



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**BÁRBARA ZANI AGNOLETTI**

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE CAFÉ ARÁBICA  
(*Coffea arabica*) E CONILON (*Coffea canephora*) CLASSIFICADOS QUANTO  
À QUALIDADE DA BEBIDA**

ALEGRE – ES

2015

BÁRBARA ZANI AGNOLETTI

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE CAFÉ ARÁBICA  
(*Coffea arabica*) E CONILON (*Coffea canephora*) CLASSIFICADOS QUANTO  
À QUALIDADE DA BEBIDA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. DSc Sérgio Henriques Saraiva

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. DSc Patrícia Fontes Pinheiro e Prof<sup>a</sup>. DSc Pollyanna Ibrahim Silva

ALEGRE – ES

2015

**BÁRBARA ZANI AGNOLETTI**

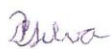
**" AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE CAFÉ  
ARÁBICA (*COFFEA ARABICA*) E CONILON (*COFFEA CANEPHORA*)  
CLASSIFICADOS QUANTO À QUALIDADE DA BEBIDA "**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

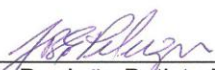
Aprovado em 07 de agosto de 2015.

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Sérgio Henrique Saraiva  
Universidade Federal do Espírito Santo – UFES  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Pollyanna Ibrahim Silva  
Universidade Federal do Espírito Santo- UFES  
Co-orientadora

  
\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Fontes Pinheiro  
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES  
Co-orientadora

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. João Batista Esteves Pelúzio  
Instituto Federal do Espírito Santo - IFES  
Examinador

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

A274a Agnoletti, Bárbara Zani, 1989-  
Avaliação das propriedades físico-químicas de café arábica (*Coffea arabica*) e conilon (*Coffea canephora*) classificados quanto à qualidade da bebida / Bárbara Zani Agnoletti. – 2015.  
110 f. : il.

Orientador: Sérgio Henriques Saraiva.  
Coorientadoras: Patrícia Fontes Pinheiro; Pollyanna Ibrahim Silva.  
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) –  
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Café arábica. 2. Café conilon. 3. Qualidade do café. 4. Classificação sensorial de café. 5. Torrefação. I. Saraiva, Sérgio Henriques. II. Pinheiro, Patrícia Fontes. III. Silva, Pollyanna Ibrahim. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. V. Título.

CDU: 664

---

Aos meus pais, Lucimar Zani Agnoletti e Luiz Carlos Agnoletti.

## **AGRADECIMENTOS**

Acredito que ninguém consegue fazer um bom trabalho, ter um bom desempenho, ter conhecimento e saber aplicá-lo sozinho. Para mim, a união de pessoas e idéias é a base para a realização e é por tudo que adquiri até aqui, que tenho muito a agradecer.

A Deus, por sempre ter me guiado, me iluminado e me dado a sabedoria necessária para conduzir minhas ações em todas as etapas da minha vida.

Aos meus familiares. Aos meus pais Lucimar Zani Agnoletti e Luiz Carlos Agnoletti, e a minha madrinha Eliana Aparecida Zani, que sempre me apoiaram e me aconselharam em todas as minhas escolhas, sendo a minha base e a quem dedico tudo aquilo que conquistei.

Ao meu namorado Gustavo Henrique de Freitas Silva, pelo apoio, pelo companheirismo, pelo amor e carinho dedicados a mim, e por toda compreensão e incentivo destinados às minhas escolhas.

Ao meu orientador Sérgio Henrique Saraiva, pela paciência, pela ajuda e ensinamentos dedicados a mim e ao nosso trabalho durante esses dois anos de muito estudo.

À minha coorientadora Patrícia Fontes Pinheiro, pela amizade, pelos ensinamentos, pela disponibilidade e disposição em me ajudar.

À minha coorientadora Pollyanna Ibrahim Silva, pelos ensinamentos e pela ajuda na elaboração deste estudo.

Ao Leandro Levate Macedo pela paciência, pela parceria e pela ajuda durante longas horas de trabalho dentro do laboratório.

Aos meus amigos, pela amizade, pela ajuda e pelos conselhos, em especial à minha amiga Ariane Dias e ao meu amigo José Luis Passamai Júnior.

Aos fornecedores de café: Coobriel, Cafesul, Coopbac, Pronova, Coocafé, Unicafé, Conilon Brasil e Prefeitura Municipal de Venda Nova do Imigrante, meu muito obrigado pela matéria-prima fornecida.

Aos degustadores Tassio da Silva de Souza, Talles da Silva de Souza e Rondinério Sartori, pela disponibilidade e pelo empenho em me ajudar realizando a classificação sensorial de todas as amostras de café.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, pela chance de realizar este trabalho.

Aos técnicos e responsáveis pelos laboratórios de Química de Alimentos e Operações Unitárias do Departamento de Engenharia de Alimentos, Laboratório Central Analítica I do Departamento de Química e Física e, Laboratório de Solos do Departamento de Produção Vegetal, pela disponibilidade e pelos recursos cedidos para a realização das análises laboratoriais.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo- Campus de Alegre, pelo espaço cedido do Laboratório de classificação e degustação de café, do setor da Cafeicultura, para a realização do teste sensorial de classificação das amostras de café.

Ao professor Dr. João Batista Esteves Peluzio, por ter aceitado participar da banca examinadora de defesa desta dissertação.

A CAPES, pela bolsa de mestrado disponibilizada durante estes dois anos de pesquisa.

Por fim, agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que esta realização fosse alcançada.

## RESUMO

AGNOLETTI, Bárbara Zani. Avaliação das propriedades físico-químicas de café arábica (*Coffea arabica*) e conilon (*Coffea canephora*) classificados quanto à qualidade da bebida. 2015. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre- ES. Orientador: Prof. DSc. Sérgio Henriques Saraiva, Coorientadoras: Prof<sup>a</sup>. DSc. Patrícia Fontes Pinheiro e Prof<sup>a</sup>. DSc. Pollyanna Ibrahim Silva.

As espécies de café de maior importância econômica cultivadas no Brasil são *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. O café cru de ambas as espécies é comercializado e valorizado de acordo com a qualidade dos grãos. A qualidade do produto final depende de vários fatores, tais como: a espécie, a forma de realização da colheita, o beneficiamento do grão, o armazenamento, a torrefação e a moagem. Para determinar a qualidade da bebida do café é realizada a análise sensorial, onde indivíduos treinados provam o café e lhe atribuem uma nota ou classificação. Poucos trabalhos relacionando as propriedades físico-químicas e a qualidade da bebida de café são encontrados na literatura. Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi analisar as propriedades físico-químicas de café arábica e conilon, relacionando-as com a qualidade da bebida; verificar as diferenças entre as espécies; além da influência da torra sobre essas propriedades. As propriedades físico-químicas determinadas foram: umidade, perda de massa, cor do café torrado, pH, acidez total titulável, açúcares totais (reduzidos e não reduzidos), sólidos solúveis, teor de compostos fenólicos totais, condutividade elétrica, lixiviação de potássio, cafeína, trigonelina e ácido clorogênico. Não foram verificadas diferenças quanto às propriedades físico-químicas, entre os tratamentos (classificações) de cada espécie (arábica e conilon), tanto para as amostras de grãos crus como de grãos torrados, para as variáveis teor de sólidos solúveis, condutividade elétrica, lixiviação de potássio e ácido clorogênico. Foram verificadas diferenças quanto às propriedades físico-químicas entre os tratamentos para as variáveis pH, acidez total titulável e açúcares. O teor de compostos fenólicos totais, trigonelina e cafeína, foram as propriedades físico-químicas que melhor discriminaram as duas espécies de café. As propriedades físico-químicas do café são dependentes da torra. Observou-se a



diminuição do teor de sólidos solúveis, pH, açúcares, compostos fenólicos totais, ácido clorogênico e trigonelina, após a torra, enquanto que, a acidez titulável total aumentou e a cafeína se manteve estável. Através do teste de correlação de Pearson foram observadas correlações significativas entre as propriedades físico-químicas analisadas com a nota sensorial. Correlações positivas foram verificadas para a umidade e acidez do café torrado, ao passo que, correlações negativas foram verificadas para sólidos solúveis e pH do café torrado, condutividade elétrica e lixiviação de potássio, no café cru.

**Palavras-chave:** café arábica, café conilon, qualidade do café, classificação sensorial de café, torrefação.

## ABSTRACT

AGNOLETTI, Barbara Zani. Assessment of physicochemical properties of arabica coffee (*Coffea arabica*) and conilon (*Coffea canephora*) classified according to beverage quality. 2015. Dissertation (Master's degree in Food Science and Technology) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Adviser: Prof. DSc. Sergio Henriques Saraiva, Co- Adviser: Prof<sup>a</sup>. DSc. Patricia Pinheiro and Prof<sup>a</sup>. DSc. Ibrahim Pollyanna Silva.

The species of greatest economic importance of coffee grown in Brazil are *Coffea arabica* and *Coffea canephora*. The raw coffee is marketed both species and enhanced according to the quality of the grains. The quality of the final product, depends on several factors, such as the species, the embodiment of the harvest, the grain processing, storage, roasting and grinding. To determine the coffee beverage quality is performed sensory analysis, where trained individuals taste the coffee and give it a score or rating. Few studies relating the physicochemical properties and beverage quality are found in the literature. In this context, the objective of this study was to analyze the physicochemical properties of arabica and conilon coffee, relating them to the quality of the beverage; check the differences between species; beyond the influence of roasting on these properties. They were determined moisture, mass loss, color in roasted coffee, pH, total acidity, total sugars (reducing and non-reducing sugar), soluble solids, total phenolics compounds, electrical conductivity, potassium leaching, caffeine, chlorogenic acids and trigonelline. There were no differences as to the physicochemical properties between treatments (ratings) of each species (arabica and conilon), for both the raw grain samples as roasted beans, for the content soluble solids, electrical conductivity, leaching potassium and chlorogenic acid. Differences were found regarding the physicochemical properties between treatments for pH, titratable acidity and sugars. The content of phenolic compounds, trigonelline and caffeine were the physicochemical properties that best discriminated the two species of coffee. The physicochemical properties of the coffee are dependent on the roasting. There was a decrease in soluble solids, pH, sugars, phenolic compounds, chlorogenic acid and trigonelline, after roasting,

while the titratable acidity increased and caffeine remained stable. Through the Pearson correlation test, significant correlations were observed between the physicochemical properties with sensory note. Positive correlations were observed for moisture and acidity of roasted coffee, whereas negative correlations were observed for soluble solids and pH of roasted coffee, electrical conductivity and potassium leaching in raw coffee.

**Key-words:** arabica coffee, conilon coffee, coffee quality, sensory classification of coffee, roasting.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição química do grão de café cru e torrado.....	12
Tabela 2- Planejamento experimental para amostras de café arábica e conilon, cru e torrado.....	29
Tabela 3 - Amostras de café arábica selecionadas para compor o delineamento experimental do presente estudo.....	34
Tabela 4 - Amostras de café conilon selecionadas para compor o delineamento experimental do presente estudo.....	35
Tabela 5- Teores médios de Umidade em % para café arábica e conilon, grão cru e torrado.....	36
Tabela 6- Teores médios de sólidos solúveis (% base seca) para café arábica e conilon, grão cru e torrado.....	38
Tabela 7- Valores médios de pH para café arábica e conilon, grão cru e torrado.....	39
Tabela 8- Teores médios de acidez titulável total (mL NaOH 0,1 mol L <sup>-1</sup> 100g <sup>-1</sup> de amostra) para café arábica e conilon, grão cru e torrado.....	41
Tabela 9- Teores médios de açúcares totais (% base seca) de café arábica e conilon, grão cru e torrado.....	44
Tabela 10- Teores médios de açúcares redutores (% base seca) de café arábica e conilon, grão cru e torrado.....	46
Tabela 11- Teores médios de açúcares não redutores (% base seca) de café arábica e conilon, grão cru e torrado.....	47
Tabela 12- Valores médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ) e teores de potássio lixiviado (ppm) de café arábica e conilon, grão cru.....	49
Tabela 13- Teores médios de compostos fenólicos totais (g de equivalente de ácido gálico 100g <sup>-1</sup> de amostra em base seca) de café arábica e conilon, grão cru e torrado.....	51
Tabela 14- Teores médios de ácido clorogênico (5-ACQ) (% base seca) em café arábica e conilon, grão cru e torrado.....	59
Tabela 15- Teores médios de Trigonelina (% base seca) em café Arábica e conilon, grão cru e torrado.....	61
Tabela 16- Teores médios de cafeína (% base seca) em café arábica e conilon, grão cru e torrado.....	63

Tabela 17- Valores médios de perda de massa (% em base seca) do grão de café arábica e conilon. ....	65
Tabela 18- Avaliação colorimétrica de café arábica e conilon, torrados e moídos. ....	66
Tabela 19- Comparação entre as propriedades físico-químicas do grão cru e torrado, de café arábica e conilon. ....	68
Tabela 20- Coeficientes de correlação de Pearson significativos ( $p < 0,05$ ) sobre as propriedades físico-químicas analisadas no grão cru e torrado, de café arábica e conilon. ....	72

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estrutura molecular do Ácido 5-Cafeoilquínico (5-ACQ).....	19
Figura 2- Estrutura molecular da cafeína. ....	20
Figura 3- Estrutura molecular da Trigonelina. ....	21
Figura 4- Diferentes pontos de torra em café, utilizando a escala Agtron, sendo de cor média clara (A), média (B), moderadamente escura (C). ....	23
Figura 5- Reação do ácido 5- cafeoilquínico durante a torra.....	24
Figura 6- Reação da Trigonelina durante a torra.....	25
Figura 7- Curva de calibração para o padrão de glicose. ....	43
Figura 8- Curva de calibração para o padrão de ácido gálico. ....	50
Figura 9- Cromatograma para o padrão de ácido clorogênico (5- ACQ).....	53
Figura 10- Cromatograma para o padrão de Trigonelina. ....	53
Figura 11- Cromatograma para o padrão de Cafeína. ....	54
Figura 12- Curva de calibração para o padrão de ácido clorogênico (5- ACQ)....	55
Figura 13- Curva de calibração para o padrão de trigonelina.....	55
Figura 14- Curva de calibração para o padrão de cafeína. ....	56
Figura 15- Cromatograma para café arábica grão cru.....	57
Figura 16- Cromatograma para café arábica grão torrado. ....	57
Figura 17- Cromatograma para café conilon grão cru.....	58
Figura 18- Cromatograma para café conilon grão torrado.....	58
Figura 19- Coeficientes de correlação de Pearson significativos sobre nota sensorial de cada amostra de café.....	73

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1- Classificação do café arábica quanto à qualidade da bebida.....	9
Quadro 2- Classificação do café conilon quanto à qualidade da bebida. ....	10

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A- Ficha de avaliação sensorial de café Arábica. ....	92
ANEXO B- Ficha de avaliação sensorial de café Conilon (robusta). ....	93



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	4
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
<b>3</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>5</b>
3.1	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO CAFÉ.....	5
3.2	QUALIDADE DO CAFÉ.....	7
3.3	CLASSIFICAÇÃO DO CAFÉ QUANTO À QUALIDADE DA BEBIDA.....	8
3.4	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CAFÉ.....	12
3.4.1	UMIDADE.....	12
3.4.2	PH E ACIDEZ TITULÁVEL TOTAL.....	14
3.4.3	AÇÚCARES TOTAIS, REDUTORES E NÃO REDUTORES.....	15
3.4.4	SÓLIDOS SOLÚVEIS EM ÁGUA.....	16
3.4.5	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E LIXIVIAÇÃO DE POTÁSSIO.....	17
3.4.6	COMPOSTOS FENÓLICOS.....	18
3.4.7	CAFEÍNA.....	19
3.4.8	TRIGONELINA.....	21
3.5	INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE TORRA SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO CAFÉ.....	22
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
4.1	AQUISIÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA E LOCAL DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES.....	26
4.2	TESTE SENSORIAL E CLASSIFICAÇÃO DO CAFÉ QUANTO À QUALIDADE DA BEBIDA.....	27
4.2.1	TESTE SENSORIAL E CLASSIFICAÇÃO DE CAFÉ ARÁBICA.....	27
4.2.2	TESTE SENSORIAL E CLASSIFICAÇÃO DE CAFÉ CONILON.....	28
4.3	PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	28
4.4	PREPARO DA AMOSTRA PARA REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	30
4.5	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	30

4.5.1	UMIDADE .....	30
4.5.2	PERDA DE MASSA .....	30
4.5.3	ANÁLISE DE COR .....	30
4.5.4	SÓLIDOS SOLÚVEIS EM ÁGUA.....	31
4.5.5	PH E ACIDEZ TITULÁVEL TOTAL.....	31
4.5.6	AÇÚCARES TOTAIS, REDUTORES E NÃO REDUTORES .....	31
4.5.7	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E LIXIVIAÇÃO DE POTÁSSIO .....	32
4.5.8	FENÓLICOS TOTAIS .....	32
4.5.9	DETERMINAÇÃO SIMULTÂNEA DE ÁCIDO CLOROGÊNICO, TRIGONELINA E CAFEÍNA POR CLAE .....	33
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>34</b>
5.2	CAFÉS SELECIONADOS PELA CLASSIFICAÇÃO QUANTO À QUALIDADE DA BEBIDA .....	34
5.3	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	36
5.3.1	UMIDADE .....	36
5.3.2	SÓLIDOS SOLÚVEIS EM ÁGUA.....	37
5.3.3	PH.....	39
5.3.4	ACIDEZ TITULÁVEL TOTAL .....	41
5.3.5	AÇÚCARES .....	43
5.3.5.1	Açúcares totais.....	43
5.3.5.2	Açúcares redutores .....	45
5.3.5.3	Açúcares não redutores .....	47
5.3.6	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E LIXIVIAÇÃO DE POTÁSSIO .....	48
5.3.7	COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS .....	50
5.3.8	DETERMINAÇÃO SIMULTÂNEA DE ÁCIDO CLOROGÊNICO, TRIGONELINA E CAFEÍNA POR CLAE .....	52
5.3.8.1	Ácido clorogênico .....	59
5.3.8.2	Trigonelina.....	60
5.3.8.3	Cafeína.....	62
5.4	INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE TORRA SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO CAFÉ.....	64
5.5	TESTE DE CORRELAÇÃO.....	71
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>75</b>

<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>77</b>
----------	--	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de café e o maior exportador do produto beneficiado, com 45,34 milhões de sacas colhidas e um total de 36,3 milhões de sacas exportadas em 2014 (OIC, 2015). Além disso, o Brasil é o segundo maior consumidor mundial de café, acima de 20 milhões de sacas, sendo 6,12 kg de café cru ou 4,89 kg de café torrado, por pessoa por ano (ABIC, 2014).

O café pertence ao gênero *Coffea* e possui duas espécies de maior importância para o comércio no mundo, a *Coffea arabica* e a *Coffea canephora*, conhecidas como café arábica e café conilon. Do mesmo modo como acontece com a produção mundial, o café arábica corresponde a mais de 70% da produção brasileira, com produção, em 2014, de 32,3 milhões de sacas de café arábica e de 13,0 milhões de conilon. Minas Gerais é o maior estado produtor e responde por mais de 50% da produção nacional, com o predominante cultivo de café arábica. O Espírito Santo, segundo maior estado produtor, cultiva predominantemente o café conilon e produziu, em 2014, quase 80% da safra brasileira desta espécie (CONAB, 2015).

As diferenças entre estas espécies vão desde o número de cromossomos (44 e 22, respectivamente), do tempo da florada e formação do fruto (7-9 e 10-11 meses, respectivamente) até características do produto final (MATIELLO, 1991). Normalmente, faz-se a mistura (*blend*) entre os cafés conilon e arábica, com o objetivo de aproveitar o potencial sensorial de cada café, combinando-os de tal forma que enriqueçam sensorialmente os sabores e aromas do produto final (RIBEIRO et al., 2014).

A origem genética e as condições ambientais são fatores determinantes na formação da composição química do café (SCHOLZ et al., 2011). Além dos principais constituintes químicos do café como compostos nitrogenados, carboidratos e lipídios, estão presentes compostos bioativos, como ácidos clorogênicos, flavonóides, vitaminas, minerais, cafeína e melanoidinas (MORAIS et al., 2009; LIMA et al., 2010). Os compostos bioativos, por sua vez, possuem atividade antioxidante, podendo atuar contra hipertensão, doenças cardiovasculares, câncer entre outras enfermidades (MORAIS et al., 2009). A

explicação para esta ação está relacionada à capacidade que o composto antioxidante tem de inibir a degradação oxidativa (ROGINSKY; LISSI, 2005).

O café cru é comercializado de acordo com sua qualidade, que é avaliada segundo o tamanho das sementes, cor, forma, método de processamento, ano-safra, qualidade da bebida, e presença de sementes defeituosas e de matérias estranhas, sendo os dois últimos, os métodos mais utilizados no mundo para negociação do café (BEE et al., 2005 ; TOÇI; FARAH, 2008; TOCI; FARAH, 2014).

A determinação da qualidade da bebida é realizada por análise sensorial, segundo o sabor e o aroma que o café apresenta na prova de xícara, feita por indivíduos treinados. O café arábica brasileiro é classificado para comercialização de acordo com a qualidade da bebida obtida após a torra, sendo denominada, da melhor para a pior por estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riada, rio e rio zona (BRASIL, 2003; FARAH et al., 2006). Diferentemente, para o café conilon, também denominado robusta, que tem sua classificação, para comercialização, normalmente, feita por tipo. No entanto, em setembro de 2010, foi divulgado o protocolo de degustação de cafés robustas finos, diferente do utilizado para o café arábica, devido ao predomínio de notas mais amadeiradas, amendoadas e frutadas nestes cafés, cuja padronização foi efetivada pelo *Coffee Quality Institute (CQI)* (EQUIPE CONILON BRASIL, 2011).

O processo de torra do grão tem influência direta sobre a qualidade da bebida, pois durante este processo ocorrem modificações e formação de diferentes constituintes químicos, como é o caso da niacina (Vitamina B3), pirróis e piridinas, substâncias formadas pela degradação da trigonelina presente em torno de 1% no grão cru e que contribuem para o aroma final da bebida (TRUGO, 1984; MONTEIRO; TRUGO, 2005). Compostos ácidos, lactonas e outros derivados fenólicos, também são formados após a torra do grão cru, e são produtos de degradação dos ácidos clorogênicos, que influenciam o aroma e sabor do café torrado, acidez final e adstringência da bebida (LÓPEZ-GALILEA et al., 2007).

Na tentativa de relacionar as diferentes classificações de café com sua composição química, trabalhos vêm sendo divulgados sugerindo que cafés de qualidade inferior apresentam menores teores de açúcares e proteínas e maiores

valores de condutividade elétrica, acidez total titulável e teores de compostos fenólicos (BASSOLI, 1992; PEREIRA, 1997; PINTO et al., 2001, MALTA et al., 2002). No entanto, a maioria desses dados são relatados apenas para café arábica, somente informações de compostos quantificados são divulgados para o café conilon, sem relacioná-los com a qualidade de suas diferentes classificações de bebida.

Tendo em vista que o café é um produto de importância econômica e social para o Brasil, pois além de sermos o maior produtor e exportador mundial, a atividade envolve grande quantidade de mão-de-obra, é de interesse de analisar as propriedades físico-químicas do café, tanto da espécie *Coffea arabica*, quanto da *C. canephora*, que possam auxiliar no teste sensorial, bem como verificar a diferença entre ambas as espécies, obtendo um maior conhecimento sobre esta *commoditie* brasileira, com intuito de se ter um produto de melhor qualidade.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar as propriedades físico-químicas de café arábica e conilon, relacionando-as com a qualidade da bebida, obtida por testes sensoriais, realizados por degustadores profissionais.

### **2.2 Objetivos específicos**

1. Realizar a classificação sensorial das amostras de café conilon.
2. Realizar a classificação sensorial das amostras de café arábica.
3. Analisar as propriedades físico-químicas de cada amostra de café, tanto no grão cru como no grão torrado, quanto à umidade, perda de massa, cor do café torrado, pH, acidez total, açúcares totais (redutores e não redutores), sólidos solúveis, condutividade elétrica, lixiviação de potássio, compostos fenólicos totais, cafeína, trigonelina e ácido clorogênico.
4. Verificar as diferenças das propriedades físico-químicas entre amostras de café arábica e conilon, e entre suas respectivas classificações.
5. Verificar as diferenças das propriedades físico-químicas entre o grão de café cru e o grão torrado, para cada espécie (arábica e conilon).
6. Correlacionar os resultados obtidos de cada propriedade físico-química com a nota sensorial de cada amostra de café.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Importância econômica do café

Originária do continente africano, a planta do café é membro da família *Rubiaceae* e possui duas espécies de maior importância devido às suas características comerciais, a *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, conhecidas como café arábica e conilon, respectivamente. O café arábica é originário das florestas tropicais da Etiópia, Quênia e Sudão, enquanto que o café conilon, também conhecido como robusta, teve sua origem relatada no oeste da África (CLARKE, 1985a; SMITH, 1985b; FERNANDES et al., 2012).

O café chegou ao Brasil pelo norte do país, na cidade de Belém do Pará, em 1727, oriundo da Guiana Francesa. Devido às condições climáticas favoráveis, o café se espalhou rapidamente e difundiu-se pelos atuais Estados do Maranhão, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Minas Gerais, passando, com o tempo, de um produto irrelevante a um ciclo econômico nacional (MOREIRA, 2007; NEVES, 1974).

Em 1779 pela primeira vez, o café Brasileiro foi reconhecido internacionalmente, com a insignificante quantia exportada de 79 arrobas de café, que atingiu, em 1806, a expressiva quantia de 80 mil arrobas (NEVES, 1974).

De acordo com dados da OIC (2014), em 2013, a produção mundial de café foi de 146,77 milhões de sacas, sendo o Brasil o maior produtor, com 49,15 milhões de sacas. No ano seguinte, em 2014, a produção mundial totalizou 141,62 milhões de sacas, sendo, novamente, o Brasil o maior produtor, com 45,34 milhões de sacas colhidas, seguido pelo Vietnã (27,5 milhões), Colômbia (12,5 milhões), Indonésia (9 milhões) e Etiópia (6,63 milhões) (OIC, 2015).

Em relação à produção por espécie, em 2014, o café arábica correspondeu por mais de 70% da produção brasileira, com 32,3 milhões de sacas de café arábica colhidas e de 13,0 milhões de café conilon, tendo como maiores produtores os Estados de Minas Gerais e do Espírito Santo (CONAB, 2015).

Segundo Brandão et al. (2012), as exportações de café do Brasil vêm crescendo desde a última década, com exceção do ano de 2009, fato que coincide com a crise econômica mundial. Dados divulgados pela Organização



internacional do café (OIC, 2015), mostram que em 2014, as exportações brasileiras atingiram seu recorde de crescimento em relação ao ano anterior, com 36,3 milhões de sacas, alta de 14,7%.

Os principais países importadores de café são Estados Unidos, Alemanha, Itália, Bélgica e Japão (OIC, 2015). Sendo que os dois primeiros, respondem por 40% das importações de café do Brasil (BRANDÃO et al., 2012).

Além de ser o maior produtor e exportador mundial de café, o Brasil é o segundo maior consumidor, tendo um consumo acima de 20 milhões de sacas por ano, sendo 6,12 kg de café cru ou 4,89 kg de café torrado por pessoa por ano, consumindo, dessa forma, parcela significativa de sua produção (ABIC, 2014).

O padrão de qualidade do produto gera alta competitividade no mercado cafeeiro. Percebendo isso, a Colômbia e outros países introduziram modificações significativas no cultivo, como por exemplo, a colheita somente de grãos maduros garantindo maior homogeneidade e qualidade no produto final. O Brasil, por sua vez, para não perder mercado vem, desde a década de 80, implantando ações como investimentos e melhorias para aumentar a produtividade e a criação de selos de qualidade (ROSA, 2010).

Além disso, segundo Matiello (2006) o Brasil se destaca na mecanização de suas lavouras, na diversificação, nas propriedades, na diversidade de regiões, onde várias áreas são propícias ao plantio, na infraestrutura e no nível de tecnologia, em relação aos seus principais concorrentes, a Colômbia e o Vietnã, além de possuir as melhores condições nos suprimentos de insumo e maquinários, nas vias de acesso, na capacidade de armazenamento e preparo dos cafés.

