

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E TECNOLOGIA
CURSO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



JACQUELINE DOS SANTOS FERREIRA

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSTOS BIOATIVOS EM CAFÉS
TRADICIONAIS E *GOURMETS* COMERCIALIZADOS NA CIDADE
DE BELÉM DO PARÁ.**

BELÉM

2019

JACQUELINE DOS SANTOS FERREIRA

Avaliação físico-química e compostos bioativos em cafés tradicionais e *gourmets* comercializados na cidade de Belém do Pará.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção de grau de Tecnólogo (a) de Alimentos, da Universidade do Estado do Pará.

Orientador (a): Prof^ª. Dr^ª. Maricely Janette Uría Toro.

Data de aprovação: 25/10/2019

Banca examinadora:

 Orientadora
Prof^ª. Maricely Janette Uría Toro

Dr^ª. em Química Analítica

Universidade Estadual Paulista

 - Membro
Prof^ª. Luciane do Socorro Nunes dos Santos Brasil

Dr^ª. em Química Analítica

Universidade Federal do Pará

 Membro
Elivaldo Nunes Modesto Junior

Msc. em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Universidade Federal do Pará

BELÉM

2019

Aos meus pais, Elizabeth Ferreira e José Maria Ferreira, por todo investimento em meus estudos.

Aos meus irmãos, Caroline Ferreira e Jobson Ferreira, por todo incentivo e inspiração.

Aos meus avós, por torcerem pelo meu sucesso.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem Ele nada disso seria possível. Por escutar meus apelos mais desesperados quando parecia que nada saía como o planejado, por Ele ter me dado a sabedoria de ser humilde para correr atrás de conhecimento.

À universidade do Estado do Pará e ao departamento de Tecnologia de Alimentos por oferecer esse curso tão maravilhoso e tão apaixonante que me identifiquei desde o início.

À professora Dr^a. Maricelly Uría Toro, por acreditar na minha capacidade para o desenvolvimento deste trabalho e pelos valiosos ensinamentos durante todo o curso e durante a monitoria no Laboratório de Química.

Aos meus pais, José Maria Ferreira e Elizabeth Ferreira, que foram e são meus grandes incentivadores. Obrigada por me apoiarem nesse sonho e por amenizarem as dificuldades.

Ao meu amigo/namorado/companheiro Júnior Negrão, que nenhuma palavra dá a significância exata que tem em minha vida. Obrigada por entender minha ausência nas semanas finais, por todas as horas de espera em frente à UEPA e pela presença na minha vida. Cada gesto de carinho contribuiu muito para a realização desse sonho.

Às amigas, Albenise Almeida, Gerlane Ferreira, Lídia Ribeiro, Maryellen Pereira (*in memoriam*) e Nayara Ferreira, que foram minha primeira família na vida acadêmica. Obrigada pelo apoio e força que me deram quando decidi trocar de curso e vir para a Tecnologia de Alimentos.

A minha madrinha Conceição Ferreira, por ela ter me acolhido em sua casa em Belém durante os primeiros anos de curso.

A Prof^a. Dr^a. Luciane Brasil pela colaboração na banca e por ter intermediado a realização de algumas análises na UFPA.

Enfim, a todos que participaram direta ou indiretamente desse trabalho meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

FERREIRA, JACQUELINE DOS SANTOS. **Avaliação físico-química e compostos bioativos em cafés tradicionais e *gourmets* comercializados na cidade de Belém do Pará.** 2019. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2019.

