

**UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS**

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA MATURAÇÃO SOBRE A  
COMPOSIÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE GENÓTIPOS DE CAFÉ  
CONILON (*Coffea canephora*)**

**NATHACHA DE ANDRADE SALUSTRIANO**

**VILA VELHA**  
**JUNHO/ 2019**

**UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS**

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA MATURAÇÃO SOBRE A  
COMPOSIÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE GENÓTIPOS DE CAFÉ  
CONILON (*Coffea canephora*)**

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Farmacêuticas.

**NATHACHA DE ANDRADE SALUSTRIANO**

**VILA VELHA**  
**JUNHO/ 2019**

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

S181a Salustriano, Nathacha de Andrade.  
Avaliação dos efeitos da maturação sobre a composição e análise sensorial de café conilon (*Coffea canephora*) / Nathacha de Andrade Salustriano – 2019.  
26 f. : il.

Orientador: Rodrigo Scherer.  
Dissertação (mestrado em Ciências Farmacêuticas) –  
Universidade Vila Velha, 2019.  
Inclui bibliografias.

1. Farmacologia e terapêutica. 2. Café. I. Scherer,  
Rodrigo.  
II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 615

**NATHACHA DE ANDRADE SALUSTRIANO**

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA MATURAÇÃO SOBRE A  
COMPOSIÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE GENÓTIPOS DE CAFÉ  
CONILON (*Coffea canephora*)**

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, para a obtenção do grau de Mestre (a) em Ciências Farmacêuticas.

Aprovado (a) em 14 de junho de 2019

Banca Examinadora:



---

**Prof. (a). Dr. (a). Aymbiré Francisto Almeida da Fonseca (INCAPER –  
EMBRAPA CAFÉ)**



---

**Prof. (a). Dr. (a). Marcio Fronza (UVV)**



---

**Prof. (a). Dr. (a). Rodrigo Scherer (UVV)  
Orientador (a)**

Dedico mais essa conquista a Deus, o  
único digno de toda honra, toda glória e todo louvor.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Sandra e Pedro, pelo amor, pelo incentivo, por serem quem são e por nunca terem desistido mesmo em meio a todas as provações que já passamos. Vocês são exemplo de honestidade, de cuidado, zelo, e amor num mundo tão perdido e de valores invertidos, vocês são o sinônimo de segurança num mundo tão inseguro. “Obrigada” não demonstra nem 0,1% do quão grata eu sou por ter vocês como pais. Amo vocês!

Ao meu orientador Rodrigo, que é tão paciente, e por mais paradoxo que possa parecer, é um ORIENTADOR, mesmo super atarefado, todas as vezes que precisássemos dele, ele estava nos ajudando, aos olhos de muitos alunos ele dá medo, mas aos olhos do Lab 30 você é nosso pai, afinal, age como tal, aconselhando, sempre presente e dando puxões de orelha quando necessário também. Demonstra o amor que sente por ensinar e talvez essa seja a chave do grande profissional que é, o amor pelo que faz. Não teria nunca escolhido outro orientador! Obrigada!

Agradeço também aos meus amigos do Lab 30, em especial Karla, Mayara, Mariana, Tainã, Leandra, Thiago, Débora, Carol e Camile, que aventura hein meus amigos? Com certeza, vocês contribuíram positivamente nessa fase da minha vida, tanto no âmbito pessoal, quanto com ajuda braçal, tão necessária para esse trabalho. A Mariana Moreira, que não é oficialmente do Lab 30, mas é como se fosse. Obrigada por estar comigo desde a graduação, me ouvindo e ajudando sempre!

Sou muita grata também por toda a ajuda que o pessoal do Laboratório de Ciências Químicas do Biopráticas sempre me ofereceu, em especial a Ana Cláudia, Jean e Bianca. Obrigada por todos os conselhos, por sempre terem sido tão solícitos!

Agradeço aos meus amados “Crazy Friends”, um refúgio em meio ao temporal, sempre presentes mesmo quando distantes, obrigada pelas orações e todos os momentos de alegria que passamos.

Ao Incaper e Embrapa Café, pela cessão das amostras de grãos dos genótipos estudados para as respectivas análises, em especial ao Dr. Aymbiré da Fonseca pelos ensinamentos e disponibilidade em ajudar no que foi preciso. Ao IFES Venda Nova do Imigrante, especialmente ao professor Lucas Louzada e seus alunos que contribuíram grandemente com a análise sensorial e os conhecimentos que nos foram transmitidos.

À CAPES pela bolsa de estudos, e à FAPES pelo apoio financeiro concedido ao projeto.

Enfim, sou grata a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a conclusão de mais essa etapa da minha vida. Muito obrigada!

# SUMÁRIO

RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	x
1. Introdução .....	1
2. Material e métodos .....	3
2.1. Reagentes .....	3
2.2. Amostras .....	3
2.3. Aspecto físico dos grãos .....	4
2.4. Determinação da composição centesimal .....	4
2.5. Análise dos açúcares por cromatografia líquida de alta eficiência ....	4
2.6. Análise de trigonelina, xantinas e ácidos fenólicos .....	5
2.7. Determinação de minerais .....	6
2.8. Análise sensorial .....	6
2.9. Análise estatística .....	7
3. Resultados .....	7
3.1. Aspecto físico dos grãos .....	7
3.2. Composição centesimal .....	7
3.3. Teor de açúcares .....	10
3.4. Teores de trigonelina, xantinas e ácidos fenólicos .....	10
3.5. Teor de minerais .....	13
3.6. Análise sensorial .....	13
4. Discussão .....	17
5. Conclusões .....	21
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	22



SALUSTRIANO, NATHACHA DE ANDRADE, M.Sc, Universidade Vila Velha – ES, junho de 2019. **Avaliação dos efeitos da maturação sobre a composição e análise sensorial de café conilon (*Coffea canephora*)**. Orientador: Rodrigo Scherer.

## RESUMO

O presente estudo avaliou os efeitos da maturação sobre a composição e características sensoriais de três genótipos de café conilon, além de comparar com as cultivares comerciais de café Arábica Catuaí e Robusta Tropical. A composição bromatológica foi determinada segundo metodologias da AOAC. Os açúcares sacarose, glicose e frutose foram avaliados por meio de cromatografia líquida de alta eficiência acoplada a um detector de índice de refração. Os constituintes trigonelina, xantinas e ácidos fenólicos foram quantificados por cromatografia líquida de alta eficiência acoplada ao detector de UV. A composição de minerais foi avaliada utilizando espectrômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado. A análise sensorial foi realizada por seis degustadores, que avaliaram os atributos: fragrância/aroma, sabor, acidez, doçura, equilíbrio, gosto na boca, finalização, uniformidade, limpeza, conjunto e nota global. O teor de trigonelina nos genótipos foi similar ao café arábica, 1,0% a 1,2%. Já o ácido clorogênico e a cafeína foram similares ao encontrado no café robusta, 8,7% a 11,7%, e 1,3% a 3,4%, respectivamente. Na análise bromatológica, o teor de proteína foi maior nos genótipos, e o contrário foi observado para os teores de lipídeos e umidade. Os minerais mais presentes nas amostras foram potássio (7921 a 13371 mg/kg), fósforo (1054 a 2411 mg/kg), magnésio (1506 a 1851 mg/kg). A sacarose foi o açúcar mais abundante nas amostras estudadas (0,3 a 5,0%). Dos genótipos estudados, destacam-se o PC80 e PC100 classificados como “cafés especiais” que obtiveram nota maior do que 80 na escala SCAA. Apesar de não ter sido observada uma tendência no efeito de maturação, alguns compostos tiveram sua concentração influenciada. Os compostos sacarose, proteína e trigonelina demonstraram aumento em seus teores conforme a maturação aumentou, enquanto o ácido clorogênico diminuiu e a cafeína não demonstrou ser influenciada pela maturação. Estudos como este geram conhecimento para trabalhos posteriores de melhoramento genético de cafés e ainda contribuem para o desenvolvimento de cafés conilon de impacto no mercado interno e externo, como por exemplo os genótipos PC80 e PC100 que podem ser bem aceitos pelos consumidores devido a sua alta qualidade sensorial.

**Palavras chaves:** café; cafeína; ácido clorogênico; trigonelina; conilon

SALUSTRIANO, NATHACHA DE ANDRADE, M.Sc/D.Sc, University of Vila Velha – ES, june de 2019. **Evaluation of the effects of maturation on the composition and sensorial analysis of conilon coffee (*Coffea canephora*)**. Advisor: Rodrigo Scherer.

## ABSTRACT

The present study evaluated the effects of maturation on the composition and sensory characteristics of three conilon coffee genotypes, as well as comparing it with commercial Arabica Catuaí and Robusta Tropical coffee cultivars. The bromatological composition was determined according to AOAC methodologies. Sucrose, glucose and fructose sugars were evaluated by high performance liquid chromatography coupled with a refractive index detector. The trigonelline, xanthines and phenolic acids constituents were quantified by high performance liquid chromatography coupled to the UV detector. Mineral composition was evaluated using inductively coupled plasma optical emission spectrometer. Sensory analysis was performed by six tasters, who evaluated the attributes: fragrance / aroma, taste, acidity, sweetness, balance, taste in the mouth, finish, uniformity, cleanliness, overall and overall note. The trigonelin content in the genotypes was similar to arabica coffee, from 1.0% to 1.2%. Chlorogenic acid and caffeine were similar to those found in robusta coffee, 8.7% to 11.7%, and 1.3% to 3.4%, respectively. In bromatological analysis, protein content was higher in genotypes, and the opposite was observed for lipid and moisture contents. The most common minerals in the samples were potassium (7921 to 13371 mg / kg), phosphorus (1054 to 2411 mg / kg), magnesium (1506 to 1851 mg / kg). Sucrose was the most abundant sugar in the studied samples (0.3 to 5.0%). Of the studied genotypes, PC80 and PC100 are classified as “specialty coffees” that scored higher than 80 on the SCAA scale. Although no trend in maturation effect was observed, some compounds had their concentration influenced. The sucrose, protein and trigonelin compounds showed an increase in their contents as maturation increased, while chlorogenic acid decreased and caffeine was not influenced by maturation. Studies such as this generate knowledge for further work on coffee genetic improvement and also contribute to the development of domestic and foreign impact conilon coffees, such as the PC80 and PC100 genotypes that can be well accepted by consumers due to their high quality sensory.

