado**

---

**Prof. Dr. Cleiton Lourenço de Oliveira  
IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes**

## DEDICATÓRIA

*À Deus pelo dom de minha vida e por ter me confiado a missão de levar onde eu for o compromisso com a cadeia cafeeira, por toda a força que me proporcionou e pela luz que direcionou o meu caminhar, pois, é na luz do Senhor que direciono meus passos.*

*Aos meus pais, Célia e Lázaro que nunca deixaram de acreditar em minha capacidade e no meu talento, me dando suporte familiar, coragem e amor. Foi através da garra que tiveram na vida de cafeeiros que vi o quanto minha contribuição era essencial para a cadeia produtora.*

*Ao meu noivo João Paulo que sempre esteve ao meu lado sendo meu porto seguro nas horas de insegurança.*

*A todos os demais produtores de café que são os principais alvos deste trabalho, que com garra e coragem sustentam grande parte da economia do país.*

## **AGRADECIMENTOS**

A meu amigo Ricardo Sebastião dos Santos, extencionista da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER), que em todos os momentos de dúvidas me auxiliou e que contribuiu dando todo apoio técnico para construção deste trabalho.

Ao proprietário do Sítio Sam, Engenheiro Agrônomo Senhor Hélio Cazali e ao amigo Ubirajara Venâncio que me receberam de braços abertos e colaboraram na coleta de amostras.

À professora Sindynara que mais que uma orientadora se mostrou uma amiga, confiou no meu potencial e extraiu o meu melhor de mim com sua sabedoria.

Ao professor Antonio Jackson de Jesus de Souza pelas ricas contribuições. Aos professores Evando Coelho, Constantina Papparidis, Cleiton Oliveira pelas parcerias para realização deste estudo. Ao professor Fernando da Silva Barbosa pelas orientações meteorológicas e climatológicas.

Agradeço também a todos os técnicos e trabalhadores do Instituto Federal que contribuíram com seu trabalho para que eu pudesse adquirir os conhecimentos que tenho hoje, sem a colaboração deles não seria possível a manutenção desta instituição de ensino e eu não teria a oportunidade de estar me graduando.

A todos os membros do Laboratório da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) da cidade de Lavras/MG, que colaboraram com as análises químicas e sensoriais, fundamentais para este estudo, em especial ao Marcelo Malta.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), que financiaram parte deste estudo.

E por último, mais não menos importante, a todos meus amigos e professores que colaboraram para que hoje eu seja uma pessoa muito mais humana, solidária e consciente do que quando iniciei minha graduação.

## EPÍGRAFE

### Sonho de cafeicultor

*Pra começar a vida  
o caboclo lá do sertão,  
formou lavoura de café  
com muita dedicação.*

*O café crescia e planos  
ele fazia dentro do coração:  
“Quero criar meus filhos  
e dar-lhes educação.”*

*Enquanto o café florescia  
ele sorria e fazia uma oração,  
pedia a Deus coragem  
para cumprir sua missão.*

*Ao visitar a lavoura  
e ver o café amadurecendo,  
era a conta para seus olhos  
de lágrimas irem se enchendo.*

*Começou então a colheita  
após muito tempo dedicado,  
depois de muita luta  
o café estava guardado.*

*Chegou a grande hora  
do café ser ensacado,  
por ter excelente qualidade  
para longe será exportado.*

*Muito feliz ele estava  
foi então ao cafeeiro  
para que o café fosse buscado  
com ajuda do caminhoneiro.*

*Enquanto o caminhão saía  
o caboclo entristecia com dor no coração,  
muitos anos de luta e trabalho  
sendo levado em um caminhão.*

Gabriela Ester Ferraz, 2011.

## RESUMO

Frente a demanda crescente do mercado do café para qualidade de bebida, este estudo objetivou avaliar progênies de *Coffea arabica* L. identificando as mais promissoras quanto às características químicas e sensoriais, gerando novas possibilidades para o setor. Foram analisadas 15 progênies que apresentam características morfológicas ainda distintas, porém prevalecendo alta produção e frutos grandes de coloração vermelha. As progênies estudadas estão com sete anos de idade e foram comparadas com duas cultivares testemunhas (Mundo Novo e Catuai). Foram determinados quantidade de açúcares totais, acidez titulável total, atividade enzimática da polifenoloxidase, lipídeos, proteína, cafeína, condutividade elétrica, lixiviação de potássio, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis e polifenóis nos anos safra 2014/2015 e 2015/2016. Nas análises sensoriais foram avaliados os atributos uniformidade, ausência de defeitos, doçura, fragrância e aroma, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio e final obtendo um total de pontuação de acordo com a classificação SCA. As progênies 7 e 10 são promissoras quanto à qualidade de bebida e as de número 5 e 15 apresentam respostas melhores em condições ambientais favoráveis, o que possibilita o uso destas em futuros programas de melhoramento. Vale ressaltar as progênies 5, 7, 10, 15 quanto a qualidade de bebida, uma vez que tiveram pontuação acima de 84 pontos pela SCA, nos anos safra 2014/2015 e 2015/2016. Condições ambientais possuem influência nas propriedades físicas do grão e as análises químicas devem ser acompanhadas de análises sensoriais.

**Palavras chaves:** análise sensorial; melhoramento genético; seleção.

## ABSTRACT

Faced with the increasing demand of the coffee market for the beverage quality, this study aimed to evaluate *Coffea arabica* L. offsprings identified as more promising regarding the chemical and sensorial characteristics, generating new possibilities for the coffee area. Fifteen high production and large red fruits different offsprings were analyzed. The offsprings studied are seven years old and compared to two control cultivars (Mundo Novo and Catuaí). Total acid, total titratable acid, enzymatic activity of polyphenoloxidase, lipids, protein, caffeine, electrical conductivity, potassium leaching, hydrogenation potential (pH), soluble solids and polyphenols were measured in the 2014/2015 and 2015/2016 harvest years. In the sensorial analyzes were attended uniformity, absence of imperfections, sweetness, fragrance and aroma, flavor, acidity, body, finalization, balance and final, obtaining a total score according to SCA classification. Offsprings numbered 7 and 10 are promising for drinking quality, while 5 and 15 are better in favorable environmental conditions, which makes it possible to use them in future breeding programs. It is noteworthy that 5, 7, 10 and 15 have superior drinking quality, since they had scores above 84 points SCA, in the harvest years 2014/2015 and 2015/2016. The terms and conditions for the use of the physical properties of the grain and the chemical analyzes must be accompanied by sensorial analysis.

**Keywords:** sensory analysis; breeding plants; selection.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Disposição das progênies (em vermelho) e das testemunhas Mundo Novo (azul) e Catuaí (verde) em campo no sítio Gabriela, testemunhas 16 e 17 para a safra 2014/ 2015 e testemunhas 18 e 19 para a safra 2015/2016. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017. ....	15
Figura 2. Ilustração do método de colheita. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017. ....	16
Figura 3. Método de secagem das amostras. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017. ....	17
Figura 4. Pontuação total para treze progênies e duas testemunhas para o ano safra 2014/2015. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017. ....	21
Figura 5. Pontuação total para doze progênies e duas testemunhas para o ano safra 2015/2016. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017. ....	23
Figura 6. Temperaturas médias mensais para os anos de 2014 e 2015 para o município de Inconfidentes/MG. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017. ....	38
Figura 7. Porcentagens médias mensais de umidade relativa do ar para os anos de 2014 e 2015 para o município de Inconfidentes/MG. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017. ....	38
Figura 8. Precipitação média mensal para os anos de 2014 e 2015 para o município de Inconfidentes/MG. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017. ....	39
Figura 9. Porcentagem de grãos classificados fisicamente em peneira 19 das amostras coletadas nos anos de 2015 e 2016. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017. ....	41
Figura 10. Porcentagem de grãos classificados fisicamente como moca das amostras coletadas nos anos de 2015 e 2016. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017. ....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação por qualidade segundo protocolo SCAA (2015). IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.....	17
Tabela 2. Pontuação em fragrância e aroma (F e A), sabor (Sabor), acidez (Acidez), corpo (Corpo), finalização (Finaliz.), equilíbrio (Equil.) e final (Final) para treze progênies e duas testemunhas no ano safra 2014/2015. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017. ....	21
Tabela 3. Pontuação em fragrância e aroma (F e A), sabor (Sabor), acidez (Acidez), corpo (Corpo), finalização (Finaliz.), equilíbrio (Equil.) e final (Final) para doze progênies e duas testemunhas no ano safra 2015/2016. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017. ....	22
Tabela 4. Açúcares totais em porcentagem (AT%) para quinze progênies e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.....	23
Tabela 5. Acidez Titulável Total totais em miligrama de NaOH 0,1N/100g <sup>-1</sup> de amostra (ATT mL) para quinze progênies e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017. ....	25
Tabela 6. Atividade enzimática da polifenoloxidase (PFO - u.min. <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> de amostra) para quinze progênies e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017. ....	25
Tabela 7. Lipídeos em porcentagem em extrato etéreo (L%) para quinze progênies e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.....	28
Tabela 8. Proteínas em porcentagem (P%) para quinze progênies e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.....	29
Tabela 9. Cafeína em porcentagem (C %) para quinze progênies e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.....	30
Tabela 10. Condutividade elétrica (CE μS.cm <sup>-1</sup> .g <sup>-1</sup> de amostra) para quinze progênies e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.....	31
Tabela 11. Lixiviação de Potássio (ppm.g <sup>-1</sup> de amostra) para quinze progênies e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.....	31
Tabela 12. Potencial hidrogeniônico (pH) para quinze progênies e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.....	33

Tabela 13. Sólidos Solúveis em porcentagem (SS%) para quinze progênes e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.....	35
Tabela 14. Polifenóis em porcentagem (Polif.%). para quinze progênes e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.....	36
Tabela 15. Correlação entre os dados sensoriais de fragrância e aroma (F e A), sabor (Sabor), acidez (Acidez), corpo (Corpo), finalização (Finaliz.), equilíbrio (Equil.) e final (Final) para treze progênes e duas testemunhas. Safra 2014/2015 e 2015/2016. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.....	42
Tabela 16. Correlação entre potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS), acidez titulável total (ATT), polifenóis (POLIF.), lixiviação de potássio (LK), condutividade elétrica (CE), açúcares totais (AT), lipídeos (L), proteína (PROT.), cafeína (CAF.) e polifenoxidase (PFO) para treze progênes e duas testemunhas. Safra 2014/2015 e 2015/2016. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.....	43

## LISTA DE ABREVIATURAS

AOAC – *Association of Official Analytical Chemistry*.

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais.

EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.

FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

IAC – Instituto Agronômico de Campinas.

IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná.

IFSULDEMINAS – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais

INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural.

MAPA – Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

PROCAFÉ – Fundação PROCAFÉ.

SCA - *Specialty Coffee Association*.

UFLA – Universidade Federal de Lavras.

UFV – Universidade Federal de Viçosa.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Avaliação de atributos sensoriais .....	17
3.2 Análises físico-químicas e químicas do café.....	18
3.3 Dados Meteorológicos .....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	20
4.1 Atributos sensoriais .....	20
4.2 Caracterização físico-química e química do café.....	23
4.3 Condições ambientais e sua influência no aspecto físico-químico do cafeeiro. ....	37
4.4 Análise de Correlação de Pearson .....	41
5. CONCLUSÃO.....	45
6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	46

## 1. INTRODUÇÃO

Não são novidades as grandes contribuições que o gênero *Coffea*, e particularmente as espécies arábica e robusta trouxeram para o avanço da economia brasileira. Desde 1727 quando as primeiras plantas da espécie *Coffea arabica* foram introduzidas no país, sua participação foi marcante na construção histórica do Brasil. Ferrovias foram construídas cortando o sudeste do país, para melhor escoamento da produção e junto levaram avanços tecnológicos e crescimento da região que viria a se tornar uma das mais promissoras do país.