O café é uma das bebidas mais populares e consumidas no mundo, sendo que, em muitas regiões, este consumo é inferior apenas ao de água. Neste estudo se objetivou avaliar físico quimicamente dois principais tipo de café, Tradicional e *Gourmet*, bem como avaliar o teor de compostos bioativos e atividade antioxidante in vitro dos cafés e compará-las. Foram avaliadas cinco amostras de cafés tradicionais (AT, BT, CT, DT e ET) e cinco amostras de café *gourmet* (FG, GG, HG, IG e JG) comercializadas em supermercados da cidade de Belém, Pará. As análises físico-químicas realizadas foram: umidade, pH, acidez, cinzas, extrato aquoso, sólidos solúveis totais, açúcares totais, proteínas e lipídeos. Os compostos bioativos foram: cafeína, teobromina, compostos fenólicos totais em ácido gálico e capacidade antioxidante em $\mu\text{MTrolox}$. Ao total, 80 % das amostras estão de acordo com a legislação para umidade máxima de 5%. O pH demonstrou ser maior em amostras de café tradicional. As amostras com maior acidez em mL de NaOH 0,1 N. 100 g^{-1} foram HG, IG e JG. A amostra de menor acidez foi ET com 216,66 mL de NaOH 0,1 N. 100 g^{-1} . Os compostos fenólicos apresentaram diferença entre as amostra de café tradicional em relação às *gourmets*. As maiores médias foram observadas nas amostras DT e BT ($1.894,87 \pm 30,97$ e $1.825,90 \pm 50,62$ mg ác. gálico. 100 g^{-1}). Observou-se que conseqüentemente as amostras com maior teor de compostos fenólicos também obtiveram a maior capacidade antioxidante, como a amostra DT ($510,53 \pm 5,96\ \mu\text{MTrolox. g}^{-1}$), seguida da amostra BT ($440,73 \pm 8,07\ \mu\text{MTrolox. g}^{-1}$). Com os resultados obtidos pelas análises físico-químicas, as amostras apresentaram diferença significativa, com algumas exceções. De acordo com a legislação que preconiza padrões de umidade, cinzas, cafeína, sólidos solúveis e lipídeos, a maioria das amostras de café tradicional encontravam-se fora do padrão, exceto para lipídeos. Já a as amostras de *gourmet*, apenas uma estava com valor abaixo de cafeína. Com relação à análise de compostos bioativos as amostras que são consideradas inferiores na avaliação realizada pela Associação Brasileira das Indústrias de Café foram as que obtiveram os maiores valores de compostos fenólicos e capacidade antioxidante.

Palavra Chave: qualidade; cafeína; compostos fenólicos; capacidade antioxidante.

ABSTRACT

Coffee is one of the most popular and consumed beverages in the world, and in many regions this consumption is only lower than water. This study aimed to physically evaluate two main types of coffee, Traditional and Gourmet, as well as to evaluate the bioactive compounds content and antioxidant activity of in vitro coffees and compare them. Five samples of traditional coffees (AT, BT, CT, DT and ET) and five samples of *gourmet* coffee (FG, GG, HG, IG and JG) sold in supermarkets in the city of Belém, Pará were evaluated. carried out were: moisture, pH, acidity, ashes, aqueous extract, total soluble solids, total sugars, proteins and lipids. The bioactive compounds were: caffeine, theobromine, total phenolic compounds in gallic acid and antioxidant capacity in $\mu\text{MTrolox}$. In total, 80% of the samples comply with legislation for a maximum humidity of 5%. The pH has been shown to be higher in traditional coffee samples. The samples with the highest acidity in mL of 0.1 N NaOH. 100 g^{-1} were HG, IG and JG. The lowest acidity sample was ET with 216.66 mL of 0.1 N NaOH. 100 g^{-1} . Phenolic compounds showed differences between the traditional coffee samples in relation to gourmets. The highest averages were observed in the DT and BT samples ($1,894.87 \pm 30.97$ and $1,825.90 \pm 50.62$ mg acid. gallic. 100 g^{-1}). Consequently, the samples with higher phenolic content also had the highest antioxidant capacity, such as the DT sample ($510.53 \pm 5.96\ \mu\text{MTrolox.g}^{-1}$), followed by the BT sample ($440.73 \pm 8, 07\ \mu\text{MTrolox.g}^{-1}$). With the results obtained by the physicochemical analysis, the samples presented significant difference, with some exceptions. According to legislation that advocates moisture, ash, caffeine, soluble solids and lipid standards, most traditional coffee samples were non-standard except for lipids. As for the gourmet samples, only one was below caffeine value. Regarding the analysis of bioactive compounds the samples that are considered inferior in the evaluation carried out by the Brazilian Coffee Industry Association obtained the highest values of phenolic compounds and antioxidant capacity.