**Keywords:** coffee; caffeine; clorogenic acid; trigonelline; conilon

# 1. INTRODUÇÃO

Dentre as inúmeras espécies de café, o *Coffea arábica* L. (café Arábica) e *Coffea canephora* P. (café Conilon) são as mais economicamente relevantes (ICO, 2018). No ano-safra de 2017/18 o Brasil, Vietnã, Colômbia, Indonésia e Etiópia foram os cinco países que mais produziram, tendo o Brasil ficado em primeiro lugar com 36,7% da produção mundial, fato que não surpreende, já que o país tem estado nessa posição há alguns anos (ICO, 2019c; ICO, 2019b), além disso, o Brasil é também o maior exportador, tendo exportado entre outubro de 2017 e novembro de 2018 37% do café mundial (ICO, 2019a).

Essas duas espécies de cafés, além de apresentarem diferenças morfológicas, também apresentam diferenças na forma de cultivo e qualidade da bebida. O café arábica, por exemplo, apresenta grãos maiores e esverdeados, e o seu cultivo necessita de elevadas altitudes e baixas temperaturas, resultando em bebidas com aroma e sabor de alto valor comercial. Já o café conilon, embora tenha valor comercial inferior, apresenta maior vigor e resistência do fruto, além de ser muito utilizado em blends com o arábica, pois o mesmo confere corpo a bebida e diminui a acidez proporcionada pelo arábica, e é bastante utilizado na indústria como café solúvel (Ferrão, Fonseca, Ferrão, & De Muner, 2019).

O sabor da bebida é influenciado por diversos fatores como o solo e clima da região aonde os cafeeiros foram cultivados (Sunarharum, Williams, & Smyth, 2014), o tratamento pós colheita que receberam (Naidu, Vedhashree, Satapathy, Khanum, & Hebbar, 2016), o tipo da torra (Cid & De Peña, 2016), e também a maturação do grão (Smrke, Kroslakova, Gloess, & Yeretizian, 2015), pois os frutos de cafés não amadurecem todos ao mesmo tempo, ou seja, em um mesmo galho acha-se frutas mais maduras e ainda verdes. Em razão disso, o tempo de colheita mais adequado, é quando a maioria dos grãos estão maduros. Colher os frutos 100% maduros é possível, entretanto, é trabalhoso, demorado e oneroso (Kalschne, Viegas, De Conti, Corso, & Benassi, 2019). Por consequência, a grande maioria dos produtores colhe o café quando se tem pelo menos 70% do café na fase denominada cereja, isto é, maduro.

O café é uma bebida complexa que contém mais de 1000 compostos, como alcaloides, açúcares, ácidos orgânicos, ácidos fenólicos, lipídios, aminoácidos e

proteínas (Ioannidis, Chamberlain, & Müller, 2014). Os micronutrientes, tais como minerais presentes no café, são essenciais para a manutenção das funções fisiológicas normais e têm várias funções metabólicas, como o zinco e o manganês que são importantes cofatores enzimáticos, assim, o interesse na análise elementar de café tem se intensificado, tanto em relação à qualidade do produto como em seu significado nutricional (Oliveira et al., 2012).

Os ácidos orgânicos presentes, como cítrico, málico, clorogênico e quínico, influenciam o pH e a qualidade do café, já que têm um efeito significativo no equilíbrio do sabor por estarem envolvidos na acidez, um dos elementos que em conjunto com a doçura e amargor caracterizam o perfil aromático da bebida (Dong, Hu, Chu, Zhao, & Tan, 2017). Os alcaloides são moléculas orgânicas complexas compostas por um anel de nitrogênio heterocíclico, são produzidos por animais e microrganismos e constantemente isolados de plantas (Murphy, 2017). Os principais alcaloides encontrados no café são a trigonelina e a cafeína. O primeiro é um derivado da piridina, conhecida por contribuir indiretamente para a formação de produtos de sabor apreciado, incluindo furanos, pirazina, alquil-piridinas, e pirroles durante a torrefação do café, influenciando também nas propriedades sensoriais, assim como os açúcares (Ky et al., 2001; Monteiro & Trugo, 2005). Já a cafeína é amplamente conhecida por suas propriedades estimulantes do sistema nervoso central e músculo cardíaco, sendo encontrada em quantidade suficiente para essa finalidade na bebida (Cagliani, Pellegrino, Giugno, & Consonni, 2013), além de conferir o sabor amargo característico (Gibson & Fowler, 2014; Ranić et al., 2015).

Os compostos fenólicos encontrados nos grãos de café, como os ácidos clorogênicos, são reconhecidamente antioxidantes, dessa forma, fazem do café um alimento com capacidade de reduzir espécies reativas de oxigênio (ERO's), tornando-o um protetor das doenças relacionadas ao estresse oxidativo, como câncer, diabetes entre outras (Bravo, Arbillaga, De Peña, & Cid, 2013; Priftis et al., 2015). Gawlik-Dziki, Dziki, Świeca, & Nowak (2017) atestaram a possibilidade do enriquecimento de pães integrais com grãos de café verde no auxílio da prevenção de doenças correlacionadas ao aumento da atividade da enzima xantina oxidase, que promove a formação das espécies reativas de oxigênio (ERO's). Além disso, trabalhos prévios relataram efeitos antitumorais dos ácidos clorogênicos (Bøhn, Blomhoff, & Paur, 2014; Liu, Zhou, Qiu, Lu, & Wang, 2013). O café conilon, em geral apresenta cerca de 10%

dessas substâncias, enquanto que o café arábica apresenta em torno de 6% (Monteiro & Trugo, 2005).

O estado do Espírito Santo é o maior produtor brasileiro de café conilon (Ferrão et al., 2019), dessa maneira, o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) desenvolve um programa de melhoramento genético desta espécie. Para gerar esses novos genótipos, utilizou-se da variabilidade existente em lavouras comerciais implantadas ao longo dos anos em propriedades privadas no Estado e estados vizinhos, com o objetivo de encontrar genótipos de cafés conilon com melhores características agronômicas e sensoriais, que conseqüentemente, beneficiará o agronegócio e a população em geral, com bebidas de maior qualidade (Ferrão et al., 2019). Esses novos genótipos podem apresentar características diferentes em termos de qualidade sensorial, bem como de composição química. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da maturação sobre a composição e características sensoriais de três novos genótipos de café conilon, bem como comparar com as variedades comerciais de café Arábica e Robusta Tropical.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### *2.1. Reagentes*

A cafeína, trigonelina, teobromina, ácido clorogênico, ácido cafeico, ácido p-coumárico, ácido ferúlico, glicose, sacarose, frutose e os padrões de metais foram obtidos da Sigma-Aldrich® com grau de pureza >95% ou mais. O ácido clorídrico foi obtido da Cromoline®. Metanol e acetonitrila grau HPLC foram obtidos da J.T.Baker®. Hidróxido de sódio, ácido bórico, ácido acético glacial 99,8%, etanol 99,8% e éter de petróleo foram obtidas da Neon®. Vermelho de metila, ácido nítrico e ácido sulfúrico foram obtidos da Qhemis®.

### *2.2. Amostras*

A cultivar Emcaper 8151 - Robusta Tropical, bem como os três genótipos de café conilon, Diamante 101, Diamante 105 e Diamante 108, foram coletados na Fazenda Experimental do INCAPER no município de Cachoeiro de Itapemirim

(Espírito Santo, Brasil; Lat = 20°45'21.30"S Long = 41°17'4.33"W). A cultivar de café Arábica Catuaí 81 foi coletado na Fazenda Experimental do INCAPER de Venda Nova do Imigrante (Espírito Santo, Brasil; Lat = 20°22'38.56"S Long = 41°11'54.24"W). Os cafés foram coletados em três diferentes percentuais de maturação, com 60%, 80% e 100% dos frutos maduros. Os cafés foram processados por via natural, ou seja, secos íntegros, até umidade entre 11 a 12% do grão. Após a secagem, os frutos foram beneficiados (retirados a casca e o pergaminho), e as amostras foram direcionadas para as análises físicas, químicas e sensoriais. Para as análises químicas, as amostras foram trituradas em moinho de facas e moinho de bolas, e armazenados no escuro à temperatura ambiente.

### *2.3. Aspecto físico dos grãos*

Foram selecionados 100 grãos de forma randomizada de cada café, dos quais foram medidos comprimento e largura com o auxílio de um paquímetro. A densidade aparente foi calculada pela razão entre a massa desses grãos e seu volume numa proveta graduada de 50 mL (Franca, Mendonça, & Oliveira, 2005).

### *2.4. Determinação da composição centesimal*

A composição centesimal dos cafés foi determinada de acordo com as instruções da AOAC (2016). A umidade foi realizada pelo método de secagem em estufa; cinzas, pelo método de incineração em mufla; proteínas, pelo método de Kjeldahl; lipídios, pelo método de Soxhlet. Carboidratos totais foram obtidos por diferença, descontando umidade, cinzas, lipídios, proteínas, trigonelina, ácido clorogênico e cafeína.