No entanto, nas primeiras décadas do século XX, devido ao ataque de pragas e doenças ao cafeeiro, viu-se necessário a realização de melhoramento genético no gênero para obtenção de cultivares mais resistentes e produtivas, pois, a alta produtividade se fazia necessária para conquistar novos mercados e abastecer o consumo interno.

A partir do início da década de 1930, estabeleceu-se um plano geral de melhoramento do cafeeiro pela Seção de Genética do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), onde o melhoramento genético foi abordado de forma bastante completa, contando com o apoio de pesquisadores de áreas como citologia, fisiologia e estatística (CARVALHO, 2008). Hoje existem outras instituições que se destacam nestas pesquisas como o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), o Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (INCAPER), a Fundação Procafé/MAPA (PROCAFÉ), a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), trabalhando em conjunto com a Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Estes conhecimentos científicos gerados pelo melhoramento contribuíram para incorporação de características às cultivares hoje disponíveis, dando a elas um diferencial de mercado que rendem números expressivos para a economia mineira, levando em consideração que Minas Gerais é o maior produtor de café do país. Segundo a Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2017) as

exportações de café atingiram US\$ 3.526,8 bilhões no ano de 2016 e o volume foi de 1.310,6 mil toneladas o equivalente a 21,8 milhões de sacas, sendo os principais destinos do café mineiro a Alemanha, os Estados Unidos, a Itália e o Japão. No ano de 2016 a produção foi de 30,7 milhões de sacas apenas para o estado de Minas Gerais, o que representa aproximadamente 59 % da produção do país.

Estudos que evidenciem a qualidade sensorial e a composição química fazem-se hoje cada vez mais necessários frente a consumidores e compradores cada vez mais atentos aos quesitos sabor e saúde, agregando assim mais valor ao produto, contribuindo para maior rentabilidade do produtor rural e de toda cadeia produtiva. Diversas pesquisas vem sendo desenvolvidas para que se crie uma metodologia baseada em análises químicas, constatando-se valores de componentes e relacionando-os com a qualidade de bebida dos cafés sendo uma alternativa para classificação dos mesmos.

Assim, este estudo objetivou avaliar progênies de *Coffea arabica* identificando as mais promissoras quanto às características químicas e sensoriais, gerando novas possibilidades para o setor.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O cafeeiro foi introduzido no Brasil, em 1727. As primeiras plantas introduzidas foram da espécie *C. arabica*, sendo posteriormente denominada de Típica. Essa cultivar foi responsável pelo desenvolvimento inicial da cafeicultura brasileira. Algumas mutações na cultivar Típica deram origem às cultivares Amarelo de Botucatu e Maragogipe. Com a necessidade de ampliar as opções de cultivares com maior produtividade, foi introduzida a cultivar Bourbon Vermelho, originária da Ilha de Reunião - Antiga Bourbon, considerada de boa qualidade e elevada produtividade (PESTANA, 2015).

Grande parte da produção mundial de café arábica, baseia-se em cultivares desenvolvidas a partir de melhoramento da cultivar Típica e genótipos de Bourbon, ou de plantas originárias de cruzamentos, como por exemplo a cultivar Mundo Novo que resultou de um cruzamento natural entre as cultivares Sumatra e Bourbon Vermelho. Hoje o mercado já dispõe de cultivares bem mais modernas e produtivas que as Bourbons que, em altitudes adequadas, produzem bebidas com alta qualidade. (CARVALHO *et al.*, 2011).

A qualidade de bebida do café é determinada principalmente pelo sabor e aroma formados durante a torração e a partir de precursores que se encontram no grão cru, sendo influenciados por inúmeros fatores como: genéticos, ambientais, tecnológicos e suas interações. Assim, os procedimentos para a colheita, processamento, secagem e preparo de amostras, com técnicas para a avaliação da qualidade sensorial, se mostram importantes para a detecção de nuances raras de sabor e aroma (GIOMO e BORÉM, 2011).

Em termos genéticos, existe variabilidade significativa para composição química de grãos e características organolépticas nos mais variados níveis de espécies, resultando em ganhos genéticos para qualidade que podem ser obtidos por diversas estratégias intra ou interespecíficas. Fica claro o quão complexa é a determinação da qualidade do café (CARVALHO *et al.*, 2011).



Segundo Giomo e Borém (2011), depois de identificadas as características de interesse, é preciso transferi-las para cultivares que apresentam um maior potencial produtivo. O autor cita que “por meio de melhoramento genético direcionado à melhoria da qualidade do café, torna-se possível a seleção de cultivares que associem alta produtividade com qualidade de bebida diferenciada”.

No desenvolvimento do cafeeiro, duas etapas são de extrema importância: a fase ativa do crescimento do cafeeiro e a fase quiescente. A primeira ocorre no período de setembro a março, onde há maiores volumes de chuva e temperaturas mais elevadas, a segunda é marcada pela seca e temperaturas mais baixas de março a setembro, que coincidem com o período de noites mais longas. Nesta última, as gemas se encontram na fase de dormência, importante para que a formação do fruto seja mais uniforme. As chuvas também tem papel indispensável na fase de crescimento, pois junto a ela ocorrem temperaturas mais baixas e redução do déficit de pressão de vapor. Para a formação dos frutos e seu crescimento, a disponibilidade hídrica propicia maior expansão celular. Fatores como a temperatura amena, umidade relativa alta e disponibilidade hídrica, interferem no aumento do tamanho do fruto, uma vez que permitem que os estômatos permaneçam mais tempo abertos, aumentando o influxo de CO<sub>2</sub> para a fotossíntese (CARVALHO, 2008; ABBOUD, 2013).

Minas Gerais se destaca quando se leva em consideração a diversidade de sabor e aroma. Por se tratar de um estado com ampla extensão territorial e diversas condições ambientais, se torna possível a produção de cafés de qualidade relacionadas com as características típicas de cada município, como as variações de clima, latitude, altitude e sistemas de produção (ALVES *et al.*, 2011).

O café cereja descascado vem sendo uma opção para os produtores que se interessam em melhorar a qualidade presente em seu produto. Esse processamento surgiu nas regiões equatoriais devido ao intenso volume de chuvas na época da colheita dos grãos que se estende por um tempo maior devido aos fatores fisiológicos que ocorrem por conta do ambiente. Esta tecnologia se baseia na remoção da casca do fruto de café, assim que colhido, através da mecanização para diminuir a possibilidade de fermentação dos frutos. Contudo, no processo de secagem, deve ser realizado o revolvimento dos grãos no terreiro várias vezes ao dia e deixar o café em uma fina camada, pois o contrário poderá ter efeito inverso, devido ao acúmulo de mucilagem que fica no pergaminho, considerando que inúmeros eventos fisiológicos e bioquímicos ocorrem nesta fase do grão cru (BORÉM, 2008).

Segundo Licciardi *et al.* (2005) a torração é uma etapa essencial para a produção de compostos que conferem as características de aroma e sabor ao café, entre os quais destacam-se algumas substâncias biologicamente ativas que exercem benefícios à saúde humana, como o ácido clorogênico, a trigonelina e a cafeína. Por isso, Borém (2008) destacou a importância de se conhecer a composição química do endosperma que representa os compostos precursores do sabor e do aroma no café torrado, influenciando na qualidade da bebida.

Malta (2011) em seu estudo sobre a influência do processamento do café na qualidade final do produto relatou que:

As características iniciais da matéria prima como estágio de maturação, composição química, teor de umidade e propriedades físicas são parâmetros a ser considerados em qualquer processo pós-colheita de produtos agrícolas, principalmente no caso do café que varia muito durante a colheita. A descrição da forma e tamanho dos grãos se torna fundamental nas etapas de beneficiamento, rebeneficiamento e na classificação comercial do café (MALTA, 2011, p.66)

Borém (2008) relatou que os café especiais vem conquistando nichos próprios de mercado semelhante ao refinamento exigido pelos “gourmets” para vinhos e queijos, sendo caracterizados pela marca, local de origem e conteúdo qualitativo permanente e de alto padrão.

Segundo a metodologia SCA (2017), na fase de caracterização sensorial cada atributo é avaliado da seguinte forma pelos degustadores: a fragrância e aroma são aspectos aromáticos, respectivamente, no café moído seco e o cheiro do café quando diluído em água quente. O sabor mostra a combinação de todas as percepções ocorridas através da gustação e nas sensações percebidas pela boca e retro nasais, do básico ao complexo. O quesito finalização é devido a persistência do sabor que permanece depois que o café é expelido da boca. Na acidez o que importa é sua qualidade podendo ser percebidas de formas agradáveis ou desagradáveis. O corpo é caracterizado pela percepção tátil do líquido na boca, principalmente entre a língua e o céu da boca. O equilíbrio se dá pela forma como os quesitos anteriormente citados complementam-se ou contrastam-se um com o outro refletindo de forma sinérgica. A doçura é algo apreciado pelos consumidores e na degustação de acordo com o protocolo refere-se ao sabor agradável resultante da presença de determinados carboidratos, sendo este quesito oposto ao de adstringência causado pela presença de grão verdes. No quesito ausência de defeitos são avaliados a existência de defeitos desde a hora

que prova o café, até a sensação de finalização, demonstrando a “transparência” da bebida. Na uniformidade é tratado a consistência das diferentes amostras, obtendo melhores pontuações as amostras das xícaras que se mostrarem com sabor mais uniforme. No resultado final são subtraídos os possíveis defeitos apresentados nas amostras que se tratam de sabores pobres ou negativos que depreciam a qualidade da bebida. Com base nestas definições do protocolo, pode-se perceber a grande inter-relação que é levada em consideração pelos degustadores profissionais para avaliar as amostras de café, de modo que um quesito acaba por complementar o outro. Estes fatores avaliados formam um conjunto de sensações olfativas e de paladar que combinadas, demonstram a coerência na avaliação de cada atributo, resultando na nota do quesito total.

Hoje, a qualidade de bebida na cafeicultura é um dos mais importantes instrumentos que as empresas rurais e organizações dispõem para ingressar no mercado que vem se despontando. Prado *et al.* (2011) em seus estudos avaliaram os hábitos de consumo de café entre jovens e identificaram que este público tem tendência a preferir bebidas mais suaves e adocicadas como a estritamente mole e a mole. Levando-se em consideração que estes são os futuros consumidores de café, os hábitos de se consumir cafés com qualidades superiores tendem a aumentar.

Os cafeicultores estão se conscientizando de que é preciso uma visão empreendedora de suas propriedades, envolvendo dinamismo, desenvolvimento, desafios e expansão, buscando a redução de custos e perdas, adequando e implantando tecnologias eficazes que reflitam na qualidade no produto final (CARVALHO *et al.*, 2011).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A realização deste estudo aconteceu no Sítio Gabriela, bairro Cambuizinho área rural do município de Inconfidentes/MG. A propriedade fica a uma altitude média de 1007 m. As amostras são referentes ao ano safra 2014/2015 e 2015/2016.

As progênie de café foram identificadas separadamente conforme Figura 1.

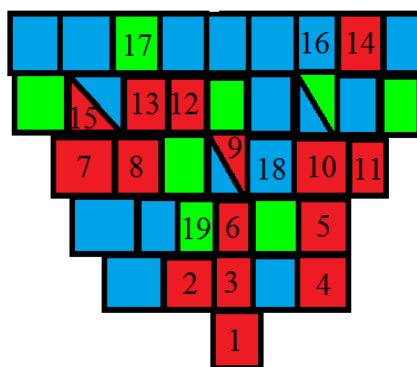


Figura 1. Disposição das progênies (em vermelho) e das testemunhas Mundo Novo (azul) e Catuaí (verde) em campo no sítio Gabriela, testemunhas 16 e 17 para a safra 2014/ 2015 e testemunhas 18 e 19 para a safra 2015/2016. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

Foram 15 progênies e duas testemunhas. As testemunhas foram escolhidas no mesmo talhão, consideradas as mais cultivadas na região, sendo Catuaí e Mundo Novo. Os tratos culturais para a colheita no ano de 2015 se deram de acordo com os recursos do produtor, sendo que foram realizadas duas adubações e uma aplicação de fungicida via solo para o controle da ferrugem do cafeeiro, considerando que o presente estudo teve início na época de colheita. Para a colheita do ano de 2016, os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas baseadas em análises de solo e foliar, respeitando os prazos para as adubações, calagem do solo e pulverizações.