Neste contexto, devido à crescente demanda por qualidade, associada às condições favoráveis acima apresentadas e à ampliação do uso de inovações tecnológicas, tanto no campo como na indústria, o Brasil situa-se como um possuidor de favoráveis expectativas de crescimento produtivo e de consumo de cafés de qualidade.

### 3.2 Qualidade do café

A espera do consumidor por certo padrão de qualidade na xícara de café, fez crescer a demanda por cafés diferenciados e o setor cafeeiro, em resposta vem investindo cada vez mais na produção de cafés com qualidade. Parte importante da qualidade do café está relacionada à matéria-prima, o café cru (CLARKE, 1985a; ABRAHÃO, 2007).

A qualidade do café está diretamente relacionada às várias propriedades físicas, físico-químicas e químicas, responsáveis pela característica e aparência do grão torrado, do sabor e aroma das bebidas, tais como componentes voláteis e fenólicos (ácidos clorogênicos), ácidos graxos, proteínas e algumas enzimas (PEREIRA et al., 2010).

Outro fator importante que afeta a qualidade do café é a espécie cultivada (PEREIRA et al., 2010). O gênero *Coffea* possui cerca de 100 espécies relatadas, sendo que duas possuem maior importância econômica: *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre, popularmente conhecidas como arábica e conilon ou robusta, respectivamente (PAIVA, 2005). Estes, por sua vez, apresentam características bem distintas, o segundo possui uma bebida com sabor amargo, de baixa acidez e mais encorpada, enquanto o primeiro possui bebida mais aromática, de acidez mais perceptível e menos encorpada (WINTGENS, 2009).

Para Clifford (1985) a qualidade da bebida depende, sobretudo, das operações anteriores ao beneficiamento, tais como tipo de colheita, estágio de maturação dos grãos, preparo e secagem do café. Do mesmo modo, Pimenta (2003) afirma que o momento adequado para a colheita, além de uma perfeita secagem, evitando processos de fermentação, entre outros fatores, é essencial para a obtenção de um café com composição química adequada, com pequenas alterações bioquímicas indesejáveis, prejudiciais para a qualidade de bebida.

Estudos indicam que cafés produzidos em elevadas altitudes possuem qualidade superior (BERTRAND et al., 2006). Figueroa Solares et al. (2000), estudando a influência das variedades Bourbon, Caturra e Catuaí, cultivadas a três níveis de altitude: abaixo de 1.220 m, entre 1.220 m a 1.460 m e acima de 1.460 m, concluíram ser evidente a influência que o fator altitude exerce sobre a qualidade do café, independente da variedade cultivada. Clifford (1985) afirma

que fatores climáticos exercem efeito acentuado sobre a uniformidade de maturação e secagem do produto, podendo influenciar na ação maléfica de microrganismos nos frutos, principalmente aqueles que se encontram depositados sobre o solo.

Segundo Fagan et al. (2011), a qualidade do café é determinada pelo sabor e aroma formados durante a torrefação, a partir de compostos químicos presentes no café cru. Além disso, Leroy et al. (2006), afirmam que as características sensoriais, bem como a preparação de uma amostra para realizar a degustação de uma xícara de café, fazem parte das características altamente complexas determinantes da qualidade do café.

No Brasil, padrões são adotados para qualificar o café entre distintas classificações, e os principais são baseados em características físicas de aspecto, de pureza e outro, e nas características sensoriais da bebida, principalmente no seu aroma e no sabor (PRETE, 1992), afinal de contas o sabor é um critério determinante pela preferência do consumidor, o que faz da classificação sensorial uma característica decisiva da qualidade do café (FARAH et al., 2006).

### **3.3 Classificação do café quanto à qualidade da bebida**

A determinação da qualidade da bebida é realizada por análise sensorial segundo o sabor e o aroma que o café apresenta na prova de xícara, feita por indivíduos treinados. O café arábica brasileiro é classificado, para comercialização, de acordo com a Instrução Normativa nº 08, de 11 de junho de 2003, em função da qualidade da bebida, sendo denominadas, da melhor para a pior, por estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riada, rio e rio zona (BRASIL, 2003; FARAH et al., 2006). Cada tipo de bebida é classificada de acordo com características específicas que apresentam na prova de xícara, como apresentado no Quadro 1.

Quadro 1- Classificação do café arábica quanto à qualidade da bebida.

<b>Classificação</b>	<b>Característica Sensorial</b>
Estritamente mole	Café que apresenta, em conjunto, todos os requisitos de aroma e sabor “mole”, porém mais acentuado.
Mole	Café que apresenta aroma e sabor agradável, brando e adocicado.
Apenas mole	Café que apresenta sabor levemente doce e suave, mas sem adstringência ou aspereza de paladar.
Dura	Café que apresenta sabor acre, adstringente e áspero, porém não apresenta paladares estranhos.
Riada	Café que apresenta leve sabor, típico de iodofórmio.
Rio	Café que apresenta sabor típico e acentuado de iodofórmio.
Rio Zona	Café que apresenta aroma e sabor muito acentuado, assemelhado ao iodofórmio ou ao ácido fênico, sendo repugnante ao paladar.

Fonte: BRASIL, 2003.

O café conilon, pela legislação brasileira, também tem sua classificação em função da qualidade da bebida, sendo denominadas, da melhor para a pior por excelente, boa, regular e anormal (BRASIL, 2003). No entanto, a comercialização do café conilon é feita, normalmente, por tipo, classificando o café apenas quanto às suas impurezas. Entretanto, tem-se adotado uma nova forma de classificação para o café conilon, divulgada em setembro de 2010, por meio do protocolo de degustação de cafés robustas finos, diferente do utilizado para o café arábica, devido ao predomínio de notas mais amadeiradas, amendoadas e frutadas nestes cafés, cuja padronização foi efetivada pelo *Coffee Quality Institute (CQI)* (EQUIPE CONILON BRASIL, 2011), no qual, o café é classificado de acordo com a pontuação total obtida pela prova de xícara, como apresentado no Quadro 2.

Quadro 2- Classificação do café conilon quanto à qualidade da bebida.

<b>Pontuação Total</b>	<b>Descrição da qualidade</b>	<b>Classificação</b>
90 – 100	Excepcional	Muito Fino
80 – 90	Fino	Fino
70 – 80	Muito Bom	Prêmio
60 – 70	Médio	Boa Qualidade Usual
50 – 60	Razoável	Boa Qualidade Usual
40 – 50	Razoável	Comercial
< 40	-	Comercializável
< 30	-	Abaixo da Mínima
< 20	-	Não Classificável
< 10	-	Escolha

Fonte: UCDA, 2010.

Os protocolos de degustação, tanto de café arábica como de conilon, estabelecem metodologias para a realização da análise sensorial destes, onde a matéria-prima, que é o grão cru, passa por etapas como padronização da torra, concentração padrão, preparação para degustação, onde é feita a moagem do café e, por fim, a adição de água. Em seguida, realiza-se a avaliação da amostra em questão, a partir de uma ficha, utilizando uma escala que varia de 6 a 10, em que esses valores representam os níveis crescentes de qualidade do café (SCAA, 2014; UCDA, 2010).

Existem diferentes tipos de bebidas de café caracterizadas por diferentes nuances em termos de corpo, aroma, acidez e adstringência (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012). A diferenciação dessas características para café arábica e conilon são estabelecidas nos protocolos de degustação, onde são avaliados aspectos como fragrância/aroma, uniformidade, ausência de defeitos (xícara limpa), doçura, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio, defeitos e avaliação global; para café arábica (SCAA, 2014) e, fragrância/aroma, sabor, retrogosto, relação salinidade/acidez, relação amargor/doçura, sensação na boca, uniformidade, equilíbrio, limpeza e conjunto; para café conilon (UCDA, 2010).

A classificação sensorial é uma atividade que exige conhecimento, prática, paladar apurado e boa memória, a fim de se verificar com rigor as diferenças

presentes em cada xícara avaliada, e que poderão inferir sobre a qualidade final. Estes fatores são extremamente importantes, principalmente, em relação à discriminação de cafés que apresentam características sensoriais diferenciadas, como ocorre com os cafés especiais, os quais possuem uma maior valorização, devido às suas características agradáveis, como nuances peculiares de sabor e/ou aroma (PAIVA, 2005).

De acordo com Bandeira et al. (2009), o aparecimento ou aumento de adstringência de bebida de café deve-se, principalmente, à presença de grãos imaturos a partir da colheita de frutos verdes, além disso, esses frutos possuem baixos teores de açúcares (PIMENTA, 1995).

Para Clifford (1999), a presença de compostos fenólicos no café em quantidades maiores às verificadas para determinada espécie, está associada à desvalorização da qualidade, pois são responsáveis pela adstringência e interferem no seu sabor. Contrariamente, Alves et al. (2007) observaram maior teor de fenóis totais em cafés de melhor qualidade (bebida mole).

A fim de relacionar a composição química do café cru e torrado com a prova de xícara convencional, em seu estudo, Pinto (2002) observou que as melhores bebidas se mostraram com menores valores de lixiviação de potássio e condutividade elétrica quando comparadas às bebidas riada e rio, indicando maior degradação das membranas nos cafés de pior qualidade.

De modo geral, pelo fato da classificação sensorial ser uma análise subjetiva e na tentativa de relacionar as diferentes classificações de café com análises físico-químicas dos grãos, trabalhos vêm sendo divulgados sugerindo que cafés de qualidade inferior apresentam menores teores de açúcares, trigonelina e proteínas e maiores valores de condutividade elétrica, acidez total titulável e teores de compostos fenólicos (BASSOLI, 1992; PEREIRA, 1997; PINTO et al., 2001, MALTA et al., 2002; FARAH et al., 2006), embora outros estudos sugerem que cafés de melhor qualidade apresentam maior acidez (OIC, 1991; LIMA et al., 2008; BROLLO et al., 2009).

### 3.4 Composição química do café

Diferentes compostos químicos presentes no grão cru do café, são responsáveis pelas características de sabor e aroma do produto final, que após a torra serão estabelecidas e detectadas na bebida. Entre estes compostos, estão inúmeros componentes voláteis e não voláteis, tais como: ácidos, aldeídos, cetonas, açúcares, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, carboidratos, trigonelina, compostos fenólicos (ácidos clorogênicos), cafeína, entre outros (NASCIMENTO, 2006; PEREIRA et al., 2010). Na Tabela 1, são apresentados os teores de alguns componentes químicos presentes no grão cru e torrado de café arábica e robusta (conilon).

Tabela 1- Composição química do grão de café cru e torrado.

Componente	Arábica		Robusta	
	Cru	Torrado	Cru	Torrado
Minerais	3,0- 4,2	3,5- 4,5	4,0- 4,5	4,6- 5,0
Cafeína	0,9- 1,2	1,0	1,6- 2,4	2,0
Trigonelina	1,0- 1,2	0,5- 1,0	0,6- 0,75	0,3- 0,6
Lipídeos	12,0- 18,0	14,5- 20,0	9,0- 13,0	11,0- 16,0
Ácido Clorogênico Total	5,5- 8,0	1,2- 2,3	7,0- 10,0	3,9- 4,6
Ácidos alifáticos	1,5- 2,0	1,0- 1,5	1,5- 2,0	1,0- 1,5
Oligossacarídeos	6,0- 8,0	0- 3,5	5,0- 7,0	0- 3,5
Polissacarídeos totais	50,0- 55,0	24,0- 39,0	37,0- 47,0	-
Aminoácidos	2,0	0	2,0	0
Proteínas	11,0- 13,0	13,0- 15	11,0- 13,0	13,0- 15,0

\*Valores expressos em % em base seca  
Fonte: SMITH, 1985a.

#### 3.4.1 Umidade

Os frutos do café são, geralmente, colhidos com valores de umidade variando entre 30% a 65% (em base úmida). O alto teor de água é um fator que influencia na qualidade do café, pois facilita a atividade de microorganismos e enzimas, afetando a preservação do produto e alterando suas características,

como aroma e sabor. Dessa forma, o café deverá ser necessariamente seco, antes de ser armazenado (BORÉM, RENATO; ANDRADE, 2008; MORGANO et al, 2008).

Após a seca, o grão pode apresentar cerca de 10 - 13% de umidade (CLARKE, 1985b), sendo que a legislação brasileira, independente da classificação do café, estipula que os teores de umidade do café beneficiado, grão cru não poderão exceder o limite máximo de tolerância de 12,5% (BRASIL, 2003).

A quantidade de água presente no café desempenha um papel importante na determinação da estabilidade de armazenamento contra a deterioração, visto que grãos armazenados estão sujeitos a alterações (CLARKE, 1985b; SAATH et al., 2012). Pereira (2006) sugere que o café deve ser mantido em teores de umidade de 10%, de forma a preservar todas as suas qualidades.

Lima Filho et al. (2013), avaliando diferentes formas de processamento de café conilon, observou valores de umidade de  $11,80 \pm 0,1\%$ , para café natural; de  $10,90 \pm 0,3\%$ , para café descascado, e de  $10,90 \pm 0,2\%$ , para café despulpado. Os valores anteriores obtidos para café descascado e despulpado estiveram próximos aos valores encontrados por Koskei, Patrick e Simon (2015) para café despulpado em despulpador de disco, que foi de 10,85% de umidade.

Três marcas comerciais de café torrado e moído tiveram alguns de seus parâmetros físico-químicos determinados, e entre eles, o teor de umidade apresentou valores entre 1,3% a 3%. Para o café torrado e moído, a legislação brasileira determina como limite máximo permitido, o valor de 5,0% de umidade (BRASIL,1999), indicando, dessa forma, que os teores de umidade das três marcas de café em pó analisadas estão dentro dos padrões determinados pela legislação (MÜLLER, 2013).

Teores de umidade dentro do limite máximo recomendado também foram obtidos por Franca, Mendonça e Oliveira (2005), que avaliaram quatro diferentes classificações de bebida de café arábica, e verificaram teores de umidade de  $9,05 \pm 0,06\%$ ;  $9,20 \pm 0,03\%$ ;  $9,38 \pm 0,01\%$  e  $8,94 \pm 0,09\%$ , para café cru bebida mole, dura, riada e rio, respectivamente. Estes cafés foram submetidos a torra e sua umidade foi reduzida a valores de  $1,49 \pm 0,06\%$ ;  $1,35 \pm 0,04\%$ ;  $1,47 \pm 0,04\%$  e  $1,56 \pm 0,04\%$ , respectivamente.



### 3.4.2 pH e Acidez titulável total

A acidez no café tem influência direta sobre o sabor e aroma da bebida. Ela é determinada pela concentração do íon de hidrogênio (pH), no qual está relacionado com o grau de ionização ou de dissociação de um determinado ácido presente em uma solução aquosa ácida ou da mistura de ácidos. No café, podem ser encontrados ácidos orgânicos não voláteis, como ácido cítrico (0,5%), málico (0,5%), oxálico (0,2%) e tartárico (0,4%) (WOODMAN, 1985).

A distinção entre os ácidos não voláteis e voláteis do café é desejável, pois os ácidos orgânicos são quimicamente estáveis e os aldeídos podem ser oxidados, assim como os ácidos clorogênicos, que durante a torra, sofrem mudanças, produzindo ácido caféico e quínico (LOPES, 2000). Dessa forma, o grau de torra afeta diretamente o sabor do café, devido aos vários compostos que são extraídos durante a formação da bebida. Segundo Melo (2004) na torra de coloração clara, a característica predominante é a acidez.

As variações de pH com a torra, segundo Sivetz e Desrosier (1979), podem ser de muita importância na aceitação do produto pelo consumidor, e os mesmos sugerem que o pH ideal deve estar entre 4,95 a 5,20 tornando o café palatável, sem excesso de amargor ou acidez. Franca, Mendonça e Oliveira (2005), avaliaram características físico-químicas de amostras de café antes e após a torra, e observaram aumento de pH dos cafés torrados em relação ao café cru, além disso estes valores foram superiores ao recomendado por Sivetz e Desrosier (1979).

A acidez percebida no café é um atributo importante para análise sensorial do produto, sabendo que sua intensidade varia em função do estágio de maturação dos frutos, local de origem, tipo de colheita, forma de processamento, tipo de secagem e condições climáticas durante a colheita e secagem (SIQUEIRA; ABREU, 2006).

Estudos mostram que a diminuição da qualidade do café não está associada com o pH, mas com a elevação da acidez e essa estaria associada ao número de defeitos dos grãos, como ardidos e pretos, já que o grão verde apresenta menores teores de acidez (PEREIRA, 1997; PIMENTA; 2001). Além disso, o aumento da acidez tem sido associado com a fermentação de café durante o processo de secagem, com uma relação inversa com a qualidade,

quanto maior a acidez pior a qualidade do café (FRANCA, MENDONÇA; OLIVEIRA, 2005; MARTINEZ et al., 2013).

Carvalho et al. (1994) observaram aumento da acidez com a diminuição da qualidade do café, ao avaliarem cafés classificados como bebida estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riada e rio. Do mesmo modo, Pinto et al. (2001), verificaram maior acidez em café bebida rio, quando comparados a cafés de melhor qualidade. No entanto, outros autores não observaram diferença significativa ao avaliarem a acidez de café bebida mole e bebida rio, verificando apenas diferença para amostras de café bebida dura e café conilon (PÁDUA, PEREIRA; FERNANDES, 2001).

### **3.4.3 Açúcares totais, redutores e não redutores**

Os açúcares totais são constituídos pela soma dos açúcares redutores, como glicose e frutose com os açúcares não redutores, representados pela sacarose (PEREIRA, 2008).

No café, os açúcares predominantes são os não redutores, particularmente a sacarose, os redutores são encontrados em menores quantidades. O teor de açúcares no café pode variar entre a origem, espécies e tipo de processamento. No café arábica são encontrados o dobro de sacarose em relação ao café conilon, enquanto que este último possui quantidades de açúcares redutores maiores que no café arábica (ABRAHÃO, 2007; CLARKE; VITZTHUM, 2001; ROGERS et al., 1999).

Teores de açúcares totais iguais a 9,16% e 4,95% foram encontrados para café arábica e conilon, respectivamente. Já os teores de açúcares redutores e não redutores em café arábica foram iguais a 1,23% e 7,71%, respectivamente, enquanto que para o café conilon, foram iguais a 1,25% e 3,48%. (FERNANDES et al., 2002).

Os açúcares atuam como precursores do sabor e aroma característicos da bebida, dando origem a várias substâncias (furanos, aldeídos, ácidos carboxílicos, etc.) que influenciam na qualidade do produto final (FERNANDES et al., 2002; FARAH et al., 2006).

Além disso, os açúcares têm grande importância na formação de cor durante a torra, onde os açúcares redutores, principalmente, reagem com

aminoácidos, originando compostos coloridos desejáveis, responsáveis pela cor marrom do café. Esta reação é conhecida como Reação de Maillard (CARVALHO et al., 1989).

Avaliando grãos de café arábica cru, classificados em estritamente mole, mole e apenas mole, Pinto (2002) encontrou teores de açúcares totais iguais a 8,37%; 8,62% e 8,34%, respectivamente, verificando alto conteúdo de açúcares em bebidas de melhor qualidade, fato este também observado por Chagas (1994), que verificou uma associação positiva entre os níveis de açúcares e a qualidade da bebida.

Segundo Lopes (2000), com a torra, os teores de açúcares totais dos grãos de café sofrem reduções elevadas, diminuindo significativamente estes valores, entretanto estas modificações são dependentes do grau de torra. O mesmo autor observou reduções de açúcares totais variando entre 61,87% a 76,28%.

Investigando a composição química de café bebida estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riada e rio, Pinto et al. (2001) encontraram teores de açúcares totais de 1,48%; 1,02%; 0,98%; 1,16%; 1,51% e de 0,94%, respectivamente, em café torrado, não verificando diferença significativa entre os teores de bebida estritamente mole e riada. PÁDUA et al. (2001), encontraram diferença significativa, em relação ao teor de açúcares totais, entre quatro amostras de café estudadas, bebida mole (10,4%), dura (7,11%), rio (7,75%) e café conilon não classificado (5,20%).

#### **3.4.4 Sólidos solúveis em água**

Dentre os sólidos solúveis presentes no café, podem-se citar, principalmente, os açúcares, a cafeína, a trigonelina e os ácidos clorogênicos (SMITH, 1985a). O conteúdo destes sólidos no café é importante, tanto em relação ao rendimento industrial quanto na sua contribuição para assegurar o corpo da bebida. Existe uma variação no teor de sólidos solúveis entre diferentes espécies e cultivares. Na literatura, encontram-se estudos divulgando que o café conilon possui maiores quantidades de sólidos solúveis em relação ao café arábica, com valores que variam de 26,07 a 30,6%; e 23,85 a 27,31%, respectivamente (MENDONÇA, PEREIRA; MENDES, 2005; ESKE; LEROY, 2009).

Garruti et al. (1962), ao estudarem o teor de sólidos solúveis e a classificação sensorial de café arábica, constataram que não houve relação entre o teor de sólidos solúveis com a qualidade da bebida. Barbosa et al. (2002) observaram que a concentração de sólidos solúveis no grão de café de diferentes qualidades de bebida (estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riada, e rio) não diferiram significativamente.

### **3.4.5 Condutividade elétrica e Lixiviação de potássio**

A condutividade elétrica e a lixiviação de potássio são análises com princípios semelhantes e estão relacionadas com a integridade das membranas celulares dos grãos de café. A diferença entre elas diz respeito ao que cada uma determina, sendo que a primeira, quantifica o total de íons liberados durante a embebição do café em água por um período de 5h, enquanto que a segunda, quantifica o teor de potássio lixiviado nesta solução, devido ao fato deste ser o principal íon inorgânico liberado durante a embebição pelas sementes (LOOMIS e SMITH, 1980; POWELL, 1986).

Relatos na literatura sugerem que grãos de café de baixa qualidade possuem membranas menos íntegras, que lixiviam maior conteúdo de íons e solutos, indicando aumento da condutividade elétrica e lixiviação de potássio, devido, principalmente, à elevada concentração destes íons (NOBRE et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2008).

Danos causados às membranas das sementes durante a colheita e pós-colheita influenciam em maiores valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio (CHAGAS; MALTA; PEREIRA, 2005). Além disso, a presença de grãos verdes, brocados e grãos de café queimados, também podem influenciar o aumento desses valores (MALTA et al., 2005). Borém et al. (2006) observaram que menores valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio estão relacionados com uma bebida de melhor qualidade.

Na literatura são encontrados valores de condutividade elétrica para café classificado como bebida mole e apenas mole variando entre 88,24 a 119,07  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ; como bebida dura valores entre 53,80 a 227,58  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ , e para café conilon são encontrados valores na faixa de 86,00 a 202,30  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  (AGNOLETTI et al., 2014).

Isquierdo et al. (2011), ressaltaram que os testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio, que avaliam a integridade do sistema de membranas, são bastante sensíveis, sendo capazes de detectar eventos iniciais relacionados à redução da qualidade do café, apesar destas alterações não terem sido observadas na qualidade da bebida, em seus estudos.

#### **3.4.6 Compostos fenólicos**

Amplamente distribuídos na natureza, os compostos fenólicos são encontrados em todas as plantas e representam o maior grupo entre os compostos bioativos constituintes dos vegetais. Entre os alimentos ricos em compostos fenólicos estão incluídos cacau, vinho tinto, romãs, chá, café, frutas cítricas e nozes, tendo sido o café, relatado em uma recente pesquisa, como um dos principais alimentos contribuintes para o consumo de fenólicos da população brasileira (CORRÊA et al., 2015).

Os principais representantes da fração fenólica nos grãos de café cru são os ácidos clorogênicos (ACGs) e compostos relacionados, alcançando teores de até 14% (em peso seco). Estes compostos apresentam propriedades benéficas à saúde, não só devido à sua potente atividade antioxidante, mas também como agentes hepatoprotetores, hipoglicemiantes e antivirais (FARAH; DONANGELO, 2006).

Os ácidos clorogênicos (ACGs) são formados, principalmente, pela esterificação do ácido quínico com ácidos caféico, ferúlico e *p*-cumárico, e podem ser subdivididos em grupos com três isômeros cada um com base no número e identidade dos resíduos de acilação, como os ácidos cafeoilquínicos (isômeros 3, 4, 5); os ácidos dicafeoilquínicos (isômeros 3,4; 3,5; 4,5), ácidos feruloilquínicos (isômeros 3, 4, 5), ácidos *p*-cumaroilquínicos (isômeros 3, 4, 5), e os ácidos cafeoilferuloilquínicos (CLIFFORD, 1985). Entre os ACGs, o principal isômero encontrado no café é o ácido 5- cafeoilquínico (5- ACQ), para o qual se emprega o termo “clorogênico” (Figura 1) (ALMEIDA; BENASSI, 2011; DE MARIA; MOREIRA, 2004).

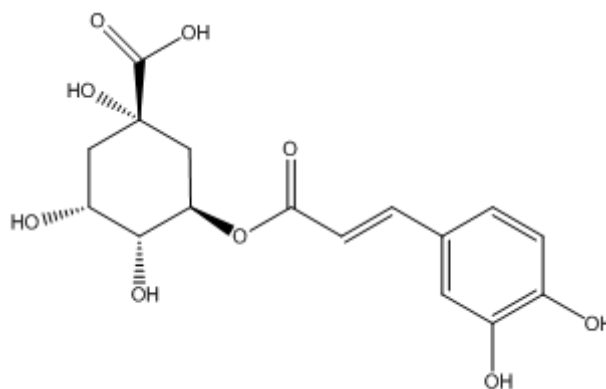


Figura 1- Estrutura molecular do Ácido 5-Cafeoilquínico (5-ACQ).

A desvalorização da qualidade é associada à presença de compostos fenólicos no café em quantidades maiores verificadas para determinada espécie, sendo responsáveis pela adstringência, interferindo no sabor da bebida. Isto pode ser explicado devido à presença do grupo cíclico fenol dos produtos da hidrólise do ácido clorogênico durante a torra, os ácidos caféico e quínico (CLIFFORD, 1999; MENEZES, 1994).

Pinto et al. (2001), estudando grãos de café arábica da região sul de Minas Gerais, previamente classificados em diferentes bebidas, encontraram maior teor de compostos fenólicos totais nos cafés de bebida rio, quando comparados aos cafés classificados como bebida mole. Avaliando o conteúdo de fenólicos totais em café arábica cru bebida mole e rio, Abrahão et al. (2010), observaram que as médias encontradas diferiram significativamente entre si, e foram iguais a 4,77% e 5,43%, respectivamente, para cada bebida, indicando maior concentração de compostos fenólicos totais em cafés de pior qualidade.

O conteúdo de ácidos clorogênicos no grão torrado vai depender do grau de torra utilizado. Segundo Trugo e Macrae (1986), podem ocorrer perdas de até 90% desses compostos em cafés submetidos a grau de torra escuro. Vignoli et al. (2014) observaram diminuição no conteúdo de 5-ACQ durante a torra de café arábica (de 5,96 para 0,22%) e conilon (de 6,19 para 0,13%).

### 3.4.7 Cafeína

A cafeína é o componente mais conhecido do café, devido às suas propriedades fisiológicas e farmacológicas comprovadas, como o efeito estimulante do sistema nervoso central, a diminuição do sono e estimulante do

músculo cardíaco. Muitas das propriedades atribuídas a essa bebida são veementemente relacionadas a tal substância, que é pertencente à classe das xantinas, conhecida como 1,3,7-trimetilxantina (Figura 2) (MONTEIRO; TRUGO, 2005; CAZARIM; UETA, 2014).

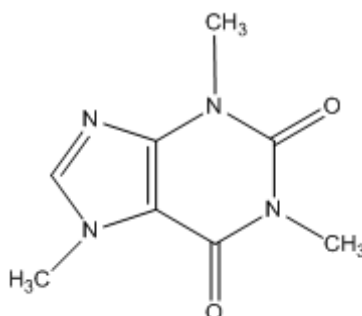


Figura 2- Estrutura molecular da cafeína.

Dentre os compostos bioativos do café, a cafeína se caracteriza por sua atividade antioxidante relacionada ao seu positivo efeito na prevenção do dano oxidativo, devido ao mecanismo de captação de radicais hidroxil, oxigênio singlete e doação de elétrons (LEE, 2000).