### *2.5. Análise de açúcares por cromatografia líquida de alta eficiência*

A extração foi realizada pesando 2 g de amostra, adicionando 15 mL de solução hidroalcoólica 40%, extraindo durante 30 minutos no ultrassom e filtrando em papel de filtro. Esse processo foi realizado duas vezes e o volume foi completado com a solução hidroalcoólica em balão volumétrico de 50 mL. O extrato de cada amostra foi filtrado em membrana 0,45 µm antes de ser injetado no HPLC. Os açúcares frutose, glicose e sacarose foram determinados em cromatógrafo líquido de alta eficiência

(Breeze, Waters) acoplado a um detector de índice de refração (Waters 2414). Os açúcares foram separados em coluna Waters Carbohydrate Analysis (3,9 x 300 mm) em modo de eluição isocrática, de acordo com as instruções do fabricante da coluna. A fase móvel utilizada foi uma solução de acetonitrila:água (75:25) na vazão de 1,0 mL/min. A identificação foi feita por meio dos tempos de retenção e co-cromatografia quando necessário. A quantificação foi realizada por curva de padronização externa com 5 pontos (nas concentrações de 1,5; 1,0; 0,75; 0,50; e 0,25 mg/mL) para cada açúcar. As curvas de calibração também foram utilizadas na avaliação da faixa de linearidade. Os limites de detecção (LOD) e de quantificação (LOQ) foram calculados pela relação sinal/ruído, onde o LOD foi definido como a concentração do analito que produz sinal de três vezes a amplitude do ruído, e seis vezes para o LOQ.

## 2.6. *Análise de trigonelina, xantinas e ácidos fenólicos*

A extração foi realizada na concentração de 0,7 mg/mL em metanol 50% baseados no descrito por Belguidoum, Amira-Guebailia, Boulmogh, & Houache (2014). A água foi aquecida a 95°C e adicionada ao café moído, após 5 minutos foi acrescentado metade do volume final de metanol e deixado 20 minutos no ultrassom operando a 80 kHz, o extrato foi então centrifugado por 3 minutos a 2136 xG, e em seguida o volume de metanol foi completado em balão volumétrico para a concentração desejada. Os extratos foram filtrados em membrana de 0,45 µm antes de serem injetadas no HPLC. As condições cromatográficas foram baseadas no descrito por Brunetto et al. (2007). Realizadas em um cromatógrafo líquido de alta eficiência (Breeze, Waters) acoplado a um detector UV (Waters 2489) e coluna de fase reversa C18 (150 x 4,6 mm; 5 µm; GL Sciences). Os compostos foram separados utilizando como fase móvel metanol 30% com ácido acético 0,1% (v/v) em condição de eluição isocrática. As corridas tiveram tempo total de 12 minutos com vazão de 1,4 mL/minuto. Os cromatogramas foram monitorados por UV nos comprimentos de onda de 274 nm para cafeína, trigonelina e teobromina, e 325 nm para ácido clorogênico, ácido cafeico, ácido p-coumárico e ácido ferúlico. A quantificação foi realizada por curva de padronização externa com 6 pontos (125 a 3,90 µg/mL) para trigonelina, 5 pontos (15,62 a 0,98 µg/mL) para ácido clorogênico e 5 pontos (nas concentrações de 250 a 15,62 µg/mL) para cafeína. As curvas de calibração também foram utilizadas na avaliação da faixa de linearidade. Os limites de detecção (LOD) e de quantificação (LOQ) foram calculados pela relação sinal/ruído, onde o LOD foi definido como a

concentração do analito que produz sinal de três vezes a amplitude do ruído, e seis vezes para o LOQ.

### 2.7. *Determinação de minerais*

Para digestão das amostras foi utilizado forno micro-ondas Berghoff Speedwave Four (Berghoff Instruments, Eningen, Alemanha) com rotor de 12 tubos e capacidade de 60 mL, potência máxima de 2000 W, limite de pressão e temperatura de 100 bar e 230°C, respectivamente. Foram pesadas 0,5 g das amostras nas barcas dos tubos do micro-ondas. As barcas foram colocadas nos tubos com adição de 2 mL de HNO<sub>3</sub> 70% (v/v) e 0,5 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% (v/v). Os tubos permaneceram abertos por 20 minutos para evitar a interrupção do processo devido à pressão. Em seguida, os frascos foram devidamente fechados e encaixados nas posições do rotor. A mistura foi submetida à digestão assistida por radiação micro-ondas. Após arrefecimento, a solução resultante foi transferida quantitativamente para um tubo de polipropileno e o volume aferido com água ultrapura até o volume de 10 mL e, posteriormente, analisado por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP OES). O espectrômetro óptico utilizado neste trabalho foi o iCAP 6000 (Thermo Fisher Scientific, Cambridge, England) com visão radial e axial. O sistema de introdução de amostra foi composto de nebulizador concêntrico acoplado a uma câmara de nebulização ciclônica e bomba peristáltica. As condições de operação do ICP OES para análise foram: Potência de RF de 1200 W, vazão de gás de plasma de 12 L/min, vazão de gás auxiliar de 0,5 L/min, vazão de gás nebulizador de 0,65 L/min, vazão de amostra de 0,6 mL/min com nebulizador concêntrico e câmara de nebulização ciclônica. Todas as amostras foram analisadas em triplicatas. A quantificação foi realizada por curva de padronização externa com 5 pontos em triplicata para cada metal utilizando solução padrão individual (Material de Referência Certificada).

### 2.8. *Análise sensorial*

Para realização das análises sensoriais, as amostras foram selecionadas para remoção de grãos defeituosos. A torra foi realizada de acordo com o protocolo da Uganda Coffee Development Authority (UCDA, 2010), no Laboratório de Análise e Pesquisa em Café – LAPC do Instituto Federal do Espírito Santo, campus Venda Nova



do Imigrante. A análise sensorial das amostras foi realizada no LAPC, por seis degustadores que possuem certificação Q-Graders. Foram preparadas cinco xícaras de cada amostra para a degustação, para avaliar a uniformidade, respeitando a proporção de 8,25 g de café moído em 150 mL de água. O ponto de infusão da água foi entre 94-95°C (Pereira et al., 2018). Os atributos avaliados foram: Fragrância/Aroma, Sabor, Acidez, Doçura, Equilíbrio, Gosto na Boca, Finalização, Uniformidade, Limpeza, Conjunto e Nota Global.

### 2.9. *Análise estatística*

A análise de variância (ANOVA), e o teste de Tukey para determinar diferença significativa entre as médias ( $P < 0.05$ ), foi realizada utilizando o programa Biostat 5.0.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. *Aspecto físico dos grãos*

As amostras analisadas (Tabela 1) tiveram média de comprimento do grão variando para café arábica entre 0,85 cm a 0,91 cm, largura entre 0,69 cm a 0,73 cm e densidade 1130,68kg/m<sup>3</sup> a 1269,26 kg/m<sup>3</sup>, para os cafés robusta o comprimento variou entre 0,71 cm a 0,76 cm, largura entre 0,51 cm a 0,54 cm e densidade entre 1220,00 kg/m<sup>3</sup> a 1313,61 kg/m<sup>3</sup> e conilon apresentou comprimento entre 0,67 cm a 0,92 cm, largura entre 0,52 cm a 0,61 cm e densidade entre 1150,00 kg/m<sup>3</sup> a 1307,50 kg/m<sup>3</sup>.

### 3.2. *Composição centesimal*

Os resultados de umidade nas amostras analisadas estão compreendidos entre 8,9% a 11,7%, pode-se observar que apenas nas amostras PA e PB, a maturação influenciou significativamente o teor de umidade (Tabela 2). Quando as amostras que possuem a mesma porcentagem de grãos maduros são comparadas, pode-se observar que as amostras de café arábica demonstraram possuir maior teor de umidade em relação aos genótipos de conilon.

Tabela 1. Nomenclatura das amostras utilizadas e aspectos físicos dos grãos

Amostra	Sigla	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )
Diamante 101 60%	PA60	0,85±0,0	0,61±0,0	1217,31±0,0
Diamante 101 80%	PA 80	0,83±0,0	0,61±0,0	1218,73±0,1
Diamante 101 100%	PA100	0,78±0,0	0,56±0,0	1251,00±0,0
Diamante 105 60%	PB60	0,67±0,0	0,59±0,0	1307,50±0,0
Diamante 105 80%	PB80	0,80±0,0	0,70±0,0	1213,01±0,1
Diamante 105 100%	PB100	0,67±0,0	0,61±0,0	1150,00±0,0
Diamante 108 60%	PC60	0,76±0,0	0,52±0,0	1164,10±0,0
Diamante 108 80%	PC80	0,87±0,0	0,58±0,0	1205,83±0,0
Diamante 108 100%	PC100	0,92±0,0	0,59±0,0	1178,33±0,1
Arábica Catuaí 60%	A60	0,87±0,0	0,70±0,0	1141,28±0,0
Arábica Catuaí 80%	A80	0,85±0,0	0,69±0,0	1130,68±0,0
Arábica Catuaí 100%	A100	0,91±0,0	0,73±0,0	1269,26±0,1
Robusta Tropical 60%	R60	0,73±0,0	0,52±0,0	1307,50±0,0
Robusta Tropical 80%	R80	0,76±0,0	0,54±0,0	1313,61±0,1
Robusta Tropical 100%	R100	0,71±0,0	0,51±0,0	1220,00±0,0

Os valores encontrados de cinzas variaram de 4,0% a 5,4%. A maturação apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) apenas na amostra PB, onde a mais madura demonstrou maior valor de cinzas. Ao comparar os cafés de mesma maturação, observou-se que o Robusta Tropical apresentou significativamente maior teor de cinzas que os demais.