Por conta da bienalidade de produção da cultura, as testemunhas para a safra 2015/2016 foram trocadas, contudo, permaneceram no mesmo talhão e foram plantadas no mesmo ano que as anteriores (Figura 1).

Na safra 2014/2015 a colheita aconteceu em dois momentos, quando no estágio de fruto cereja (Figura 2). Na safra 2015/2016 por falta de uniformidade no estágio de maturação houve de duas a quatro coletas por progênie para que fosse garantido o estágio cereja das amostras. Após a colheita, as amostras foram colocadas submersas em água por 24 horas e em seguida passaram pelo descascador manual.



Figura 2. Ilustração do método de colheita. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

Os frutos passaram por processo de secagem em terreiro de cimento (Figura 3) tendo suas amostras separadas, até que atingissem a umidade de 11 a 12%. Em seguida foram encaminhadas para as análises.



Figura 3. Método de secagem das amostras. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

### 3.1 Avaliação de atributos sensoriais

A análise sensorial foi realizada por três provadores credenciados, de acordo com a metodologia proposta pela *Specialty Coffee Association* - SCA (2017). Segundo esta metodologia, cada atributo avaliado (uniformidade, ausência de defeitos, doçura, fragrância e aroma, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio e final) recebem notas de 0 a 10, de acordo com a intensidade que apresentaram nas amostras conforme terminologia apresentada por Lingle (1986), sendo, por isso, mais objetiva que a “prova de xícara” convencional.

A seguir na Tabela 1 temos a classificação para análise sensorial de cafés especiais conforme protocolo SCA (2017).

Tabela 1. Classificação por qualidade segundo protocolo SCA (2017). IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

Pontuação Total	Descrição	Classificação
90-100	Excepcional	
85-89,99	Excelente	Especiais
80-84,99	Muito bom	
< 80.0	Abaixo da qualidade especial	Não especiais

Os resultados foram analisados pelo teste de Scott-Knott (1974) com um nível nominal de significância a 5%. As análises estatísticas foram realizadas pelo software computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

Junto às análises sensoriais, os avaliadores realizaram análises físicas dos grãos como tamanho, quantidade de defeitos e cor. Estas avaliações propiciaram a obtenção das porcentagens de grãos com tamanhos 14 à 19, moça e fundo.

### **3.2 Análises físico-químicas e químicas do café**

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório da Epamig “Dr. Alcides Carvalho”, no município de Lavras/MG. O teor de umidade foi determinado pelo método da estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 16 horas  $\pm 0,5$  h, conforme o método padrão internacional da ISO 6673 (ISO, 1999). As amostras de grãos das plantas fora moídas por cerca de um minuto em moinho modelo TE 631/2, marca Tecnal. Após moagem foram acondicionadas em embalagens plásticas e armazenadas em freezer à temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$ , até a realização das análises.

Os açúcares totais foram determinados pelo método da Antrona (DISHE, 1962). A acidez total titulável foi adaptada para o café por Carvalho *et al.* (1994). Para quantificar o teor de lipídeos, foi obtido por extração com éter etílico em aparelho Soxhlet. Para a determinação do potencial hidrogeniônico foi utilizado um peagâmetro de bancada. Os sólidos solúveis foram determinados em refratômetro de bancada. Os polifenóis foram extraídos a quente pelo método de Goldstein & Swain (1963) utilizando metanol 50% como extrator identificados pelo método Folin Denis. Para determinação de proteínas e os demais anteriormente citados, foram utilizados os métodos segundo as normas da AOAC (1990).

Para detectar a atividade enzimática polifenoloxida se ( $\text{u} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$  de amostra) foi utilizado o método adaptado por Carvalho *et al.* (1994). A determinação da cafeína foi realizada utilizando espectrofotometria com comprimento de onda a 273nm, conforme metodologia descrita por Li *et al.* (1990). A condutividade elétrica foi determinada pela metodologia proposta por Loeffler *et al.* (1988), com tempo de embebição das amostras de cinco horas. A lixiviação de íons potássio foi determinada segundo metodologia de Prete (1992), com tempos de embebição de cinco horas.

Os resultados foram analisados pelo teste de Scott-Knott (1974) com um nível nominal de significância a 5%. As análises estatísticas foram realizadas pelo *software* computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

### **3.3 Dados Meteorológicos**

Os dados meteorológicos foram fornecidos pela estação de coleta do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, MG. Para coleta dos dados de temperatura e umidade relativa foi utilizada a estação meteorológica completa com display touch-screen - modelo ITWH1080. Para precipitação foi utilizado um pluviógrafo digital – modelo P300 (Irriplus®). O equipamento armazena dados horários com resolução de 0,33 mm e uma área de coleta de 327 cm<sup>2</sup>.



## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os dados obtidos quanto aos atributos sensoriais de acordo com metodologia SCA (2017), para o ano safra 2014/2015 e 2015/2016, seguem abaixo.

### **4.1 Atributos sensoriais**

Para análise sensorial, infelizmente, nas progênies de número 2 e 11, no ano safra de 2014/2015 o quantitativo de grãos produzidos não foi suficiente para realização da degustação. Nas demais progênies e nas duas testemunhas não houveram diferenças estatísticas quanto aos quesitos uniformidade, ausência de defeitos e doçura, pois todas obtiveram nota máxima (10 pontos), sinalizando que a qualidade sensorial das mesmas, na avaliação destes atributos, se apresentam uniforme, sem defeitos e doce. Os demais atributos como: fragrância e aroma, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio, final (Tabela 2) e total (Figura 4) apresentaram diferenças estatísticas.

Tabela 2. Pontuação em fragrância e aroma (F e A), sabor (Sabor), acidez (Acidez), corpo (Corpo), finalização (Finaliz.), equilíbrio (Equil.) e final (Final) para treze progênes e duas testemunhas no ano safra 2014/2015. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

Progênes	F e A	Sabor	Acidez	Corpo	Finaliz.	Equil.	Final*
1	7,50b	7,50c	7,00d	7,50c	7,00b	7,50b	7,12e
3	7,50b	7,62c	7,50c	7,50c	7,62a	7,50b	7,50d
4	8,00a	8,00b	7,75b	7,87b	7,87a	7,62b	8,00c
5	8,00a	8,00b	7,75b	8,00b	8,00a	8,00a	8,00c
6	7,50b	7,37c	7,25c	7,62c	7,25b	7,50b	7,50d
7	8,12a	8,25a	8,50a	8,25a	8,50a	8,25a	8,25b
8	7,50b	7,62c	7,50c	7,37c	7,87a	7,50b	7,50d
9	7,00c	7,00d	7,00d	7,50c	7,00b	7,25b	7,00e
10	8,00a	8,50a	8,00b	8,50a	8,25a	8,00a	8,50a
12	7,00c	6,00e	7,00d	6,75d	6,75b	7,00b	7,00e
13	7,25c	7,25c	7,25c	7,50c	7,25b	7,50b	7,00e
14	7,50b	7,50c	7,75b	7,50c	8,00a	7,75a	7,50d
15	8,00a	8,00b	8,00b	7,75c	8,00a	7,75a	8,00c
Mundo Novo	7,75a	7,62c	7,50c	7,50c	7,50b	7,37b	7,50d
Catuaí	8,00a	7,75c	7,75b	8,00b	8,00a	7,50b	7,62d
Média geral	7,64	7,60	7,56	7,67	7,65	7,60	7,60
CV%	1,79	1,70	2,09	1,97	3,53	2,25	0,85

\* Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

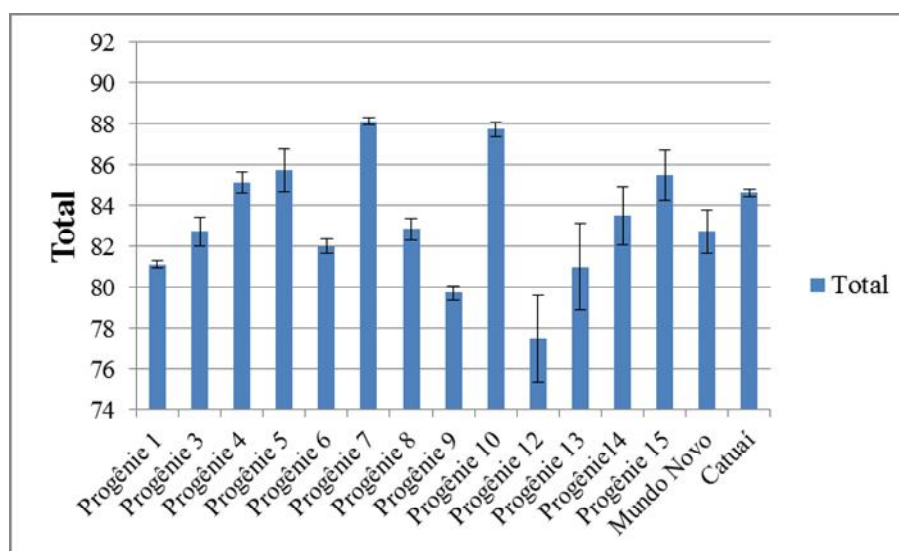


Figura 4. Pontuação total para treze progênes e duas testemunhas para o ano safra 2014/2015. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

Com base nas médias obtidas no quesito total e na avaliação de atributos no ano safra de 2014/2015, as maiores médias e os maiores valores, respectivamente e como consequência as melhores progênes, são 7 e 10. A progênie com pior desempenho foi a de número 12. Podemos destacar as progênes 1, 3, 6, 8, 13, 14 e as duas testemunhas que, segundo classificação a partir dos escores final SCA (2017), obtiveram entre 80 e 84,99 pontos sendo consideradas especiais com qualificação “muito bom”. Destacam-se ainda com valores entre 85 e 89,99 as progênes 4, 5, 7, 10 e 15 consideradas cafés especiais com qualificação “excelente”.

Na safra 2015/2016 as progênes identificadas como 3, 4 e 9 não obtiveram quantitativo de grão suficientes para degustação. Nas demais doze e nas duas testemunhas não houve diferenças estatísticas quanto aos quesitos uniformidade, ausência de defeitos e doçura, pois todas obtiveram nota máxima (10 pontos). Na tabela 3 podem ser avaliados os demais atributos e na figura 5 a nota total atribuída para cada progênie.