A literatura relata que a cafeína é relativamente estável ao processo térmico, e seus teores no café variam de acordo com a espécie da planta utilizada, sendo que a *Coffea arabica* contém, em média, 0,7 a 1,6% do alcalóide e a *Coffea canephora*, em torno de 1,5 a 4% (SOUZA et al. 2010; JESZKA-SKOWRON et al., 2015).

A cafeína é inodora e possui sabor amargo bastante característico, contribuindo com uma nota de amargor importante para o sabor e aroma da bebida do café (MONTEIRO; TRUGO, 2005). Farah et al. (2006) verificaram relação entre maiores teores de cafeína em café arábica de melhor qualidade, com valores iguais a  $1,23 \pm 0,06\%$ , para café bebida mole e  $0,96 \pm 0,01\%$ , para café bebida dura. Este resultado foi semelhante ao divulgado por Franca, Mendonça e Oliveira (2005), no qual relataram maior teor de cafeína para a sua amostra de mais alta qualidade (bebida mole), em comparação com outras amostras de café arábica.

Monteiro e Trugo (2005), estudando dez amostras de café comerciais do Brasil, encontraram variação de 0,8 a 1,4% no teor de cafeína. Em relação ao

grau de torra, Nascimento (2006) observou um ligeiro decréscimo do teor de cafeína em torras mais drásticas, apesar dessa variação não ter sido significativa. Alves et al. (2007), encontraram teores de cafeína iguais a  $1,36 \pm 0,06\%$  e  $1,35 \pm 0,05\%$ , para café arábica com grau de torra escura e média, respectivamente, enquanto que para café conilon, com grau de torra clara, foram observados valores iguais a  $2,25 \pm 0,13\%$  (base seca).

### 3.4.8 Trigonelina

A trigonelina é uma N-metil betaína que tem recebido considerável atenção, tanto do ponto de vista sensorial como nutricional (Figura 3) (MACRAE, 1985). Este composto nitrogenado é encontrado em maiores quantidades no café cru, e em grãos de café arábica (3,3%) quando comparados aos grãos de café conilon (2,2%) (MONTEIRO; TRUGO, 2005; VIGNOLI et al., 2014).

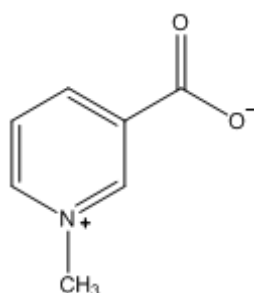


Figura 3- Estrutura molecular da Trigonelina.

Durante o processo de torra, a diminuição no teor de trigonelina pode ser de até 70%. Entretanto, são os produtos voláteis dessa degradação, como as piridinas e o N-metilpirrol, que irão contribuir para o sabor e aroma do grão torrado. Além disso, durante a torra, também é produzida a niacina (vitamina B3), vitamina importante para o metabolismo humano, em quantidades que podem chegar próximo a  $20 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  de café torrado (NOGUEIRA; TRUGO, 2003; NASCIMENTO, 2006; TRUGO, 1984).

Segundo Monteiro e Trugo (2005), o conteúdo de trigonelina presente em amostras de café torrado vai depender do tempo e da temperatura de torrefação utilizados no processamento dos grãos. Quanto mais drástico o processo de torrefação, menores teores de trigonelina serão encontrados. Os mesmos autores



encontraram teores de trigonelina em amostras de cafés comerciais, variando de 0,2 a 0,5%, verificando, ainda, que as amostras que apresentaram menores teores de trigonelina foram aquelas submetidas a um processo de torrefação mais drástico, isto é, torra extra forte.

Estudos correlacionando a qualidade da bebida com o teor de trigonelina nos grãos foram relatados por Farah et al. (2006) e Alves et al. (2007) e ambos observaram que o teor de trigonelina decresceu com a perda de qualidade dos cafés.

### **3.5 Influência do processo de torra sobre as propriedades físico-químicas do café**

O café cru não possui o aroma e sabor típicos da bebida do café e assim, a torra é essencial para a produção de compostos que conferem as características da bebida. Durante a torra, diferentes compostos são degradados ou modificados, formando novos compostos, como os aromáticos (BANKS; MCFADDEN; ATKINSON, 1999; ALVES; CASAL; OLIVEIRA, 2010), responsáveis pelo desenvolvimento característico de aroma, sabor e cor deste produto (BUFFO; CARDELLI-FREIRE, 2004).

A torra é uma etapa muito importante para a qualidade do café, estando diretamente relacionada à aceitação da bebida pelo consumidor. Monteiro et al. (2010) avaliaram a preferência do consumidor sobre bebidas de café do tipo mole, dura e rio, submetidas a três diferentes tipos de torra (clara, expresso e escura) e verificaram que a torra escura, independentemente do tipo de bebida, teve maior preferência por parte dos consumidores em relação aos atributos cor, aroma, sabor e impressão global, enquanto que as amostras de torra clara, tiveram menor preferência quanto à cor.

Cada país tem seu próprio padrão de torra. Os cafés brasileiros caracterizam-se por apresentar, em geral, torra excessiva com baixa qualidade da bebida. No entanto, o café torrado mais escuro, no Brasil, deve-se não só à preferência do consumidor, mas também à necessidade de mascarar a presença de defeitos ou alterações comuns em alguns cafés comerciais (SCHMIDT et al., 2008).

Segundo Moura (2001), o grau de torra é caracterizado pela cor do grão, pela perda de massa, pelo aroma e sabor desenvolvidos e pelas mudanças químicas de determinados componentes. A cor é medida pela escala Agtron (Figura 4), ou através de equipamentos eletrônicos como colorímetros, no qual a cor do café é dada pela escala CIEL\*a\*b\*, onde o parâmetro L (luminosidade), representa quão clara ou escura é a amostra, com valores entre 0 (totalmente preto) e 100 (totalmente branco).



Figura 4- Diferentes pontos de torra em café, utilizando a escala Agtron, sendo de cor média clara (A), média (B), moderadamente escura (C).

Fonte: VARGAS-ELÍAS, (2011), Adaptado.

A perda de massa varia quanto ao grau de torrefação, como por exemplo, para um café de torra escura, pode ocorrer perda de massa igual ou superior a 18%, em comparação com uma torra leve, que pode ocasionar perdas menores ou iguais a 12% (SMITH, 1985a). Schmidt et al. (2008), avaliaram a interação de quatro diferentes tempos de torra, partindo da temperatura de 180 °C até 230 °C, e observaram que à medida que se aumentou a temperatura, a perda de massa dos grãos foi maior.

De acordo com Sivetz e Desrosier (1979) o processo de torrefação pode ser separado em três etapas, a secagem, a torra e o resfriamento. Durante a primeira etapa, ocorre perda de massa, em consequência da liberação de água,

além da produção de compostos voláteis, e mudança da cor do grão de verde para amarelo. Na etapa seguinte, de torra, ocorrem reações químicas exotérmicas de pirólise, liberação de gás carbônico, resultando na mudança química da composição dos grãos. Nesta etapa, a cor dos grãos varia de marrom claro a escuro devido, principalmente, à caramelização de açúcares. A etapa final caracteriza-se pelo aumento no volume dos grãos; neste ponto, os grãos devem ser resfriados para se evitar a carbonização.

A formação de compostos com coloração caramelizada escura no café torrado é produto da Reação de Maillard (PIMENTA, 2003; NASCIMENTO et al., 2007).

Diferentes constituintes do café têm sido sugeridos como potencialmente quimioprotetores em diferentes sistemas químicos e biológicos. A explicação se deve à presença de substâncias antioxidantes de ocorrência natural, como os polifenóis, representados no café pelos ácidos clorogênicos, a cafeína e substâncias induzidas pela torrefação e processamento do café, como melanoidinas, que são produtos formados na reação de Maillard (LIMA et al., 2010; LÓPEZ-GALILEA et al., 2006)

Devido à degradação térmica progressiva, durante a torrefação, pode ocorrer perda de ácidos clorogênicos, pois estes são parcialmente isomerizados, hidrolizados ou degradados a compostos de baixo peso molecular, como as lactonas e outros derivados fenólicos que contribuem para o aroma e sabor do café, acidez final e adstringência da bebida (LÓPEZ-GALILEA et al., 2007). O ácido 5- cafeoilquínico (5-ACQ), representante majoritário dos ácidos clorogênicos no café, durante a torra, é hidrolisado, produzindo ácido quínico e caféico, ambos considerados ácidos fenólicos (Figura 5) (ABRAHÃO, 2007; SOARES, 2002).

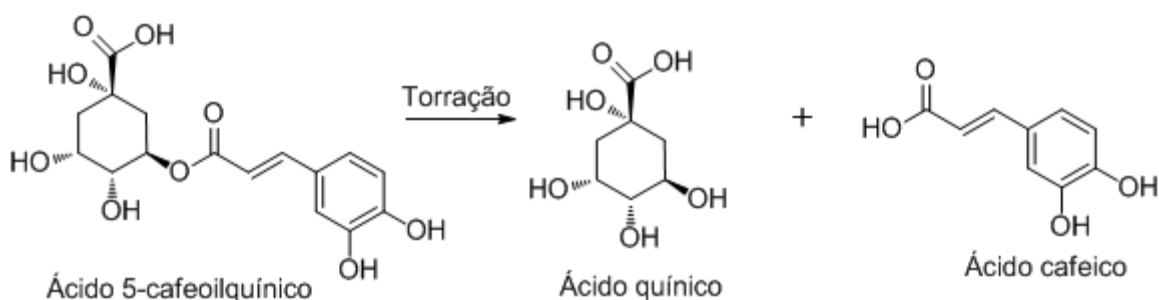


Figura 5- Reação do ácido 5- cafeoilquínico durante a torra.

Abrahão et al. (2010) encontraram redução significativa de compostos fenólicos totais, ao avaliar esses teores em café bebida rio antes (5,43 g eq. ac. gálico 100g<sup>-1</sup>) e após a torra (4,83 g eq. ac. gálico 100g<sup>-1</sup>). De forma semelhante, Farah et al. (2006), observaram a diminuição nos níveis de ácido clorogênico com a torra em relação ao grão cru, associando ainda, alto teor desses em grãos crus para a amostra de pior qualidade, rio zona (7,02 ± 0,17%), e menor teor, para amostra de melhor qualidade, mole (5,78 ± 0,09%).

O ácido nicotínico, também conhecido como niacina ou vitamina B3, é formado a partir da trigonelina, substância presente no grão cru, que durante a torra sofre desmetilação para formação desta vitamina; além de diversos componentes voláteis, como piridinas e pirróis, que contribuem para o aroma final da bebida (Figura 6) (TRUGO, 1984; MONTEIRO; TRUGO, 2005).

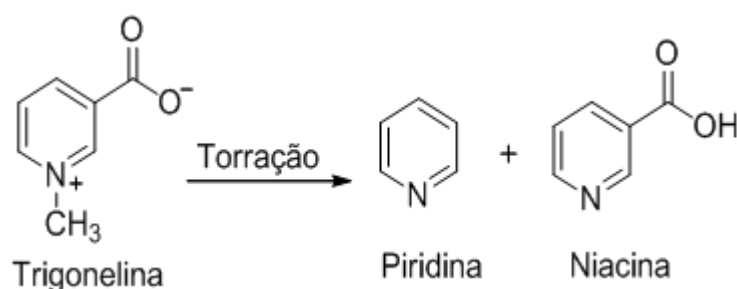


Figura 6- Reação da Trigonelina durante a torra.

O teor de ácido nicotínico em grãos crus varia de 1,6 a 4,4 mg 100g<sup>-1</sup>, aumentando quase dez vezes com a torra (MACRAE, 1985). Avaliando o conteúdo de trigonelina em café arábica integral e descafeinado, antes e após a torra, Abrahão et al. (2008) observaram uma redução significativa de 58% do teor de trigonelina em café integral; antes da torra a quantidade de trigonelina extraída nesses grãos crus variou entre 1,34 a 1,24%, e após a torra esses teores variaram de 0,55 a 0,54% .

A cafeína possui efeitos fisiológicos, atuando como estimulante no café (ILLY; VIANI, 1996) e, em geral, seus teores não apresentam diferenças significativas em relação a torra (FARAH et al., 2005).

Após a torra do grão de café, percebe-se um aumento da acidez titulável total, que segundo Lopes (2000), ocorre em função da formação de ácidos, principalmente a partir de carboidratos quando estes são submetidos à decomposição térmica e reduzidos a ácidos carboxílicos e CO<sub>2</sub>. Para uma de suas variedades estudadas, o mesmo autor obteve teor de acidez de 229,42 e 357,78 mL de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> 100g<sup>-1</sup>, para café cru e torrado, respectivamente, com um aumento de 55,95% do percentual de acidez.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 Aquisição da matéria-prima e local de realização das análises**

O café beneficiado foi a matéria-prima utilizada neste estudo. Foram gentilmente cedidas 39 amostras de café arábica e 38 amostras de café conilon, dos fornecedores listados a seguir.

- Cooperativas de café do Espírito Santo:
  - Coobriel (Cooperativa Agrária dos Cafeicultores de São Gabriel da Palha);
  - Cafesul (Cooperativa dos Cafeicultores do Sul do Estado do Espírito Santo);
  - Coopbac (Cooperativa dos Produtores Agropecuários da Bacia do Cricaré);
  - Pronova (Cooperativa dos Cafeicultores das Montanhas do Espírito Santo).
- Comércio de café do estado do Espírito Santo:
  - Unicafé;
  - Conilon Brasil.
- Prefeitura Municipal de Venda Nova do Imigrante- Espírito Santo.
- Cooperativa de café de Minas Gerais:
  - Coocafe (Cooperativa dos Cafeicultores da Região de Lajinha).

Todas as amostras foram submetidas ao teste sensorial de degustação, para posterior classificação quanto à qualidade da bebida, no Laboratório de

classificação e degustação de café do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, do setor de Cafeicultura. As análises físico-químicas foram realizadas nos laboratórios de Química de Alimentos e Operações Unitárias, do Departamento de Engenharia de Alimentos; no laboratório Central Analítica I, do Departamento de Química e Física e no laboratório de Solos, do Departamento de Produção Vegetal, localizados no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo.

## **4.2 Teste sensorial e classificação do café quanto à qualidade da bebida**

### **4.2.1 Teste sensorial e classificação de café arábica**

A análise sensorial das amostras de café arábica foi realizada por três julgadores credenciados (Q-Grader e R-Grader), conforme protocolo da Associação Americana de Cafés Especiais (SCAA, 2014).

O café foi avaliado utilizando uma escala de notas de 6 a 10 pontos para fragrância/aroma, uniformidade, ausência de defeitos (xícara limpa), doçura, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio, defeitos e avaliação global. A torra do grão foi de leve a leve-média intensidade (tempo de torra entre 8 a 12 minutos), apresentando coloração de torra de aproximadamente #55 da escala Agtron, no caso do grão, e de #65, se moído, admitindo-se tolerância de +/- 1 ponto. Após a torra, as amostras foram moídas e distribuídas em 5 xícaras, contendo em torno de 8,25 g de café moído em 150 mL de água aquecida a aproximadamente 93 °C, para cada xícara. Em seguida, procedeu-se com a realização do teste sensorial. Cada amostra de café submetida ao teste continha, aproximadamente, 300 g de grãos crus beneficiados, quantidade suficiente para realização do teste e também para execução das posteriores análises físico-químicas.

Após cada julgador ter divulgado sua pontuação, foi realizado o cálculo de média para se obter a pontuação final de cada amostra. Apesar da utilização da metodologia preconizada pela Associação Americana de Cafés Especiais (SCAA, 2014), da qual foi obtida a nota sensorial de cada amostra, a classificação do café arábica foi realizada, pelos degustadores, de acordo com a Instrução Normativa nº 08, de 11 de junho de 2003 (BRASIL, 2003), comumente utilizada no Brasil, como anteriormente apresentada no Quadro 1.

#### **4.2.2 Teste sensorial e classificação de café conilon**

A análise sensorial das amostras de café conilon foi realizada por três julgadores credenciados (Q Grader e R Grader), de acordo com o protocolo de degustação do Robusta do CQI- *Coffee Quality Institute* (UCDA, 2010).

O café foi avaliado utilizando uma escala de notas de 6 a 10 pontos para fragrância/aroma, sabor, retrogosto, relação salinidade/acidez, relação amargor/doçura, sensação na boca, uniformidade, equilíbrio, limpeza e conjunto. A torra do grão foi de média a média-escura (tempo de torra entre 9 a 14 minutos), apresentando coloração de torra de aproximadamente #45 da escala Agrtron, no caso do grão, e de #75, se moído, admitindo-se tolerância de +/- 1 ponto. Após a torra, as amostras foram moídas e distribuídas em 5 xícaras, contendo em torno de 8,75 g de café moído em 150 mL de água aquecida a aproximadamente 93 °C, para cada xícara. Em seguida, procedeu-se com a realização do teste sensorial. Cada amostra de café submetida ao teste continha, aproximadamente, 300 g de grãos crus beneficiados, quantidade suficiente para realização do teste e também para execução das posteriores análises físico-químicas.

A classificação da amostra foi realizada de acordo com a nota final de cada julgador, calculada pela soma das pontuações de cada atributo primário. Após cada julgador ter divulgado sua pontuação, foi realizado o cálculo de média para se obter a classificação final de cada amostra, conforme apresentada anteriormente no Quadro 2.

#### **4.3 Planejamento Experimental e análise estatística dos dados**

O planejamento experimental do presente estudo foi realizado a partir do resultado da classificação sensorial das 39 amostras de café arábica e das 38 amostras de café conilon. Após as médias das notas sensoriais serem obtidas, a partir das notas dos 3 julgadores, e a classificação de cada café ser feita; para compor o número de repetições por tratamento, sendo os tratamentos cada classificação sensorial; foram escolhidos os cafés com valores próximos das médias das notas sensoriais, e com a mesma classificação.

Em seguida, o delineamento experimental foi proposto. No total foram 10 tratamentos baseados na classificação sensorial do café: 6 para café arábica (estritamente mole, mole, dura, riada, rio e rio zona), e 4 para café conilon (fino, prêmio, médio- boa qualidade usual e razoável- boa qualidade usual/ comercial), com o número de repetições listados na Tabela 2, o qual foi limitado pela disponibilidade de amostras, sendo que para cada amostra as análises foram feitas em duplicata.

Tabela 2- Planejamento experimental para amostras de café arábica e conilon, cru e torrado.

<b>Espécie</b>	<b>Tratamentos (Classificações)</b>	<b>Número de Repetições</b>
Café arábica	Estritamente mole	3
	Mole	3
	Dura	3
	Riada	3
	Rio	3
	Rio Zona	3
Café conilon	Fino	3
	Prêmio	3
	Médio - Boa qualidade usual	3
	Razoável - Boa qualidade usual/ comercial	3

O delineamento foi o inteiramente casualizado. Inicialmente, foi feita análise de variância para cada variável resposta dos cafés arábica e conilon, cru e torrado e, para os casos de F significativo, aplicou-se o teste de comparações múltiplas de Tukey. Para verificar a influência da torra sobre os constituintes estudados do café, foi realizado o teste-t de comparação pareada, entre amostras de grãos crus e torrados. Além disso, foi avaliado o coeficiente de correlação de Pearson entre todas as variáveis em estudo. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R e o nível de significância considerado foi de 5%.



#### **4.4 Preparo da amostra para realização das análises físico-químicas**

Após o teste sensorial de degustação e a classificação quanto à qualidade da bebida, os cafés selecionados, tanto os grãos crus como os torrados, foram moídos (o grão cru em moinho elétrico de facas da marca Solab e o grão torrado em moinho elétrico de discos da marca Botine) em granulometria fina (20 mesh), embalados separadamente em embalagens de polietileno/ alumínio, selados e armazenados à -18 °C até o momento da realização das análises físico-químicas.

#### **4.5 Análises físico-químicas**

##### **4.5.1 Umidade**

A umidade dos grãos crus foi determinada por analisador de umidade e impureza modelo G650, marca Gehaka Agri.

A determinação da umidade dos grãos torrados foi realizada pelo método de secagem direta em estufa (IAL, 2008). Uma quantidade de 10 g de café moído foi submetida à secagem em estufa a 105 °C até peso constante. O resultado foi expresso em porcentagem de umidade ( $m\ m^{-1}$ ).

##### **4.5.2 Perda de massa**

O cálculo realizado para perda de massa foi feito através de balanço de massa entre as massas dos grãos de café e sua umidade, determinada antes e após a torra.

##### **4.5.3 Análise de cor**

A análise de cor do café foi realizada em Colorímetro CM-5, da marca Konica Minolta. Após calibração do equipamento, o café torrado e moído foi colocado em um recipiente com diâmetro de cerca de 4 cm, a superfície foi levemente pressionada e foi realizada a leitura de cada amostra. Foram obtidos os parâmetros da escala desenvolvida pela *Commission Internationale de Eclairage* (CIE)  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (componente vermelho-verde) e de  $b^*$  (componente amarelo-azul).

#### **4.5.4 Sólidos solúveis em água**

O teor de sólidos solúveis em água foi determinado de acordo com os procedimentos estabelecidos pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

Em um béquer foi pesado 1,00 g da amostra moída de café e adicionados 8,00 mL de água destilada quente. A mistura foi aquecida até ebulição. A água quente foi repostada à medida que ocorria evaporação. Após 20 minutos de aquecimento, a mistura foi filtrada à vácuo, lavando com 32,00 mL de água quente. O papel de filtro usado na filtração contendo os sólidos insolúveis foi seco em estufa a 105 °C até peso constante.

O teor de sólidos solúveis em água foi determinado pela diferença entre a massa total do café e a massa dos sólidos insolúveis previamente calculadas. Os resultados foram expressos em porcentagem em base seca.

#### **4.5.5 pH e Acidez Titulável Total**

Para análise de pH foram pesadas 5 g de café moído e adicionados 50 mL de água destilada, agitando-se por 40 minutos em agitador magnético. Em seguida, foi realizada a leitura em potenciômetro à temperatura ambiente (IAL, 2008).

A acidez titulável total foi realizada a partir do mesmo extrato da análise de pH com auxílio do potenciômetro. Foram adicionadas, no extrato de 50 mL, de 2 a 3 gotas de fenolftaleína e foi feita uma titulação com NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> até pH 8,2 (ponto de viragem da fenolftaleína), sob temperatura ambiente. Os resultados foram expressos em mL de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> por 100g de amostra (IAL, 2008).

#### **4.5.6 Açúcares Totais, redutores e não redutores**

Açúcares totais e redutores foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (1990) e determinados pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1944). Os açúcares não redutores foram encontrados pela diferença entre os açúcares totais e redutores. Os valores foram expressos em porcentagem.

#### **4.5.7 Condutividade elétrica e Lixiviação de potássio**

A determinação da condutividade elétrica (CE) nos grãos crus de café foi realizada adaptando-se a metodologia proposta por Krzyzanowski, França Neto e Henning (1991). Foram separados 50 grãos de café sem defeitos visíveis e as massas aferidas (precisão de 0,001 g). Subsequentemente, estas amostras foram imersas em 75 mL de água deionizada no interior de copos plásticos de 180 mL de capacidade. Após um período de 5 horas de embebição, as soluções sem os grãos de café foram vertidas para outro recipiente, onde foi realizada a leitura da condutividade elétrica em condutímetro da marca Digimed. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de amostra.

Após a leitura da condutividade elétrica, as soluções foram submetidas à determinação da quantidade de potássio lixiviado. A leitura foi feita em fotômetro de chama DM-62 da marca Digimed. Com os dados obtidos, foi calculada a concentração de potássio lixiviado com os resultados expressos em ppm (PRETE, 1992).

#### **4.5.8 Fenólicos totais**

A determinação de compostos fenólicos totais foi realizada pelo método de Folin-Ciocalteu (MORAIS, 2009). Inicialmente, preparou-se o extrato, deixando em infusão sob aquecimento por um minuto, 2 g de café moído com 10 mL de água fervente. Após, pipetou-se 0,1 mL deste extrato, que foi diluído com água até o volume de 50 mL. Desta solução, foi retirada uma alíquota de 0,5 mL e transferida para tubo de ensaio. Em seguida, adicionou-se 2,5 mL de uma solução aquosa do reativo de Folin-Ciocalteu a 10% e 2 mL de uma solução de carbonato de sódio a 7,5%. A mistura foi mantida em banho de água a uma temperatura de 50 °C por 5 minutos. Após a amostra ter esfriado, foi feita a medição da absorbância a 760 nm contra um branco contendo os reagentes e água no lugar da amostra. Juntamente com essas medidas, fez-se a preparação de uma curva de calibração de soluções aquosas com concentrações conhecidas, utilizando ácido gálico como padrão. O resultado foi expresso em g de equivalente de ácido gálico por 100g de amostra de café em base seca.

#### **4.5.9 Determinação simultânea de ácido clorogênico, trigonelina e cafeína por CLAE**

Para a determinação dos teores de ácido clorogênico, trigonelina e cafeína, foram utilizados procedimentos de extração com água quente, segundo Vitorino et al. (2001), com 0,5 g de café moído, cru ou torrado e 100 mL de água destilada.

A determinação foi feita por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) (ABRAHÃO et al., 2008), com cromatógrafo da marca Shimadzu (modelo Prominence), coluna de fase reversa C-18 Slim-pack VP-ODS Shimadzu (250 mm de comprimento x 4,6 mm DI). O sistema é acoplado a um detector espectrofotométrico UV/visível Shimadzu (modelo SPD-20A), conectado por interface (CBM-20A) a um microcomputador para processamento de dados. As condições de análise utilizadas foram: fluxo de 1 mL min<sup>-1</sup>; fase móvel: metanol, água e ácido acético (20:80:1); temperatura da coluna 40 °C e comprimento de onda de 272 nm.

O método padrão externo foi usado para determinar o teor de cada composto. Foi feita uma curva de calibração obtida a partir das áreas dos picos dos cromatogramas a 272 nm em função de concentrações conhecidas de solução padrão de ácido clorogênico (ácido 5-cafeoilquínico), solução padrão de trigonelina (Cloridrato de 1-metilpiridínio-3-carboxilato) e solução padrão de cafeína (1,2,7-trimetilxantina), adquiridos da Sigma-Aldrich. Os resultados foram expressos em porcentagem em base seca.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.2 Cafés selecionados pela classificação quanto à qualidade da bebida

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentadas as médias das notas sensoriais e as classificações das amostras de café arábica e conilon selecionadas, respectivamente.

Tabela 3 - Amostras de café arábica selecionadas para compor o delineamento experimental do presente estudo.

<b>Classificação</b>	<b>Código da amostra</b>	<b>Média da Nota sensorial*</b>
Estritamente Mole	903	85,33
	304	84,67
	745	86,00
Mole	438	80,33
	529	85,67
	918	82,00
Dura	702	79,33
	328	76,67
	671	78,33
Riada	523	62,00
	272	58,00
	101	59,67
Rio	392	63,33
	864	57,33
	670	66,00
Rio zona	239	54,00
	128	53,33
	180	60,00

\* Média da nota sensorial obtida de três julgadores credenciados (Q- Grader e R-Grader).

Tabela 4 - Amostras de café conilon selecionadas para compor o delineamento experimental do presente estudo.

<b>Classificação</b>	<b>Código da amostra</b>	<b>Média da Nota sensorial*</b>
Fino	326	87,33
	734	80,00
	173	80,67
Prêmio	121	77,33
	630	71,00
	242	76,00
Médio - Boa Qualidade Usual (BQU)	541	67,67
	725	69,33
	231	67,00
Razoável- Boa Qualidade Usual (BQU)/ comercial	894	54,00
	132	54,67
	981	40,67

\* Média da nota sensorial obtida de três julgadores credenciados (Q- Grader e R-Grader).

## 5.3 Análises físico-químicas

### 5.3.1 Umidade

Os teores de umidade encontrados para café arábica e conilon, cru e torrado, são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5- Teores médios de Umidade em % para café arábica e conilon, grão cru e torrado.