Os valores de lipídeos encontrados variaram entre 4,5% a 11,6% (Tabela 2). O café arábica apresentou valores significativamente maiores que os cafés conilon, chegando a ser o dobro do valor. Além disso, foi verificada uma tendência significativa de decréscimo do valor de lipídios com o aumento da maturação (Tabela 2). Essa tendência foi verificada também no café Robusta Tropical e no genótipo PC (Diamante 108), onde o teor de lipídios diminuiu significativamente durante a maturação.

Os teores de proteínas nos cafés avaliados variaram entre 15,2% a 18,6% (Tabela 2). A maturação apresentou efeito significativo apenas nos genótipos PA, PC e no café Robusta Tropical, sendo os maiores valores encontrados nas amostras mais maduras. No geral, os genótipos apresentaram mais proteínas do que as cultivares decafé Arábica Catuai e Robusta Tropical estudadas.

Carboidratos também são importantes precursores da geração de sabor, pois conferem dulçor a bebida. Os valores encontrados ficaram entre 44,8% a 52,4% (Tabela 2). Foi observado um efeito significativo da maturação, com uma tendência de aumento no teor de carboidratos totais na maturação de 60% para 80% dos grãos maduros, com posterior redução do teor de açúcares quando a maturação dos grãos aumenta de 80% para 100% (Tabela 2). Entre os genótipos, os maiores valores foram verificados no genótipo PA.

Tabela 2. Resultados da composição bromatológica das amostras de cafés (g/100g).

Amostra	Umidade	Cinzas	Lipídeos	Proteínas	Carboidratos
PA60	8,9±0,1aA	4,4±0,3aA	5,2±0,3aA	16,0±0,2aA	52,4±0,7aA
PA80	10,0±0,0aA	4,3±0,3 aA	5,3±0,4aAD	16,0±0,2 aA	50,2±0,5bA
PA100	10,3±0,0bA	4,4±0,0 aA	5,2±0,6aA	17,1±0,3bA	50,0±0,9bA
PB60	9,3±0,01aB	4,2±0,0 aA	5,0±0,1aA	17,7±0,1aB	47,4±0,1aB
PB80	9,7±0,1bB	4,3±0,0 aA	5,0±0,1aA	17,7±0,1aB	48,3±0,3bB
PB100	9,8±0,0bB	4,9±0,3bA	5,3±0,2bA	17,6±0,0aA	47,4±0,2aB
PC60	9,1±0,0aA	4,5±0,0 aA	6,7±0,7aB	16,9±0,0aB	48,0±0,5aB
PC80	8,9±0,0aC	4,3±0,0 aA	4,5±0,1bB	17,1±0,2aC	50,5±0,4bA
PC100	9,6±0,1aB	4,2±0,1 aA	4,9±0,7bB	18,6±0,2bB	46,6±0,3cB
A60	11,4±0,1aC	4,2±0,0aA	11,6±0,0aC	16,0±0,1aA	44,8±0,3aC
A80	10,9±0,1aD	4,0±0,0 aA	10,9±0,1bC	15,2±0,2aA	47,8±0,3bB
A100	11,7±0,1aC	4,2±0,1 aA	9,9±0,1cC	15,7±0,4aC	46,9±0,4cB
R60	10,9±0,2aD	5,2±0,1aB	6,6±0,1aB	15,7±0,3aA	47,7±0,2aB
R80	11,1±0,0aD	5,4±0,1aB	6,0±0,1bD	15,7±0,1aA	48,0±0,1bB
R100	10,8±0,0aD	5,4±0,1aB	5,8±0,1cA	16,2±0,4bAC	47,2±0,6aB

Letras minúsculas diferentes correspondem a diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as maturações de cada genótipo. Letras maiúsculas diferentes correspondem a diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os genótipos na mesma maturação.

### 3.3. Teor de açúcares

Os açúcares avaliados no presente estudo foram sacarose, glicose e frutose. Antes das análises o método foi validado, e apresentou linearidade de  $r^2 > 0,9905$  para os três açúcares, o LOD encontrado para glicose foi 0,164 µg/mL, para sacarose 0,252 µg/mL e para frutose 0,092 µg/mL e o LOQ para os respectivos açúcares 0,330 µg/mL, 0,503 µg/mL e 0,184 µg/mL (Tabela 3).

A sacarose foi encontrada com valores entre 0,3% a 5,0%, sendo a amostra A100 a que apresentou o maior teor (Tabela 3). Dentre a cultivar Robusta Tropical o R60 apresentou o maior teor com 2,8%, e a amostra PC100 foi o conilon com maior teor, 3,0%. Nas amostras PC e arábica observou-se que com o aumento da porcentagem de grãos maduros, também levou ao aumento na quantidade de sacarose encontrada, porém nas demais amostras, esse padrão não foi observado.

A glicose foi encontrada na faixa de 0,2% a 1,1% e a amostra A100 também apresentou maior teor desse açúcar seguido do R100 e PC60 com 0,9% cada (Tabela 3). As amostras de arábica demonstraram que o teor desse açúcar aumentou com a porcentagem de grãos maduros, no entanto os genótipos PC reagiram ao contrário, diminuindo o teor de glicose com o aumento de grãos maduros. O PA80 foi a única amostra que não demonstrou teor de glicose.

Apenas as amostras PC100 e A100 apresentaram frutose com 0,1%, demonstrando que a porcentagem de grãos maduros influenciou já que nas amostras com menos frutos maduros, não se observou presença de frutose (Tabela 3).

### 3.4. Teores de trigonelina, xantinas e ácidos fenólicos

Na validação do método, foi verificada linearidade com  $r^2 > 0,9916$  para todos os compostos encontrados (Figura 1). Os limites LOD e LOQ foram, respectivamente, para trigonelina 0,515 µg/mL e 1,030 µg/mL, teobromina 0,184 µg/mL e 0,367 µg/mL, ácido clorogênico 0,252 µg/mL e 0,503 µg/mL, cafeína 0,378 µg/mL e 0,755 µg/mL, ácido cafeico 0,056 µg/mL e 0,111 µg/mL, ácido coumárico 0,109 µg/mL e 0,218 µg/mL e para ácido ferúlico 0,176 µg/mL e 0,353 µg/mL (Tabela 3).

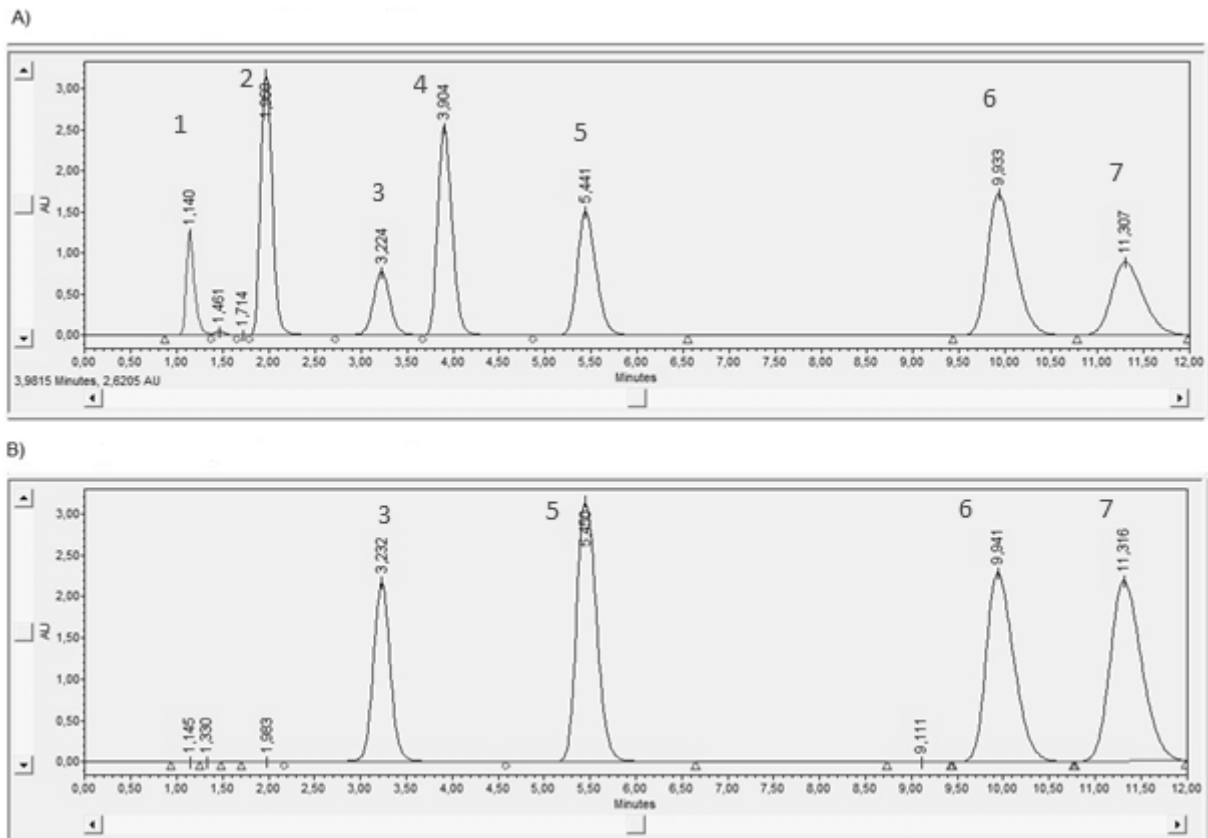


Figura 1. Cromatograma do pool dos padrões. Figura 1A corrida realizada em comprimento de onda de 274 nm. Figura 1B, corrida realizada em comprimento de onda 325 nm. Picos: 1 trigonelina, 2, teobromina, 3, ácido clorogênico, 4, cafeína, 5, ácido cafeico, 6, ácido p-coumárico, 7, ácido ferúlico.