Tabela 3. Pontuação em fragrância e aroma (F e A), sabor (Sabor), acidez (Acidez), corpo (Corpo), finalização (Finaliz.), equilíbrio (Equil.) e final (Final) para doze progênes e duas testemunhas no ano safra 2015/2016. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

Progênes	F e A	Sabor	Acidez	Corpo	Finaliz.	Equil.	Final*
1	8,16a	8,50b	8,33 a	8,00b	8,50a	8,00b	8,00b
2	7,50c	8,00c	7,50d	8,00b	7,50c	7,50c	7,50d
5	8,50a	8,83a	8,50a	8,50a	8,50 a	8,50a	8,50a
6	7,50c	7,50d	7,50d	7,50c	8,00b	7,50c	7,50d
7	8,00b	8,33b	8,16b	8,00b	8,00b	8,00b	8,00b
8	7,83b	7,83c	7,50d	7,83b	7,33c	7,50c	7,50d
10	8,00b	8,00c	8,00b	8,00b	8,33a	8,00b	8,00b
11	7,83b	8,00c	7,83c	7,83b	7,66c	7,83b	7,83c
12	8,33a	8,33b	8,16b	8,16b	8,33a	8,00b	8,00b
13	8,00b	8,00c	8,00b	8,00b	8,00b	7,83b	8,00b
14	8,00b	8,00c	8,33a	8,00b	8,16a	8,00b	7,83c
15	8,50a	8,83a	8,50a	8,50a	8,50a	8,00b	8,50a
Mundo Novo	7,83b	8,00c	7,50d	7,66c	8,00b	7,50c	7,66c
Catuaí	7,66c	7,83c	7,50d	8,00b	8,00b	7,50c	7,50d
Média geral	7,97	8,14	7,95	8,00	8,08	7,83	7,88
CV%	2,37	2,32	2,17	2,55	2,34	2,20	1,70

\* Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

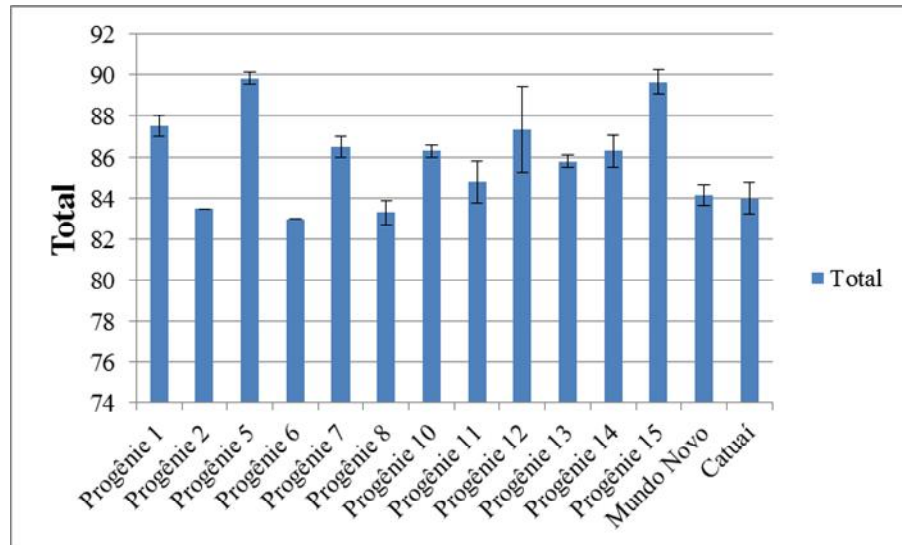


Figura 5. Pontuação total para doze progênies e duas testemunhas para o ano safra 2015/2016. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

Para a safra de 2015/2016 todas as progênies e as duas testemunhas se enquadraram como bebidas especiais de acordo com a classificação SCA (2017) com destaque para as progênies 5 e 15. As progênies 2, 6, 8, 11 e as duas testemunhas tiveram pontuação entre 80 e 84,99 pontos sendo consideradas especiais com qualificação “muito bom” e as progênies 1, 5, 7, 10, 12, 13, 14 e 15 obtiveram valores entre 85 e 89,99 com a qualificação “excelente”. Estes dados demonstram o potencial da microrregião de Inconfidentes para atender a este mercado em expansão e a qualidade das progênies aqui avaliadas com intuito de futuros trabalhos de melhoramento genético das mesmas.

#### 4.2 Caracterização físico-química e química do café

Cada progênie foi avaliada quanto ao aspecto físico-químico. Para a característica açúcares totais na safra 2014/2015 as progênies 10, 11, 12, 13, 14 e 15 se mostraram promissoras (Tabela 4) não diferindo estatisticamente da cultivar Catuaí utilizada como testemunha. Para a safra 2015/2016 as progênies nove e três não tiveram quantidade de grãos suficientes para realização de avaliação química. Dentre as demais avaliadas as progênies 4, 5 e 10 se mostraram promissoras não diferindo da testemunha Catuaí.

Tabela 4. Açúcares totais em porcentagem (AT%) para quinze progênes e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

2014/2015		2015/2016	
Progênes	AT %*	Progênes	AT%*
15	9,52 a	10	8,39 a
14	9,25 a	Catuai	8,33 a
10	9,19 a	4	8,23 a
Catuai	8,90 a	5	8,14 a
13	8,79 a	Mundo Novo	7,97 b
12	8,65 a	6	7,81 b
11	8,65 a	14	7,65 c
8	8,32 b	2	7,54 c
4	8,29 b	15	7,53 c
5	8,25 b	11	7,48 c
Mundo Novo	8,09 b	13	7,45 c
2	7,96 b	8	7,24 d
7	7,94 b	12	7,13 d
1	7,86 b	1	7,04 d
3	7,69 b	7	7,01 d
9	7,58 b	9	-
6	7,36 b	3	-
CV%	6,15		2,81

\* Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

- Não houve amostras suficientes para realização das análises.

Pereira (2008) avaliando os teores de açúcares totais em cafés cereja descascados encontrou valores de 11,75% e 10,48% em duas variedades Mundo Novo, e 9,55% na variedade Catuai vermelho. Em sua discussão, baseada em seus referenciais ele salienta que:

[...] os açúcares totais são os componentes que possuem forte contribuição para formação, no café torrado, de aroma, sabor e doçura que são características almeçadas em cafés especiais. São ainda, precursores do sabor caramelo identificado em muitas bebidas. (PEREIRA, 2008)

Contudo, as progênes deste estudo não alcançaram os mesmos valores, até mesmo as que se destacaram quanto à qualidade sensorial. No entanto Silva *et al.* (2004) encontraram valores entre 8,62 e 10,12 para cafés cereja descascado em altitudes que variavam de 920 a 1120 m e constataram que nestas altitudes os valores de açúcares totais e qualidade sensorial são maiores corroborando com os valores aqui obtidos.

Analisando as safras 2014/2015 e 2015/2016 pode ser identificado que a progênie 10 se manteve entre os maiores níveis nos dois anos, contudo não se pode ter apenas esta característica determinante de qualidade, considerando que progênes que despontaram nas

análises sensoriais (progênie 7 em 2015 e 15 em 2016) não tiveram os maiores níveis de açúcares totais.

Para a característica de acidez titulável total houve diferenças estatísticas entre as progênies. Doze progênies não diferiram da testemunha Mundo Novo apresentando maiores médias no ano de 2015 e a progênie 11 teve o maior nível no ano de 2016 (Tabela 5).

Tabela 5. Acidez Titulável Total em miligrama de NaOH 0,1N/100g<sup>-1</sup> de amostra (ATT mL) para quinze progênies e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

2014/2015		2015/2016	
Progênies	ATT mL*	Progênies	ATT mL*
8	202,92 a	11	206,87 a
12	200,31 a	15	184,90 b
5	187,45 a	8	183,39 b
Mundo Novo	184,83 a	14	183,11 b
9	184,74 a	13	181,78 b
3	183,50 a	7	172,56 c
2	183,01 a	12	171,59 c
15	181,62 a	2	170,87 c
10	180,49 a	Mundo Novo	152,92 d
7	179,48 a	6	148,40 d
13	179,23 a	10	146,12 d
6	176,66 a	Catuaí	144,43 e
4	176,05 a	4	142,17 e
1	166,12 b	1	140,81 e
11	163,50 b	5	136,90 e
14	162,76 b	9	-
Catuaí	154,38 b	3	-
CV%	8,25		2,16

\* Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

- Não houve amostras suficientes para realização das análises.

Segundo Silva *et al.* (2004), em cada faixa de altitude ocorreram diferenças significativas entre os valores de acidez titulável total das amostras das propriedades, variando de 185,41 a 253,12 mL de NaOH 0,1N. 100 g<sup>-1</sup> e de 194,74 a 254,16 mL de NaOH 0,1N. 100 g<sup>-1</sup> respectivamente, para as propriedades localizadas na faixa de altitude de 720 a 920 metros e de 920 a 1120 metros.

Carvalho *et al.* (1989) relataram que valores de acidez titulável mais elevados são encontrados nos piores cafés devido a maiores graus de fermentação o que nos remete a entender que estas progênies são promissoras.

Carvalho *et al.* (1994) constataram valores médios de acidez titulável na faixa de 211,2 mL NaOH 0,1N. 100g<sup>-1</sup> de café “bebida estritamente mole” a 284,5 ml NaOH 0,1N. 100g<sup>-1</sup> de café, “bebida rio”. No entanto, Pereira (2008) observou em cultivares arábicas, valores variáveis de 212,5 mL NaOH 0,1N. 100g<sup>-1</sup> a 267,5 mL NaOH 0,1N. 100g<sup>-1</sup>, sem contudo, apresentar pior qualidade sensorial, mostrando que mais relevante que os valores de acidez, deve-se atentar para o tipo de acidez que pode ser desejável ou indesejável, qualificando ou desqualificando o café no teste sensorial.

Para a característica de atividade enzimática da polifenoloxidase, as progênies 6, 12 e 14 se destacaram diferindo das duas testemunhas no ano de 2015. As progênies 4, 5, 6, 7, 8, 13, 15 e as duas testemunhas se sobressaíram no ano de 2016 (Tabela 6).

Tabela 6. Atividade enzimática da polifenoloxidase (PFO - u.min.<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup> de amostra) para quinze progênies e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

2014/2015		2015/2016	
Progênies	PFO*	Progênies	PFO*
14	57,12 a	15	49,79 a
12	52,69 a	7	49,30 a
6	51,38 a	Catuaí	48,51 a
11	48,39 b	Mundo Novo	48,07 a
13	48,11 b	4	48,01 a
15	46,99 b	8	47,40 a
8	46,28 b	5	47,25 a
10	46,17 b	6	46,92 a
Mundo Novo	45,01 b	13	46,70 a
7	44,83 b	14	46,05 b
1	44,75 b	10	45,45 b
5	44,37 b	1	45,30 b
Catuaí	44,20 b	11	44,62 b
9	43,66 b	2	44,55 b
4	42,23 b	12	43,38 b
3	42,18 b	9	-
2	40,42 b	3	-
CV%	9,99		2,62

\* Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

- Não houve amostras suficientes para realização das análises.

Carvalho *et al.* (1994) na elaboração de uma tabela complementar à “prova de xícara” encontraram amostras classificadas como sendo “estritamente mole” (café extrafino) com atividade enzimática entre 67,66 a 74,66 U. g<sup>-1</sup>; cafés “apenas mole” e “mole” (fino) a atividade foi entre 62,99 a 67,66 U.g<sup>-1</sup>; os de qualidade “dura” (aceitável) foram enquadrados

na faixa de 55,99 até 62,99 U. g<sup>-1</sup> e os de amostras “riado e rio” (não aceitáveis) a atividade da enzima foi inferior a 55,99 U. g<sup>-1</sup>. Os dados deste estudo diferem da classificação proposta anteriormente, pois, as progênes com melhores avaliações sensoriais, 7 e 10 em 2015, obtiveram atividade enzimática de 44,83 e 46,17 U. g<sup>-1</sup> e em 2016. As progênes 5 e 15 apresentaram valores, respetivamente de 47,25 e 49,79 U. g<sup>-1</sup>. Estes valores se enquadrariam como bebidas não aceitáveis segundo Carvalho (1994). Assim, para as progênes e cultivares avaliadas não é possível uma classificação apenas por níveis de polifenoloxidase e, de acordo com o presente estudo, não necessariamente altos níveis da atividade enzimática da polifenoloxidase aumentaram qualidade sensorial.

Mazzafera *et al.* (2002) adotando três procedimentos para extração de proteínas sugeriram que o uso de atividade de polifenoloxidase como indicador de qualidade de bebida seja reavaliado, pois existem diferenças entre os métodos de extração de dosagem da atividade de polifenoloxidase, devendo ser impedido a oxidação de fenóis durante a extração, assim como a eliminação dos mesmos. Contudo, em seus resultados pôde-se observar que os maiores índices de ação da polifenoloxidase foram observados em amostras de cafés com bebida classificada como “mole”.

Para a característica de lipídeos seis progênes obtiveram as menores médias em 2015, as testemunhas apresentaram níveis intermediários e as progênes 2, 3, 4, 7, 9, 11, 12 e 13 se destacaram com as maiores médias. As progênes 6, 7, 8, 10, 11, 14 e as duas testemunhas se sobressaíram em 2016 (Tabela 7).