Classificação	Café cru	Café torrado
<b>Café Arábica</b>		
Estritamente Mole	11,67 ± 0,31a	2,39 ± 0,13 a,b
Mole	12,03 ± 0,65 a	2,51 ± 0,28 b
Dura	11,93 ± 0,15 a	2,37 ± 0,14 a,b
Riada	11,70 ± 0,36 a	1,79 ± 0,15 a,b
Rio	11,83 ± 0,50 a	1,92 ± 0,30 a,b
Rio Zona	12,00 ± 0,10 a	1,63 ± 0,40 a
<b>Café Conilon</b>		
Fino	11,83 ± 0,15 a	2,12 ± 0,11 a,b
Prêmio	12,67 ± 0,23 a	2,04 ± 0,42 a,b
Médio - BQU	12,43 ± 0,96 a	2,03 ± 0,33 a,b
Razoável- BQU/ comercial	11,97 ± 0,70 a	1,96 ± 0,05 a,b

\*Média de três repetições ± desvio padrão (DP).

\*\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste F, para o café cru e, pelo teste de Tukey, para o café torrado.

Os teores de umidade para o grão de café cru estiveram entre 11% a 13%, valores dentro do limite sugerido por Silva et al. (2001) como ideal para a boa conservação do café, e também observados por Júnior e Corrêa (2003).

Não se observou diferença significativa no teor de umidade entre as classificações de café cru, embora a amostra de café conilon classificada como prêmio tenha apresentado valor médio (12,67 ± 0,23%) de umidade superior ao limite máximo estipulado pela legislação brasileira, de 12,5% (BRASIL, 2003).

De acordo com a Tabela 5, é possível observar que os teores de umidade dos cafés torrados estiveram abaixo do limite máximo permitido de 5,0 % de

umidade, pela legislação brasileira (BRASIL, 1999). Apenas as amostras de café bebida mole e rio zona apresentaram diferença entre suas médias, não diferenciando significativamente das demais.

O menor teor de umidade observado no café rio zona pode ter sido influenciado pelo número de defeitos (grãos verdes, pretos e ardidos), presente neste café, devido ao maior tempo de torra necessário para se obter, visualmente, homogeneidade entre os grãos. São encontrados na literatura estudos que indicam que sob as mesmas condições de processamento, grãos de café saudáveis são torrados mais rapidamente que grãos de café defeituosos (FRANCA et al., 2005; VASCONCELOS et al., 2007), sendo necessário, para estes últimos, maior tempo de torra para obter melhor homogeneidade de cor dos grãos, com a conseqüente diminuição do teor de umidade dos mesmos, ocasionando uma possível torra excessiva dos grãos saudáveis.

### **5.3.2 Sólidos solúveis em água**

Os sólidos solúveis presentes no café conferem corpo à bebida. O atributo corpo consiste na percepção tátil do líquido na boca, especialmente quando percebida entre a língua e o céu da boca (SCAA, 2014). Teores médios de sólidos solúveis em água de café arábica e conilon, cru e torrado, são apresentados na Tabela 6.



Tabela 6- Teores médios de sólidos solúveis (% base seca) para café arábica e conilon, grão cru e torrado.

Classificação	Café cru	Café torrado
<b>Café Arábica</b>		
Estritamente Mole	25,53 ± 0,86 a	21,07 ± 2,33 a
Mole	25,97 ± 0,65 a	21,30 ± 1,29 a
Dura	26,36 ± 1,38 a	19,53 ± 2,11 a
Riada	25,13 ± 1,53 a	23,76 ± 2,19 a
Rio	26,56 ± 1,02 a	23,59 ± 1,25 a
Rio Zona	25,22 ± 0,37 a	23,13 ± 1,52 a
<b>Café Conilon</b>		
Fino	30,00 ± 5,31 a	22,21 ± 2,17 a
Prêmio	25,73 ± 0,70 a	21,24 ± 0,86 a
Médio- BQU	26,95 ± 0,48 a	22,69 ± 2,60 a
Razoável- BQU/ comercial	26,70 ± 2,55 a	22,79 ± 0,72 a

\*Média de três repetições ± desvio padrão (DP).

\*\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste F.

Não houve diferença significativa quanto ao conteúdo de sólidos solúveis entre os diferentes tipos de bebida de café arábica e café conilon, tanto para o grão cru como para o torrado. Dessa forma, não se pode observar relação entre o teor de sólidos solúveis presente no grão cru e torrado com a qualidade da bebida.

Estes resultados corroboram com os de Garruti et al. (1962) e Barbosa et al. (2002), que também não observaram relação entre o conteúdo de sólidos solúveis de diferentes tipos de bebida de café arábica. Em contrapartida, Pinto et al. (2002), estudando diferentes padrões de bebida de café arábica, para preparo de café expresso, observou que amostras estritamente mole, mole, apenas mole e duro apresentaram maiores teores de sólidos solúveis totais.

Os presentes resultados estiveram próximos aos observados por Moura et al. (2007) e Fernandes et al. (2003), que obtiveram teores de sólidos solúveis de 26,84% e 29,85%; e de 26,97% e 31,39%, respectivamente, para café arábica e conilon cru. Resende et al. (2011) encontraram valores médios de 27,08% e

31,25% de sólidos solúveis totais em café conilon submetido à secagem em terreiro híbrido e de concreto, respectivamente.

O teor de sólidos solúveis do grão torrado sofre variações de acordo com o tipo de café, o grau de torra e o tipo de moagem (SABBAGH; YOKOMIZO, 1976). Mendonça et al. (2005), encontraram teores de sólidos solúveis variando entre 23,77 a 27,89% em diferentes variedades de café arábica torrado. Silva et al. (2014), ao avaliarem a qualidade de seis variedades de café arábica torrado, observaram valores de sólidos solúveis variando entre 10,0 a 37,5%. Estudando a composição química de café conilon em diferentes graus de torra, Nascimento et al. (2007) encontraram valores de sólidos solúveis variando entre 28 a 31%.

### 5.3.3 pH

Na Tabela 7 são apresentados os valores médios de pH obtidos para cada classificação de bebida de café arábica e conilon, cru e torrado.

Tabela 7- Valores médios de pH para café arábica e conilon, grão cru e torrado.

Classificação	Café cru	Café torrado
<b>Café Arábica</b>		
Estritamente Mole	6,08 ± 0,05 a,c	5,38 ± 0,12 a
Mole	6,07 ± 0,01 a,c	5,36 ± 0,17 a
Dura	6,09 ± 0,04 a,c	5,50 ± 0,04 a,b
Riada	6,10 ± 0,07 a,c	5,68 ± 0,15 a,b,c
Rio	6,20 ± 0,09 c	5,75 ± 0,10 a,b,c,d
Rio Zona	6,11 ± 0,04 a,c	5,77 ± 0,13 a,b,c,d
<b>Café Conilon</b>		
Fino	5,84 ± 0,05 b	5,85 ± 0,12 b,c,d
Prêmio	6,01 ± 0,03 a,b	5,85 ± 0,11 b,c,d
Médio- BQU	6,07 ± 0,11 a,c	5,98 ± 0,20 c,d
Razoável- BQU/ comercial	6,01 ± 0,05 a,b	5,64 ± 0,30 d

\*Média de três repetições ± desvio padrão (DP).

\*\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

De acordo com a Tabela 7, em relação às amostras de café cru, observa-se que as médias de pH das bebidas rio e fina apresentaram diferença significativa, embora a primeira não tenha se diferenciado das demais bebidas de café arábica e da bebida de café conilon classificada como médio- BQU, enquanto que a segunda não se diferenciou significativamente das bebidas prêmio e razoável- BQU/ comercial.

Para o café torrado, não foi observado diferença significativa entre as seis classificações de café arábica, bem como entre as quatro classificações de café conilon. No entanto, as duas melhores qualidades de café arábica (estritamente mole e mole) diferenciaram-se significativamente de todas as classificações de café conilon, apresentando, valores inferiores de pH em relação as demais amostras (Tabela 7).

Na literatura são encontrados relatos que indicam que o pH das bebidas de café arábica normalmente são mais baixos do que as de café conilon (ROGERS et al., 1999), o que pode estar relacionado a um melhor padrão de qualidade das bebidas de café arábica, devido à presença de acidez desejável nestas amostras. Outros autores relatam que o pH do grão é um indicativo de eventuais transformações nos frutos de café, como as fermentações indesejáveis, que ocorrem na pré ou na pós-colheita, originando defeitos e, conseqüentemente, redução do pH e deterioração da bebida (SIQUEIRA; ABREU, 2006).

Segundo Martinez et al. (2013), a acidez resultante de ácidos cítrico e málico conferem acidez desejável à qualidade do café, ao passo que acidez resultante dos ácidos acético, láctico, propiônico e butírico produzem efeitos indesejáveis sobre a qualidade do café.

Com o objetivo de avaliar o efeito do zinco sobre a produção de café arábica e a qualidade dos grãos produzidos, Martinez et al. (2013), encontraram, em média, pH igual a 5,4; não havendo diferença entre cafés suplementados ou não por zinco. Koskei, Patrick e Simon (2015), encontraram valores de pH variando de 5,91 a 6,11 e, Franca, Mendonça e Oliveira (2005) observaram valores de pH na faixa de 5,30 a 6,52, para amostras de café arábica cru.

Fernandes et al. (2003), ao avaliarem os constituintes químicos e teor de extrato aquoso de cafés arábica e conilon encontraram valores de pH iguais a 6,03 e 5,87, para café arábica torrado e de 5,93 para café conilon torrado. Silva et

al. (2014), encontraram valores de pH em seis variedades de café arábica torrado variando entre 5,06 a 5,30.

#### 5.3.4 Acidez titulável total

Os teores médios de acidez titulável total encontrados nas amostras de café arábica e conilon, cru e torrado, classificados quanto à qualidade da bebida são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8- Teores médios de acidez titulável total (mL NaOH 0,1mol L<sup>-1</sup> 100g<sup>-1</sup> de amostra) para café arábica e conilon, grão cru e torrado.

Classificação	Café cru	Café torrado
<b>Café Arábica</b>		
Estritamente Mole	103,19 ± 3,56 a	251,23 ± 20,90 a,c
Mole	99,97 ± 4,66 a	276,86 ± 29,23 c
Dura	97,92 ± 2,66 a	225,94 ± 7,20 a,c
Riada	106,97 ± 14,29 a	215,32 ± 39,87 a,c
Rio	106,38 ± 4,62 a	209,33 ± 16,38 a,c,d
Rio Zona	106,89 ± 9,86 a	200,95 ± 33,32 a,d
<b>Café Conilon</b>		
Fino	98,30 ± 8,44 a	148,70 ± 21,22 b,d
Prêmio	89,31 ± 2,19 a	151,36 ± 13,75 b,d
Médio- BQU	93,34 ± 6,20 a	130,87 ± 20,95 b
Razoável- BQU/ comercial	97,63 ± 7,92 a	112,23 ± 12,56 b

\*Média de três repetições ± desvio padrão (DP).

\*\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste F, para o café cru e, pelo teste de Tukey, para o café torrado.

De acordo com os resultados de acidez apresentados na Tabela 8, em relação às amostras de café cru, não houve diferença significativa entre as distintas classificações de café, indicando que a acidez presente no grão cru não tem relação com a qualidade da bebida. Divergindo deste resultado, Carvalho et al. (1994), em seu estudo, constataram uma relação inversa da acidez presente nos grãos de café beneficiado com a qualidade do café, encontrando maiores valores de acidez em cafés de pior qualidade.

Entre as classificações de café arábica torrado verificou-se diferença significativa entre o valor de acidez do café bebida mole e bebida rio zona, com valores médios iguais a 276,86 e 200,95 mL NaOH 0,1mol L<sup>-1</sup> 100g<sup>-1</sup>, respectivamente, indicando que dentro desta espécie de café obteve-se maior acidez em um bebida de melhor qualidade, se comparada à de pior qualidade.

Já para o café conilon torrado, não houve diferença significativa entre suas classificações quanto à qualidade da bebida, tampouco entre as classificações rio e rio zona de café arábica, embora a acidez das amostras de café conilon tenham se diferenciado estatisticamente das classificações de café arábica bebida estritamente mole, mole, dura e riada, que apresentaram valores superiores aos observados para café conilon.

Rogers et al. (1999) encontraram concentrações mais elevadas de ácido cítrico e málico em café arábica do que em café conilon, sendo esta uma possível explicação da valorização e reconhecimento que esta espécie possui, devido ao paladar ácido característico de sua bebida em relação ao café conilon.

Avaliando a composição físico-química de grãos de café arábica cru e sua qualidade sensorial como resultado do método de processamento e secagem, Ferreira et al. (2013), não encontraram variação significativa entre os valores de acidez de suas amostras, e estes foram iguais a 185,00 e 190,00 mL NaOH 0,1mol L<sup>-1</sup> 100g<sup>-1</sup>. Em uma escala de 0 a 8 pontos estes cafés receberam notas sensoriais para o atributo acidez variando entre 4,90 a 6,00; enquanto que a pontuação final, após a soma de todos os atributos, esteve na faixa de 75,65 a 82,95 pontos.

Borém et al. (2008) encontraram valores médios para acidez titulável total na faixa de 171,33 a 216,67 mL NaOH 0,1mol L<sup>-1</sup> 100g<sup>-1</sup>, em café arábica natural e despulpado, em função do tipo de secagem. Silva et al. (2009) encontraram valores de acidez em cafés de três regiões distintas de Chapada de Minas iguais a 166,77; 120,00 e 148,63 mL NaOH 0,1mol L<sup>-1</sup> 100g<sup>-1</sup>, sendo que estes cafés receberam classificação quanto à prova de xícara igual a bebida dura. Franca, Mendonça e Oliveira (2005) encontraram teores de acidez na faixa de 207,2 a 263,3 mL NaOH 0,1mol L<sup>-1</sup> 100g<sup>-1</sup>, para café cru, e de 101,0 a 114,0 mL NaOH 0,1mol L<sup>-1</sup> 100g<sup>-1</sup>, para café torrado, em quatro padrões de bebida de café arábica (Mole, Dura, Riada e Rio). Pinto (2002) ao avaliar seis padrões de bebida de café

arábica observou valores de acidez em café torrado que variaram de 280,00 a 350,00 mL NaOH 0,1mol L<sup>-1</sup> 100g<sup>-1</sup> de amostra.

### 5.3.5 Açúcares

Para obter o teor de açúcares foi necessária a elaboração de uma curva de calibração com soluções aquosas, em concentrações conhecidas, utilizando a glicose como padrão (Figura 7).

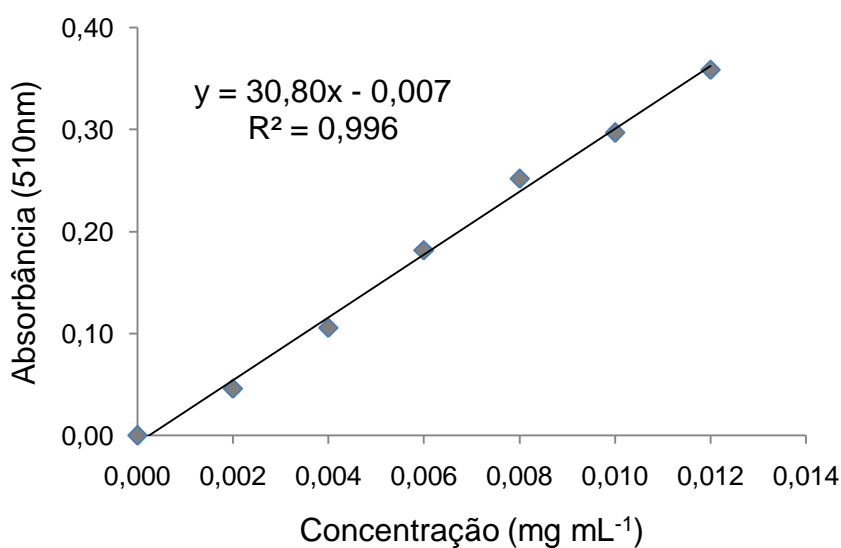


Figura 7- Curva de calibração para o padrão de glicose.

#### 5.3.5.1 Açúcares totais

Os teores médios de açúcares totais encontrados nas amostras de café arábica e conilon, cru e torrado, classificadas quanto à qualidade da bebida, são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9- Teores médios de açúcares totais (% base seca) de café arábica e conilon, grão cru e torrado.

Classificação	Café cru	Café torrado
<b>Café Arábica</b>		
Estritamente Mole	7,04 ± 0,22 a	0,46 ± 0,16 a
Mole	7,13 ± 1,24 a	0,44 ± 0,11 a
Dura	5,76 ± 0,66 a,c	0,33 ± 0,12 a
Riada	7,18 ± 1,06 a	0,66 ± 0,34 a
Rio	5,74 ± 2,10 a,b,c	0,35 ± 0,07 a
Rio Zona	4,97 ± 0,43 a,b,c	0,26 ± 0,14 a
<b>Café Conilon</b>		
Fino	4,27 ± 2,16 a,b,c	0,80 ± 0,68 a
Prêmio	3,94 ± 0,16 a,b,c	0,83 ± 0,50 a
Médio- BQU	2,41 ± 0,51 b	0,92 ± 0,48 a
Razoável- BQU/ comercial	3,50 ± 0,83 c,b	0,65 ± 0,66 a

\*Média de três repetições ± desvio padrão (DP).

\*\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey, para o café cru e, pelo teste F, para o café torrado.

De acordo com a Tabela 9 observa-se que houve diferença significativa entre as amostras de café cru, dentro de cada espécie. As amostras de café arábica classificadas como estritamente mole, mole e riada se diferenciaram significativamente das amostras de café conilon classificadas em médio- BQU e razoável- BQU/ comercial, com os maiores valores de açúcares registrados nas amostras de café arábica.

Teores de açúcares iguais a 7,39% e 8,26% foram obtidos por Ferreira et al. (2013), ao avaliarem amostras de café arábica cru bebida dura sob diferentes formas de processamento e secagem. Pádua et al. (2001) encontraram teores de açúcares totais iguais a 10,4%, para bebida mole, 7,11%, para bebida dura, 7,75%, para bebida rio, e 5,20%, para café conilon não classificado, verificando diferença significativa entre esses valores. Partelli et al. (2014) obtiveram valores de açúcares totais entre 4,42% a 4,93%, para café conilon cru com notas de degustação entre 73,31 a 75,50. Ribeiro et al. (2014), observaram redução no

teor de açúcares totais com o aumento da proporção de café conilon adicionado ao blend com café arábica.

Em relação ao teor de açúcares totais no café torrado, não houve diferença significativa entre as amostras de café. Ao contrário do observado por Pinto et al. (2001), que verificaram diferença significativa entre amostras de café arábica torrado classificados quanto à qualidade da bebida, em que obtiveram teores de açúcares totais iguais a 1,48%, para estritamente mole; 1,02%, para mole; 0,98%, para apenas mole; 1,16%, para dura; 1,51%, para riada e; 0,94, para rio. Fernandes et al. (2003), encontraram teores de açúcares totais iguais a 0,49% e 0,71%; para café arábica, e para café conilon valor igual a 0,29%, em amostras de café torrado.

Com base nos resultados encontrados, não é possível afirmar que há relação entre o teor de açúcar total em café, tanto cru como torrado, com o perfil de qualidade da bebida.

#### **5.3.5.2 Açúcares redutores**

Os teores médios de açúcares redutores encontrados nas amostras de café arábica e conilon, cru e torrado, classificadas quanto à qualidade da bebida são apresentados na Tabela 10.



Tabela 10- Teores médios de açúcares redutores (% base seca) de café arábica e conilon, grão cru e torrado.

Classificação	Café cru	Café torrado
<b>Café Arábica</b>		
Estritamente Mole	0,20 ± 0,16 a	0,18 ± 0,06 a,b
Mole	0,14 ± 0,03 a	0,27 ± 0,01 a
Dura	0,16 ± 0,11 a	0,15 ± 0,02 a,b
Riada	0,16 ± 0,04 a	0,24 ± 0,01 a,b
Rio	0,19 ± 0,04 a	0,13 ± 0,05 a,b
Rio Zona	0,18 ± 0,08 a	0,13 ± 0,01 a,b
<b>Café Conilon</b>		
Fino	0,31 ± 0,11 a	0,11 ± 0,03 a,b
Prêmio	0,46 ± 0,34 a	0,22 ± 0,16 a,b
Médio- BQU	0,36 ± 0,07 a	0,10 ± 0,00 b
Razoável- BQU/ comercial	0,28 ± 0,07 a	0,11 ± 0,03 a,b

\*Média de três repetições ± desvio padrão (DP).

\*\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste F, para o café cru e, pelo teste de Tukey, para o café torrado.

De acordo com os resultados divulgados na Tabela 10, em relação às amostras de café cru, não houve diferença significativa entre as diferentes classificações de café. Para as amostras de café torrado, verificou-se diferença significativa entre a amostra de café arábica classificada como bebida mole e a amostra de café conilon classificada como médio- BQU.

A bebida de café arábica, classificada como mole, apresentou teor médio de açúcares redutores superior (0,27%) em relação à bebida de café conilon classificada como médio- BQU (0,10%), consideradas como bebida de qualidade superior e inferior, respectivamente, quando analisadas dentro de cada espécie de café.

O conteúdo de açúcares redutores encontrados neste estudo podem ser comparados aos relatados por Caixeta et al. (2013), que obtiveram, para grão cru de café arábica bebida dura, teores de açúcares redutores variando entre 0,21% a 0,31%, e por Partelli et al. (2014), que encontraram valores iguais a 0,45%; 0,49%; 0,52% e 0,54%; para amostras de café conilon cru com pontuação

sensorial na escala de qualidade igual a 75,00; 75,06; 73,31 e 75,50, respectivamente.

Para as amostras de café torrado, os teores de açúcares redutores encontrados são próximos à faixa obtida por Pinto et al. (2001), de 0,16 a 0,25% e por Fernandes et al. (2003), iguais a 0,18% e 0,27%, para café arábica; 0,26%, para blend de café arábica e conilon; e 0,29% para café conilon.

### 5.3.5.3 Açúcares não redutores

Os açúcares não redutores, em particular a sacarose, são encontrados em maiores quantidades no café, e possuem grande importância sensorial. Sendo influenciados pela torra, atuam como precursores de aromas, além de serem responsáveis pela formação de cor. Os teores médios de açúcares não redutores encontrados nas amostras de café arábica e conilon, cru e torrado, classificadas quanto à qualidade da bebida são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11- Teores médios de açúcares não redutores (% base seca) de café arábica e conilon, grão cru e torrado.

Classificação	Café cru	Café torrado
<b>Café Arábica</b>		
Estritamente Mole	6,83 ± 0,06 a,c	0,28 ± 0,22 a
Mole	6,99 ± 1,24 c	0,17 ± 0,12 a
Dura	5,60 ± 0,62 a,c,d	0,18 ± 0,11 a
Riada	7,02 ± 1,03 c	0,42 ± 0,33 a
Rio	5,55 ± 2,11 a,c,d	0,22 ± 0,08 a
Rio Zona	4,79 ± 0,37 a,b,c,d	0,14 ± 0,15 a
<b>Café Conilon</b>		
Fino	3,96 ± 2,26 a,b,c,d	0,69 ± 0,70 a
Prêmio	3,48 ± 0,32 a,b,d	0,61 ± 0,40 a
Médio- BQU	2,05 ± 0,51 b	0,82 ± 0,48 a
Razoável- BQU/ comercial	3,22 ± 0,87 d,b	0,54 ± 0,67 a

\*Média de três repetições ± desvio padrão (DP).

\*\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey, para o café cru e, pelo teste F, para o café torrado.

Em relação às amostras de café cru, bebida mole e riada não apresentaram diferença significativa entre si, bem como das demais classificações de café arábica e da classificação bebida fina de café conilon. No entanto, diferenciaram-se significativamente de amostras de café conilon, classificadas como bebida prêmio, médio- BQU e razoável- BQU/comercial, apresentando maior conteúdo de açúcares não redutores que estes.

Pela Tabela 11, observa-se que não há relação entre a qualidade da bebida com o teor de açúcares não redutores presente no café cru, pois dentro de cada espécie não houve diferença significativa entre as amostras previamente classificadas quanto à qualidade da bebida. Esta relação também não foi observada para os cafés torrados, não se verificando diferença entre os tratamentos. Confirmando os resultados observados por Farah et al. (2006), que não observaram correlação entre os níveis desses açúcares com a qualidade da bebida.

Os teores de açúcares não redutores encontrados em café cru estão próximos aos divulgados por Partelli et al. (2014), de 3,88%; 4,30%; 4,31% e 4,48% para café conilon de boa qualidade, e semelhantes aos encontrados por Fernandes et al. (2002), de 7,71%, para café arábica e 3,48%, para o café conilon. Farah et al. (2006) encontraram maior conteúdo de sacarose em bebida de café arábica riada ( $7,85 \pm 0,26\%$ ) e menor em bebida rio zona ( $4,88 \pm 0,10\%$ ), verificando perda média de 98% desses açúcares com a torração, associando esta ocorrência como consequência da caramelização e reações de Maillard.

Pinto et al. (2001) encontraram teores de açúcares não redutores em cafés submetidos a torração média/ clara variando entre 0,69% a 1,19%. Toci, Farah e Trugo (2006), observaram redução dos níveis de sacarose em amostras de cafés integrais e descafeinados, submetidos à torração moderadamente clara, e encontraram valores iguais a 1,66% e 4,2%, em café conilon e arábica integrais, respectivamente.

### **5.3.6 Condutividade elétrica e Lixiviação de potássio**

Os valores médios de condutividade elétrica e lixiviação de potássio encontrados nas amostras de café arábica e conilon cru, classificadas quanto à qualidade da bebida, são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12- Valores médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ) e teores de potássio lixiviado (ppm) de café arábica e conilon, grão cru.

Classificação	Condutividade elétrica	Lixiviação de potássio
<b>Café Arábica</b>		
Estritamente Mole	133,16 $\pm$ 27,92 a	53,43 $\pm$ 12,32 a
Mole	148,80 $\pm$ 25,14 a	59,50 $\pm$ 10,61 a
Dura	155,41 $\pm$ 4,83 a	61,06 $\pm$ 2,11 a
Riada	167,68 $\pm$ 29,22 a	67,14 $\pm$ 12,64 a
Rio	160,96 $\pm$ 32,60 a	64,00 $\pm$ 13,62 a
Rio Zona	161,13 $\pm$ 10,78 a	63,26 $\pm$ 5,87 a
<b>Café Conilon</b>		
Fino	74,64 $\pm$ 20,51 a	26,03 $\pm$ 6,69 a
Prêmio	80,39 $\pm$ 37,33 a	29,11 $\pm$ 16,10 a
Médio- BQU	153,33 $\pm$ 90,04 a	57,04 $\pm$ 34,91 a
Razoável- BQU/ comercial	182,75 $\pm$ 35,55 a	67,43 $\pm$ 14,79 a

\*Média de três repetições  $\pm$  desvio padrão (DP).

\*\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste F.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 9, tanto para condutividade elétrica como para lixiviação de potássio, verifica-se que não houve diferença significativa entre nenhuma das amostras de café e, conseqüentemente, não foi observada relação entre essas análises com a espécie de café, bem como com o padrão de classificação da bebida.

Os resultados do presente estudo corroboram com os de Favarin et al. (2004), que também não observaram relação entre esses testes com a análise sensorial da bebida (padrão de qualidade), e discordam com os de Prete (1992) que verificou uma relação inversa entre a qualidade da bebida e a condutividade elétrica e a lixiviação de potássio de exsudatos de grãos crus.

Segundo Malta, Pereira e Chagas (2005), os defeitos influenciam de forma significativa as determinações de condutividade elétrica e lixiviação de potássio, sugerindo que estes métodos devem ser padronizados de forma que reduzam interferências que possam resultar em interpretações errôneas dos grãos de cafés

analisados. Os mesmos autores observaram valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio iguais a  $227,58 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  e  $50,35 \text{ ppm}$ , para grãos de café arábica sem defeitos, enquanto que para grãos com defeito ardido foram encontrados valores de  $539,80 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  e  $146,45 \text{ ppm}$ , respectivamente. Partelli et al. (2014), encontraram valores variando entre  $56,68$  a  $86,28 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ , para condutividade elétrica, e na faixa de  $15,48$  a  $23,56 \text{ ppm}$ , para lixiviação de potássio, em amostras de café conilon de boa qualidade.

### 5.3.7 Compostos fenólicos totais

Além dos ácidos clorogênicos, principais representantes da fração fenólica encontrada na semente de café, outros compostos fenólicos, tais como taninos, ligninas e antocianinas também estão presentes nas sementes de café, embora em pequenas quantidades (FARAH; DONANGELO, 2006).