O teor de trigonelina ficou compreendido entre 0,8% a 1,3% (Tabela 3). Os cafés arábica apresentaram maior teor desse alcaloide, e a cultivar Robusta Tropical, o menor teor. Na cultivar PA, pode-se observar que PA60 e PA80 não possuem diferença significativa para esse teor, contudo PA100 tem maior quantidade, demonstrando assim que a maturação influenciou na quantidade de trigonelina. Os genótipos PB e PC não demonstraram ser influenciados pela maturação, já que todas as amostras não apresentaram diferença significativa. Quando comparados as mesmas porcentagens de grãos maduros entre as amostras, observa-se que as que possuem 80% de maduros, não apresentam diferença significativa, apenas o R80 tem menor teor de trigonelina. Nas amostras com 60% de grãos maduros, PA60 e R60 possuem semelhança significativa, as demais amostras têm maior quantidade de trigonelina e apresentam semelhança significativa entre si. E as amostras com 100%, apenas PA100 e PB100 apresentaram semelhança significativa.

O teor de ácido clorogênico encontrado nas amostras analisadas ficou compreendido entre 8,7% a 11,7%. A maturação influenciou nos genótipos PB e na cultivar Robusta Tropical, contudo no primeiro, a amostra PB60 apresentou significativamente maior teor de ácidos clorogênicos enquanto R60 apresentou significativamente o menor teor. As demais amostras não demonstraram sofrer influência da maturação. Quando comparados apenas entre a mesma maturação, nas amostras com 60%, o PB foi significativamente maior. Das amostras com 80% e 100%, PB, PC e R foram as que apresentaram significativamente maiores teores.

Tabela 3. Valores de trigonelina, ácido clorogênico, cafeína e açúcares (g/100g).

	Trigonelina	Ácido clorogênico	Cafeína	Frutose	Glicose	Sacarose
<i>Figuras de mérito</i>						
r <sup>2</sup>	0,9968	0,9927	0,9944	0,9910	0,9905	0,9919
LOD µg/mL	0,515	0,252	0,378	0,0092	0,164	0,252
LOQ µg/mL	1,030	0,503	0,755	0,184	0,330	0,503
<i>Amostras</i>						
PA60	1,0±0,0bB	9,7±0,0bC	2,4±0,0bC	-	0,2±0,0aB	0,4±0,0aE
PA80	1,0±0,0bA	10,4±0,1aB	2,7±0,1aB	-	-	0,3±0,0cE
PA100	1,1±0,0aAB	9,7±0,0bB	2,3±0,0bC	-	0,2±0,0aD	0,4±0,0aC
PB60	1,2±0,2aA	11,7±0,5aA	3,4±0,3aA	-	0,7±0,0bA	2,0±0,0bC
PB80	1,0±0,2aA	10,8±0,1bAB	3,2±0,0aA	-	0,4±0,0cC	1,4±0,0cC
PB100	1,1±0,0aAB	10,7±0,1bA	3,2±0,1aA	-	0,8±0,0aB	2,4±0,1aB
PC60	1,2±0,2aA	10,7±0,3aB	3,0±0,2aB	-	0,9±0,0aA	2,4±0,0cB
PC80	1,0±0,0aA	10,8±0,1aA	3,1±0,1aA	-	0,8±0,0bA	2,7±10,0bA
PC100	1,0±0,1aB	10,7±0,2aA	3,0±0,2aB	0,1±0,0A	0,7±0,0cC	2,9±80,1aB
A60	1,3±0,0aA	9,3±0,1aC	1,5±0,1aD	-	0,3±0,0bB	0,6±0,0bD
A80	1,1±0,1bA	8,7±0,3bC	1,3±0,1bD	-	0,3±0,0bD	0,6±0,1bD
A100	1,2±0,1abA	8,8±0,1abC	1,4±0,1abD	0,1±0,0B	1,1±0,1aA	5,0±0,8aA
R60	0,8±0,0aB	10,8±0,0bB	2,5±0,0aC	-	0,8±0,3abA	2,8±0,0,aA
R80	0,8±0,0aB	10,7±0,1bAB	2,4±0,1bC	-	0,6±0,0,bB	2,0±0,2bB
R100	0,8±0,0aC	11,1±0,1aA	2,5±0,0aC	-	0,9±0,1aB	2,7±0,1aB

Letras minúsculas diferentes correspondem a diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as maturações de cada genótipo. Letras maiúsculas diferentes correspondem a diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os genótipos na mesma maturação.

O teor de cafeína variou entre 1,3% a 3,4% (tabela 3). O café Robusta Tropical (2,4%-2,5%) mostrou significativamente maior quantidade de cafeína que o café arábica (1,3%-1,5%). Em relação aos três genótipos de café conilon estudados, estes apresentaram valores significativamente maiores, semelhantes ao R, sendo que os genótipos PB e PC, apontaram valores ainda maiores, entre 3,0% a 3,4% de cafeína e demonstraram possuir diferença significativa das demais. As amostras não demonstraram sofrer influência da maturação nesse parâmetro.

### 3.5. *Teor de minerais*

Dos 35 metais analisados nesse estudo, o potássio foi o mais abundante entre as amostras estudadas (Tabela 4). A maturação demonstrou afetar nas quantidades desse mineral, pois quanto mais frutos maduros, menor a quantidade encontrada de potássio, exceto nas amostras de robusta. Dentre as amostras com 60% de maduros, o genótipo PA demonstrou a maior quantidade desse mineral, dentre as amostras com 80%, PB demonstrou a maior quantidade e dentre as amostras com 100%, PA demonstrou ser mais abundante nas quantidades de potássio. Os teores de fósforo encontrados também foram elevados e as amostras analisadas demonstraram possuir mais fósforo nos cafés com frutos menos maduros. Quando verificado apenas entre a mesma porcentagem de maturação, as amostras de robusta demonstraram maior quantidade desse metal em todas as maturações. Também foram encontrados teores mais expressivos de magnésio e cálcio. Enquanto o primeiro não demonstrou ser influenciado pela maturação, o cálcio aumentou nos genótipos PA, e diminuiu nas demais amostras. Do total de minerais analisados, 19 estavam abaixo do limite de quantificação (As, Cd, Pb, Sn, Hg, Ag, Se, Sb, Co, Mo, V, U, Li, Be, Ti, Bi, Ce, Ti e Zr).

### 3.6. *Análise sensorial*

Os atributos analisados são classificados por notas que variam de 0 a 10, e praticamente todos apresentaram notas entre 6,0 a 7,5, exceto amargor/doçura e ausência de defeitos (Tabela 5). Para o primeiro atributo, as amostras A80 e A100 obtiveram nota máxima, já para o segundo atributo, todas as amostras receberam nota 10, exceto PA60 que obteve nota 2,7, o que abaixou consideravelmente a nota global dessa amostra (Tabela 5).

A nota global consiste na soma da pontuação de todos os atributos diminuída do defeito. Esses defeitos se manifestam com torra por causa das reações químicas que ocorrem, podem ser a formação de voláteis ou ainda se as amostras entraram em contato com algo que se evidencia na análise como a terra (Zanin, Corso, Kitzberger, Scholz, & Benassi, 2016). Os cafés podem ser classificados como especial se essa nota for de 80 a 100, sendo 80,0 a 84,99 muito bom, 85,0 a 89,99 excelente e 90,0 a 100 excepcional, nota menor que 80 o café é classificado como não especial (Specialty Coffee Association of America, 2015). De todas as amostras analisadas, apenas PC80 e PC100 foram classificadas como cafés especiais, com notas 82,2 e 81,4, respectivamente. As demais amostras foram classificadas como não especiais com notas variando entre 72,9 a 79,1, contudo, PA60 recebeu a menor nota, 49,3 (Tabela 5).

Em relação ao efeito de maturação, observou-se que as amostras PA, PC e arábica demonstraram ter sofrido influência da mesma. A avaliação dos atributos nesses cafés recebeu menor nota nas amostras coletadas com 60% de frutos maduros, o que influenciou diretamente na queda da nota global.



Tabela 4. Metais encontrados nas amostras (mg/ Kg)

<b>Metal</b>	<b>PA60</b>	<b>PA80</b>	<b>PA100</b>	<b>PB60</b>	<b>PB80</b>	<b>PB100</b>	<b>PC60</b>	<b>PC80</b>	<b>PC100</b>	<b>A60</b>	<b>A80</b>	<b>A100</b>	<b>R60</b>	<b>R80</b>	<b>R100</b>
<b>Bário</b>	6,6	7,3	8,2	6,9	4,3	8,0	8,0	5,2	4,7	3,8	< 0,5	3,7	2,5	5,7	< 0,5
<b>Boro</b>	6,4	6,5	4,7	11,2	10,1	6,2	8,3	8,3	8,4	4,9	6,1	5,0	6,7	7,1	9,1
<b>Níquel</b>	2,4	3,0	1,5	1,6	3,0	1,1	< 0,5	1,5	< 0,5	7,0	4,4	1,2	2,6	2,8	< 0,5
<b>Zinco</b>	5,3	4,9	5,7	6,8	6,2	4,9	6,3	3,6	3,6	6,1	5,1	4,2	6,7	7,5	8,8
<b>Alumínio</b>	< 5	22,6	< 5	< 5	< 5	6	9,9	17,6	6,0	7,1	< 5	6,4	8,9	< 5	< 5
<b>Cromo</b>	< 0,5	< 0,5	0,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5	5,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
<b>Ferro</b>	39,2	37,9	46,2	41,1	48,5	44,1	37,5	47,2	43,1	45,4	54,5	35,3	33,9	47,3	43,6
<b>Manganês</b>	35,9	37,7	40,3	13,2	14,8	22,7	13,4	17,6	19,0	36,0	31,9	30,5	13,8	14,4	12,3
<b>Fósforo</b>	1970	1998	1919	2067	1982	1844	1853	1655	1711	1622	1577	1054	2411	2383	2307
<b>Cobre</b>	17,0	16,9	16,8	17,5	20,3	17,9	16,8	14,2	14,3	15,8	14,1	14,9	22,6	25,4	23,1
<b>Sódio</b>	37,7	53,3	48	52	75	24,1	85,4	58,1	59,2	126,6	< 5,0	117,8	< 5,0	78,5	< 5,0
<b>Cálcio</b>	1122	1220	1263	1296	1200	1115	1325	1164	1144	1253	281	1163	1299	1672	952
<b>Magnésio</b>	1731	1748	1702	1518	1506	1761	1464	1581	1610	1851	1526	1742	1672	1760	1569
<b>Potássio</b>	13371	10996	11424	11867	11428	10556	11219	9842	9843	7961	7859	7950	8527	8744	8271
<b>Silício</b>	7,4	7,6	12,7	8,2	7,3	6,8	8,8	6,3	6,2	8,3	3,4	6,9	7,0	7,9	14,3
<b>Estrôncio</b>	7,1	8,0	7,2	4,4	5,2	2,8	5,5	6,1	5,8	4,0	< 0,0	3,7	5,4	7,2	4,9

Tabela 5. Notas dos atributos individuais e nota global das amostras estudadas.