Tabela 7. Lipídeos em porcentagem em extrato etéreo (L%) para quinze progênes e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

2014/2015		2015/2016	
Progênes	L %*	Progênes	L %*
9	11,43 a	10	12,92 a
12	11,39 a	14	12,83 a
4	11,35 a	7	12,78 a
3	11,29 a	Mundo Novo	12,72 a
7	11,02 a	8	12,61 a
15	10,98 a	6	12,56 a
2	10,84 a	11	12,41 a
13	10,72 a	Catuai	12,38 a
11	10,64 a	13	12,19 b
5	10,37 b	4	11,94 b
14	10,36 b	2	11,83 b
8	10,25 b	5	11,25 c
Catuai	10,18 b	1	11,19 c
1	10,02 b	12	10,12 d
10	9,98 b	15	9,90 d
Mundo Novo	9,96 b	9	-
6	9,18 c	3	-
CV%	5,04		2,83

\* Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

- Não houve amostras suficientes para realização das análises.

Segundo Borém (2008), as células do endosperma são ricas em óleos. A concentração de lipídeos, em cafês arábica, varia entre 12 e 18%, mostrando assim que mesmo as maiores médias observadas em 2015 se encontram abaixo deste índice. Já no ano de 2016, sete progênes e as duas testemunhas neste trabalho se condisseram com valores encontrados por Borém (2008), provavelmente devido as melhores condições ambientais que influenciaram no desenvolvimento das células do endosperma.

Os lipídeos são os principais componentes das membranas celulares e ainda protegem as estruturas internas das células, impedindo a volatilização de aromas durante a torrefação. Sua oxidação causa a modificação do sabor do café sendo prejudicial quanta à análise de qualidade (SAATH, 2010; ALBERTS *et al.*, 2006). Pode-se constatar que para o ano de 2015 a progênie 10 e em 2016 as progênes 5 e 15 que se destacaram em qualidade sensorial apresentam os valores mais baixos de lipídeos, permitindo dizer que houve menor oxidação dos mesmos e a preservação de óleos que colaboram na formação de aroma e sabor.

Para a característica proteica, as progênies 1, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14 e 15 obtiveram as maiores médias em 2015. Em 2016 a testemunha Catuaí obteve o maior valor se destacando das demais (Tabela 8).

Tabela 8. Proteínas em porcentagem (P%) para quinze progênies e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

2014/2015		2015/2016	
Progênies	P %*	Progênies	P %*
6	13,11 a	Catuaí	13,79 a
8	12,96 a	Mundo Novo	13,20 b
Catuaí	12,94 a	6	13,11 b
Mundo Novo	12,93 a	5	12,62 c
13	12,87 a	2	12,50 c
15	12,78 a	11	12,45 c
7	12,77 a	8	12,40 c
14	12,62 a	7	11,99 d
12	12,58 a	13	11,95 d
5	12,54 a	4	11,93 d
1	12,33 a	10	11,93 d
3	12,11 b	12	11,92 d
10	11,90 b	14	11,65 d
11	11,56 b	15	11,47 e
4	11,51 b	1	11,13 e
2	11,48 b	9	-
9	11,42 b	3	-
CV%	3,47		2,58

\* Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

- Não houve amostras suficientes para realização das análises.

Valores proteicos relatados por Borém (2008) em cafês arábicas crus tem média de 9,2%, assim observa-se que as progênies trabalhadas apresentaram valores superiores a este, tanto em 2015 como em 2016. Saath (2010), em seus estudos constatou que os maiores valores de proteína bruta estavam presentes em cafês classificados sensorialmente possuindo qualidade inferior. Em seu estudo é realizada a caracterização do perfil proteico de grãos crus de café evidenciando a importância das proteínas classificadas como enzimas, estas que são responsáveis pela catalisação de diversas reações importantes, tanto no grão cru quanto no processo de torrefação, com resultados presentes na qualidade do sabor e aroma do café. Algumas delas ainda combatem radicais livres tendo ação antioxidante. Enzimas são essenciais para diversas reações fisiológicas como respiração, sínteses de amidos e

metabolismo de nitrogênio. No presente estudo, as progênes classificadas como de maior qualidade obtiveram valores intermediários.

Para a característica cafeína, as progênes 1, 2, 3, 4, 12, 13, 14 e 15 obtiveram as maiores médias não diferindo estatisticamente da cultivar Mundo Novo utilizada como testemunha em 2015. Em 2016 destacou-se a progênie 6 com o valor mais alto e testemunha Catuaí obteve valor abaixo de 1% (Tabela 9).

Tabela 9. Cafeína em porcentagem (C %) para quinze progênes e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

2014/2015		2015/2016	
Progênes	C %*	Progênes	C %*
13	1,28 a	6	1,35 a
1	1,28 a	2	1,29 b
2	1,23 a	4	1,22 c
14	1,23 a	5	1,16 d
Mundo Novo	1,21 a	12	1,13 d
3	1,21 a	7	1,13 d
12	1,20 a	10	1,13 d
4	1,19 a	1	1,13 d
15	1,18 a	Mundo Novo	1,12 d
7	1,17 b	15	1,11 d
6	1,16 b	11	1,11 d
10	1,15 b	14	1,11 d
5	1,14 b	8	1,08 d
8	1,11 b	13	1,06 e
11	1,11 b	Catuaí	0,99 f
Catuaí	1,11 b	9	-
9	1,04 b	3	-
CV%	5,48		2,00

\* Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

- Não houve amostras suficientes para realização das análises.

Para Borém (2008) a cafeína é um dos compostos mais conhecidos e encontra-se em sementes de *C. arabica*, em concentrações entre 0,53 e 1,45%. Os dados apresentados na tabela 9 não diferem de outros estudos, se mostrando dentro da média de dados já observados para as cultivares. A cafeína age como estimulante do sistema nervoso, diminuindo a fadiga e aumentando a concentração, no entanto pode causar em determinadas pessoas insônia, dor de cabeça e outros distúrbios no organismo. Devido a estes fatores o mercado de café descafeinado vem crescendo ao longo dos anos. Cafés com baixos teores de cafeínas no município de Patrocínio/MG, tiveram média de 0,87 e 0,89% para os anos de 2009 e 2010 respectivamente (TEIXEIRA *et al.*, 2012).

A característica de condutividade elétrica (Tabela 10) não diferiu estatisticamente entre as progênies em 2015. No ano de 2016 as progênies 11 e 12 se destacaram com os maiores valores, diferindo estatisticamente das demais.

Tabela 10. Condutividade elétrica (CE  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de amostra) para quinze progênies e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

2014/2015		2015/2016	
Progênies	CE*	Progênies	CE*
9	126,31 a	12	110,78 a
6	121,08 a	11	109,64 a
2	111,88 a	2	82,56 b
12	103,88 a	10	78,38 c
Mundo Novo	103,20 a	15	67,16 d
Catuaí	94,78 a	6	66,10 d
3	92,04 a	5	59,58 e
4	87,97 a	7	59,41 e
8	84,93 a	14	59,35 e
11	77,39 a	8	59,09 e
7	73,71 a	1	49,87 f
1	72,06 a	13	49,53 f
10	69,17 a	4	46,54 g
13	67,44 a	Catuaí	34,73 h
5	66,60 a	Mundo Novo	34,63 h
14	62,40 a	9	-
15	58,76 a	3	-
CV%	21,15		1,79

\* Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

- Não houve amostras suficientes para realização das análises.

Malta *et al.* (2005) relataram em seu trabalho que quanto maiores os danos causados nas membranas celulares maiores são os solutos lixiviados e, conseqüentemente maiores os índices de condutividade elétrica.

De acordo com Pereira (2008), o teste de condutividade elétrica visa medir o grau de injúrias das membranas celulares, ou seja, quanto maiores os danos às membranas maiores serão os valores obtidos. Para o método de cereja descascado, ele observou valores entre 99,5  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  e 170,4  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ , onde a progênie com menor valor se destacou indicando melhor preservação de sua membrana. Neste estudo para o ano de 2015, os valores observados foram entre 58,76  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  e 126,31  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  com onze progênies e a testemunha Catuaí apresentando valores abaixo de 94,78  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ . Para 2016 onze progênies e as duas testemunhas apresentaram valores inferiores aos encontrados por Pereira

(2008) e mesmo os maiores valores  $110,78 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  e  $109,74 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  mostram o quanto estavam preservadas as membranas celulares das amostras.

Santos *et al.* (2009) verificando a influência do método de preparo via úmida com tipos distintos de secagens, obtiveram no café cereja descascado seco em terreiro a média de  $121,56 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ , valor também alcançado neste trabalho, no entanto sua metodologia de extração difere do utilizado neste estudo.

Para lixiviação de potássio (Tabela 11) não houve diferença significativas entre as progênies para o ano de 2015, o que já era esperado, pois sementes de baixo vigor liberam grande quantidade de eletrólitos na solução, resultando em alto valor de condutividade elétrica (BEDFORD, 1974; WOODSTOCK, 1973) ou em elevadas concentrações de determinados íons, principalmente potássio (MARCOS FILHO *et al.*, 1990; PRETE, 1992) no caso apresentaram baixos valores para condutividade e conseqüentemente baixos valores para lixiviação. Em 2016 os progênies onze e doze se destacaram estatisticamente das outras progênies avaliadas, resultado já esperado porque estas progênies apresentaram destaque com relação à condutividade elétrica, este que tem relação direta com a lixiviação de solutos.

Tabela 11. Lixiviação de Potássio ( $\text{ppm}\cdot\text{g}^{-1}$  de amostra) para quinze progênies e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

2014/2015		2015/2016	
Progênies	LK ppm*	Progênies	LK ppm*
6	46,16 a	12	68,23 a
9	45,00 a	11	66,50 a
2	37,30 a	2	51,33 b
Mundo Novo	36,35 a	10	46,04 c
12	34,88 a	5	42,52 d
Catuaí	32,06 a	7	41,72 d
3	31,85 a	6	39,43 e
8	29,33 a	1	36,90 f
4	27,87 a	8	36,85 f
7	25,75 a	13	35,93 f
1	25,56 a	14	35,21 f
11	25,04 a	15	35,03 f
13	23,41 a	4	29,86 g
10	23,38 a	Catuaí	21,24 h
14	21,56 a	Mundo Novo	20,50 h
15	21,36 a	9	-
5	16,92 a	3	-
CV%	23,74		2,97

\* Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

- Não houve amostras suficientes para realização das análises.

Mendonça (2004) e Vilela (2002) obtiveram valores médios de 30,10 ppm e 50,23 ppm, respectivamente em lixiviação de potássio. Pereira (2008) observou nos cafés de 21 cultivares processadas pelo método cereja descascado valores entre 27,62 e 48,36 ppm para lixiviação de potássio e neste trabalho foi encontrado valores menores para oito progênies em 2015 e dez progênies em 2016. As progênies 7 e 10 no ano de 2015, que obtiveram as melhores classificações sensoriais, obtiveram índices abaixo dos encontrados nos estudos citados, tanto para condutividade elétrica como para lixiviação de potássio.

As progênies 7 e 10 no ano de 2015, que obtiveram as melhores classificações sensoriais, obtiveram índices abaixo dos encontrados nos estudos citados, tanto para condutividade elétrica como para lixiviação de potássio.

As progênies 14, 15 e 5 em 2015, se destacaram com os menores índices e se classificaram na análise sensorial como cafés especiais, sendo muito bom e excelente, respectivamente.

A progênie 9 em 2015 se destacou com os maiores níveis, tanto em lixiviação de potássio como em condutividade elétrica e segundo classificação sensorial não alcançou classificação de bebida especial.

Em 2016 os valores mais elevados de lixiviação de potássio foram encontrados nas progênies 11 e 12, contudo em análise sensorial as mesmas foram classificadas como especiais. As progênies 5 e 15 com melhores classificações sensoriais apresentaram valores baixos de lixiviação de potássio e condutividade elétrica. Entretanto, todas as progênies obtiveram valores maiores que as testemunhas, que neste ano se destacaram com os menores valores.