Para obter o teor de compostos fenólicos totais foi necessária a elaboração de uma curva de calibração com soluções aquosas, em concentrações conhecidas, utilizando o ácido gálico como padrão (Figura 8).

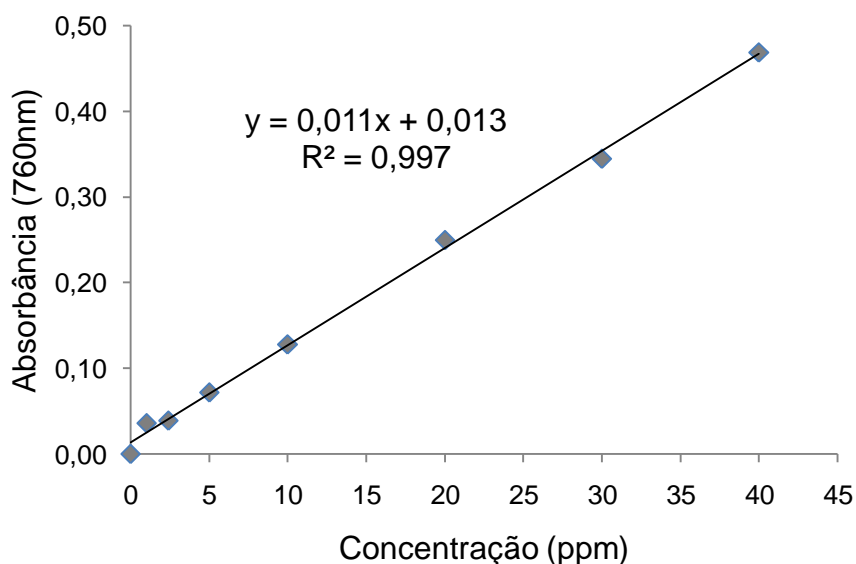


Figura 8- Curva de calibração para o padrão de ácido gálico.

A partir da curva de calibração (Figura 8), obteve-se o teor de compostos fenólicos totais presentes nas amostras de café arábica e conilon, cru e torrado, classificadas quanto à qualidade da bebida, como apresentado na Tabela 13.

Tabela 13- Teores médios de compostos fenólicos totais (g de equivalente de ácido gálico 100g<sup>-1</sup> de amostra em base seca) de café arábica e conilon, grão cru e torrado

Classificação	Café cru	Café torrado
<b>Café Arábica</b>		
Estritamente Mole	3,62 ± 0,42 a	3,26 ± 0,35 a
Mole	3,94 ± 0,42 a	3,73 ± 0,12 a,c
Dura	4,43 ± 0,86 a,c	3,94 ± 0,41 a,b,c
Riada	4,15 ± 0,18 a	3,67 ± 0,24 a,c
Rio	4,01 ± 0,48 a	3,31 ± 0,25 a
Rio Zona	3,69 ± 0,36 a	3,40 ± 0,29 a
<b>Café Conilon</b>		
Fino	5,68 ± 0,52 c,b	4,43 ± 0,35 c,d,b
Prêmio	5,70 ± 0,29 c,b	4,42 ± 0,22 c,d,b
Médio- BQU	6,26 ± 0,62 b	4,99 ± 0,35 d
Razoável- BQU/ comercial	6,19 ± 0,25 b	4,77 ± 0,53 b,d

\*Média de três repetições ± desvio padrão (DP).

\*\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

De acordo com a Tabela 13, em relação ao teor de compostos fenólicos totais no grão cru, observa-se que não houve diferença significativa entre as seis classificações quanto à qualidade de bebida de café arábica, bem como entre as quatro classificações de café conilon. No entanto, foram observadas diferenças significativas entre os cafés arábica e conilon, exceto para bebida dura de café arábica, que não se diferenciou estatisticamente das bebidas fina e prêmio, de café conilon.

Maior conteúdo de fenólicos totais foi observado em café conilon cru (5,68 ± 0,52% a 6,26 ± 0,62%) em relação ao arábica cru (3,62 ± 0,42% a 4,43 ± 0,86%). Esses resultados foram próximos aos encontrados por Abrahão et al. (2010), iguais a 5,43% e 4,37%; e por Arruda et al. (2012), iguais a 3,49 ± 0,49%; 3,64 ± 0,60% e 3,81 ± 0,81%, em café arábica, ao passo que Ribeiro et al. (2014) verificaram maior conteúdo de fenólicos totais em café conilon cru igual a 8,5%.

Conforme os dados apresentados na Tabela 13, para as amostras de café torrado, não houve diferença significativa do teor de compostos fenólicos totais entre as classificações de café quanto à qualidade de bebida dentro de cada espécie (arábica e conilon). Os cafés torrados classificados como estritamente mole, rio e rio zona se diferenciaram estatisticamente, quanto ao teor de compostos fenólicos totais, dos cafés classificados como médio- BQU e razoável- BQU/ comercial. Fernandes et al. (2003) encontraram teores de polifenóis iguais a 4,31%, em café arábica e de 6,18%, em café conilon, ambos submetidos à torração média.

Segundo Farah e Donangelo (2006), níveis mais baixos da fração fenólica do café arábica parecem ser uma das explicações conferidas à sua superioridade na qualidade da bebida quando comparados com café conilon. A Diferença no conteúdo destes compostos nestas duas espécies foi considerada como um dos fatores responsáveis pela diferença de sabor entre elas.

Embora estudos na literatura indiquem que há relação inversa do conteúdo de fenólicos com a qualidade do café (FARAH et al., 2006), no presente estudo não verificou-se esta relação, tanto para amostras de café cru como para amostras de café torrado.

### **5.3.8 Determinação simultânea de ácido clorogênico, trigonelina e cafeína por CLAE**

Os teores de ácido clorogênico (5- ACQ), trigonelina e cafeína foram quantificados a partir do método do padrão externo, onde soluções padrões de cada substância são injetadas separadamente em concentrações distintas a fim de obter curvas de calibração, para a possível determinação de cada componente nas amostras de café. Nas Figuras 9, 10 e 11 são apresentados os cromatogramas obtidos a 272 nm, das soluções padrões de ácido clorogênico (5- ACQ), trigonelina e cafeína, respectivamente.

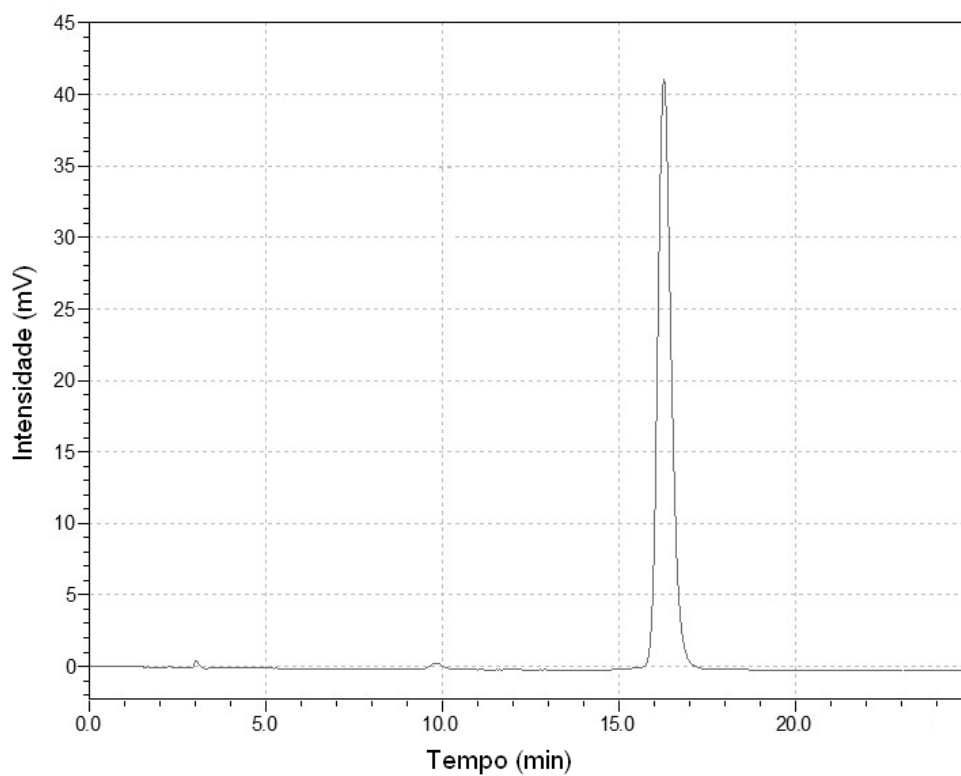


Figura 9- Cromatograma para o padrão de ácido clorogênico (5- ACQ).

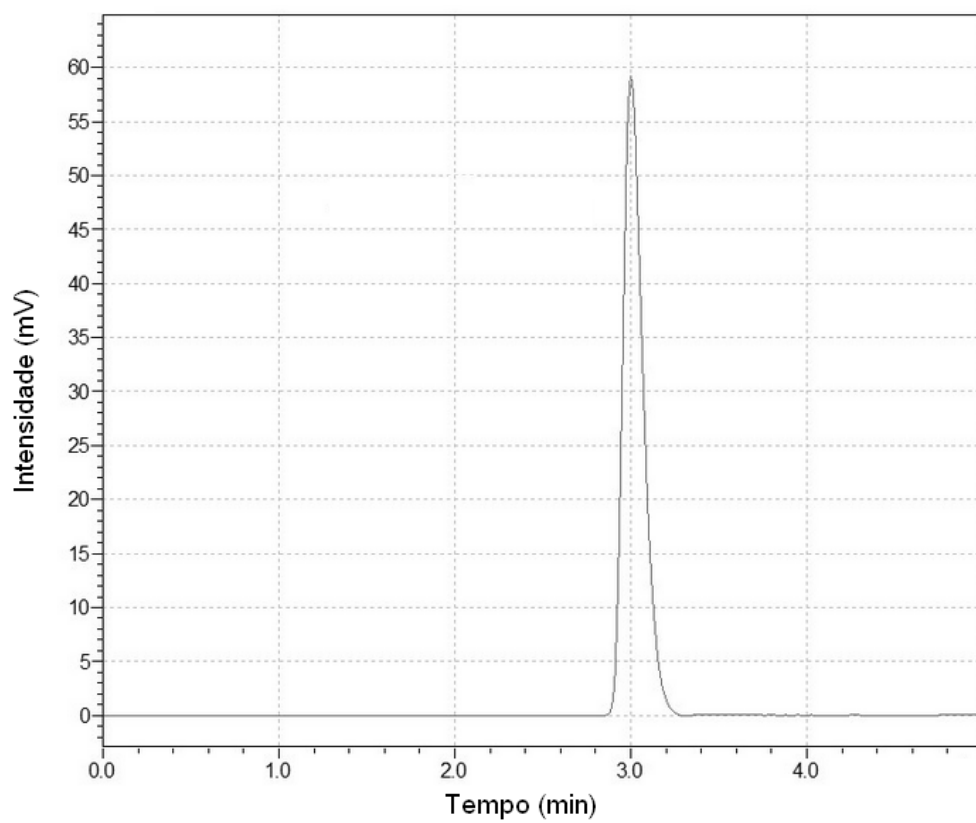


Figura 10- Cromatograma para o padrão de Trigonelina.



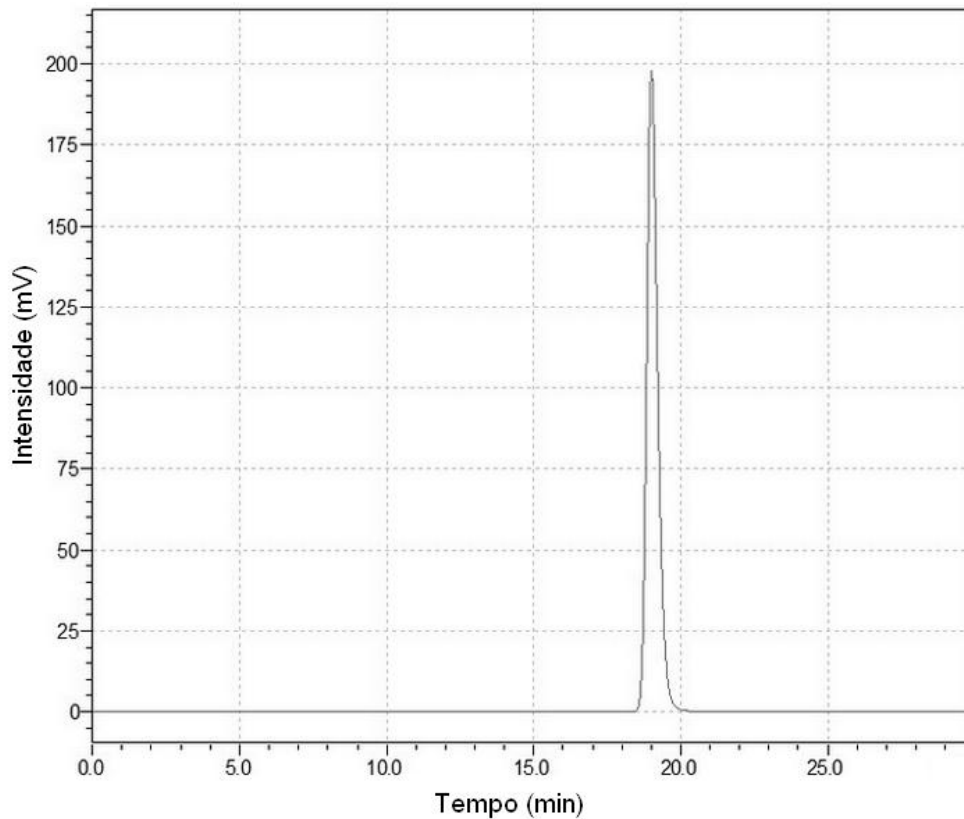


Figura 11- Cromatograma para o padrão de Cafeína.

O tempo de retenção identificado para cada um desses componentes foi de 16 minutos para o ácido clorogênico (5- ACQ), 3 minutos para a trigonelina e 19 minutos para a cafeína.

Após a obtenção dos cromatogramas de cada solução padrão em concentrações conhecidas, foram feitas curvas de calibração. Essas curvas foram obtidas a partir da área do pico de cada solução pela sua concentração, como apresentados nas Figuras 12, 13 e 14, para o ácido clorogênico (5- ACQ), trigonelina e cafeína, respectivamente.

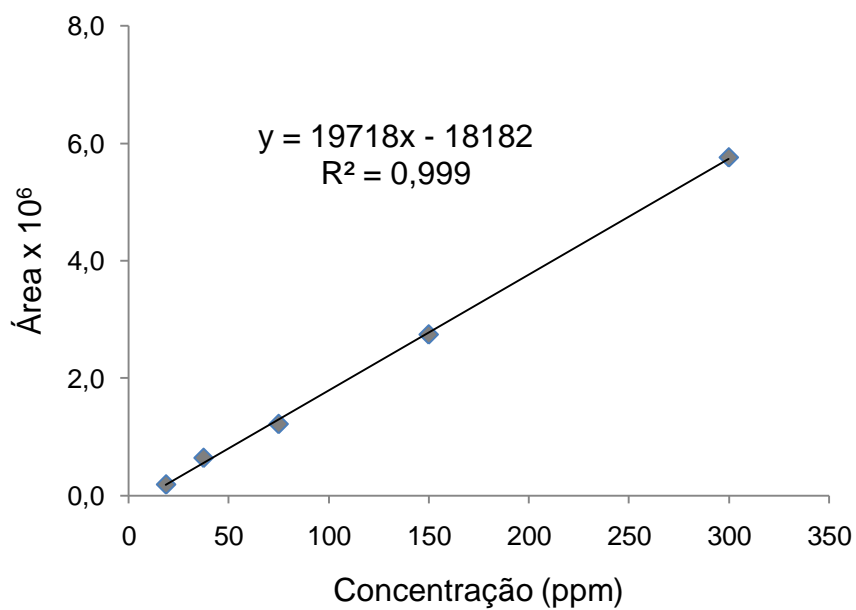


Figura 12- Curva de calibração para o padrão de ácido clorogênico (5- ACQ).

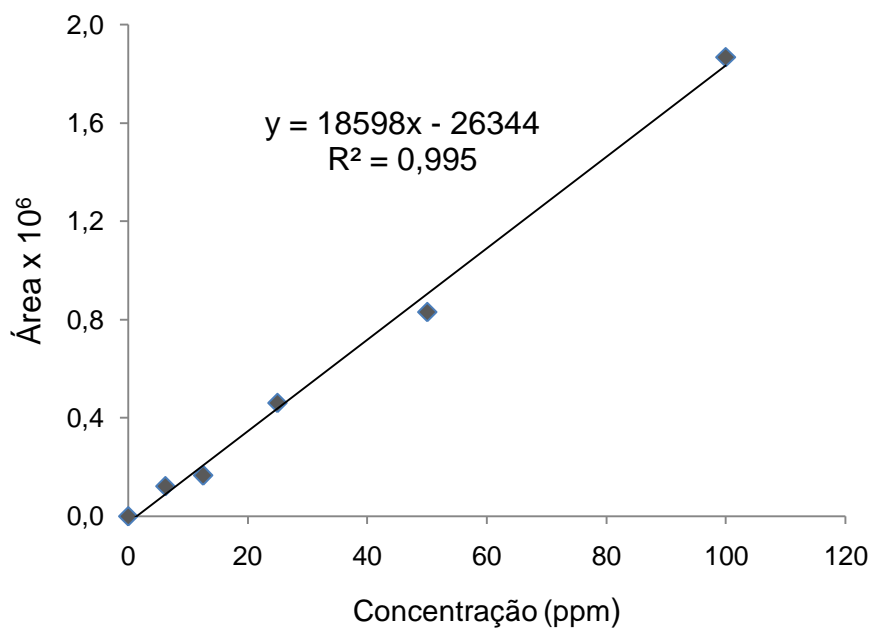


Figura 13- Curva de calibração para o padrão de trigonelina.

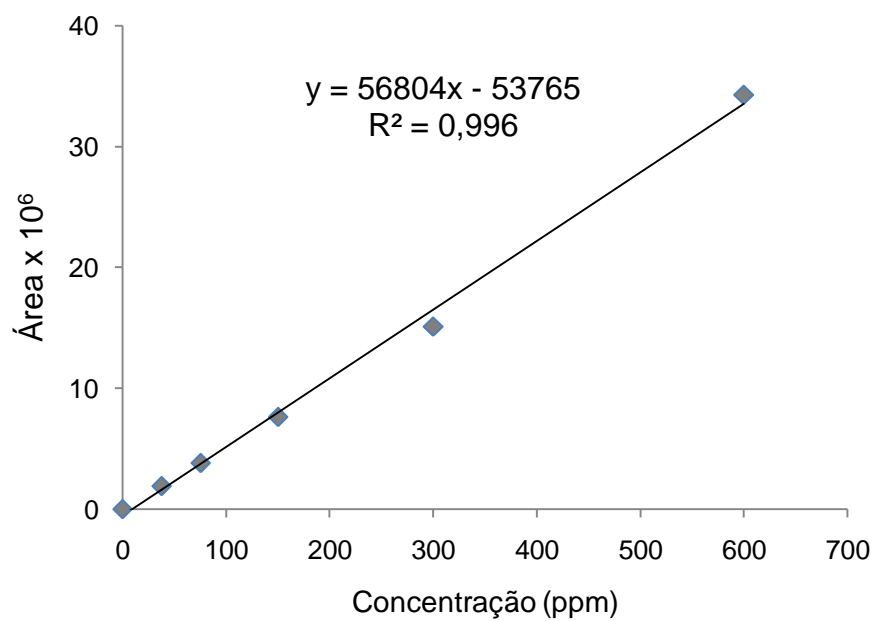


Figura 14- Curva de calibração para o padrão de cafeína.

Para cada amostra de café foi obtido um cromatograma semelhante aos apresentados nas Figuras 15, 16, 17 e 18, para café arábica cru, café arábica torrado, café conilon cru e café conilon torrado, respectivamente.

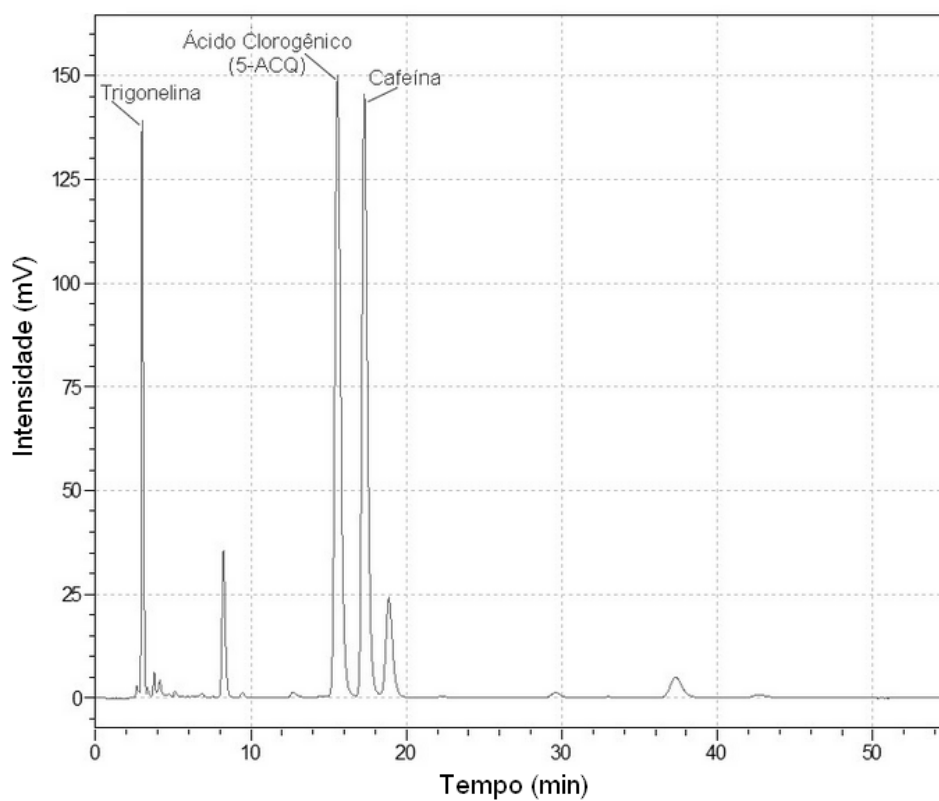


Figura 15- Cromatograma para café arábica grão cru.

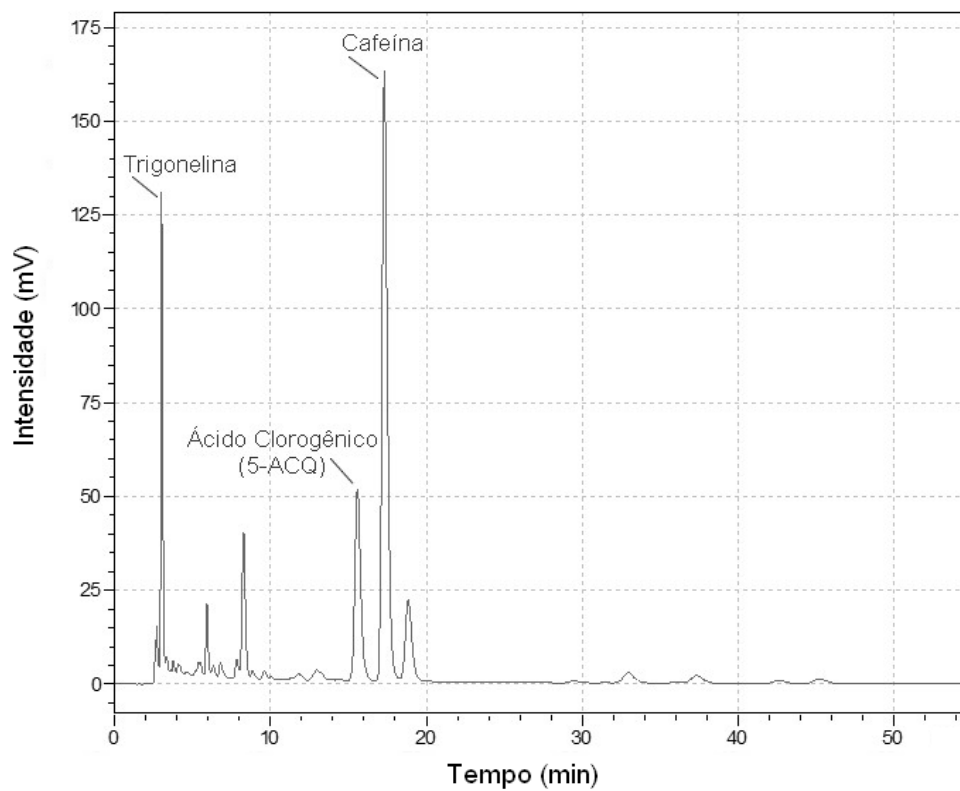


Figura 16- Cromatograma para café arábica grão torrado.

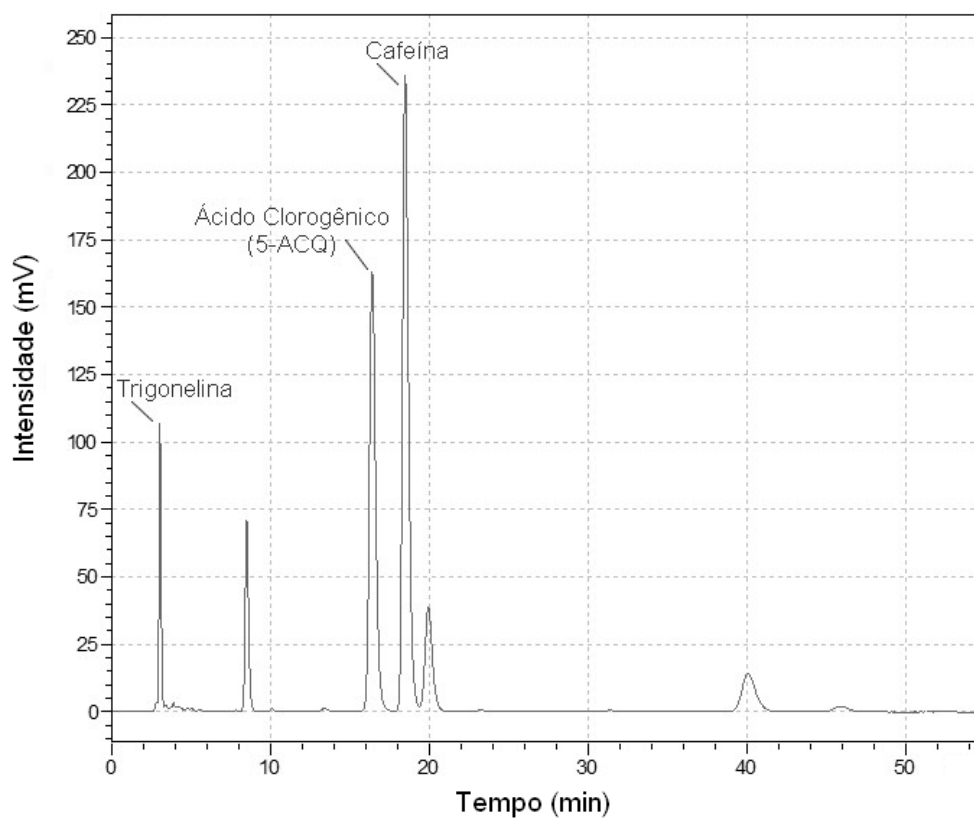


Figura 17- Cromatograma para café conilon grão cru.