Amostra	Aroma	Sabor	Acidez	Amargor/Doçura	Ausência de Defeitos	Conjunto	Nota Global
PA60	6,2±0,4	6,0±0,0	6,2±0,4	6,2±0,4	2,7±4,3	6,1±0,2	49,3±11,4
PA80	7,0±0,3	7,1±0,5	7,0±0,4	7,0±0,3	9,0±0,0	7,0±0,3	72,9±0,3
PA100	7,0±0,3	7,3±0,3	7,2±0,3	7,2±0,4	10,0±0,0	7,1±0,6	77,3±1,4
PB60	7,0±0,2	7,1±0,2	7,0±0,1	7,2±0,3	10,0±0,0	7,3±0,4	76,8±0,8
PB80	6,4±0,4	6,8±0,4	6,6±0,4	6,7±0,4	10,0±0,0	6,8±0,8	73,0±3,1
PB100	6,8±0,4	6,9±0,2	6,8±0,6	7,0±0,4	10,0±0,0	7,1±0,5	75,4±2,5
PC60	7,1±0,2	7,3±0,3	7,0±0,0	7,4±0,4	10,0±0,0	7,3±0,3	77,2±0,9
PC80	7,6±0,5	7,8±0,3	7,8±0,3	7,8±0,3	10,0±0,0	7,8±0,7	82,2±2,1
PC100	7,5±0,6	8,0±0,3	7,5±0,6	7,7±0,3	10,0±0,0	7,7±0,4	81,1±0,7
A60	6,7±0,4	6,8±0,3	6,8±0,3	9,3±1,6	9,3±1,6	6,7±0,4	74,5±7,3
A80	7,1±0,1	6,8±0,5	6,8±0,3	10,0±0,0	10,0±0,0	7,0±0,6	77,9±0,2
A100	6,9±0,3	7,0±0,5	6,7±0,5	10,0±0,0	10,0±0,0	7,1±0,9	77,8±2,9
R60	7,2±0,3	7,3±0,3	7,0±0,3	7,3±0,3	10,0±0,0	7,2±0,3	77,3±1,0
R80	7,5±0,4	7,4±0,4	7,3±0,3	7,5±0,3	10,0±0,0	7,5±0,3	79,1±1,7
R100	6,9±0,6	6,9±0,9	6,8±0,5	7,1±0,4	10,0±0,0	7,1±0,4	75,8±3,6

## 4. DISCUSSÃO

O presente trabalho avaliou genótipos de café conilon, fornecendo informações sobre a composição desses cafés. Considerando que esses fatores estão ligados à qualidade da bebida que será produzida, estes dados fundamentarão estudos futuros.

Dados do Incaper mostraram que a média de precipitação nas regiões de colheita em 2016 compreendeu-se entre 1100 a 1200 mm, em 2017 a média na mesma região foi menor que 1000 mm e em 2018 a média de precipitação voltou a subir para 1100 a 1200 mm (Incaper, 2016, 2017, 2018). Conforme os dados apresentados na Tabela 1, esse fato dificultou o florescimento, a formação, e o desenvolvimento dos grãos, resultando em uma florada menor, grãos de tamanho inferior e densidade um pouco menor do que os 1200 a 1300 kg/m<sup>3</sup> relatados na literatura (Franca, Oliveira, Mendonça, & Silva, 2005).

A análise de cinzas expressa os micronutrientes encontrados, o presente estudo encontrou valores superiores aos 3,2% encontrado por Kim, Kim, Kim, Kim, & Baik (2018) em amostras verdes de café arábica. Dentre todos os cafés analisados, destacam-se as amostras R80 e R100, os mesmos que apresentaram altos teores de fósforo, potássio, magnésio e cálcio (Tabela 4). Esses minerais são imprescindíveis para a manutenção das funções fisiológicas normais e têm várias funções metabólicas. O fósforo por exemplo, age na síntese de ácidos nucleicos, sinalização celular, transporte de eletrólitos e o magnésio é um mineral constituinte dos ossos e dentes que contribui para a liberação do hormônio da paratireoide e reações de conversão da vitamina D (Oliveira et al., 2012; Shaman & Kowalski, 2016; Walters, 2003). Outro mineral importante é o potássio que é um cátion numeroso dentro das células e essencial para os sistemas muscular, cardiovascular, nervoso, endócrino, respiratório, digestivo e renal (Navarro & Vaquero, 2016). Esses elementos regulam o fluxo iônico celular (Mazur & Maier, 2016), além de estarem presentes na coagulação sanguínea e atividade enzimática (Sacco & L'Abbé, 2016). Estudos futuros podem ser realizados para constatar se esses minerais continuam presentes na bebida após a torra dos grãos, e se possuem uma boa biodisponibilidade.

Outros nutrientes importantes presentes nos cafés são proteínas, lipídeos e carboidratos. Czech et al. (2016) ressaltaram a importância dos lipídeos, proteínas, aminoácidos livres e carboidratos para a qualidade da bebida, pois estes são

precursores de aroma e sabor do café que ocorrem durante a torra por meio das reações predominantes de Strecker e Maillard. Os genótipos apresentaram maiores teores de proteína do que as cultivares de arábica Catuaí e robusta Tropical estudadas, destacando PB60, PB80 e PC100, esses valores foram maiores do que os encontrados por Dong et al. (2017). Já para a análise de lipídeos, a amostra PC60 demonstrou o maior teor dessa macromolécula dentre todos os genótipos, contudo os cafés arábica, demonstraram possuir mais lipídeos do que as demais amostras (Tabela 2). Os açúcares avaliados no presente estudo foram sacarose, glicose e frutose, pois são os açúcares mais comumente encontrados em grãos verdes de café (Liu et al., 2018; Murkovic & Derler, 2006), dentre eles a sacarose foi a mais abundante (Tabela 3).

Já é bem elucidado na literatura que os cafés arábica possuem maiores teores de açúcares do que robusta (Caporaso, Whitworth, Grebby, & Fisk, 2018; Perrone, Donangelo, & Farah, 2008), concordando com os resultados encontrados pelo presente estudo (Tabela 3). Caporaso, Whitworth, Grebby, & Fisk (2018) e Liu et al. (2018) encontraram respectivamente 3,4% e 3,2% de sacarose em amostras de cafés robusta, valores um pouco maiores quando comparados aos cafés da mesma espécie do presente estudo. E o contrário foi observado para os teores de glicose (Liu et al., 2018).

Juntamente com os açúcares, a trigonelina está associada a qualidade da bebida devido a formação de sabores e produção de aromas durante o processo de torra do café (Ky et al., 2001; Perrone et al., 2008). A literatura afirma que esse composto é mais abundante em espécies de café arábica do que em robusta (Caporaso, Whitworth, Grebby, & Fisk, 2018), e essa tendência foi observada no presente estudo (Tabela 3). No entanto, o mesmo não foi constatado para os genótipos, pois ainda que pertencentes a mesma espécie do café robusta Tropical, apresentaram altos teores de trigonelina, destacando PB60, PC60 e PC80 estatisticamente semelhantes ao A60 e A80, respectivamente.

Outro atributo importante que influencia a qualidade da bebida é o amargor, este é conferido pela presença de cafeína e ácido clorogênico, esse último também proporciona adstringência (Caporaso et al., 2018; Stefanello et al., 2014). A cafeína, além de melhorar o desempenho em tarefas cognitivas e modulação de parâmetros antioxidantes no cérebro de camundongos jovens (Abreu, Silva-Oliveira, Moraes, Pereira, & Moraes-Santos, 2011; Aoyama et al., 2011), ainda pode modular o estresse

oxidativo em condições experimentais como estresse agudo e crônico (Çakır et al., 2017). Enquanto o fenólico demonstrou proteger o cérebro contra peroxidação lipídica, uma melhora na memória e diminuição de comportamento semelhante a ansiedade em camundongos (Stefanello et al., 2014). O teor de ambos foi mais alto na cultivar robusta Tropical do que na cultivar arábica Catuaí, corroborando com os estudos de Priftis et al. (2018), Moreira et al. (2017) e Vignoli, Viegas, Bassoli, & Benassi (2014). Além disso, o teor de cafeína encontrada em alguns genótipos foi ainda maior do que a encontrada no robusta Tropical. Já o ácido clorogênico demonstrou teor semelhante (Tabela 3).