Pereira (2008) relatou que cultivares que apresentam maior resistência as lixiviações de potássio estão, conseqüentemente, menos expostas a injúrias de diferentes naturezas, entre elas as causadas por microrganismos e que índices baixos de lixiviação de potássio representam maior preservação de membranas que seriam indicadores de qualidade, relatos que corroboram aos encontrados neste trabalho.

Para o potencial hidrogeniônico (pH) não houve diferença estatísticas entre as progênies para o ano de 2015, o que não ocorreu par ao ano de 2016 (Tabela 12).

Tabela 12. Potencial hidrogeniônico (pH) para quinze progênies e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

2014/2015		2015/2016	
Progênies	pH*	Progênies	pH*
1	5,75 a	15	5,58 a
6	5,70 a	Mundo Novo	5,57 a
7	5,68 a	13	5,57 a
4	5,65 a	Catuai	5,56 a
Mundo Novo	5,64 a	14	5,48 b
3	5,64 a	12	5,37 c
9	5,64 a	10	5,37 c
Catuai	5,64 a	11	5,36 c
5	5,63 a	5	5,33 d
2	5,62 a	7	5,32 d
14	5,62 a	8	5,30 e
12	5,60 a	6	5,28 e
8	5,59 a	4	5,27 e
13	5,59 a	2	5,26 f
11	5,59 a	1	5,24 f
15	5,58 a	9	-
10	5,57 a	3	-
CV%	0,84		0,28

\* Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

- Não houve amostras suficiente para realização das análises.

Segundo Siqueira e Abreu (2006) o pH é indicativo de eventuais transformações dos frutos de café, como as fermentações indesejáveis que ocorrem na pré ou pós-colheita, originando defeitos. Em seu estudo utilizando a cultivar Rubi, a média alcançada para cereja descascado foi de 5,73, assim neste trabalho, algumas progênies apresentam médias muito próximas de pH. Estes autores quanto à classificação sensorial, classificaram o café como sendo de bebida dura diferenciando dos resultados do presente estudo, pois conforme Tabela 1, eles podem ser classificados como muito bons ou excelentes e apenas as progênies 9 e 12 no ano de 2015 se enquadram nas não especiais.

Para sólidos solúveis não houve diferença estatística entre as progênies para o ano de 2015. Em 2016 as progênies 13, 14 e as testemunhas se mostraram com os maiores índices (Tabela 13).

Tabela 13. Sólidos Solúveis em porcentagem (SS%) para quinze progênes e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

2014/2015		2015/2016	
Progênes	SS %*	Progênes	SS %*
8	36,64 a	Catuaí	36,58 a
Mundo Novo	35,28 a	Mundo Novo	34,92 a
6	33,91 a	13	34,08 a
13	33,86 a	14	33,03 a
12	33,85 a	15	30,51 b
15	33,79 a	8	29,94 b
Catuaí	33,61 a	12	29,84 b
9	33,35 a	6	29,49 b
11	33,11 a	4	29,19 b
7	32,51 a	1	29,10 b
3	32,47 a	5	29,06 b
10	32,43 a	10	29,03 b
4	32,39 a	7	27,49 c
1	32,38 a	11	26,33 c
14	31,13 a	2	25,35 c
5	31,01 a	9	-
2	30,97 a	3	-
CV%	7,11		5,13

\* Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

- Não houve amostras suficientes para realização das análises.

Os sólidos solúveis são desejados para assegurar o corpo da bebida, assim as cultivares que ainda permanecem com os maiores valores de sólidos solúveis para os seus grãos torrados, ou seja, apresentam as menores reduções entre cru e torrado, sobressaem-se como cafés que produzirão uma bebida de qualidade superior. Fernandes *et al.* (2003) obtiveram valores de 26,97 e 28,17% de sólidos solúveis para café arábica torrado. Os valores obtidos neste estudo têm como médias 30,97 a 36,64% de sólidos solúveis para o ano de 2015 e 25,35 a 36,58 de sólidos solúveis para o ano de 2016, o que pode ser considerado pela literatura como uma boa porcentagem.

De acordo com Pereira *et al.* (2000) os maiores valores de sólidos solúveis são bem vistos pela indústria, porque aumentam o rendimento na produção de café solúvel, propiciando bebidas mais encorpadas sendo um diferencial para o mercado consumidor, o valor médio por eles encontrado foi de 29,12%. Neste estudo as progênes 7 em 2015, 5 e 15 em 2016 que se destacaram nas análises sensoriais nos dois anos avaliados obtiveram índices maiores do que os encontrados por Pereira *et al.* (2000). Houve destaque para as progênes 13, 14 e as testemunhas Catuaí e Mundo Novo em 2016.



Para a característica de polifenóis não houve diferença estatística entre as progênies no ano de 2015. Para o ano de 2016 as progênies 12 e 5 se destacaram com o maior e o menor valor, respectivamente (Tabela 14).

Tabela 14. Polifenóis em porcentagem (Polif.%) para quinze progênies e duas testemunhas. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

2014/2015		2015/2016	
Progênies	Polif. %*	Progênies	Polif. %*
Mundo Novo	7,77 a	12	7,47 a
Catuai	7,51 a	2	7,04 b
6	7,43 a	1	7,00 b
2	7,05 a	11	6,92 b
8	6,78 a	Mundo Novo	6,85 b
12	6,73 a	14	6,68 c
15	6,71 a	10	6,57 c
4	6,70 a	13	6,51 c
7	6,53 a	Catuai	6,46 c
11	6,40 a	7	6,45 c
13	6,33 a	4	6,43 c
5	6,30 a	6	6,41 c
9	6,27 a	15	6,32 c
3	6,21 a	8	6,03 d
10	6,18 a	5	5,67 e
14	6,14 a	9	-
1	6,05 a	3	-
CV%	8,14		1,88

\* Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

- Não houve amostras suficientes para realização das análises.

Os índices de polifenóis, apesar de não significativos para o ano de 2015, apresentaram média entre 6,05 e 7,77% em 2015 e de 5,67 e 7,47% para o ano de 2016 que corrobora aos estudos de Mendonça (2004) que avaliou as características de 16 cultivares e encontrou valores entre 6,29 a 7,68% em Varginha/MG. Pereira (2008) analisando 21 cultivares observou valores médios entre 5,11 e 6,84%. Quanto maiores os níveis de polifenóis, mais adstringente se torna o café, visto que teores menores estão relacionados a maturação próxima ao estado cereja do café. O destaque no ano de 2016 se dá à progênie 5 que obteve excelente classificação sensorial e o menor quantitativo de polifenóis.

Pereira *et al.* (2000) relatam que existem indicativos em outros estudos, mostrando que altos níveis de polifenóis estão diretamente ligados a má qualidade da bebida o que não se procede no presente estudo, pois mesmo as progênies e as testemunhas que

apresentaram os quantitativos mais elevados de polifenóis (acima de 7%) não apresentaram bebidas de qualidade inferior. Pelo contrário, se enquadraram na classificação como especiais.

Assim foi constatado que no ano safra 2014/2015 as progênies sete e dez mereceram destaques dentro desta população de plantas cafeeiras quanto à sua bebida, vislumbrando futuros programas de melhoramento.

Para o ano safra 2015/2016 as progênies promissoras foram as identificadas como cinco e quinze que se destacaram diante de melhores condições ambientais e disponibilidade de nutrientes em quantidades recomendadas de acordo com as necessidades indicadas nas análises de solo e foliares.

Nove progênies e as duas testemunhas superaram a pontuação mínima, segundo a metodologia da SCA de 80 pontos, para o ano safra 2014/2015. Todas as progênies e as duas testemunhas apresentaram pontuação acima de 80 pontos para o ano safra 2015/2016 sendo consideradas amostras de cafês especiais mostrando o potencial da microrregião de Inconfidentes/MG para atender a este mercado que se encontra em expansão.

Análises químicas não indicam, isoladamente, os níveis de qualidade do café para a variedade em estudo. Recomenda-se ainda que seja utilizada em conjunto com análises sensoriais, pois, progênies de qualidade sensorial tidas como “excelente” divergiram de outros estudos em relação a avaliação química.

#### **4.3 Condições ambientais e sua influência no aspecto físico-químico do cafeeiro.**

Os dados analisados no presente trabalhos diferem entre as progênies de uma safra para outra, possivelmente devido às condições ambientais terem sido diferentes para os anos de 2014 e 2015.

Fernandes *et al.* (2016) em um trabalho sobre irrigação do cafeeiro, considerando também dados de temperatura e pluviosidade, conduzido no município de Araxá, Minas Gerais durante os anos de 2006 à 2014, mostraram a importância da disponibilidade hídrica à lavoura cafeeira e que déficits hídricos podem prejudicar a fase de vegetação, a fase de dormência das gemas e sua ativação tendo, impacto direto na produtividade da lavoura.

Segundo Borém (2008), as trocas de água entre o fruto e o ambiente dependem da composição química apresentada no fruto e como se dá sua relação com a água, em termos de maior ou menor afinidade. Nas figuras 6, 7 e 8 se apresentam as médias de temperatura, umidade relativa do ar e índices de precipitação, respectivamente, para o município de

Inconfidentes/MG, demonstrando que no ano de 2015 as temperaturas foram mais baixas (apenas no mês de abril a temperatura ultrapassou o mesmo mês em 2014), a umidade do ar mais elevada, dando melhores condições para o desenvolvimento dos frutos coletados.

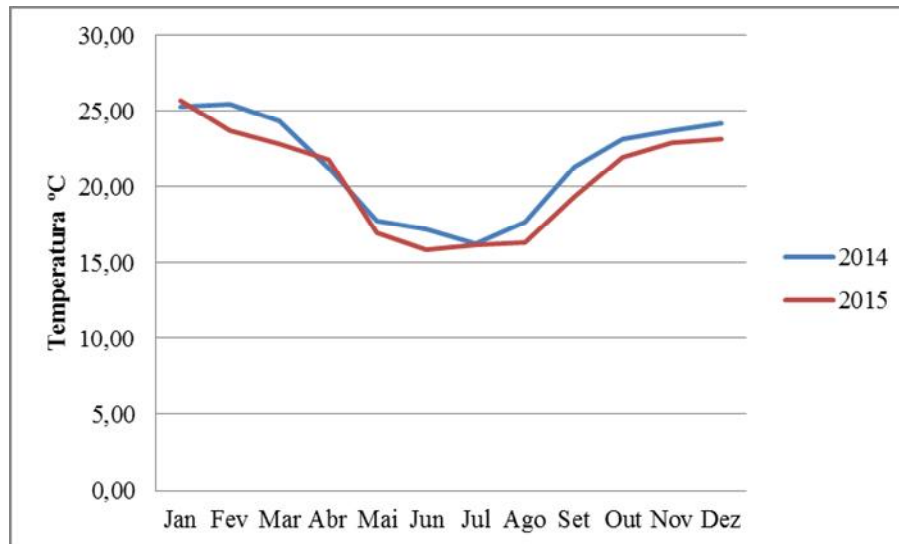


Figura 6. Temperaturas médias mensais para os anos de 2014 e 2015 para o município de Inconfidentes/MG. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.