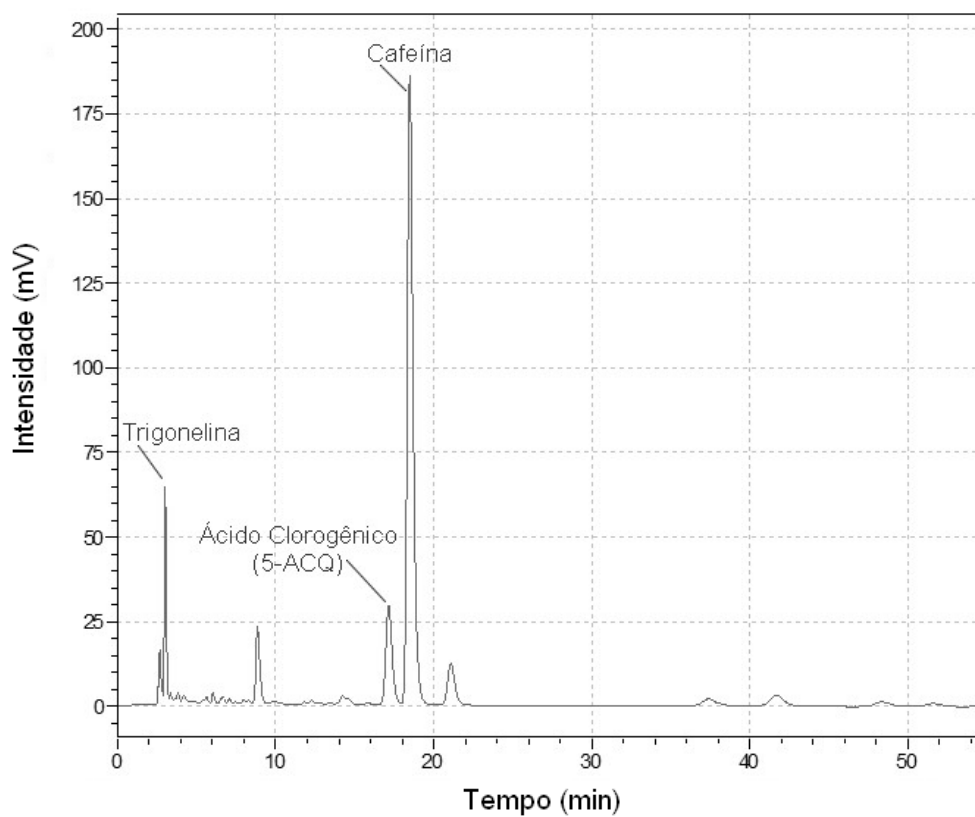


Figura 18- Cromatograma para café conilon grão torrado.

### 5.3.8.1 Ácido clorogênico

Como anteriormente relatado, os principais compostos fenólicos presentes na semente do café são os ácidos clorogênicos (ACGs) e entre seus principais isômeros, o ácido 5- cafeoilquínico (5-ACQ) é responsável por cerca de 56- 62% do total de ACGs, seguido pelos isômeros de ácidos dicafeoilquínicos e feruloilquínicos, que representam cerca de 15-20% e 5-13%, respectivamente (FARAH; DONANGELO, 2006). No presente estudo, foram quantificados os teores de 5-ACQ em café arábica e conilon, cru e torrado, conforme apresentado na Tabela 14.

Tabela 14- Teores médios de ácido clorogênico (5-ACQ) (% base seca) em café arábica e conilon, grão cru e torrado.

Classificação	Café cru	Café torrado
<b>Café Arábica</b>		
Estritamente Mole	4,19 ± 0,96 a	1,10 ± 0,17 a
Mole	4,31 ± 0,36 a	1,31 ± 0,21 a
Dura	4,35 ± 0,05 a	1,05 ± 0,04 a
Riada	4,26 ± 0,00 a	1,10 ± 0,33 a
Rio	4,22 ± 0,19 a	0,77 ± 0,08 a
Rio Zona	4,03 ± 0,17 a	0,81 ± 0,16 a
<b>Café Conilon</b>		
Fino	4,65 ± 0,28 a	1,18 ± 0,36 a
Prêmio	4,94 ± 0,09 a	1,25 ± 0,39 a
Médio- BQU	4,90 ± 0,14 a	1,53 ± 0,44 a
Razoável- BQU/ comercial	4,81 ± 0,46 a	1,20 ± 0,17 a

\*Média de três repetições ± desvio padrão (DP).

\*\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste F.

Os teores de ácido 5-ACQ variaram na faixa de 4,03 ± 0,17% a 4,94 ± 0,09%, para as amostras de café cru, e de 0,77 ± 0,08% a 1,53 ± 0,44%, para amostras de café torrado. Não houve diferença significativa quanto ao conteúdo de 5-ACQ entre as amostras de café arábica e conilon, nem para os cafés

classificados quanto à qualidade da bebida dentro de cada espécie, indicando não haver relação entre o teor de 5-ACQ com a qualidade da bebida.

Apesar do conteúdo de compostos fenólicos totais ter apresentado maiores valores para café conilon em relação ao café arábica (Tabela 13), não se verificou essa ocorrência para o teor de 5-ACQ quantificado nestes cafés. Isto indica que outros representantes fenólicos foram responsáveis pela variação e possível diferenciação deste conteúdo entre estas espécies.

Clifford (1985) descreveu teores de 5-ACQ, em amostras de grão cru, variando de 3,44% a 5,61% para café arábica, e de 4,42% a 6,47%, para café conilon. Ao quantificar o conteúdo de 5-ACQ em amostras de café arábica e conilon, integral e descafeinado, Toci, Farah e Trugo (2006) encontraram valores para as amostras integrais iguais a 3,98% e 3,18%, respectivamente. Os mesmos autores, também determinaram o teor de 5-ACQ nestes cafés submetidos à torração média, e os resultados foram de 0,70% e 1,43%, para café arábica e conilon, respectivamente. Valores inferiores aos obtidos foram encontrados por Monteiro e Trugo (2005), na faixa de 0,11% a 0,59%, em cafés torrados e moídos de diferentes marcas comerciais.

Farah et al. (2006) ao avaliarem cinco classificações de café arábica quanto à qualidade da bebida (mole, dura, riada, rio e rio zona) e uma amostra de café conilon não classificada, observaram aumento no conteúdo de 5-ACQ à medida que a qualidade da bebida diminuía, alto teor deste composto também foi observado na amostra de café conilon. Estes resultados não correspondem aos obtidos no presente estudo, que se assemelham aos encontrados por Franca, Mendonça e Oliveira (2005), que não verificaram relação entre os níveis de 5-ACQ com a qualidade da bebida de quatro classificações de café arábica (mole, dura, riada e rio).

#### **5.3.8.2 Trigonelina**

É conhecida a importância da trigonelina como precursora de compostos formados durante a torra do grão de café, entre eles, os pirróis que influenciam o aroma do café, e a niacina, importante vitamina para o metabolismo humano, o que faz do café um dos poucos alimentos que aumenta seu valor nutricional após

o processamento térmico (MONTEIRO; TRUGO, 2005; TOCI, FARAH; TRUGO, 2006).

Neste estudo foram quantificados os teores de trigonelina presentes em amostras de café arábica e conilon, cru e torrado, conforme apresentados na Tabela 15.

Tabela 15- Teores médios de Trigonelina (% base seca) em café Arábica e conilon, grão cru e torrado.

Classificação	Café cru	Café torrado
<b>Café Arábica</b>		
Estritamente Mole	1,12 ± 0,08 a,c	0,93 ± 0,02 a,b
Mole	1,22 ± 0,02 c,d	1,09 ± 0,19 b
Dura	1,30 ± 0,08 b,d	0,92 ± 0,03 a,b
Riada	1,41 ± 0,01 b	1,01 ± 0,18 b,c
Rio	1,33 ± 0,08 b,d	0,86 ± 0,16 a,b
Rio Zona	1,40 ± 0,06 b,d	0,85 ± 0,12 a,b
<b>Café Conilon</b>		
Fino	0,96 ± 0,03 a	0,62 ± 0,09 a
Prêmio	1,04 ± 0,09 a	0,68 ± 0,11 a,c
Médio- BQU	1,03 ± 0,04 a	0,76 ± 0,09 a,b
Razoável- BQU/ comercial	0,99 ± 0,07 a	0,65 ± 0,07 a

\*Média de três repetições ± desvio padrão (DP).

\*\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Em relação às amostras de grão cru, com exceção da bebida estritamente mole de café arábica, houve diferença significativa entre as amostras de café arábica com as de café conilon, não havendo diferença entre as classificações de café quanto à qualidade da bebida dentro de cada espécie (arábica e conilon).

Os teores de trigonelina no grão cru variaram na faixa de 1,12 ± 0,08% a 1,41 ± 0,01%, para café arábica, e de 0,96 ± 0,03% a 1,04 ± 0,09%, para café conilon. Como anteriormente relatado (KYA et al., 2001; CAMPA et al., 2004; TOCI, FARAH; TRUGO, 2006; FARAH et al., 2006) e confirmado neste estudo, maiores teores de trigonelina são encontrados em café arábica do que em café conilon.



Observando a Tabela 15, em relação às amostras de café torrado, houve variação significativa apenas entre algumas amostras de café arábica com amostras de café conilon. A bebida mole e riada diferenciaram das amostras de café conilon classificadas como bebida fina e razoável- BQU/ comercial, estas últimas apresentaram menores teores de trigonelina que as duas amostras de café arábica. Não se observou diferença significativa entre as seis classificações quanto à qualidade da bebida de café arábica, tampouco entre as quatro classificações de café conilon.

Ao investigar a influência do pré-processamento sobre os precursores de voláteis presentes nos grãos de café arábica, Arruda et al. (2012), encontraram teores de trigonelina iguais a  $1,17 \pm 0,04\%$ ;  $1,13 \pm 0,05\%$  e  $1,37 \pm 0,08\%$ ; em café natural, despulpado e desmucilado, respectivamente. Fonseca et al. (2011) encontraram teores de trigonelina variando entre 0,64% a 1,30% ao estudarem a composição química de 49 clones de *Coffea canephora*. Ao avaliarem a caracterização de seis variedades de café conilon, do Banco Ativo de Germoplasma do IAC, em Campinas, Aguiar et. al. (2005) obtiveram níveis de trigonelina na faixa de 0,73% a 1,59%.

Monteiro e Trugo (2005) encontraram teores de trigonelina variando entre 0,2% a 0,5%, em dez diferentes marcas de cafés comerciais. Os autores associaram o baixo teor de trigonelina à origem do café que compõe o *blend* e ao diferenciado grau de torra utilizado em cada amostra, pois quanto mais drástico o processo de torrefação menor será o conteúdo de trigonelina presente nas amostras.

Estudos anteriores têm mostrado relação entre o teor de trigonelina e a qualidade do café, como o realizado por Farah et al. (2006), que observaram associação entre maiores teores de trigonelina em amostras de café de melhor qualidade. Estes resultados não foram confirmados no presente estudo, já que não foi verificada a relação entre a qualidade da bebida e o teor de trigonelina no grão cru ou no grão torrado.

### **5.3.8.3 Cafeína**

Entre os compostos presentes no café, a cafeína é o mais conhecido, devido, principalmente, ao seu efeito estimulante. Ela é inodora e possui sabor

amargo bastante característico, contribuindo com uma nota de amargor importante para o sabor e aroma da bebida do café (MONTEIRO; TRUGO, 2005). Neste estudo, foi determinado o teor de cafeína presente em amostras de café arábica e conilon, cru e torrado, como apresentado na Tabela 16.

Tabela 16- Teores médios de cafeína (% base seca) em café arábica e conilon, grão cru e torrado.

Classificação	Café cru	Café torrado
<b>Café Arábica</b>		
Estritamente Mole	1,32 ± 0,22 a	1,43 ± 0,13 a
Mole	1,32 ± 0,09 a	1,40 ± 0,08 a
Dura	1,31 ± 0,02 a	1,23 ± 0,15 a
Riada	1,30 ± 0,07 a	1,35 ± 0,06 a
Rio	1,31 ± 0,05 a	1,34 ± 0,06 a
Rio Zona	1,31 ± 0,04 a	1,33 ± 0,05 a
<b>Café Conilon</b>		
Fino	2,52 ± 0,16 b	2,32 ± 0,07 b
Prêmio	2,36 ± 0,03 b	2,18 ± 0,38 b
Médio- BQU	2,40 ± 0,11 b	2,38 ± 0,08 b
Razoável- BQU/ comercial	2,37 ± 0,33 b	2,18 ± 0,65 b

\*Média de três repetições ± desvio padrão (DP).

\*\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

De acordo com os resultados divulgados na Tabela 16, as amostras de café arábica se diferenciaram estatisticamente das amostras de café conilon, tanto no grão cru como no torrado. Não houve diferença significativa entre as seis classificações de café arábica, nem entre as quatro de café conilon.

O conteúdo de cafeína determinado nas amostras de café cru esteve na faixa de 1,30 ± 0,07% a 1,32 ± 0,22%, para arábica e de 2,36 ± 0,03% a 2,52 ± 0,16%, para conilon. Os valores encontrados para café conilon foram maiores aos de café arábica, e foram semelhantes aos encontrados por Kya et al. (2001), de 0,96% a 1,62%, para café arábica, e de 1,51% a 3,33%, para café conilon.

Ao avaliar o conteúdo de cafeína de cinco padrões de bebida de café arábica, em grãos crus, Farah et al. (2006), observaram um maior teor em amostra de bebida mole ( $1,23 \pm 0,06\%$ ), e menor teor em amostra de bebida dura ( $0,96 \pm 0,01\%$ ). O mesmo também foi observado por Franca, Mendonça e Oliveira (2005), que também relataram maior teor de cafeína em amostra de melhor qualidade (mole), em comparação com outras amostras de café arábica. No entanto, os resultados do presente estudo divergem com os descritos, visto que não foram verificadas diferenças significativas entre as classificações dentro de cada espécie de café, não indicando haver relação quanto ao teor de cafeína e a qualidade da bebida.

Em relação ao grão torrado, os teores de cafeína ficaram na faixa de  $1,23 \pm 0,15\%$  a  $1,43 \pm 0,13\%$ , para café arábica, e de  $2,18 \pm 0,38\%$  a  $2,38 \pm 0,08\%$  para café conilon. Monteiro e Trugo (2005) encontraram teores variando entre  $0,8\%$  a  $1,4\%$ , ao estudarem diferentes marcas de cafés comerciais. Fujioka e Shibamoto (2008) avaliaram amostras de café arábica integrais e descafeinados comerciais e obtiveram valores entre  $1,09\%$  a  $1,65\%$  de cafeína em cafés integrais torrados.

#### **5.4 Influência do processo de torra sobre as propriedades físico-químicas do café**

Entre as principais análises utilizadas para caracterizar o processo de torra, neste estudo, foram determinadas a perda de massa e a cor através da escala de cor CIE  $L^*a^*b^*$ . Além disso, foi feita a comparação das amostras de café cru com as amostras de café torrado de cada espécie (arábica e conilon), a fim de verificar a influência deste processo sobre as propriedades físico-químicas analisadas. Os resultados da perda de massa, da análise de cor e do teste de comparação entre as amostras estão apresentados nas Tabelas 17, 18 e 19, respectivamente.

Conforme apresentado na Tabela 17, as porcentagens de perda de massa encontradas estiveram, em média, na faixa de  $5,65\%$  a  $10,81\%$ , e não houve diferença significativa entre as amostras de café, indicando padrão de torra similar entre as amostras de cada espécie. Segundo Bicho et al. (2012), a perda de peso resulta, principalmente, da liberação de água e substâncias voláteis durante o

processo de torra a partir do grão de café cru, bem como do descolamento da película prateada.

Tabela 17- Valores médios de perda de massa (% em base seca) do grão de café arábica e conilon.

Classificação	Perda de massa
Café Arábica	
Estritamente Mole	6,91 ± 1,87 a
Mole	9,93 ± 4,08 a
Dura	5,81 ± 1,25 a
Riada	8,44 ± 5,29 a
Rio	7,86 ± 1,01 a
Rio Zona	8,61 ± 1,00 a
Café Conilon	
Fino	5,65 ± 0,62 a
Prêmio	10,81 ± 2,17 a
Médio- BQU	6,91 ± 1,41 a
Razoável- BQU/ comercial	9,28 ± 4,20 a

\*Média de três repetições ± desvio padrão (DP).

\*\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de F.

O grau de torra deste estudo variou entre claro a claro médio, para café arábica, e de médio a médio escuro, para café conilon, obtido visualmente, conforme determina o protocolo utilizado para a degustação de cada espécie. Clarke (1985b) indicou limites de perda de massa, onde esses valores expressos em porcentagem e em base seca variam segundo o grau de torra na faixa de 3 a 5%, para torra clara; 5 a 8%, para torra média, e de 8 a 14%, para torra escura.

Ao avaliar três graus de torra (200-240°C, 5-12 minutos), Bicho et al. (2012) observaram aumento de perda de massa com aumento da intensidade da torra de café que variou de 10,5-19,4% e 10,1-16,7% em café arábica e robusta, respectivamente, associando maior perda de massa nos grãos de arábica com o aumento no conteúdo de voláteis presente nesses cafés, liberados durante o processo de torra. Cafés classificados como bebida dura submetidos a torra em temperatura de 180°C durante 16 minutos, e de 190°C durante 18 minutos,

tiveram uma perda de massa igual a 10,60% e 11,25%, respectivamente (SCHMIDT et al. 2008).

Em relação à análise de cor do café torrado e moído, verificou-se diferença significativa, entre as amostras, para as coordenadas L\* e b\*, conforme apresentado na Tabela 18, enquanto que para o parâmetro a\* não houve diferença significativa entre as amostras de café. O parâmetro L\* indica luminosidade que diminui com o aumento do grau de torrefação, já os parâmetros a\* e b\* (coordenadas de cromaticidade) indicam as direções das cores dos estágios do processo de torração onde +a\* indica cor vermelha, -a\* verde, +b\* amarela e -b\* azul (SANTOS; BATISTA, 2007).

Tabela 18- Avaliação colorimétrica de café arábica e conilon, torrados e moídos.

Classificação	Parâmetros Colorimétricos		
	L*	a*	b*
<b>Café Arábica</b>			
Estritamente Mole	26,52 ± 1,45 a,c	10,10 ± 0,74 a	13,07 ± 0,93 a,b
Mole	27,12 ± 1,73 a,c	10,28 ± 1,03 a	14,06 ± 2,57 a,b
Dura	27,84 ± 2,15 a,b,c	10,27 ± 0,19 a	14,81 ± 1,37 a,b
Riada	25,98 ± 2,77 a,c	10,12 ± 1,06 a	13,37 ± 2,56 a,b
Rio	24,88 ± 0,89 a	9,14 ± 1,23 a	11,53 ± 2,10 a
Rio Zona	25,57 ± 1,28 a,c	9,31 ± 0,39 a	11,52 ± 0,81 a
<b>Café Conilon</b>			
Fino	28,60 ± 2,56 a,b,c	10,43 ± 0,71 a	16,43 ± 2,14 a,b
Prêmio	30,81 ± 1,83 a,b,c	10,95 ± 0,45 a	18,15 ± 1,46 b
Médio- BQU	31,83 ± 3,96 c,b	10,45 ± 0,56 a	18,06 ± 2,97 b
Razoável- BQU/ comercial	34,12 ± 3,12 b	10,06 ± 0,85 a	15,83 ± 3,10 a,b

\*Média de três repetições ± desvio padrão (DP).

\*\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey, para os parâmetros L\* e b\*, e pelo teste F, para o parâmetro a\*.

De acordo com a Tabela 18, os resultados obtidos variaram na faixa de 24,88 ± 0,89 a 34,12 ± 3,12, para a coordenada L\*, de 9,14 ± 1,23 a 10,95 ± 0,45, para a coordenada a\*, e de 11,52 ± 0,81 a 18,06 ± 2,97, para a coordenada b\*.

Scholz et al. (2013) encontraram para os mesmos parâmetros, valores iguais a  $29,77 \pm 0,90$  e  $31,19 \pm 1,32$ , para coordenada L\*;  $10,70 \pm 0,23$  e  $10,95 \pm 0,26$ , para coordenada a\*; e  $15,74 \pm 1,07$  e  $17,15 \pm 1,46$ , para coordenada b\*, em cultivares de café arábica torrados (perda de peso= 13-14%), cultivadas nas regiões cafeeiras de Itaguagé e Paranavaí, no estado do Paraná.

Em relação aos parâmetros analisados, a coordenada L\* é a mais usada para determinar o grau de torra do café. Observa-se pela Tabela 18, que não houve diferença significativa entre as amostras dentro de cada espécie de café, indicando homogeneidade de torra entre elas. No entanto, diferença significativa foi verificada entre amostras de café arábica e conilon, que pode ser explicada devido à diferente composição química que estes apresentam. Borges et al. (2002) explicaram a tendência de decréscimo da luminosidade de acordo com a intensidade de torra em função do escurecimento dos grãos devido à caramelização dos açúcares e reações de Maillard.

Além disso, grãos de café podem apresentar cor mais escura na superfície, do que em seu interior, como comprovado no estudo de Oliveira et al. (2014), onde os autores observaram diferença significativa da luminosidade entre cafés torrados em grão e cafés torrados e moídos em diferentes granulometrias.

Franca et al. (2009), em seu experimento, utilizaram intervalos de luminosidade para determinar o grau de torrefação de suas amostras, classificando-os como: leve (L\* = 29-31), médio (L\* = 26-27), médio/escuro (L\* = 25-26), escuro (L\* = 23-24), e muito leve (L\* = 32-35). Bicho et al. (2012), ao avaliarem três graus de torra (200-240 °C, 5-12 minutos), encontraram valores de luminosidade iguais a  $45,20 \pm 0,60$ ;  $40,00 \pm 0,50$ ; e  $37,10 \pm 0,37$ , para café arábica, e de  $45,80 \pm 0,40$ ;  $40,50 \pm 0,50$ ; e  $38,20 \pm 0,30$ , para café conilon, conforme a intensidade da torra. Os mesmos autores também obtiveram o valor dessa coordenada no grão cru, que foi igual a  $57,50 \pm 0,80$  e  $56,90 \pm 0,90$ , para arábica e conilon, respectivamente.

O processo de torra do café é bastante complexo em relação ao ponto de vista químico, devido às centenas de reações químicas que ocorrem simultaneamente (FARAH et al., 2006). Complexos mecanismos bioquímicos encontram-se envolvidos na produção das características de cor, sabor e aroma do café como as reações de Maillard e degradação de Strecker, caramelização de

açúcares, degradação de ácidos clorogênicos, proteínas e polissacarídeos (ILLY; VIANI, 1996). Pela Tabela 19 é possível comprovar a diferença da composição química entre o grão de café cru e torrado.

Tabela 19- Comparação entre as propriedades físico-químicas do grão cru e torrado, de café arábica e conilon.

Análises	Café Arábica		Café Conilon	
	Café cru	Café torrado	Café cru	Café torrado
SST	25,80 ± 1,04 a	22,06 ± 2,22 b	27,34 ± 3,04 a	22,23 ± 1,65 b
pH	6,11 ± 0,06 a	5,55 ± 0,20 b	5,98 ± 0,11 a	5,97 ± 0,22 a
ATT	103,67 ± 7,55 a	233,32 ± 34,57 b	94,65 ± 6,82 a	135,8 ± 22,23 b
AT	6,30 ± 1,30 a	0,42 ± 0,20 b	3,53 ± 1,25 a	0,80 ± 0,51 b
AR	0,17 ± 0,08 a	0,18 ± 0,06 a	0,35 ± 0,18 a	0,13 ± 0,09 b
ARN	6,13 ± 1,29 a	0,23 ± 0,19 b	3,18 ± 1,29 a	0,66 ± 0,50 b
FT	3,97 ± 0,51 a	3,55 ± 0,35 b	5,96 ± 0,47 a	4,65 ± 0,41 b
5-ACQ	4,23 ± 0,38 a	1,03 ± 0,25 b	4,83 ± 0,27 a	1,29 ± 0,34 b
Trig	1,30 ± 0,12 a	0,95 ± 0,14 b	1,01 ± 0,06 a	0,68 ± 0,10 b
Caf	1,31 ± 0,09 a	1,34 ± 0,10 a	2,41 ± 0,18 a	2,26 ± 0,34 a

\*Média de 6 classificações, para café arábica e, de 4 classificações, para café conilon ± desvio padrão (DP).

\*\* Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si, comparadas dentro de cada espécie (arábica e conilon), ao nível de 5% de significância pelo teste T,

\*\*\*Legenda: SST= sólidos solúveis totais, ATT= Acidez titulável total, AT= açúcares totais, AR= açúcares redutores, ANR= açúcares não redutores, FT= fenólicos totais, 5-ACQ= ácido clorogênico, Trig= Trigonelina, Caf= cafeína.

Diferenças significativas entre o grão de café cru e torrado foram observadas para a maioria dos componentes químicos analisados nos grãos de cafés, tanto para arábica como para o conilon. Não houve diferença significativa em relação ao teor de açúcares redutores, em café arábica; e também para médias de pH, em café conilon. Além disso, também não se verificou diferença quanto ao teor de cafeína para ambas as espécies.

Redução no teor de sólidos solúveis também foi observado por Mendonça et al. (2005), em amostras de diferentes cultivares de café arábica. Nascimento et al. (2007), encontraram redução do teor de sólidos solúveis em amostras de café

conilon, ao avaliarem três graus de torra nesses cafés (clara, média e escura). O conteúdo de sólidos solúveis varia de acordo com o tipo e o grau de torra, bem como pela forma de moagem do café. O aumento da velocidade de extração e o rendimento desses sólidos ocorrem devido à ruptura das células do grão de café (SILVETZ, 1963).

Em relação à acidez do café, para ambas espécies, pode-se observar pela Tabela 19 que após a torra houve um aumento significativo, enquanto que o valor de pH diminuiu, no caso do café arábica. O aumento da acidez pode ser devido à formação de ácidos durante o processo de torrefação, pela redução de açúcares e descarboxilação dos ácidos clorogênicos (TRUGO, MOREIRA; MARIA, 1999). Lopes (2000) também observou aumento da acidez e redução dos valores de pH, ao avaliar esses parâmetros em grão cru e torrado, em diferentes cultivares de café arábica. O mesmo associou maiores diminuições dos valores de pH em cafés torrados, com a formação de uma maior quantidade de ácidos durante o processo de pirólise do grão.

A redução significativa nos teores de açúcares durante o processo de torra se deve principalmente à associação desses a outros compostos, dando origem a várias substâncias (furanos, aldeídos, ácidos carboxílicos, etc.) que irão afetar o sabor e aroma da bebida (FARAH et al., 2006). Arruda et al. (2012), observaram correlação significativa ( $R= 0,993$ ) entre níveis de açúcares totais presentes no grão cru e voláteis nitrogenados formados após a torra, além de correlação significativa entre açúcares totais e furanos, piranos e cetonas ( $R= 0,897$ ). Estes autores citam que os furanos são, majoritariamente, formados no processo de degradação térmica dos açúcares, e conferem atributos como doce, frutal, nozes ou caramelo aos alimentos termoprocessados.

Os resultados apresentados na Tabela 19 confirmam que o processo de torra afeta os níveis de compostos fenólicos em café, como anteriormente relatado (TRUGO, 1984, FARAH et al., 2005; FRANCA, MENDONÇA; OLIVEIRA, 2005; FARAH et al., 2006, ABRAHÃO et al., 2008; SOMPORN et al., 2011; VIGNOLI et al., 2014). Após o processo de torra, os ácidos clorogênicos degradados podem ser encontrados na fração de pigmentos, polimerizados com outros constituintes do café formando melanoidinas, na forma de compostos fenólicos de baixa massa molecular, além de serem precursores importantes dos



ácidos fenólicos livres (ácido quínico, caféico, ferúlico e p-cumárico) e, por conseguinte, dos compostos fenólicos voláteis que participam da formação do aroma do café torrado (MONTEIRO; TRUGO, 2005; MORAIS et al., 2008; MALTA; CHAGAS, 2009).

Do mesmo modo como observado para o teor de ácido clorogênico, o teor de trigonelina presente no café também é afetado pela torra, maiores valores são observados no grão de café cru do que no grão torrado (Tabela 19). Como anteriormente relatado, os produtos de degradação da trigonelina estão relacionados a aspectos nutricionais, com a produção de niacina; e também às características de aroma, devido à formação de pirróis e piridinas (MONTEIRO e TRUGO, 2005; PERRONE et al., 2008). Na literatura podem ser encontrados diversos estudos que associam a perda de trigonelina durante a torra com a formação desses compostos (CASAL et al., 2000; MINAMISAWA et al., 2004; PERRONE et al., 2008; ARRUDA et al., 2012).