Conhecer a composição dos cafés é de grande importância, visto que estão associadas as características sensoriais da bebida. Cada constituinte é responsável por um ou mais atributos que isolados ou em sinergismo trazem a sensação apreciada, ou podem interferir de forma negativa (Scholz, Kitzberger, Prudencio, & Silva, 2018). A pontuação de cada atributo da análise sensorial pode variar de 0 a 10, contudo, na escala de qualidade o valor mínimo é 6 que equivale a bom, seguido das notas 7 que equivale a muito bom, 8, excelente e 9, excepcional (Specialty Coffee Association of America, 2015), somando as notas desses atributos e diminuindo o defeito, tem-se a nota global. Além disso, na linguagem sensorial usam-se termos descrevendo as propriedades do sabor dos cafés como “floral”, “frutado”, “verde”, “mofo”, “terra”, entre outros (Bhumiratana, Adhikari, & Iv, 2011).

Na literatura é bem elucidado que a qualidade sensorial dos cafés arábica é maior do que os cafés robusta, contudo no presente trabalho os cafés PC80 e PC100 apresentaram notas ainda maiores do que o arábica. Estes foram classificados como especiais edescritos com termos como “amadeirado”, “doce”, “mel” e “frutado”. Pôde-se observar, que essas amostras apresentaram o maior teor de cafeína, ácido clorogênico, glicose, sacarose e proteína e menor teor de umidade e lipídeo do que os cafés arábica. Apesar da cafeína e o ácido clorogênico contribuírem para o amargor da bebida, a alta concentração não influenciou de forma negativa. Já a doçura e o aroma foram beneficiados pela quantidade considerável de sacarose, proteína e trigonelina. O baixo teor de umidade pode ter contribuído para a concentração desses compostos que, possivelmente atuaram num sinergismo influenciando o bom sabor da bebida produzida (Tabela 5). As demais amostras apresentaram nota global superior a 70 exceto o genótipo PA60 que recebeu nota global 49,3 e foi descrito como “terra”, “velho” e “verde”.

Os cafés arábica têm maior aceitação entre os consumidores, contudo, os genótipos PC80 e PC100, terão grande aceitação no mercado já que sua classificação sensorial foi superior. Esse estudo, foi de grande importância para fomentar o investimento na comercialização desses genótipos de composição e qualidade sensorial, até então desconhecidos.

## 5. CONCLUSÕES

Conclui-se que embora não tenha sido observada uma tendência no efeito de maturação, alguns compostos tiveram sua concentração influenciada e isso está diretamente associado a qualidade da bebida. Dos três genótipos estudados, PC80 e PC100 apresentaram as maiores notas globais na avaliação sensorial se destacando como cafés especiais, classificação ainda maior do que os cafés comercialmente conhecidos, Arábica Catuaí e Robusta Tropical. Estes genótipos apresentaram o maior teor de cafeína, ácido clorogênico, glicose, sacarose e proteína e menor teor de umidade e lipídeo. Apesar de não ter sido observada uma tendência no efeito de maturação, alguns compostos tiveram sua concentração influenciada. Por exemplo, a sacarose e proteína aumentaram nos genótipos PC conforme o aumento da maturação, o ácido clorogênico diminuiu no PA e a trigonelina aumentou. Já a cafeína, não demonstrou ser influenciada pela maturação. A realização de estudos como este, são de suma importância para compreender a relação entre a composição e a qualidade do café.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, R. V., Silva-Oliveira, E. M., Moraes, M. F. D., Pereira, G. S., & Moraes-Santos, T. (2011). Chronic coffee and caffeine ingestion effects on the cognitive function and antioxidant system of rat brains. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, *99*(4), 659–664. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2011.06.010>
- AOAC, A. of O. A. C. (2016). *Official Methods of Analysis of the Association of the Official Analysis Chemists*.
- Aoyama, K., Matsumura, N., Watabe, M., Wang, F., Kikuchi-Utsumi, K., & Nakaki, T. (2011). Caffeine and uric acid mediate glutathione synthesis for neuroprotection. *Neuroscience*, *181*, 206–215. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2011.02.047>
- Belguidoum, K., Amira-Guebailia, H., Boulmouk, Y., & Houache, O. (2014). HPLC coupled to UV-vis detection for quantitative determination of phenolic compounds and caffeine in different brands of coffee in the Algerian market. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, *45*(4), 1314–1320. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2014.03.014>
- Bhumiratana, N., Adhikari, K., & Iv, E. C. (2011). LWT - Food Science and Technology Evolution of sensory aroma attributes from coffee beans to brewed coffee. *LWT - Food Science and Technology*, *44*(10), 2185–2192. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.001>
- Bøhn, S. K., Blomhoff, R., & Paur, I. (2014). Coffee and cancer risk, epidemiological evidence, and molecular mechanisms. *Molecular Nutrition and Food Research*, *58*(5), 915–930. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201300526>
- Bravo, J., Arbillaga, L., De Peña, M. P., & Cid, C. (2013). Antioxidant and genoprotective effects of spent coffee extracts in human cells. *Food and Chemical Toxicology*, *60*, 397–403. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.08.002>
- Brunetto, M. del R., Gutiérrez, L., Delgado, Y., Galignani, M., Zambrano, A., Gómez, Á., ... Romero, C. (2007). Determination of theobromine, theophylline and caffeine in cocoa samples by a high-performance liquid chromatographic method with on-line sample cleanup in a switching-column system. *Food Chemistry*, *100*(2), 459–467. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.007>
- Cagliani, L. R., Pellegrino, G., Giugno, G., & Consonni, R. (2013). Quantification of *Coffea arabica* and *Coffea canephora* var. *robusta* in roasted and ground coffee blends. *Talanta*, *106*, 169–173. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2012.12.003>
- Çakır, Ö. K., Ellek, N., Salehin, N., Hamamcı, R., Keleş, H., Kayalı, D. G., ... Özbeyli, D. (2017). Protective effect of low dose caffeine on psychological stress and cognitive function. *Physiology and Behavior*, *168*, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.10.010>
- Caporaso, N., Whitworth, M. B., Grebby, S., & Fisk, I. D. (2018). Non-destructive analysis of sucrose, caffeine and trigonelline on single green coffee beans by hyperspectral imaging. *Food Research International*, *106*(September 2017), 193–203. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.031>
- CBP&D/Café, C. B. de P. e D. do C. (2018). Evolução da cafeicultura brasileira nas últimas duas décadas.



- Cid, M. C., & De Peña, M. P. (2016). Coffee : Analysis and Composition. *Encyclopedia of Food and Health*, 225–231. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00185-9>
- Czech, H., Schepler, C., Klingbeil, S., Ehler, S., Howell, J., & Zimmermann, R. (2016). Resolving Coffee Roasting-Degree Phases Based on the Analysis of Volatile Compounds in the Roasting Off-Gas by Photoionization Time-of-Flight Mass Spectrometry (PI-TOFMS) and Statistical Data Analysis: Toward a PI-TOFMS Roasting Model. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(25), 5223–5231. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b01683>
- Dong, W., Hu, R., Chu, Z., Zhao, J., & Tan, L. (2017). Effect of different drying techniques on bioactive components, fatty acid composition, and volatile profile of robusta coffee beans. *Food Chemistry*, 234, 121–130. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.156>
- Ferrão, R. G., Fonseca, A. F. A. da, Ferrão, M. A. G., & De Muner, L. H. (2019). *Conilon Coffee*. (E. Technical, Ed.) (3rd ed.). Vitória, ES: Incaper.
- Franca, A. S., Mendonça, J. C. F., & Oliveira, S. D. (2005). Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. *LWT - Food Science and Technology*, 38(7), 709–715. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.08.014>
- Franca, A. S., Oliveira, L. S., Mendonça, J. C. F., & Silva, A. (2005). Food Chemistry Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans, 90, 89–94. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.028>
- Gawlik-Dziki, U., Dziki, D., Świeca, M., & Nowak, R. (2017). Mechanism of action and interactions between xanthine oxidase inhibitors derived from natural sources of chlorogenic and ferulic acids. *Food Chemistry*, 225, 138–145. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.016>
- Gibson, C. M., & Fowler, P. W. (2014). Aromaticity of caffeine, xanthine and the dimethyl xanthines. *Tetrahedron Letters*, 55(13), 2078–2081. <https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2014.02.027>
- ICO, I. C. O. (2018). Aspectos Botânicos. [http://www.ico.org/pt/botanical\\_p.asp](http://www.ico.org/pt/botanical_p.asp). Acessado em 06.09.18.
- ICO, I. C. O. (2019a). Monthly export statistics. <http://www.ico.org/prices/m1-exports.pdf>. Acessado 18.02.19.
- ICO, I. C. O. (2019b). Total production by all exporting countries. <http://www.ico.org/prices/po-production.pdf>. Acessado 18.02.19.
- Incaper, I. C. de P. A. T. e E. R. (2016). Precipitação anual observada no Espírito Santo 2016. <https://meteorologia.incaper.es.gov.br/mapas-de-chuva-acumulado-mensal-e-anual-2016> acesso em 11.04.19.
- Incaper, I. C. de P. A. T. e E. R. (2017). Precipitação anual observada no Espírito Santo 2017. <https://meteorologia.incaper.es.gov.br/mapas-de-chuva-acumulado-mensal-e-anual-2017> acesso em 11.04.19.
- Incaper, I. C. de P. A. T. e E. R. (2018). Precipitação anual observada no Espírito Santo 2018. <https://meteorologia.incaper.es.gov.br/mapas-de-chuva-acumulado-mensal-e-anual-2018> acesso em 11.04.19.
- Ioannidis, K., Chamberlain, S. R., & Müller, U. (2014). Review Ostracising caffeine from the pharmacological arsenal for attention-deficit hyperactivity disorder – was