Figura 7. Porcentagens médias mensais de umidade relativa do ar para os anos de 2014 e 2015 para o município de Inconfidentes/MG. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

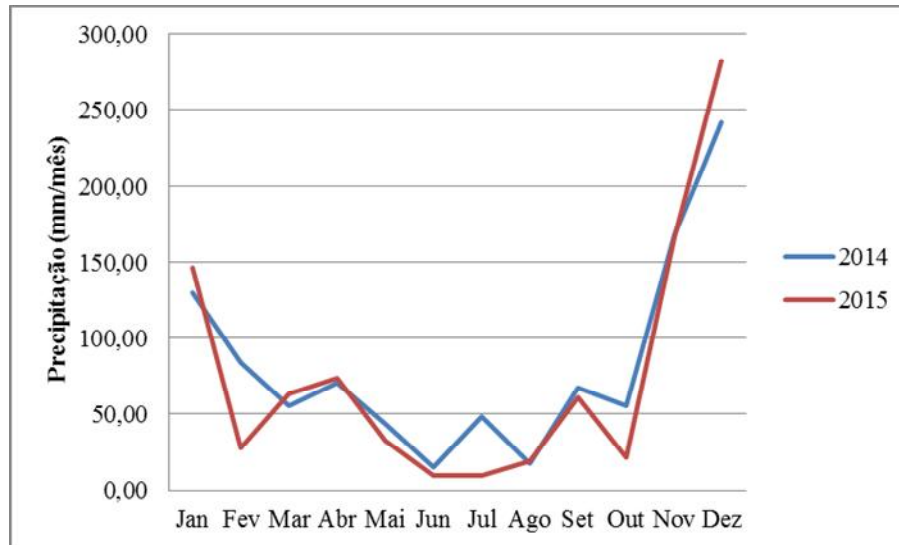


Figura 8. Precipitação média mensal para os anos de 2014 e 2015 para o município de Inconfidentes/MG. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

Pode-se observar nos níveis médios de pluviosidade que a fase de seca, período de dormência das gemas (Figura 8), ocorreu entre os meses de abril a setembro e foi mais acentuada no ano de 2015. Para o ano de 2014, no mês de julho, pode-se observar que houve um aumento pluviométrico significativo, o que pode ter interferido no período de quiescência da planta. Estas interações abióticas tiveram interferência nas interações químicas, ocorridas na formação do grão, justificando a diferença nas quantidades de compostos químicos avaliados neste estudo. Assim as progênies tiveram desempenhos diferentes de um ano para o outro, tanto nas análises químicas como nas sensoriais, destacando as progênies 7 e 10 para o ano de 2015 e 5 e 15 para o ano de 2016. Estas diferenças podem ser interessantes quando pensa-se em pequenos e grandes produtores ou até mesmo, em épocas de crise econômica, uma vez que os genótipos 7 e 10 poderiam ser recomendados para produtores de baixo nível tecnológico (resistem a limitações de recursos) e os genótipos 5 e 15 para alto nível tecnológico (são mais responsivos a disponibilidade de insumos agrícolas como adubação, irrigação e controle fitossanitário).

Outro fator de extrema importância neste estudo foi à disponibilidade de nutrientes para as plantas analisadas. Como relatado na metodologia para a colheita de 2016, foram realizadas adubações, correção de solo e pulverizações de acordo com recomendações baseadas em análises de solo e foliares, no que a disponibilidade de nutrientes foi mais balanceada e adequada às necessidades da lavoura, tendo influência nos compostos absorvidos pelas plantas e em suas interações. Vários estudos apontam para necessidade de

nutrientes em valores adequados, pois altos valores de determinados nutrientes ou a falta dos mesmos, e/ou a falta da correção de solo desequilibram e inibem certos componentes importantes para o desenvolvimento da parte aérea, do sistema radicular, das folhas e principalmente dos frutos. Se tratando de nutrição mineral, Abboud (2013), relatou que a deficiência de elementos essenciais (como o nitrogênio, fósforo, potássio, dentre outros), impede o melhor desenvolvimento da planta. Pode até ocorrer geminação devido ao acúmulo de reservas de nutrientes nas sementes, contudo as plantas após algum tempo param de crescer, ficam amarelas e secam.

Para Carvalho (2008), o cafeeiro bem nutrido tem o melhor desenvolvimento do sistema radicular e maior capacidade na absorção de água e íons, estes que são importantes para a realização da fotossíntese e o equilíbrio fonte e dreno na planta, considerando que as partes aérea e radicular são complementares no exercício de suas funções. Em seu estudo sobre nutrição do cafeeiro e sua relação com a qualidade da bebida, Guimarães *et al.* (2011) afirmaram que a adubação influencia na qualidade da bebida e que plantas que têm acesso a uma nutrição equilibrada proporcionam um produto de melhor qualidade.

As interações ambientais e o balanço nutricional foram favoráveis no ano de 2016, permitindo ser verificada a diferença na massa dos grãos, com o aumento do tamanho. Observando a figura 9, houve um aumento expressivo de grãos peneira 19, de um ano para o outro e uma diminuição de grãos moca (Figura 10), estes últimos indesejados pelos produtores devido à diminuição da produção, pois apenas um lóculo do ovário da flor é fecundado, dando origem a um grão arredondado e com valores de peneira abaixo de 14.

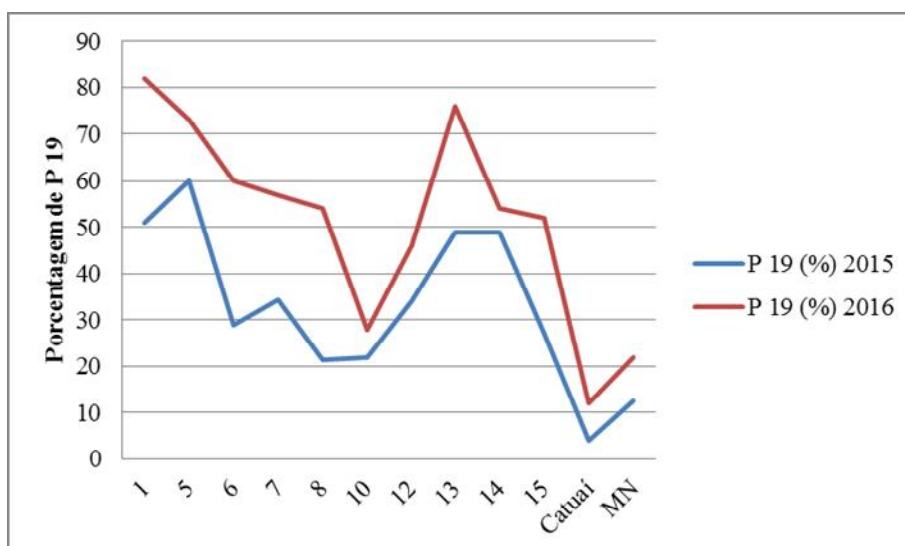


Figura 9. Porcentagem de grãos classificados fisicamente em peneira 19 das amostras coletadas nos anos de 2015 e 2016. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

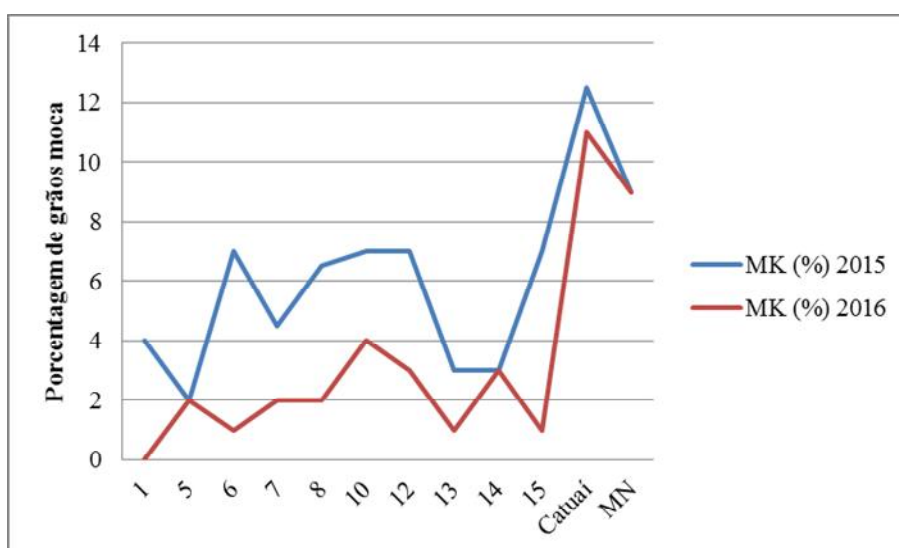


Figura 10. Porcentagem de grãos classificados fisicamente como moca das amostras coletadas nos anos de 2015 e 2016. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

Ainda quanto às progênies de frutos de tamanho grande, podemos abrir uma série de estudos/linhas de pesquisa como marcha de absorção de nutrientes, comportamento superior em sistemas irrigados, desenvolvimento de equipamentos para auxiliar na pós colheita entre outros. Já é de conhecimento que apenas a adoção de técnicas recomendadas para cafés tradicionais (Mundo novo e Catuai) em 2016 promoveu aumento da massa dos grãos, com o aumento no tamanho.

Corroborando com outros estudos, as condições ambientais como precipitação, umidade relativa do ar e temperatura, possuíram influência nas reações químicas durante a formação do fruto, refletindo nas propriedades físicas do grão.

### Análise de Correlação de Pearson

Para a correlação dos dados sensoriais nas safras 2014/2015 e 2015/2016, os resultados se encontram na tabela 15 que segue abaixo.

Tabela 15. Correlação entre os dados sensoriais de fragrância e aroma (F e A), sabor (Sabor), acidez (Acidez), corpo (Corpo), finalização (Finaliz.), equilíbrio (Equil.) e final (Final) para 13 progênies e duas testemunhas. Safra 2014/2015 e 2015/2016. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

2014/2015							
Caract.	Sabor	Acidez	Corpo	Finaliz.	Equil.	Final	Total
F e A	0,87***	0,82***	0,76***	0,79***	0,72***	0,85***	0,91****
Sabor		0,77***	0,87***	0,81***	0,79***	0,84***	0,93****
Acidez			0,71***	0,91****	0,81***	0,85***	0,92****
Corpo				0,73***	0,79***	0,81***	0,88***
Finaliz.					0,75***	0,81***	0,91****
Equil.						0,78***	0,88***
Final							0,93****
2015/2016							
Caract.	Sabor	Acidez	Corpo	Finaliz.	Equil.	Final	Total
F e A	0,76***	0,75***	0,72***	0,71***	0,71***	0,78***	0,89***
Sabor		0,74***	0,77***	0,63**	0,69**	0,78***	0,88***
Acidez			0,61**	0,71***	0,85***	0,86***	0,91****
Corpo				0,54**	0,66**	0,67**	0,80***
Finaliz.					0,63**	0,73***	0,82***
Equil.						0,79***	0,87***
Final							0,92****

NS desprezível de 0 a 0,3;  
 \*Correlação fraca de 0,3 a 0,5;  
 \*\* Correlação moderada de 0,5 a 0,7;  
 \*\*\* Correlação forte de 0,7 a 0,9;  
 \*\*\*\* Correlação muito forte acima de 0,9.

Não houve diferenças estatísticas quanto aos quesitos uniformidade, ausência de defeitos e doçura, pois, todas obtiveram nota máxima (10 pontos).

Nas amostras avaliadas neste estudo, as fortes correlações positivas podem ser explicadas devido aos atributos avaliados possuírem estas inter-relações importantes uns com os outros, pois a análise sensorial é feita de forma subjetiva pelos degustadores caracterizado pela captação do olfato e paladar dos aromas e sabores do café (PINHEIRO, 2015).

Para a correlação dos dados químicos na safra 2014/2015, os resultados se encontram na tabela 16 que segue abaixo.

Tabela 16. Correlação entre potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS), acidez titulável total (ATT), polifenóis (POLIF.), lixiviação de potássio (LK), condutividade elétrica (CE), açúcares totais (AT), lipídeos (L), proteína (PROT.), cafeína (CAF.) e polifenoloxidase (PFO) para 13 progênies e duas testemunhas. Safra 2014/2015 e 2015/2016. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2017.