O conteúdo de cafeína não foi afetado com o processo de torra do café (Tabela 19). É conhecida a estabilidade térmica da cafeína, podendo ocorrer apenas um ligeiro aumento após a torra devido à perda de outros componentes (FARAH et al., 2006). Dias et al. (2005) e Abrahão et al. (2008) também observaram, em seus estudos, a estabilidade térmica da cafeína durante a torrefação. Moraes et al. (2009), ao avaliarem amostras de café conilon submetido a diferentes graus de torra, não verificaram variação nos teores de cafeína entre as torras clara e média, porém observaram uma redução significativa na torra escura em relação às outras, o que segundo eles foi ocasionada provavelmente devido ao rigor da torra. Franca, Mendonça e Oliveira (2005) relataram que a torrefação causou uma redução no teor de cafeína de suas amostras de café em torno de 30%, relacionando essa perda com o arraste de vapor de água liberado durante a torrefação, já que, segundo os mesmos, a solubilidade deste composto em água aumenta com a temperatura.

## **5.5 Teste de correlação**

O teste de correlação de Pearson foi proposto para verificar a influência de todos os resultados obtidos, das variáveis analisadas com a nota sensorial de cada amostra de café, independente da classificação e espécie. Os coeficientes de correlação de Pearson significativos são apresentados na Tabela 20.

Tabela 20- Coeficientes de correlação de Pearson significativos ( $p < 0,05$ ) sobre as propriedades físico-químicas analisadas no grão cru e torrado, de café arábica e conilon.

Var.	pHC	pHT	ATC	ATTT	UC	UT	PM	SSC	SST	CE	LP	L*	a*	b*	FC	FT	ATC	ATT	ARC	ART	ANRC	ANRT	AC	AT	CC	CT	TC	TT
pHC																												
pHT																												
ATC																												
ATT	0,39	-0,91	0,42																									
UC		0,42	-0,46	-0,40																								
UT		-0,52		0,41																								
PMC																												
SSC	-0,48																											
SST						-0,48																						
CE	0,49																											
LP	0,53		0,38							0,99																		
L*	-0,46	0,41		-0,53																								
a*	-0,37											0,57																
b*	-0,51			-0,38						-0,39	0,82	0,86																
FC	-0,44	0,70	-0,55	-0,80							0,71	0,66																
FT	-0,47	0,46	-0,47	-0,64							0,83	0,49	0,79	0,88														
ATC		-0,67		0,76	-0,43						-0,65	-0,59	-0,68	-0,70														
ATT	-0,46											0,37	0,50	0,37														
ARC		0,37	-0,44	-0,46						-0,42	0,49	0,52	0,52	0,51	-0,47	0,42												
ART		-0,56		0,52		0,39											0,47											
ANRC		-0,67		0,77	-0,44						-0,66	-0,61	-0,69	-0,71	1,00				-0,53	0,44								
ANRT	-0,46	0,41		-0,42								0,38	0,56	0,41		0,98	0,39											
AC	-0,39	0,46		-0,63	0,47						0,48	0,51	0,60	0,52	-0,53													
AT	-0,41					0,45					0,69	0,72	0,81	0,42	0,64		0,37	0,46						0,40				
CC	-0,62	0,72	-0,48	-0,85	0,38			0,48		-0,41	0,68	0,66	0,85	0,77	-0,74	0,38	0,55			-0,76	0,44	0,75	0,41					
CT	-0,54	0,71	-0,54	-0,74	0,44					-0,38	0,55	0,53	0,80	0,67	-0,64	0,55	0,62			-0,67	0,59	0,63	0,41	0,91				
TC	0,56	-0,48	0,55	0,61						0,39	0,47	-0,60	-0,58	-0,78	-0,68	0,48	-0,48	-0,55		0,50	-0,51	-0,47	-0,42	-0,80	-0,80			
TT	0,39	-0,76	0,46	0,87											-0,67	-0,48	0,53		0,50	0,54		-0,47		-0,73	-0,58	0,61		
NS		-0,55		0,40		0,66			-0,47	-0,42	-0,37																	

\*Legenda das letras iniciais: Var= Variáveis, pH= pH, ATT= Acidez Total Titulável, U= umidade, PM= perda de massa, SS= sólidos solúveis, CE= condutividade elétrica, LP= lixiviação de potássio, L\*a\*b\*= escala de cor CIELAB, F= fenólicos totais, AT= açúcares totais, AR= açúcares redutores, ANR= açúcares não redutores, A= ácido clorogênico, C= cafeína, T= trigonelina e NS= nota sensorial; e, Legenda das letras finais: C= grão de café cru e T= grão de café torrado.

Os coeficientes de correlação que foram significativos sobre a nota sensorial, referente à qualidade da bebida, são apresentados na forma de gráfico de barra, conforme a Figura 19.

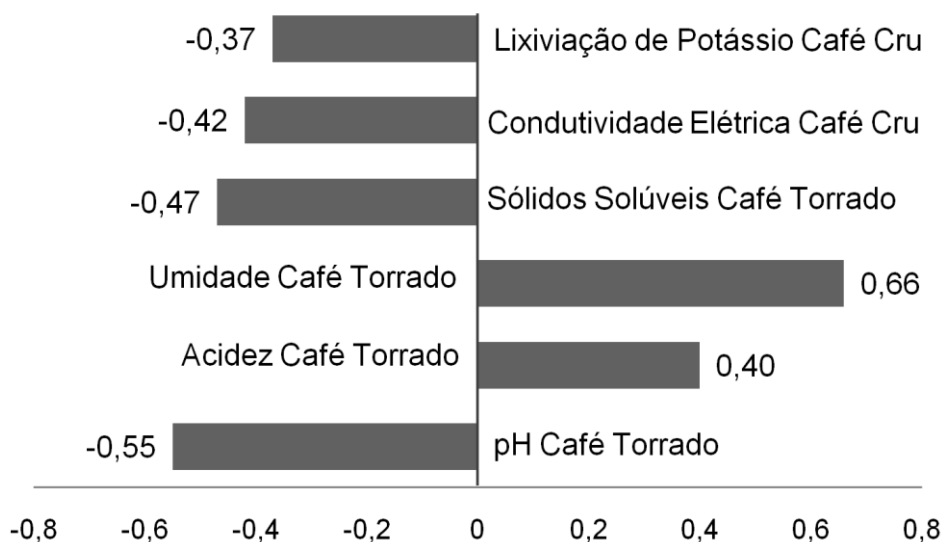


Figura 19- Coeficientes de correlação de Pearson significativos sobre nota sensorial de cada amostra de café.

O pH do café torrado apresentou correlação negativa em relação à qualidade da bebida ( $R = -0,55$ ), ou seja, à medida que ocorre um aumento do pH do café torrado a qualidade da bebida diminui. Como forma de comprovar essa característica, o contrário foi observado para a acidez do café torrado, que teve correlação positiva com a qualidade da bebida ( $R = 0,40$ ), mostrando que quanto maior a acidez do café melhor a qualidade da bebida.

De acordo com Brollo et al. (2009), a acidez é um dos atributos comumente associados com cafés de alta qualidade, sendo influenciada por diferentes fatores, como o grão cru, o processo de torrefação, a composição da água da bebida, além do método de preparação. Os autores encontraram uma boa correlação entre avaliações químicas de pH e acidez titulável e determinações sensoriais para amostras de *Coffea arabica* e uma amostra de *Coffea canephora*.

Lima et al. (2008), classificaram amostras de cafés da variedade Catuaí Amarelo submetidas a diferentes tipos de preparo (café natural, cereja descascado e despulpado), colhidas em três propriedades diferentes, quanto à acidez, determinada sensorialmente, como acidez positiva que foi caracterizada

como uma acidez cítrica, típica de cafés bebida fina (mole); acidez média, caracterizada como uma acidez padrão de cafés de bebida dura, com adstringência e; acidez baixa, que foi caracterizada por uma baixa adstringência, que segundo os autores, no caso dos cafés de bebida dura, é uma boa característica.

O conteúdo de sólidos solúveis presente no café está relacionado com o atributo corpo da bebida, como consta no protocolo de degustação de café, algumas amostras podem receber alta pontuação, ao apresentarem bebidas encorpadas (café de Sumatra), bem como bebidas pouco encorpadas (café do México), podem, igualmente, receber alta pontuação, mesmo que as intensidades de ambos se apresentem muito diferente (SCAA, 2014). No presente estudo verificou-se correlação negativa ( $R=-0,47$ ) entre o teor de sólido solúvel presente no café torrado com a qualidade da bebida, sugerindo que bebidas de melhor qualidade apresentaram menor corpo.

O teor de umidade do grão torrado é definido pelo grau de torra, quanto maior for maiores serão as perdas de componentes que influenciam positivamente no aroma e sabor final da bebida, como ácidos orgânicos e compostos voláteis, além disso, pode ocorrer carbonização natural do processo pirolítico de torração, acentuando sabor de queimado do produto (NASCIMENTO et al., 2007; BAGGENSTOSS et al., 2008; MORAIS et al., 2009). No presente estudo foi verificada correlação significativa entre o teor de umidade do grão torrado e a nota sensorial atribuídas às amostras de café, e esta foi positiva ( $R=0,66$ ), indicando que maior umidade foi observada em cafés com maiores notas sensoriais.

Em relação aos testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio, analisados no grão cru, foi verificada correlação negativa ( $R= -0,42$ ;  $R=-0,37$ , respectivamente) com a qualidade da bebida, indicando que bebidas de melhor qualidade apresentam menores valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio, e vice-versa. Estes resultados corroboram com os de Prete (1992), que verificou relação inversa entre a qualidade da bebida e a condutividade elétrica e lixiviação de potássio, determinadas no exsudato de grãos crus de café. Favarin et al. (2004), não encontraram relação entre estes testes e a qualidade da bebida. Malta, Pereira e Chagas (2005) verificaram maiores valores de condutividade

elétrica e lixiviação de potássio em grão defeituosos (preto, ardido e verde), o que indica pior qualidade em amostras com maior conteúdo desses, em comparação com amostras sem defeitos.

## **6 CONCLUSÕES**

Não foram verificadas diferenças em relação ao teor de sólidos solúveis entre os tratamentos (classificações), tanto no grão cru como no grão torrado, sugerindo que cafés com diferentes padrões de qualidade da bebida possuem o mesmo teor de sólidos solúveis.

Foram verificadas diferenças significativas em relação ao pH entre os tratamentos. Menores valores de pH no café cru foram observados em algumas amostras de café conilon em relação ao café arábica, ao passo que, nos cafés torrados, menores valores foram encontrados em café arábica.

Quanto à acidez titulável total no café cru, não houve diferença significativa entre os tratamentos. No entanto para torrado, verificou-se maior acidez na amostra mole e menor acidez na amostra rio zona, sugerindo que dentro das classificações de café arábica, maior acidez foi encontrada em um café de melhor qualidade. Além disso, os cafés arábica de qualidade estritamente mole, mole, dura e riada apresentaram médias superiores e significativamente distintas das médias de todos os padrões de qualidade de café conilon.

O teor de açúcares totais encontrado em três amostras de café arábica cru foi maior aos observados em duas amostras de café conilon. Para o café torrado, não se observou diferença entre as amostras. Não houve diferença significativa com relação ao conteúdo de açúcares totais entre os diferentes tratamentos.

Para os açúcares redutores, não houve diferença entre as amostras de café cru, embora, para o café torrado, apenas a amostra mole, de café arábica, apresentou média superior à amostra médio- BQU, de café conilon.

O conteúdo de açúcares não redutores nas amostras de café cru variou entre as espécies, com valores superiores observados em amostras de café arábica. Para o café torrado não foi observado diferença entre as amostras.

Não houveram diferenças significativas entre os tratamentos para as médias de condutividade elétrica e lixiviação de potássio.

Diferenças entre as espécies (arábica e conilon), quanto ao teor de compostos fenólicos no café cru, foram verificadas, sendo encontrados maiores valores em café conilon do que em café arábica. Para as amostras de café torrado, apenas algumas amostras de café arábica apresentaram valores menores em relação ao conilon.

Em relação ao teor de ácido clorogênico, quantificado por meio do representante majoritário, o ácido 5-cafeoilquínico (5-ACQ), não foram verificadas diferenças entre as amostras de café.

O café arábica apresentou maior teor de trigonelina em relação ao café conilon.

O café conilon apresentou teores de cafeína superiores ao café arábica.

Em relação ao processo de torra do café, os resultados obtidos de perda de massa foram semelhantes entre as amostras e, para a coordenada L\*, não foram verificadas diferenças entre as classificações em cada espécie, indicando uniformidade durante a torra.

Comparando a composição físico-química do grão cru com o torrado, de café arábica e conilon, no geral, foi observado a diminuição do teor de sólidos solúveis, pH, açúcares, compostos fenólicos totais, ácido clorogênico (5-ACQ) e trigonelina, após a torra, enquanto que, a acidez titulável total aumentou, e a cafeína se manteve estável, mediante este processamento térmico.

Pelo teste de correlação de Pearson, foi possível observar correlações positivas e negativas entre as propriedades físico-químicas analisadas com a nota sensorial. Correlações positivas foram verificadas para a umidade e acidez do café torrado, ao passo que, correlações negativas foram verificadas para sólidos solúveis e pH do café torrado, condutividade elétrica e lixiviação de potássio, no café cru.

Verificou-se que o processo de torra do grão tem influência significativa sob as propriedades físico-químicas analisadas, sendo de grande importância o controle do tempo e da temperatura, como forma de obter características, que irão influenciar a qualidade da bebida. Além disso, foi possível observar que cafés de boa qualidade possuem considerável conteúdo de compostos bioativos, que presente também no grão torrado, não interferem na qualidade da bebida, e ainda trazem consigo benefícios à saúde.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café. **Indicadores da Indústria de Café No Brasil**, 2014. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=61#cons2013.2>>. Acesso em: 28 junho 2015.

ABRAHÃO, S. A.; PEREIRA, R. G. F. A.; DUARTE, S. M. DA S.; LIMA, A. R.; ALVARENGA, D. J.; FERREIRA, E. B. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.2, p. 414-420, 2010.

ABRAHÃO, S. A.; PEREIRA, R. G. F. A.; LIMA, A. R.; FERREIRA, E. B.; MALTA, M. R. Compostos bioativos em café integral e descafeinado e qualidade sensorial da bebida. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.43, n.12, p.1799-1804, 2008.

ABRAHÃO, S. A. **Qualidade da bebida e atividade antioxidantes do café in vivo e in vitro**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos alimentos- UFLA), 82p., Lavras, 2007.

AGNOLETTI, B. Z.; MACEDO, L. L.; PINHEIRO, P. F.; PINHEIRO, C. A.; SARAIVA, S. H.; IBRAHIM, P. **Análises físico-químicas relacionadas à qualidade do café**. In: TEIXEIRA, L. J. Q.; OLIVEIRA, A. do N.; SARTORI, M. A. Tópicos especiais em engenharia de Alimentos. Visconde do Rio branco- MG, Suprema, 440 p., cap 13, p. 209-230, 2014.

AGUIAR, A. T. E.; FAZUOLI, L. C.; SALVA, T. J. G. S.; FAVARIN, J. L. Diversidade química de cafeeiros na espécie *Coffea canephora*. **Bragantia**, Campinas. v. 64, n.4., p.577-582, 2005.

ALMEIDA, M. B.; BENASSI, M. T. Atividade antioxidante e estimativa do teor de melanoidinas em café torrados comerciais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 1893-1900, 2011.

ALVES, B. H. P.; NASCIMENTO, E. A. do; AQUINO, F. J. T. de; CHANG, R.; L. de MORAIS, S. A. Composição química de cafés torrados do cerrado e do sul de Minas Gerais. **Ciência & Engenharia**, v. 16, n. 1/2, p. 9 - 15, 2007.

ALVES, R. C.; CASAL, S.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Tocopherols in coffee brews: Influence of coffee species, roast degree and brewing procedure. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, p. 802–808, 2010.

AOAC- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Washington, D.C., USA, 684p., 1990.

ARRUDA, N. P.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Correlação entre precursores e voláteis em café arábica brasileiro processado pelas vias seca, semi úmida e úmida e discriminação através da análise por componentes



principais. **Química Nova**, v. 35, n. 10, p.2044-2051, 2012.

BAGGENSTOSS, J.; POISSON, L.; KAEGI, R.; PERREN, R.; ESCHER F.; Coffee Roasting and Aroma Formation: Application of Different Time-Temperature Conditions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, p.5836–5846, 2008.

BANDEIRA, R. D. C. C. et al. Composição volátil dos defeitos intrínsecos do café por CG/EM headspace. **Química Nova**, v. 32, n. 2, p. 309-314, 2009.

BANKS, M.; MCFADDEN, C.; ATKINSON, C. **The World Encyclopaedia of coffee**. Anness Publishing Limited, London, 1999.

BARBOSA, R. M.; SILVA, P. H. A; REGAZZI, A. J. Composição química de seis categorias da bebida café previamente classificada pelo teste da xícara. **Revista brasileira de armazenamento**, Especial Café, v. 4, p. 45-51, 2002.

BASSOLI, P. G. **Avaliação da qualidade de cafés verdes brasileiros: uma análise multivariada**. 1992. 110p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica)-Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 1992.

BEE, S.; BRANDO, C. H. J.; BRUMEN, G.; CARVALHAES, N.; KOLLING-SPEER, I.; SPEER, K.; SUGGI LIVERANI, F.; TEIXEIRA, A. A.; TEIXEIRA, R.; THOMAZIELLO, R. A.; VIANI, R.; VITZTHUM, O. G. The raw bean. In: ILLY, A.; VIANI, R. (Eds.) **Espresso coffee, the science of quality**, Elsevier Academic Press, Italy, p.87–178, 2005.

BERTRAND, B.; VAAST, P.; ALPIZAR, E.; ETIENNE, H.; DAVRIEUX, F.; CHARMETANT, P.; Comparison of bean biochemical composition and beverage quality of Arabica hybrids involving Sudanese-Ethiopian origins with traditional varieties at various elevations in Central America. **Tree physiology**, v. 26, p. 1239-1248, 2006.

BICHO, N. C.; LEITÃO, A. E.; RAMALHO, J. C.; LIDON, F. C. Use of colour parameters for roasted coffee assessment. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 3, p. 436-442, 2012.

BORÉM, F. M.; REINATO, C. H. R.; ANDRADE, E. T. Secagem do café. In: BORÉM, F. M. (Ed.). **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, p. 205-240, 2008.

BORÉM, F. M., CORADI, P. C.; SAATH, R.; OLIVEIRA J. A. Qualidade do café natural e despulpado após secagem em terreiro e com altas temperaturas. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1609-1615, 2008.

BORÉM, F. M.; RIBERIO, D. M.; PEREIRA, R. G. F. A.; ROSA, S. D. V. F.; MORAES, A. R. Qualidade do café submetido a Diferentes Temperaturas, Fluxos de ar e períodos de pré-Secagem. **Coffee Science**, v. 1, n. 1, p. 55-63, 2006.

BORGES, M. L. A.; FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S.; CORRÊA, P. C.; GLÓRIA, M. B. A. Estudo da variação da coloração de café arábica durante a torra em diferentes condições de aquecimento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café. n. 5, p. 3-8, 2002.

BRANDÃO, F. S.; CEOLIN, A. C.; GIANEZINI, M.; RUVIARO, C. F.; DIAS, E. A.; BARCELLOS, J. O. J. Orientação para mercado externo do café brasileiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 3, p. 275-283, 2012.

BROLLO, G.; CAPPUCCI, R.; NAVARINI, L. Acidity in coffee: bridging the gap between chemistry and psychophysics. In **22nd Colloquium: Coffee Aroma and Flavour Chemistry**, Campinas, Brazil; Association for Science and Information on Coffee: Paris, France, 2009.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 8**, de 11 de junho de 2003. Dispõe de Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru. Brasília, DF, 2003. 12p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 377, de 26 de abril de 1999. Estabelece normas para fixar a identidade e as características mínimas de qualidade do café torrado em grão e café torrado e moído. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 29 de abril de 1999, seção 1, n 80-E.

BUFFO, R. A.; CARDELLI-FREIRE, C. Coffee flavour: An overview. **Flavour and Fragrance Journal**, v.19, p. 99–104, 2004.

CAIXETA, I. F.; GUIMARÃES, R. M.; MALTA, M. R. Qualidade da semente de café pelo retardamento do 249 processamento pós-colheita. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 249-255, 2013.

CAMPA, C.; BALLESTER, J. F.; DOULBEAU, S.; DUSSERT, S.; HAMON, S.; NOIROT, M. Trigonelline and sucrose diversity in wild *Coffea* species. **Food Chemistry**, v. 88, p. 39–43, 2004.

CANTERGIANI, E.; BREVAR, H.; AMADO, R.; KREBS, V.; FERIA-MORALES, A.; YEETIZIAN, C. **Proceedings of 18th International Colloq Coffee**. Helsinki. 1999.

CARVALHO, V. D.; DE; CHALFOUN, S. M.; CHAGAS, S. J. R. Relação entre classificação de café pela bebida e composição físico-química, química e microflora do grão beneficiado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15, Maringá, 1989. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, p.25-26, 1989.

CARVALHO, V. D. de; CHALFOUN, S. M.; CHAGAS, S. J. de R.; BOTREL, N.; JUSTE JÚNIOR, E. S. G. Relação entre a composição físico-química e química do grão do café beneficiado e a qualidade de bebida do café. **Pesquisa**

**Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 449-454, 1994.

CASAL, S.; OLIVEIRA, M. B.; FERREIRA, M. A. HPLC/diode-array applied to the thermal degradation of trigonelline, nicotinic acid and caffeine in coffee **Food Chemistry**, v. 68, n. 4, p. 481-485, 2000.

CAZARIM, M. de S.; UETA, J. Café: uma bebida rica em substâncias com efeitos clínicos importantes, em especial a cafeína. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v.35, n.3, p.363-370, 2014.

CHAGAS, S. J. de R. **Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais**. UFLA: Lavras, 1994, 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.

CHAGAS, S. J. de R.; MALTA, M. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Potencial da região sul de minas gerais para a produção de cafés especiais. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 590-597, 2005.

CLARKE R. J. **Grading, storage, pre-treatments and blending** In: R.J. CLARKE, R. MACRAE (Eds.), *Coffee volume 2: technology*, Elsevier Applied Science, Amsterdam, p. 35–58, 1987.

CLARKE R. J. **The technology of converting green coffee into the beverage**. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. *Coffee Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage*. Beckenham (Kent): Croom helm, cap. 13, p. 305-374, 1985b.

CLARKE R. J. Water and mineral contents. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. **Coffee: chemistry**. New York: Elsevier Applied Science, v. 1, cap. 2, p. 1-41, 1985a.

CLARKE, R.J.; VITZTHUM, O.G. (Eds.), **Coffee. Recent Developments**, Blackwell Science Ltd, London, UK, 2001.

CLIFFORD, M. N. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. **Coffee Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage**. Beckenham (Kent): Croom helm, cap. 13, p. 305-374, 1985.

CLIFFORD, M. N. Chorogenic acids and other cinnamates nature, occurrence and dietary burden. **Journal of the Food and Agriculture**, v. 79, p. 363-372, 1999.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: Café**. Brasília, v. 1, n. 1, 2015. Disponível em: <[http://conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_01\\_14\\_11\\_57\\_33\\_boletim\\_cafe\\_janeiro\\_2015.pdf](http://conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_01_14_11_57_33_boletim_cafe_janeiro_2015.pdf)>. Acesso em: 06 março 2015.

CORRÊA, V. G.; TURECK, C.; LOCATELI, G.; PERALTA, R. M.; KOEHNLEIN, E. A. Estimate of consumption of phenolic compounds by Brazilian population. **Revista de Nutrição**, v. 28, n. 2, p. 185- 196, 2015.

DIAS, R. C. E.; SCHOLZ, M. B. S.; BENASSI, M. T. Caracterização de espécies de café arábica e conilon pelos teores de ácido nicotínico, 5acq, trigonelina e cafeína: influência do grau de torra na capacidade de discriminação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2005, Londrina, PR. **Anais...** 4º Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Brasília, D.F.: Embrapa Café, 2005.

DE MARIA, C. A. B.; MOREIRA, R. F. A. Métodos para análise de ácido clorogênico. **Química Nova**, v. 27, n. 4, p. 586-592, 2004.

EQUIPE CONILON BRASIL. Novo protocolo de degustação de robustas é testado: Cafés capixabas obtiveram resultados animadores. **Revista Conilon Brasil**. Vitória, ES, v.8, p10-1, 2011.

ESKES, A. B.; LEROY, T. Coffee Selection and Breeding. In: WINTGENS, J. N. **Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production**. WILEY-VCH. 2 ed. Weinheim, Switzerland. Cap. 3.,. 983 p., 2009.

ESQUIVELA, P.; JIMÉNEZ B, V. M. Functional properties of coffee and coffee by-products. **Food Research International**, v. 46, p.488–495, 2012.

FARAH, A.; DONANGELO, C. M. Phenolic compounds in coffee Braz. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.18, n.1, 2006.

FARAH, A.; MONTEIRO, M. C.; CALADO, V.; FRANCA, A. S.; TRUGO, L. C. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. **Food Chemistry**, v. 98, n. 2, p. 373-380, 2006.

FARAH, A.; PAULIS, T.; TRUGO, L. C.; MARTIN, P. R.; Effect of Roasting on the Formation of Chlorogenic Acid Lactones in Coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 5, p.1505- 1513, 2005.

FAVARIN, J. L.; VILLELA, A. L. G.; MORAES, M. H. D.; CHAMMA, H. M. C. P.; COSTA, J. D. Qualidade da bebida de café de frutos cereja submetido a diferentes manejos pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 2, p. 187-192, fev. 2004.

FERNANDES, A. L. T.; PARTELLI, F. L.; BONOMO, R.; GOLYNSKI A. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 231-240, 2012.

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

FERNANDES, S. M.; PINTO, N. A. V. D.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V.D de. Comparação entre duas cooperativas do sul de minas gerais quanto à composição química de cafés com torração comercial. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 4, p. 830-835, 2002.

FERREIRA, G. F. P.; NOVAES, Q. S. de; MALTA, M. R.; SOUZA, S. E. de Quality of coffee produced in the Southwest region of Bahia, Brazil subjected to different forms of processing and drying. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 20, p. 2334-2339, 2013.

FONSECA, A. F. A. da; SALVA, T. de J. G; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VOLPI, P. S.; FILHO, A. C. V.; GUARÇONI, R. Composição química de café conilon (*Coffea canephora*) In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 7, 2011, Araxá, **Resumo**, Araxá - MG, 2011.

GARRUTI, R. S.; TEIXEIRA, C. G.; TOLEDO, O. Z.; JORGE, J. P. N. Determinação de sólidos solúveis e qualidade de bebida em amostras de cafés dos portos brasileiros de exportação. **Bragantina**, v.21, p. 78-82, 1962.

FIGUEROA SOLARES, P. F.; JIMÉNEZ, O. H.; LÓPEZ DE LEÓN, E.; ANZUETO, F. ECHEVERRI, J.; ZAMORA, L. Influencia de la variedad y la altitud en las características organolépticas y físicas del café. In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFICULTURA, 19., 2000, Costa Rica. **Resumo...** Costa Rica: [s.n.], 2000. p. 493-499.

FAGAN, E. B.; SOUZA, C. H. E. de; PEREIRA, N. M. B.; MACHADO, V. J. Efeito do tempo de formação do grão de café (*Coffea sp*) na qualidade da bebida. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 5, p. 729-738. 2011.

FRANCA, A. S.; MENDONÇA, J. C. F.; OLIVEIRA, S. D. Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. **Science Direct**, v. 38, p. 709-715, 2005.

FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S.; MENDONÇA, J. C. F.; SILVA, X. A. Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. **Food Chemistry**, v.90, n.1-2, p. 84-89, 2005.

FRANCA, A.; OLIVEIRA, L. S.; OLIVEIRA, R. C. S.; AGRETI, P. C. M.; AUGUSTI, R. A preliminary evaluation of the effect of processing temperature on coffee roasting degree assessment. **Journal of Food Engineering**, v. 92, n. 3, p. 345-352, 2009.

FUJIOKA, K.; SHIBAMOTO, T. Chlorogenic acid and caffeine contents in various commercial brewed coffees. **Food Chemistry**, v. 106, n. 1, p. 217-221, 2008.

IAL- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físico e químicos para análise de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, v.1. 533p. 1985.

IAL- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020p., 2008. (versão Eletrônica).

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso Coffee: The chemistry of quality**. 2.ed. San Diego: Academic press, 1996, 253p.