Keyword: quality; caffeine; phenolic compounds; antioxidant capacity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Morfologia do fruto de café maduro.	15
Figura 02 - Café natural, café despulpado e café cereja descascado.	18
Figura 03 - Discos do sistema Agrtron/SCAA Roast Classification Color Disk apresentados frente (A e C) e verso (B e D)	19
Figura 04 - Fluxograma do processamento pós-colheita do café	20
Figura 05 - Estruturas químicas da cafeína (1), teofilina (2), teobromina (3).	22
Figura 06 - Via biossintética da cafeína.	22
Figura 07 - Estrutura química do ácido caféico (4), ácido quínico (5), ácido ferúlico (6), p-cumárico (7).	24
Figura 08 - Grãos de café preto (P), verdes (V) e ardidos (A).	25
Figura 09 - Escala Sensorial do café torrado e moído desenvolvida em 2003 pela ABIC	27
Figura 10 - Esquema das reações envolvidas no método DNS.	30
Figura 11 - Estabilização do radical $ABTS^{\bullet+}$ por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.	33
Figura 12 - Valores de pH da bebida de café expresso em função da adição de proporções crescentes de café conillon no <i>blend</i> com arábica.	37

LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS

Tabela 01 - Composição química de grão cru de <i>Coffea arabica</i> L. e <i>Coffea canéfora</i> .	21
Tabela 02 - Características Químicas do café torrado padronizadas pela ABIC.	27
Gráfico 01 - Curva padrão de glicose.	31
Gráfico 02 - Curva padrão de Ácido gálico.	33
Gráfico03 - Curvas de calibração de Trolox para cafés tradicionais e <i>gourmets</i> , respectivamente:	34
Gráfico 04 - Curva padrão de Cafeína	35
Gráfico 05 - Curva padrão de Teobromina.	35
Tabela 03 - Resultados das análises físico-químicas de umidade, pH e acidez em amostras de cafés tradicionais e <i>gourmets</i> .	36
Tabela 04 - Resultados das análises físico-químicas de sólidos solúveis totais, extrato aquoso e cinzas em amostras de cafés tradicionais e <i>gourmets</i> .	38
Tabela 05 - Resultados das análises de açúcares totais, proteína, melanoidinas e lipídeos em amostras de cafés tradicionais e <i>gourmets</i> .	41
Tabela 06 - Resultados da análise de compostos bioativos em amostras de cafés tradicionais e <i>gourmets</i> .	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIC - Associação Brasileira das Indústrias de Café

ABTS - Sal de amônio do ácido 2,2'-azinobis(3-etilbenzenotiazolina6-sulfônico)

AOAC- Association of Official Analytical Chemists

CCNT - Centro de Ciências Naturais e Tecnologia

CS - Cafeína sintase

DNS - Ácido. 3,5-dinitrosalicílico

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EUA - United States of America

IAL - Instituto Adolfo Lutz

mL - Mililitro

MS -7-metilxantosina sintase

nm - Nanômetro

PVA - Pretos, verdes e ardidos

QG - Qualidade Global

TS - Teobromina sintase

UEPA - Universidade do Estado do Pará

μM - Micromolar

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	OBJETIVOS	14
2. 1.	Objetivo Geral	14
2.2.	Objetivos Específicos	14
3.	REVISÃO DE LITERATURA	15
3. 1.	O CAFÉ	15
3. 2.	DIFERENÇAS ENTRE <i>COFFEA ARABICA</i> E A <i>COFFEA CANNEPHORA</i>	16
3.3.	PRODUÇÃO DO CAFÉ EM PÓ	17
3.3.1.	Recepção e Seleção dos Grãos	17
3.3.2.	Secagem	17
3.3.3.	Via seca	17
3.3.4.	Via úmida	17
3.4.	ARMAZENAMENTO	18
3.5.	TORREFAÇÃO E RESFRIAMENTO	18
3.7.	MOAGEM	19
3.8.	EMBALAGEM	20
3.9.	CONSTITUINTES QUÍMICOS DO CAFÉ	21
3.10.	ALCALOIDES PRESENTES NO CAFÉ	21
3.11.	LIPÍDEOS	23
3.12.	COMPOSTOS FENÓLICOS	23
3.13.	MELANOIDINAS	24
3.14.	GRÃOS COM DEFEITOS DO TIPO PRETOS, VERDES E ARDIDOS (PVA).	25
3.15.	CLASSIFICAÇÃO DOS GRÃOS DE CAFÉ	25
3.16.	Categorias de Qualidade do Café	26
4.	MATERIAL E MÉTODOS	28
4.1.	MATERIAL	28