Caract.	2014/2015									
	SS	ATT	POLIF.	LK	CE	AT	LIP.	PROT.	CAF.	PFO
pH	0,06	-0,13	-0,00	0,28	0,26	-0,59**	-0,24	0,20	0,16	-0,03
SS		0,21	0,22	0,00	-0,03	0,08	0,00	0,36*	-0,07	0,04
ATT			0,09	0,21	0,25	-0,24	-0,33*	0,14	0,18	-0,01
POLIF.				0,35*	0,32*	-0,02	-0,04	0,33*	0,01	-0,11
LK					0,95****	-0,65**	-0,08	-0,13	-0,15	-0,15
CE						-0,66**	-0,03	-0,20	-0,14	-0,14
AT							0,11	0,20	0,03	0,29
LIP.								-0,21	0,12	-0,22
PROT.									0,18	0,36*
CAF.										0,18

Caract.	2015/2016									
	SS	ATT	POLIF.	LK	CE	AT	LIP.	PROT.	CAF.	PFO
pH	0,72***	0,23	-0,03	-0,41*	-0,31*	0,20	-0,04	-0,08	-0,60**	0,33*
SS		-0,16	-0,09	-0,63**	-0,58**	0,32*	0,15	0,03	-0,50**	0,27
ATT			0,20	0,44*	0,50**	-0,51**	-0,00	-0,21	-0,22	-0,15
POLIF.				0,43*	0,45*	-0,30*	-0,17	-0,34*	0,07	-0,56**
LK					0,96****	-0,37*	-0,27	0,01	0,21	-0,63**
CE						-0,30*	-0,29	-0,03	0,22	-0,60**
AT							0,27	0,19	0,04	0,17
LIP.								-0,11	-0,00	0,05
PROT.									0,02	-0,07
CAF.										-0,18

NS desprezível de 0 a 0,3;

\*Correlação fraca de 0,3 a 0,5;

\*\* Correlação moderada de 0,5 a 0,7;

\*\*\* Correlação forte de 0,7 a 0,9;

\*\*\*\* Correlação muito forte acima de 0,9.

No ano safra 2015/2016, os sólidos solúveis apresentaram forte correlação com o componente pH. Saath (2010) em seus estudos identificou a queda de valores de sólidos solúveis e de pH em relação ao tempo de armazenamento de cafés de diferentes formas de processamento, enfatizando que aos sólidos solúveis compreendem porções de açúcares e carboidratos que podem passar por processos metabólicos e oxidativos em função da atividade respiratória. Como consequência da variação dos teores de água no grão cru, estas atividades podem influenciar o pH. Siqueira e Abreu (2006) relataram que o pH pode indicar fermentações indesejadas que ocorrem na pré e pós colheita e sabe-se que os açúcares são



substratos que favorecem a proliferação de micro-organismos que, por sua vez, podem levar a perda de qualidade sensorial do café.

A correlação muito forte apresentada entre condutividade elétrica e lixiviação de potássio tanto para safra 2014/2015 como para 2015/2016 deve-se a integridade das membranas celulares, membranas mais degradadas lixiviam maior quantidade de íons para a solução, conseqüentemente, maior é o índice de condutividade elétrica, corroborando com dados anteriormente discutidos neste trabalho.

## **5. CONCLUSÃO**

As progênies 7 e 10 são promissoras quanto à qualidade de bebida e as de número 5 e 15 apresentam respostas melhores em condições ambientais favoráveis, o que possibilita o uso destas em futuros programas de melhoramento.

Vale ressaltar as progênies 5, 7, 10, 15 quanto a qualidade de bebida, uma vez que tiveram pontuação acima de 84 pontos pela SCA, nos anos safra 2014/2015 e 2015/2016.

Condições ambientais possuem influência nas propriedades físicas do grão e as análises químicas devem ser acompanhadas de análises sensoriais.

## 6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABBOUD, A. C. S. **Introdução à agronomia**. 1º. ed. Rio de Janeiro. Interciência, 2013. 644p.

ALBERTS, B.; BRAY, D.; HOPKIN, K.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER. Componentes químicos das células. In: **Fundamentos da Biologia Celular**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 866 p.

ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L.; VIEIRA, T. G. C.; BORÉM, F. M.; BARBOSA, J. N. Características ambientais e qualidade da bebida dos cafés do estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, EPAMIG, Belo Horizonte, v.32, n. 261, p.1-29, mar./abr. 2011.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15.ed. Washington, 1990. 2v.

BORÉM, F. M. **Pós-colheita do Café**. 1º ed. Lavras: UFLA, 2008. 631 p.

BEDFORD, L.V. Conductivity tests in commercial and hand harvested seed of pea cultivars and their relation to field establishment. **Seed Science and Technology**, v.2, n.3, p.323-335, 1974.

CARVALHO, C. H. S. **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. 1º ed. Brasília: Embrapa Café, 2008. 334p.

CARVALHO, G. R.; REZENDE, J. C.; BOTELHO, C. E.; FERREIRA, A. D.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, A.C.B. Melhoramento genético do café visando a qualidade da bebida. **Informe Agropecuário**, EPAMIG, Belo Horizonte, v.32, n. 261, p.30-38, mar./abr. 2011.

CARVALHO, V.D. de; CHAGAS, S. J. de R.; CHALFON, S. M.; BOTREL, N.; JUSTE JUNIOR, E. S. G. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e qualidade de bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n.3, p.449-454. Mar. 1994.

CARVALHO, V. D. de; CHALFON, S. M.; COSTA COUTO, A.; CHAGAS, S. J. de R.; VILELA, E. R. Efeito do tipo de colheita e local de cultivo na composição físico-química e química do grão beneficiado de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1989. p. 23-24.

DISHE, Z., 1962, General color reaction. In: R.L. Whistler & M.L. Wolfrom (eds.), **Methods in Carbohydrate Chemistry**, Academic Press., 1: 478-512.

FERNANDES, A. L.T.; TAVARES, T. O.; SANTINATO, F.; FERREIRA, R. T.; SANTINATO, R. Variabilidade técnica e econômica da irrigação localizada do cafeeiro, nas condições climáticas do planalto de Araxá, MG. **Coffee Science**, Lavras, v.11, n.3, p.346-357, jul/set. 2016.

FERNANDES, S. M.; PEREIRA, R. G. F. A.; PINTO, N. A. V. D.; NERY, M. C.; PÁDUA, F. R. M. Constituintes químicos e teor de extrato aquoso de café arábica (*Coffea arabica* L.) e conilon (*Coffea canephora* Pierre) torrados. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.5, p.1076-1081, 2003.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GIOMO, G. S.; BORÉM, F. M. Cafés especiais no Brasil: opção pela qualidade. **Informe Agropecuário**, EPAMIG, Belo Horizonte, v.32, n. 261, p.7-16, mar./abr. 2011.

GOLDSTEIN, J.L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, **Oxford**, v.2, p.371-383, 1963.

GUIMARÃES, P. T. G.; NOGUEIRA, F. D.; MALTA, M. R.; DIAS, K. G. L.; REIS, T. H. P. Nutrição do cafeeiro e sua relação com a qualidade do café. **Informe Agropecuário**, EPAMIG, Belo Horizonte, v.32, n. 261, p.39-51, mar./abr. 2011.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Green coffee – determination of loss mass at 105 o C, ISO 6673:2003, 1999.

LI, S.; BERGUER, J.; HARTLAND, S. UV spectrophotometric determination of theobronine and caffeine in cocoa beans. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v.232, p.409-412, 1990.

LICCIARDI, R.; PEREIRA, R.G.F.A.; MENDONÇA, L.M.V.L.; FURTADO, E.F. Avaliação físico-química de cafés torrados e moídos, de diferentes marcas comerciais, da região Sul de Minas Gerais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, p. 425-429, 2005.

LINGLE, T. R. **The coffee cupper's handbook**: systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. 2 ed. Washington: Coffee Development Group, 1986. 32 p.

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean quality. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.12, n.1, p.37-53, 1988.

MALTA, M. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; CHAGAS, S. J. de R. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio do exsudato de grãos de café: alguns fatores que podem influenciar essas avaliações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1015-1020, set./out., 2005.

MALTA, M.R. Critérios utilizados na avaliação da qualidade do café. **Informe Agropecuário**, EPAMIG, Belo Horizonte, v.32, n.261, p 114-126, 2011.

MARCOS FILHO, J.; DA SILVA, W. R.; NOVENBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. P. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 12, p. 1805-1815, 1990.

MAZZAFERA, P.; GONÇALVES, K. V.; SHIMIZU, M. M. Extração e dosagem da atividade da polifenoloxidase do café. **Scientia Agricola**, São Paulo, v.59, n.4, p. 695-700, out./dez. 2002.

MENDONÇA, L. M. V. L. **Características químicas, físico-químicas e sensoriais de cultivares de *Coffea arabica* L.** 2004. 153 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras.

MINAS GERAIS - Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do estado de Minas Gerais. Indicadores do café de Minas Gerais, do Brasil e do Mundo, Fevereiro de 2017. Acesso em 10 de ago. de 2017. Online. Disponível em:  
[http://www.agricultura.mg.gov.br/images/Arq\\_Relatorios/Agricultura/2017/Jun/perfil\\_cafe\\_jun\\_2017.pdf](http://www.agricultura.mg.gov.br/images/Arq_Relatorios/Agricultura/2017/Jun/perfil_cafe_jun_2017.pdf)

NELSON, N.A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemists**, Baltimore, v.153, n.1, p.375-384, 1944.

PEREIRA, M. C. **Características químicas, físico-químicas e sensorial de genótipos de grãos de café (*Coffea arabica* L).** 2008. 101 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras.

PEREIRA, R. G. F.A.; BORÉM, F. M.; VILLELA, T.C.; BARRIOS, E.B. Avaliação da composição química de cafés (*Coffea arabica* L.) da região do Alto Rio Grande – Sul de Minas Gerais. In: SIMPOSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, V.2, 2000.

- PESTANA, R. K. N. **Caracterização molecular de cafeeiros do germoplasma bourbon**. 2015. 121 p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
- PRADO, A. S.; PAIVA, E. F. F.; PEREIRA, R. G. F. A.; SETTE, R. S.; SILVA J. R.; PAIVA, L. C.; BARBOSA, C. Á. Hábitos de consumo e preferência pelo tipo de bebida do café (*Coffea arabica* L.) entre jovens de Machado/MG. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 3, p. 184-192, set./dez. 2011.
- PRETE, C.E.C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- PINHEIRO, A. C. T. **Influência da altitude, face de exposição e variedade na caracterização da qualidade sensorial dos cafés da Região das Matas de Minas**. 2015. 77p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- SAATH, R. **Qualidade do café natural e despulpado em diferentes condições de secagem e tempos de armazenamento**. 2010. 229 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Energia na Agricultura) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas.
- SANTOS, M. A.; CHALFOUN, S. M.; PIMENTA, C. J. Influência do processamento por via úmida e tipos de secagem sobre a composição, físico-química e química do café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 213-218, jan./fev., 2009.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, p. 507-512, 1974.
- SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA, SCAA, CUPPING PROTOCOLS. Protocolo para análise sensorial de café. Metodologia SCAA. Rev. December. 2008.
- SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA, SCAA. Cupping protocols, 2015. Acesso em 10 ago. 2017. Online. Disponível em: <http://www.scaa.org/?page=resources&d=cupping-protocols>
- SILVA, R. F. da; PEREIRA, R. G. F. A.; BORÉM, F. M.; MUNIZ, J. A. Qualidade do café cereja descascado na região Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agropecuária**, Lavras, v.28, n. 6, p. 1367-1375, nov./dez. 2004.
- SIQUEIRA, H. H. de; ABREU, C. M. P. de; Composição físico-química e qualidade do café submetido a dois tipos de torração e com diferentes formas de processamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 112-117, jan./fev., 2006.

TEIXEIRA, A. L.; PRADO, P. E. R.; DIAS, K. O. G.; MALTA, M. R.; GONÇALVES, F. M. A. Avaliação do teor de cafeína em folhas e grãos de acessos de café arábica. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.43, n1, p.129-137, jan./mar., 2012.

WOODSTOCK, LOWELL W. Physiological and biochemical tests for seed vigor. **Seed Science and Technology**, 1973

VILLELA, T. C. **Qualidade do café despulpado, desmucilado, descascado e natural durante o processo de secagem**. 2002. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.