ISQUIERDO, E. P.; BORÉM, F. M.; CIRILLO, M. A.; OLIVEIRA, P. D.; CARDOSO, R. A.; FORTUNATO, V. A. Qualidade do café cereja desmucilado submetido ao parcelamento da secagem. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 83-90, 2011.

JESZKA-SKOWRON, M.; ZGOŁA-GRZEŚKOWIAK, A.; GRZEŚKOWIAK, T. Analytical methods applied for the characterization and the determination of bioactive compounds in coffee. **European food research technology**, v. 240, p.19–31, 2015.

JÚNIOR, P. C. A; CORRÊA, P. C. influência do tempo de armazenagem na cor dos grãos de café pré-processados por “via seca” e “via úmida”. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.6, p.1268-1276, 2003.

KOSKEI, K. R.; PATRICK, M.; SIMON, M. Effects of coffee processing technologies on physico-chemical properties and sensory qualities of coffee. Effects of coffee processing technologies on physico-chemical properties and sensory qualities of coffee. **African Journal of Food Science**, v.9, n. 4, p. 230-236, 2015.

KYA, C. L.; LOUARNB, J.; DUSSERTA, S.; GUYOTC, B.; HAMONA, S.; NOIROTA, M. Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. **Food Chemistry**, v. 75, p. 223–230, 2001.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relatos dos testes de vigor disponíveis as grandes culturas. **Informativo Abrates**, v. 1, n. 2, p. 15-50, 1991.

LEE, C. Antioxidant ability of caffeine and its metabolites based on the study of oxygen radical absorbing capacity and inhibition on LDL peroxidation. **Clinica Chimica Acta**, v. 295, n. 1-2, p. 141-154, 2000.

LEROY, T.; RIBEYRE, F.; BERTRAND, B.; CHARMETANT, P.; DUFOUR, M.; MONTAGNON, C.; MARRACCINI, P.; POT, D. Genetics of coffee quality. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.18, p. 229-242, 2006.

LIMA, A. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; ABRAHÃO, S. A. Compostos bioativos do café: atividade antioxidante *in vitro* do café verde e torrado antes e após a descafeinação. **Química Nova**, v. 33, n. 1, 2010.

LIMA FILHO, T.; DELLA LUCIA, S. M.; SARAIVA, S. H.; SARTORI, M. A. Composição físico-química e qualidade sensorial de café conilon produzido no

Estado do Espírito Santo e submetido a diferentes formas de processamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1723-1730, 2013.

LIMA, M. V.; VIEIRA, H. D.; MARTINS, M. L. L.; PEREIRA, S. de M. de F. Preparo do café despulpado, cereja descascado e natural na região sudoeste da Bahia. **Revista Ceres**, v. 55, n. 2, p. 124-130, 2008.

LOOMIS, E. L.; SMITH, O. E. The effect of artificial ageing on the concentrations of Ca, Mg, Mn, K, and Cl in imbibing cabbage seed. **Journal American Society of Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 105, n. 5, p. 647-650, 1980.

LÓPEZ-GALILEA, I.; ANDUEZA, S.; DI LEONARDO, I.; PEÑA, M. P.; CID, C.; Influence of torrefacto roast on antioxidant and pro-oxidant activity of coffee. **Food Chemistry**, v.94, n.1, p. 75-80, 2006.

LÓPEZ-GALILEA, I.; PEÑA, M. P.; CID, C. Correlation of Selected Constituents with the Total Antioxidant Capacity of Coffee Beverages: Influence of the Brewing Procedure **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n.15, p. 6110–6117, 2007.

LOPES, L. M. V. **Avaliação da qualidade de grãos crus e torrados de cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2000. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

MACRAE, R. Nitrogenous components. In: CLARKE, R.; MACRAE, R. **Coffee: chemistry**. London: Applied Science Publishers Ltd, Cap. 4, p. 115-152, 1985.

MALAVOLTA, E. **História do café no Brasil**. Ed. Agronômica Ceres Ltda: São Paulo, cap. 1, 2000.

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

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

MALTA, M. R.; SANTOS, M. L.; SILVA, F. A. M. Qualidade de grãos de diferentes cultivares de cafeeiro (*Coffea Arabica* L.). **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1385-1390, 2002.

MARTINEZ, H. E. P.; POLTRONIERI, Y.; FARAH, A.; PERRONE, D. Zinc supplementation, production and quality of coffee beans. **Revista Ceres**, v.60, n. 2, 2013.

MATIELLO, J. B. Competitividade da cafeicultura brasileira. **Revista do Café**, v. 85, n. 818, p. 32-35, 2006.

MATIELLO, J. B. O café: do cultivo ao consumo. **Coleção do Agricultor**. Publicações globo Rural. 1991.

MELO, W. L. B. **A importância da informação sobre o grau de torra do café e sua influência nas características organolépticas da bebida**. São Carlos: EMBRAPA, 2004. (Comunicado técnico, 58). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/30170>. Acesso em: 15 Nov. 2013

MENDONÇA, L. V. L.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G. Parâmetros bromatológicos de grãos crus e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 239-243, 2005.

MENEZES, H. C. **Variação dos monômeros e diisômeros do ácido cafeoilquínico com maturação de café**. Campinas: Unicamp, 1994. 171 p. Tese de Doutorado. Tese–Doutorado em Tecnologia de alimentos.

MONTEIRO, M. A. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, A. F. da; CHAVES J. B. P. Influência da torra sobre a aceitação da bebida café. **Revista Ceres**, v. 57, n.2, p. 145-150, 2010.

MONTEIRO, M. C.; TRUGO, L. C. Determinação de compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado. **Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 637-641, 2005.

MORAIS, S. A. L.; AQUINO, F. J. T.; NASCIMENTO, P. M. N.; NASCIMENTO, E. A.; CHANG, R. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café conilon submetido a diferentes graus de torra. **Química Nova**, v. 32, n. 2, p. 327-331, 2009.

MORAIS, S. A. L. de; de AQUINO, F. J. T.; NASCIMENTO, E. A. do; OLIVEIRA, G. S. de; CHANG, R.; SANTOS, N. C. dos; ROSA, G. M. Análise de compostos bioativos, grupos ácidos e da atividade antioxidante do café arábica (*Coffea arabica*) do cerrado e de seus grãos defeituosos (PVA) submetidos a diferentes torras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.198-207, 2008.

MOREIRA, A. C. **História do café no Brasil**. Magma Editora Cultural: São Paulo, 2007, 192p.

MORGANO, A. M.; FARIA, C. G.; FERRÃO, M. F.; BRAGAGNOLO, N.; FERREIRA, M. M. C.; Determinação de umidade em café cru usando espectroscopia NIR e regressão multivariada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 12-17, 2008.

MOURA, S. C. S. R.; VITALI, A. A.; ANJOS, V. D. A.; MORI, E. E. M.; NASCIMENTO, F. H.; SOLER, B. Obtenção de ciclos de torração de cafés



brasileiros para guia prático de torrefações nacionais - Parte I. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2001, Vitória. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2001. CD-ROM. p.1560-1567.

MOURA, S. C. S. R de; GERMER, S. P. M.; ANJOS, V. D. A.; MORI, E. E. M. Avaliações físicas, químicas e sensoriais de blends de café arábica com café canephora (robusta). **Brazilian Journal Food Technology**., Campinas, v. 10, n. 4, p. 271-277, 2007.

MÜLLER, A. J.; HUEBNER, L.; SOUZA, C. F. V. de avaliação da qualidade físico-química de diferentes marcas de café torrado solúvel e em pó comercializadas na região do vale do Taquari/RS. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial** v. 7, n. 1, p. 1004-1012, 2013.

MINAMISAWA, M.; YOSHIDA, S.; TAKAI, N. Determination of biologically active substances in roasted coffees using a diodearray HPLC system. **The Japan Society for Analytical Chemistry**. v. 20, p. 325328, 2004.

NASCIMENTO, E. A.; AQUINO, F. J. T.; NASCIMENTO, P. M.; CHANG, R.; MORAIS, S. A. L. Constituintes voláteis e odorantes potentes do café conilon em diferentes graus de torração. **Ciência & Engenharia**, v. 16, n. 1/2, p. 23 – 30, 2007.

NASCIMENTO, P. M. **Estudo da composição química, atividade antioxidante e potencial odorífico de um café conillon, em diferentes graus de torrefação e análise comparativa com café arábica**. 2006, 90 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

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

NEVES, C. **A estória do café**. Rio de janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1974. 52 p.

NOBRE, G. W.; BORÉM, F. M.; ISQUIERDO, E. P.; PEREIRA, R. G. F. A.; OLIVEIRA, P. D. Composição química de frutos imaturos de café arábica (*Coffea arabica* L.) processados por via seca e via úmida. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 107-113, 2011.

NOGUEIRA, M.; TRUGO, L. C. Distribuição de isômeros de ácido clorogênico e teores de cafeína e trigonelina em cafés solúveis brasileiros. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 296-9, 2003.

OIC - Organização Internacional do café. **Estatísticas do Comércio**, 2014. Disponível em: <[http://www.ico.org/pt/trade\\_statistics.asp?section=Estat%EDstica](http://www.ico.org/pt/trade_statistics.asp?section=Estat%EDstica)>. Acesso em: 5 Abril 2014.

OIC - Organização Internacional do café. **Estatísticas do Comércio**, 2015. Disponível em: <[http://www.ico.org/pt/trade\\_statistics.asp?section=Estat%EDstica](http://www.ico.org/pt/trade_statistics.asp?section=Estat%EDstica)>. Acesso em: 18 Fevereiro de 2015.

OIC- ORGANIZATION INTERNATIONAL DEL CAFÉ. **Estúdios de investigacion de evaluacion sensorial sobre la calidad del café cultivado em la region de Patricinio em el Estado de Minas Gerais em Brasil**. Londres, 1991. 28 p. (Report de Evaluacion Sensorial).

OLIVEIRA, G. H. H. de; CORRÊA, P. C.; SANTOS, F. L.; VASCONCELOS, W. L.; JÚNIOR, C. C.; BAPTESTINI, F. M.; VARGAS-ELÍAS, G. A. Caracterização física de café após torrefação e moagem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 1813-1828, 2014.

OLIVEIRA, M. E., FONSECA, R. G., RODARTE, M. P., BARBOSA, B. H. G. Integridade dos grãos de café arábica avaliada por meio de fotometria. In: **Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras**, 37, Poços de Caldas, MG, p. 198-199, 2011.

PAIVA, E. F. F. **Análise sensorial dos cafés especiais do Estado de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2005, 55p. (Dissertação- Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, 2005.

PÁDUA, F. R. M.; PEREIRA, R. G. F. A.; FERNANDES, S. M. Açúcares totais, redutores e não-redutores, extrato etéreo e umidade de diferentes padrões de bebida do café arábica e do café conilon. In: II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2, 2001, Vitória, **Resumo**, Vitória- ES, 1426 p., 2001.

PARTELLI, F. L.; PARTELLI, O.; PARTELLI, A. S.; BORÉM, F. M.; TAVEIRA, J. H. da S. Qualidade do café conilon, seco em terreiro de estufa com beneficiamento antecipado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 5, p. 2367-2372, 2014.

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

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

PEREIRA, M. C.; CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, G. R. de; SAVIAN, T. V. Multivariate analysis of sensory characteristics of coffee grains (*Coffea arabica* L.) in the region of upper Paranaíba. **Acta Scientiarum Agronomy** v. 32, n.4, 2010.

PEREIRA, R. G. F. A. et al. Composição química de grãos de café (*Coffea arabica*

L.) submetidos a diferentes tipos de pré processamento. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2002, Vitória. **Resumos...** Vitória: FUNCAFÉ, p. 826-831, 2002.

PEREIRA, R. T. G. **Diversidade de fungos associados a frutos e grãos de café.** Lavras: UFLA 2006. 151p., Tese (Doutorado em Agronomia)- Universidade Federal de Lavras, 2006.

PERRONE, D.; DONANGELO, C. M.; FARAH, A. Fast simultaneous analysis of caffeine, trigonelline, nicotinic acid and sucrose in coffee by liquid chromatography–mass spectrometry, **Food Chemistry**, v. 110, n. 4 , p. 1030-1035, 2008.

PINTO, N. A. V. D. **Avaliação química e sensorial de diferentes padrões de bebida do café arábica cru e torrado.** Lavras: UFLA, 2002, 92 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, 2002.

PINTO, N. A. V. D.; FERNANDES, S. M.; PIRES, T. C.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V. D. Avaliação dos polifenóis e açúcares em padrões de bebida do café torrado tipo expresso. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7, n.3, p.193-195, 2001.

PINTO, N. A. V. D.; PEREIRA, R. G. F. A. ; FERNANDES, S. M; THÉ, P. M. P; CARVALHO V. D. Caracterização dos polifenóis e açúcares em padrões de bebida do café (*Coffea arabica* L.) cru e torrado do Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Especial Café, v. 4, p.52-58, 2002.

POWELL, A. A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **Journal of Seed Technology**, For Collins, v. 10, n. 2, p. 81-100, 1986.

PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida.** 1992. 125 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1992.

PIMENTA, C. J. **Época de colheita e tempo de permanência dos frutos à espera da secagem, na qualidade do café (*Coffea arábica* L.).** Lavras: UFLA, 2001, 145p., Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, 2001.

PIMENTA, C. J. **Qualidade de Café (*Coffea arabixa* L.) originados de frutos colhidos de quatro estádios de maturação.** Lavras: UFLA, 1995, 94p. (Dissertação- Mestrado em Ciência e dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, 1995.

PIMENTA, C. J. **Qualidade de Café.** Lavras: UFLA, 2003

RESENDE, O.; JÚNIOR, P. C. A.; CORRÊA, P. C.; SIQUEIRA, V. C. QUALIDADE DO CAFÉ CONILON SUBMETIDO À SECAGEM EM TERREIRO HÍBRIDO E DE

CONCRETO. **Ciência e agrotécnologia**, v. 35, n. 2, p. 327-335, 2011.

RIBEIRO, B. B.; MENDONÇA, L. M. V. L.; ASSIS, G. A.; MENDONÇA, J. M. A. de; MALTA, M. R.; MONTANARI, F. F. AVALIAÇÃO QUÍMICA E SENSORIAL DE BLENDS DE *Coffea canephora* e *Coffea arabica* L. **Coffee Science**, v. 9, n. 2, p. 178-186, 2014.

ROGERS, W. J.; MICHAUX, S.; BASTIN, M.; BUCHELI, P. Changes to the content of sugars, sugar alcohols, myo-inositol, carboxylic acids and inorganic anions in development grains from different varieties of Robusta (*Coffea canephora*) and Arabica (*C. arabica*) coffees. **Plant Science**, v. 149, n. 2, p. 115-123, 1999.

ROGINSKY, V.; LISSI, E. A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. **Food Chemistry**, v. 92, p. 235-254, 2005.

ROSA, G. M. **Análise química e atividade antioxidante de quatro amostras de café (*Coffea arabica*) comerciais**. 2010. 113p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós- Graduação em Química, Minas Gerais, 2010.

SABBAGH, N. K.; YOKOMIZO, Y. Efeito da torração sobre algumas propriedades químicas de cafés Arábica e Robusta. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v.7, p. 147-161, 1976.

SAATH, R.; BIAGGIONI, M. A. M.; BORÉM, F. M.; BROETTO, F.; FORTUNATO, V. A. Alterações na composição química e sensorial de café (*coffea arabica* L.) nos processos pós-colheita. **Energia agricultura**, v. 27, n.2, p.96-112, 2012.

SANTOS, M. H. dos; BATISTA, B. L. Influência do processamento e da torrefação sobre a atividade antioxidante do café (*Coffea arabica*). **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 604-610, 2007.

SCAA - SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA . **SCAA Protocols**, Janeiro 2014. Disponível em: <<http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>> Acesso em: 30 out. 2013.

SCHMIDT, C. A. P.; MIGLIORANZA, E.; PRUDÊNCIO, S. H. Interação da torra e moagem do café na preferência do consumidor do oeste paranaense **Ciência Rural**, v.38, n.4, 2008.

SCHOLZ, M. B. S.; FIGUEIREDO, V. R. G.; SILVA, J. V. N.; KITZBERGER, C. S. G. Característica físico-químicas de grãos verdes e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) do Iapar. **Coffee Science**, v. 6, n. 3, p. 245 – 255, 2011.

SCHOLZ, M. B. dos S.; SILVA, J. V. N. da; FIGUEIREDO, V. R. G. de; KITZBERGER, C. S. G. Atributos sensoriais e características físico-químicas de bebida de cultivares de café do Iapar. **Coffee Science**, v. 8, n. 1, p. 6-16, 2013.

SILVETZ, M. Chemical properties of coffee. **Coffee Processing Technology**, Westport, v.2, p. 162-186, 1963.

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**, v. 30, n. 1, p. 112-117, 2006.

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

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

SILVA, P. A.; RABELO, V. M.; CALIXTO, J. M. R.; COELHO, P. DE O.; GORSKI, I. R. DE C. Quality assessment of coffee grown in Campos Gerais, Minas Gerais State, Brazil **Acta Scientiarum Technology**, v. 36, n. 4, p. 739-744, 2014.

SILVA, R. P. G.; VILELA, E. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; BORÉM, F. M. Qualidade de grãos de café (*Coffea arabica* L.) armazenados em coco, com diferentes níveis de umidade. **Revista Brasileira de Armazenamento**, n. 3, p. 3-10, 2001.

SMITH, A. W. Introduction. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. **Coffee: chemistry**. New York: Elsevier Applied Science, v. 1, cap. 1, p. 1-41, 1985a.

SMITH, R. F. **A History of Coffee**. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. Coffee Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. Beckenham (Kent): Croom helm, cap. 1, p. 1-12, 1985b.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. Revisão, **Revista de nutrição**. v.15 n.1, 2002.

SOMPORN, C.; KAMTUO, A.; THEERAKULPISUT, P.; SIRIAMORNUN, S. Effects of roasting degree on radical scavenging activity, phenolics and volatile compounds of arabica coffee beans (*Coffea arabica* L. cv. Catimor) **International Journal of Food Science and Technology**, v.46, p. 2287–2296, 2011.

SOUZA, R. M. N.; CANUTO, G. A. B.; DIAS, R. C. E.; BENASSI, M. T. Teores de compostos bioativos em cafés torrados e moídos comerciais. **Química Nova**, v. 33, n. 4, p.885-890, 2010.

TOCI, A. T.; FARAH, A. Volatile compounds as potential defective coffee beans' markers **Food Chemistry**, v.108, p. 1133–1141, 2008.

TOCI, A. T.; FARAH, A. Volatile fingerprint of Brazilian defective coffee seeds: corroboration of potential marker compounds and identification of new low quality indicators. **Food Chemistry**, v. 153, p. 298-314, 2014.

TOCI, A.; FARAH, A.; TRUGO, L.C. Efeito do processo de descafeinação com diclorometano sobre a composição química dos cafés arábica e robusta, antes e após a torração. **Química nova**, v. 29, p. 965-971, 2006.

TRUGO, L. C.; **PhD Thesis**, University of Reading, England, 1984.

TRUGO, L. C.; MOREIRA, R.F.; MARIA, C.A.B. de Componentes voláteis do café torrado. Parte II: compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, 2000.

TRUGO, L. C.; MACRAE, R. Na investigation of coffee roasting using high performace liquid chromatography. **Food Chemistry**, v. 19, p. 1-9, 1986.

UCDA- Uganda Coffee Development Authority. **Protocolos para Degustação do Robusta**, Junho de 2010. Disponível em: <<http://dev.ico.org/documents/pscb-123-p-robusta.pdf>>. Acesso em 20 out. 2013.

VARGAS-ELÍAS, G. A. **Avaliação das propriedades físicas e qualidade do café em diferentes condições de torrefação**. (Dissertação de mestrado em Engenharia Agrícola). Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. 114 p., 2011.

VASCONCELOS, A. L. S.; FRANCA, A. S.; GLÓRIA, M. B. A.; MENDONÇA, J. C. F A comparative study of chemical attributes and levels of amines in defective green and roasted coffee beans. **Food Chemistry**, v. 101, n. 1, p. 26–32, 2007.

VIGNOLI, J. A.; VIEGAS, M. C.; BASSOLI, D. G.; BENASSI, M. de T. Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of arabica and robusta coffees. **Food Research International**, v. 61, p. 279–285, 2014.

VITORINO, M. D.; FRANCA, A.S.; OLIVEIRA, L.S.; BORGES, M.L.A. Metodologias de obtenção de extrato de café visando a dosagem de compostos não voláteis. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 26, p.17-24, 2001.

WINTGENS, J. N. **Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production**. WILEY-VCH. 2 ed. Weinheim, Switzerland, 983 p. 2009.

WOODMAN, J. S. Carboxylic Acids. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. **Coffee: chemistry**. New York: Elsevier Applied Science, v. 1, cap. 8, p. 266-289, 1985.

ANEXO A- Ficha de avaliação sensorial de café Arábica.

# AVALIAÇÃO SENSORIAL DE CAFÉ



Qualidade do Café  
 85 - Especial  
 70 - Médio  
 60 - Básico

Nome: \_\_\_\_\_


Data: \_\_\_\_\_

Amostra No		Fragrância Aromas	Sabor	Acidez	Corpo	Finalização	Equilíbrio	Final	Total
		10 9 8 7 6 Saco Quebra Intensidade Baixo Alta	10 9 8 7 6	10 9 8 7 6 Intensidade Baixo Alta	10 9 8 7 6 Diluído Denso	10 9 8 7 6	10 9 8 7 6	10 9 8 7 6	Defeitos (subtrair) Leve=2 Forte=4 Qtd Intensd Pontuação Final
Ponto de Torra	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Uniformidade 2 pontos-xicara	Ausência Defeitos 2 pontos-xicara	Doçura 2 pontos-xicara	Intensidade Baixo Alta	Finalização 6	Equilíbrio 6	Final 6	Total 6
Notas:									

Amostra No		Fragrância Aromas	Sabor	Acidez	Corpo	Finalização	Equilíbrio	Final	Total
		10 9 8 7 6 Saco Quebra Intensidade Baixo Alta	10 9 8 7 6	10 9 8 7 6 Intensidade Baixo Alta	10 9 8 7 6 Diluído Denso	10 9 8 7 6	10 9 8 7 6	10 9 8 7 6	Defeitos (subtrair) Leve=2 Forte=4 Qtd Intensd Pontuação Final
Ponto de Torra	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Uniformidade 2 pontos-xicara	Ausência Defeitos 2 pontos-xicara	Doçura 2 pontos-xicara	Intensidade Baixo Alta	Finalização 6	Equilíbrio 6	Final 6	Total 6
Notas:									

Amostra No		Fragrância Aromas	Sabor	Acidez	Corpo	Finalização	Equilíbrio	Final	Total
		10 9 8 7 6 Saco Quebra Intensidade Baixo Alta	10 9 8 7 6	10 9 8 7 6 Intensidade Baixo Alta	10 9 8 7 6 Diluído Denso	10 9 8 7 6	10 9 8 7 6	10 9 8 7 6	Defeitos (subtrair) Leve=2 Forte=4 Qtd Intensd Pontuação Final
Ponto de Torra	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Uniformidade 2 pontos-xicara	Ausência Defeitos 2 pontos-xicara	Doçura 2 pontos-xicara	Intensidade Baixo Alta	Finalização 6	Equilíbrio 6	Final 6	Total 6
Notas:									

ANEXO B- Ficha de avaliação sensorial de café Conilon (robusta).



**Fórmula para a Degustação de Robustas Finos**

**Escala de Qualidade:**

6.00 - Médio	7.00 - Muito Bom	8.00 - Fino	9.00 - Excepcional
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Nome: \_\_\_\_\_ Sessão: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

<b>Amostra #</b>	<b>Olho de Touro de Amostra</b>	<b>Pontuação: Fragrância/Aroma</b>	<b>Pontuação: Sabor</b>	<b>Pontuação: Salinidade/Aidez</b>	<b>Pontuação: Amargor/Doçura</b>	<b>Pontuação: Sensação na Boca</b>	<b>Pontuação: Equilíbrio</b>	<b>Pontuação: Conjunto</b>	<b>Pont. Total</b>																																																																																							
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">Seco</td><td style="width: 50%;">Umidade</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">Caráter</td><td style="width: 50%;">Quilíbrio</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">3</td><td style="width: 50%;">3</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">1</td><td style="width: 50%;">1</td></tr> </table>	Seco	Umidade	Caráter	Quilíbrio	6	6	3	3	1	1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">Leve=2</td><td style="width: 50%;">Grave=4</td></tr> <tr><td style="width: 50%;"># xcasas</td><td style="width: 50%;">Intensidade</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">X</td><td style="width: 50%;">=</td></tr> </table>	Leve=2	Grave=4	# xcasas	Intensidade	X	=	<b>Resultado Final</b>
Seco	Umidade																																																																																															
Caráter	Quilíbrio																																																																																															
6	6																																																																																															
3	3																																																																																															
1	1																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
Leve=2	Grave=4																																																																																															
# xcasas	Intensidade																																																																																															
X	=																																																																																															
<b>Notas:</b>																																																																																																

<b>Amostra #</b>	<b>Olho de Touro de Amostra</b>	<b>Pontuação: Fragrância/Aroma</b>	<b>Pontuação: Sabor</b>	<b>Pontuação: Salinidade/Aidez</b>	<b>Pontuação: Amargor/Doçura</b>	<b>Pontuação: Sensação na Boca</b>	<b>Pontuação: Equilíbrio</b>	<b>Pontuação: Conjunto</b>	<b>Pont. Total</b>																																																																																							
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">Seco</td><td style="width: 50%;">Umidade</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">Caráter</td><td style="width: 50%;">Quilíbrio</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">3</td><td style="width: 50%;">3</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">1</td><td style="width: 50%;">1</td></tr> </table>	Seco	Umidade	Caráter	Quilíbrio	6	6	3	3	1	1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">Leve=2</td><td style="width: 50%;">Grave=4</td></tr> <tr><td style="width: 50%;"># xcasas</td><td style="width: 50%;">Intensidade</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">X</td><td style="width: 50%;">=</td></tr> </table>	Leve=2	Grave=4	# xcasas	Intensidade	X	=	<b>Resultado Final</b>
Seco	Umidade																																																																																															
Caráter	Quilíbrio																																																																																															
6	6																																																																																															
3	3																																																																																															
1	1																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
Leve=2	Grave=4																																																																																															
# xcasas	Intensidade																																																																																															
X	=																																																																																															
<b>Notas:</b>																																																																																																

<b>Amostra #</b>	<b>Olho de Touro de Amostra</b>	<b>Pontuação: Fragrância/Aroma</b>	<b>Pontuação: Sabor</b>	<b>Pontuação: Salinidade/Aidez</b>	<b>Pontuação: Amargor/Doçura</b>	<b>Pontuação: Sensação na Boca</b>	<b>Pontuação: Equilíbrio</b>	<b>Pontuação: Conjunto</b>	<b>Pont. Total</b>																																																																																							
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">Seco</td><td style="width: 50%;">Umidade</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">Caráter</td><td style="width: 50%;">Quilíbrio</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">3</td><td style="width: 50%;">3</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">1</td><td style="width: 50%;">1</td></tr> </table>	Seco	Umidade	Caráter	Quilíbrio	6	6	3	3	1	1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">6</td><td style="width: 50%;">10</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">7</td><td style="width: 50%;">9</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">8</td><td style="width: 50%;">8</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">9</td><td style="width: 50%;">7</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">10</td><td style="width: 50%;">6</td></tr> </table>	6	10	7	9	8	8	9	7	10	6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">Leve=2</td><td style="width: 50%;">Grave=4</td></tr> <tr><td style="width: 50%;"># xcasas</td><td style="width: 50%;">Intensidade</td></tr> <tr><td style="width: 50%;">X</td><td style="width: 50%;">=</td></tr> </table>	Leve=2	Grave=4	# xcasas	Intensidade	X	=	<b>Resultado Final</b>
Seco	Umidade																																																																																															
Caráter	Quilíbrio																																																																																															
6	6																																																																																															
3	3																																																																																															
1	1																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
6	10																																																																																															
7	9																																																																																															
8	8																																																																																															
9	7																																																																																															
10	6																																																																																															
Leve=2	Grave=4																																																																																															
# xcasas	Intensidade																																																																																															
X	=																																																																																															
<b>Notas:</b>																																																																																																