- this a correct decision? A literature review. *Journal of Psychopharmacology*, 28, 830–836. <https://doi.org/10.1177/0269881114541014>
- Kalschne, D. L., Viegas, M. C., De Conti, A. J., Corso, M. P., & Benassi, M. de T. (2019). Effect of steam treatment on the profile of bioactive compounds and antioxidant activity of defective roasted coffee (*Coffea canephora*). *Lwt*, 99(October 2018), 364–370. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.09.080>
- Kim, W., Kim, S. Y., Kim, D. O., Kim, B. Y., & Baik, M. Y. (2018). Puffing, a novel coffee bean processing technique for the enhancement of extract yield and antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 240(February 2017), 594–600. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.161>
- Ky, C.-L., Luarn, J., Dussert, S., Guyot, B., Hamon, S., & Noiro, M. (2001). Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. *Food Chemistry*, 75(2), 223–230.
- Liu, C., Yang, N., Yang, Q., Ayed, C., Linforth, R., & Fisk, I. D. (2018). Enhancing Robusta Coffee aroma by modifying flavour precursors in the green coffee bean. *Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.080>
- Liu, Y. J., Zhou, C. Y., Qiu, C. H., Lu, X. M., & Wang, Y. T. (2013). Chlorogenic acid induced apoptosis and inhibition of proliferation in human acute promyelocytic leukemia HL-60 cells. *Molecular Medicine Reports*, 8(4), 1106–1110. <https://doi.org/10.3892/mmr.2013.1652>
- Mazur, A., & Maier, J. A. M. (2016). Magnesium – An Essential Mineral. *Encyclopedia of Food and Health*, 587–592. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00434-7>
- Monteiro, M. C., & Trugo, L. C. (2005). DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM AMOSTRAS COMERCIAIS DE CAFÉ TORRADO Mariana. *Química Nova*, 28(4), 637–641. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000400016>
- Moreira, A. S. P., Nunes, F. M., Simões, C., Maciel, E., Domingues, P., Domingues, M. R. M., & Coimbra, M. A. (2017). Data on coffee composition and mass spectrometry analysis of mixtures of coffee related carbohydrates, phenolic compounds and peptides. *Data in Brief*, 13, 145–161. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.05.027>
- Murkovic, M., & Derler, K. (2006). Analysis of amino acids and carbohydrates in green coffee. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*, 69(1–2), 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.jbbm.2006.02.001>
- Murphy, D. J. (2017). Plant breeding and genetics: Alkaloids. In *Encyclopedia of Applied Plant Sciences* (Vol. 2, pp. 118–124). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394807-6.00221-5>
- Naidu, M. M., Vedhashree, M., Satapathy, P., Khanum, H., & Hebbar, H. U. (2016). Effect of drying methods on the quality characteristics of Dill (*Anethum graveolens*) greens. *FOOD CHEMISTRY*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.076>
- Navarro, M. P., & Vaquero, M. P. (2016). Potassium: Physiology. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 7, 432–438. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00554-7>
- Oliveira, M., Casal, S., Morais, S., Alves, C., Dias, F., Ramos, S., ... Oliveira, M. B. P.

- P. (2012). Intra- and interspecific mineral composition variability of commercial instant coffees and coffee substitutes: Contribution to mineral intake. *Food Chemistry*, 130(3), 702–709. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.113>
- Pereira, L. L., Guarçoni, R. C., Souza, G. S. De, Junior, D. B., Moreira, T. R., & Schwengber, C. (2018). Propositions on the Optimal Number of Q-Graders and R-Graders. *Journal of Food Quality*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2018/3285452>
- Perrone, D., Donangelo, C. M., & Farah, A. (2008). Fast simultaneous analysis of caffeine, trigonelline, nicotinic acid and sucrose in coffee by liquid chromatography-mass spectrometry. *Food Chemistry*, 110(4), 1030–1035. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.012>
- Priftis, A., Panagiotou, E. M., Lakis, K., Plika, C., Halabalaki, M., Ntasi, G., ... Kouretas, D. (2018). Roasted and green coffee extracts show antioxidant and cytotoxic activity in myoblast and endothelial cell lines in a cell specific manner. *Food and Chemical Toxicology*, 114(January), 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.02.029>
- Priftis, A., Stagos, D., Konstantinopoulos, K., Tsitsimpikou, C., Spandidos, D. A., Tsatsakis, A. M., ... Kouretas, D. (2015). Comparison of antioxidant activity between green and roasted coffee beans using molecular methods. *Molecular Medicine Reports*, 12(5), 7293–7302. <https://doi.org/10.3892/mmr.2015.4377>
- Ranić, M., Konić-Ristić, A., Takić, M., Glibetić, M., Pavlović, Z., Pavlović, M., & Dimitrijević-Branković, S. (2015). Nutrient profile of black coffee consumed in Serbia: Filling a gap in the food composition database. *Journal of Food Composition and Analysis*, 40, 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.11.008>
- Sacco, S. M., & L'Abbé, M. R. (2016). Calcium : Physiology. *Encyclopedia of Food and Health*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00103-3>
- Scholz, M. B. dos S., Kitzberger, C. S. G., Prudencio, S. H., & Silva, R. S. dos S. F. (2018). The typicity of coffees from different terroirs determined by groups of physico-chemical and sensory variables and multiple factor analysis. *Food Research International*, 114(May), 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.058>
- Shaman, A. M., & Kowalski, S. R. (2016). Hyperphosphatemia Management in Patients with Chronic Kidney Disease. *Saudi Pharmaceutical Journal*. King Saud University. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2015.01.009>
- Smrke, S., Kroslovakova, I., Gloess, A. N., & Yeretjian, C. (2015). Differentiation of degrees of ripeness of Catuai and Tipica green coffee by chromatographical and statistical techniques. *Food Chemistry*, 174, 637–642. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.060>
- Specialty Coffee Association of America. (2015). SCAA Protocols Cupping Specialty Coffee. *Specialty Coffee Association of America*, 1–10. Retrieved from <http://www.scaa.org/?page=resources&d=coffee-protocols>
- Stefanello, N., Schmatz, R., Pereira, L. B., Rubin, M. A., Da Rocha, J. B. T., Facco, G., ... Schetinger, M. R. C. (2014). Effects of chlorogenic acid, caffeine, and coffee on behavioral and biochemical parameters of diabetic rats. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 388(1–2), 277–286. <https://doi.org/10.1007/s11010-013-1919-9>
- Sunarharum, W. B., Williams, D. J., & Smyth, H. E. (2014). Complexity of coffee flavor:

A compositional and sensory perspective. *Food Research International*, 62, 315–325. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.030>

UCDA, U. C. D. A. (2010). Protocolos para degustação do Robusta. <http://www.ico.org/documents/pscb-123-p-robusta.pdf>. Acesso em 21.06.15.

Vignoli, J. A., Viegas, M. C., Bassoli, D. G., & Benassi, M. de T. (2014). Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of arabica and robusta coffees. *Food Research International*, 61, 279–285. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.006>

Walters, J. R. F. (2003). The role of the intestine in bone homeostasis, 845–849. <https://doi.org/10.1097/01.meg.0000059184.46867.c7>

Zanin, R. C., Corso, M. P., Kitzberger, C. S. G., Scholz, M. B. dos S., & Benassi, M. de T. (2016). Good cup quality roasted coffees show wide variation in chlorogenic acids content. *Lwt*, 74, 480–483. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.012>

## APÊNDICE

Amostras	Fragrância / Aroma	Sabor	Retrogosto	Salinidade / Acidez	Amargor / Doçura	Sensação na boca	Uniformidade	Equilíbrio	Ausência de Defeitos	Finalização	Corpo	Avaliação Global	Desconto	Valor Total
<b>PA60</b>	6,17	6,00	6,00	6,17	6,17	6,00	9,33	6,08	2,67	**	**	6,08	13,60	49,3
<b>PA80</b>	6,99	7,07	6,57	6,95	7,02	7,00	9,90	7,08	8,95	**	**	7,01	13,60	72,9
<b>PA100</b>	7,00	7,33	6,83	7,17	7,17	7,42	10,00	7,25	10,00	**	**	7,08		77,2
<b>PB60</b>	7,04	7,08	7,00	6,96	7,17	7,17	10,00	7,17	10,00	**	**	7,25		76,8
<b>PB80</b>	6,42	6,75	6,50	6,58	6,67	6,58	10,00	6,75	10,00	**	**	6,75		73,0
<b>PB100</b>	6,79	6,92	6,58	6,75	7,08	7,10	10,00	7,08	10,00	**	**	7,08		75,4
<b>PC60</b>	7,08	7,25	7,00	7,00	7,42	7,00	10,00	7,17	10,00	**	**	7,25		77,2
<b>PC80</b>	7,58	7,83	7,58	7,75	7,83	7,92	10,00	7,83	10,00	**	**	7,83		82,2
<b>PC100</b>	7,46	8,00	7,58	7,54	7,67	7,64	10,00	7,58	10,00	**	**	7,67		81,1
<b>R60</b>	7,17	7,33	7,00	7,00	7,25	7,17	10,00	7,17	10,00	**	**	7,17		77,2
<b>R80</b>	7,50	7,42	7,00	7,33	7,50	7,42	10,00	7,42	10,00	**	**	7,50		79,1
<b>R100</b>	6,92	6,92	6,83	6,83	7,08	7,08	10,00	7,08	10,00	**	**	7,08		75,8
<b>A60</b>	6,71	6,75	*	6,75	9,33	*	9,33	6,75	9,33	6,75	6,83	6,67	4,00	74,5
<b>A80</b>	7,08	6,75	*	6,83	10,00	*	10,00	6,88	10,00	6,42	7,00	6,96		77,9
<b>A100</b>	6,88	7,00	*	6,71	10,00	*	10,00	6,88	10,00	6,42	6,88	7,09		77,8

Todos os atributos avaliados na análise sensorial. \* Análises que não são realizadas para café arábica; \*\* Análises que não são realizadas para café conilon;