4.2.	MÉTODOS	28
4.2.1.	Infusão 10%:	28
4.2.2.	Umidade	28
4.2.3.	Acidez da infusão	28
4.2.4.	pH	29
4.2.5.	Cinzas	29
4.2.6.	Extrato Aquoso	29
4.2.7.	Sólidos solúveis totais	29
4.2.8.	Açúcares totais	29
4.2.9.	Determinação de Melanoidinas	31
4.2.10.	Proteína	31
4.2. 11.	Lipídeos	32
4.2.12.	Compostos fenólicos totais	32
4.2.13.	Capacidade antioxidante ABTS	33
4.2. 14.	Determinação de cafeína e teobromina	34
4.2. 15.	Análise Estatística	35
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
6.	CONCLUSÃO	46
7.	REFERÊNCIAS	47

1. INTRODUÇÃO

O café é um dos produtos agrícolas mais valorizados da economia global e a sua bebida é uma das mais consumidas no mundo por apresentar sabor e aroma característicos. Pertencente à família Rubiaceae e ao gênero *Coffea* existem descritas aproximadamente 100 espécies do gênero *Coffea*, mas somente a *Coffea arabica* e a *Coffea canephora*, conhecida como robusta ou conillon, são cultivadas e possuem valor econômico (ARAÚJO, 2007). Cerca de 71% da produção brasileira de café é derivada de cultivares arábicas e o restante de café conillon (FERRÃO *et al.*, 2007). O Brasil é o maior produtor de café no mundo possuindo um parque cafeeiro (café arábica e conillon) de 2,2 milhões de hectares distribuídos em 15 Estados: Acre, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rondônia e São Paulo, sendo que atualmente os maiores produtores são Minas Gerais e Espírito Santo, responsáveis por aproximadamente 75% da produção brasileira (DURÁN *et al.*, 2017).

No Brasil o consumo de café per capita é de 4,82 kg /ano de café torrado e moído, o que mantém o Brasil como o segundo maior consumidor de café do mundo (ABIC, 2018). Segundo dados da ABIC, no ano de 2017 o consumo de café no Brasil foi de aproximadamente 1.070 toneladas. O café em pó ainda é o mais consumido com 866 toneladas por ano, seguido do café em grãos com 195 toneladas e do café em capsula com 10 toneladas (ABIC, 2017).

O café é consumido principalmente em forma de bebida feita a partir do pó dos grãos das espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora* (ALVES *et al.*, 2009). Esta bebida já é conhecida por seu efeito estimulante associado à cafeína, e mais recentemente já se reconhece que outros constituintes químicos presentes no grão de café, como os ácidos clorogênicos com sua capacidade antioxidante, possuem implicações na saúde humana sendo estimulada por profissionais da área de saúde com a justificativa de que estimula a memória, atenção e concentração (ARRUDA, 2009; ALVES, 2009).

Existem três categorias de qualidade do café: *Gourmet*, Superiores e Tradicionais. A *Gourmet* é aquela constituída de café 100% arábica de origem única ou blendados. Cafés Superiores são aqueles constituídos de café arábica ou blendados com café robusta-conillon. Os cafés Tradicionais são aqueles constituídos de café arábica ou blendados com café robusta-conillon (OLIVEIRA, 2006). A demanda de cafés especiais, como os *gourmet*, vem crescendo no mercado mundial em comparação aos cafés commodities, sendo importante

incentivar a sua produção no país, uma vez que esse produto possui valor comercial agregado. Além disso, considera-se que o Brasil tenha condições favoráveis para aumentar a sua produção, dada a diversidade de seu parque cafeeiro e o elevado nível tecnológico da cafeicultura (BOREM, 2008). Apesar de o segmento café *gourmet* ter surgido no Brasil há cerca de oito anos, apenas 5% da safra tem alcançado este nível de qualidade, porém o segmento cresce 15% ao ano. Os fornecedores de café *gourmet* do mercado estão localizados principalmente em fazendas do sul do Estado de Minas Gerais e na Alta Mogiana, no Estado de São Paulo (OETTERER *et al.*, 2013).

Diante do atual crescimento do mercado por café do tipo *Gourmet* e por sua qualidade, o estudo da composição química do café é importante a fim de quantificar os compostos que dão as características que diferenciam os cafés *gourmet* dos cafés tradicionais. O foco deste estudo é quantificar alguns dos compostos bioativos e analisar a atividade antioxidante *in vitro* de cafés de qualidade diferenciada e compará-las com as demais categorias presentes no mercado.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar as características físico-químicas, os compostos bioativos e a capacidade antioxidante *in vitro* de diferentes marcas de café *gourmets* e tradicionais comercializadas em supermercados da cidade de Belém do Pará.

2.2. Objetivos Específicos

Avaliar as características físico-químicas de amostras de café tradicional e *gourmet*;

Determinar a teor de compostos fenólicos totais em cafés tradicionais e *gourmet*;

Determinar a quantidade de melanoidinas e cafés tradicionais e *gourmet*;

Determinar o teor de cafeína e teobromina nas amostras de café tradicional e *gourmet*;

Determinar a capacidade antioxidante das amostras de café tradicional e *gourmet*.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. O CAFÉ

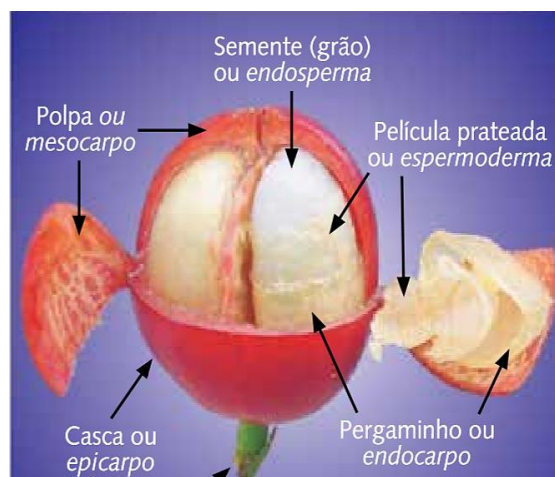
O café foi descoberto nas montanhas da província de Kaffa, atual Etiópia, no século VI e levado para a Arábia e de lá para Europa por volta de 1500. A transferência de mudas de café do continente Europeu para a América Central e do Sul ocorreu por volta de 1700 chegando ao Brasil em 1727 (ILLY, 2002; BONOMO *et al.*, 2004; YANAGIMOTO *et al.*, 2004).

O café pertence à família *Rubiaceae* e ao gênero *Coffea*. Existem descritas aproximadamente 100 espécies do gênero *Coffea*, mas somente a *Coffea arabica* e a *Coffea canephora*, conhecida como Robusta ou como Conillon são cultivadas (ARAÚJO, 2007). Sendo que somente estas duas têm importância econômica (BONOMO *et al.*, 2004).

No Brasil, foi introduzido em 1727 por Francisco Mello Palheta. As primeiras sementes e mudas foram plantadas em Belém em seguida no Maranhão. Devido às condições climáticas do Brasil, o cultivo de café se espalhou rapidamente, com produção voltada para o mercado interno. A plantação se espalhou em por Estados como Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Minas gerais. O café passou de uma posição relativamente secundária para a de produto-base da economia brasileira rapidamente (ABIC, 2008).

Os frutos do café são formados pelo epicarpo (pele/casca), mesocarpo (polpa/mucilagem), endocarpo (pergaminho) e endosperma (grão) (Figura 1).

Figura 01 - Morfologia do fruto de café maduro.



Fonte: MESQUITA *et al.* (2016).

O café *in natura*, os grãos torrados e a bebida preparada são misturas complexas formadas por várias substâncias de ocorrência natural ou derivadas pelo processo de torrefação (DAGLIA *et al.*, 2000). Esta etapa da cadeia produtiva é feita pela exposição dos grãos verdes ao ar aquecido durante curto intervalo de tempo, suficiente para liberar a água livre e ligada. Os grãos secos são aquecidos a uma temperatura que varia de 200 – 240 °C por 10 - 15 min para promover reações de pirólise, caramelização e reação de Maillard que irão resultar na formação de compostos que atribuem cor, aroma e sabor ao café (DAGLIA *et al.*, 2000; AMSTALDEN *et al.*, 2001).

Entendesse por café torrado como o endosperma (grão) beneficiado do fruto maduro de espécies do gênero *Coffea*, como *Coffea arabica* L., *Coffea liberica* H., *Coffea canephora* P. (*Coffea robusta* Linden), submetido a tratamento térmico até atingir o ponto de torra escolhido. O produto pode apresentar resquícios do endosperma (película invaginada intrínseca). Pode ser adicionado de aroma (ANVISA, 2015). A espécie Arábica é considerada economicamente mais importante do que a espécie conillon sendo que a produção mundial destas espécies corresponde a 70 e 30% respectivamente (LIN *et al.*, 2005).

3.2. DIFERENÇAS ENTRE *COFFEA ARABICA* E A *COFFEA CANNEPHORA*

A espécie Arábica, oriunda de regiões montanhosas, é uma árvore delicada, de produção entre pequena e média e tem um porte de 5 a 6 m de altura e requer clima temperado. É cultivado em regiões com altitude acima de 800 metros e é originário do Oriente, apresentando grãos de coloração esverdeada. O Arábica produz cafés de melhor qualidade, sendo os aromas mais finos e requintados e os sabores mais intensos (CAFÉ DAMASCO, 2008). Todas as espécies do gênero *Coffea* são diploides ($2n=22$ cromossomos) (CARVALHO, 1946). Porém diferentemente das demais espécies do gênero, a *Coffea arabica* L. apresenta 44 cromossomos ($2n = 44$), sendo assim alotetraplóide (MELLO; SOUZA, 2001).

A árvore da espécie robusta por sua vez é caracterizada por ser muito produtiva e resistente a doenças. A planta se desenvolve bem em climas quentes e úmidos e pode atingir até 12 m de altura (ILLY, 2002). O café conillon tem um trato mais rude e pode ser cultivado ao nível do mar. Não apresenta sabores variados e refinados como a arábica, dizendo-se que tem um “sabor típico e único”. Sua acidez é mais baixa e, por ter mais sólidos solúveis, é utilizado intensamente nos cafés solúveis. Seu teor de cafeína é maior do que nos arábicas (CAFÉ DAMASCO, 2008).

3.3. PRODUÇÃO DO CAFÉ EM PÓ

3.3.1. Recepção e Seleção dos Grãos

Na colheita, os frutos devem estar em seu ponto máximo de maturação, e também não devem entrar em contato com a terra, para evitar a contaminação com microrganismos. Após a colheita os frutos devem passar por uma pré - limpeza, retirando as impurezas vindas do campo e lavagem, o mais rápido possível, com a finalidade de retirar a poeira e separar aqueles frutos que estão com diferentes fases de maturação (EMBRAPA, 2008).

3.3.2. Secagem

A secagem por sua vez pode ser feita naturalmente em terreiro ou artificialmente. Segundo Gonzáles (2004) o café natural é aquele processado por via seca, no qual o grão é seco com a polpa e a mucilagem, permitindo a transferência do sabor adocicado. Tipicamente, tal café tem corpo e aroma pronunciados, típico, quase que exclusivamente, dos cafés do Brasil. Já o café despulpado ou lavado é aquele que tanto a polpa quanto a mucilagem são totalmente removidas e o pergaminho seca sem elas. O café cereja descascado é aquele em que a polpa é completamente removida e a mucilagem não é, ou é apenas levemente removida. O pergaminho seca envolvido pela totalidade ou quase totalidade da mucilagem, e assim, em contato com açúcares que conferem sabor doce ao grão, a exemplo do café natural.

3.3.3. Via seca

Este tipo de processo é bastante empregado em regiões com maior incidência solar, embora o método de pós-colheita varie de acordo com o produtor e o produto que se deseja alcançar. Na via seca, os frutos são secos na sua forma íntegra, imediatamente após a colheita, em terreiro aberto ou em secador mecânico. Esta via de processamento é conhecida por produzir cafés a partir de diferentes graus de maturação do fruto, incluindo grãos de extrema maturação e grãos que secaram na própria planta, ou seja, sem a preocupação maior de selecionar os frutos na colheita (BORÉM, 2014).

3.3.4. Via úmida

Os frutos do café são colhidos em diversos estágios de maturação, desde verdes até maduros. Durante a lavagem, os grãos são separados de acordo com seus estágios de maturação, permitindo a obtenção dos cafés verdes (imaturos), maduros e excessivamente maduros (BORÉM, 2014). Após esta separação, os frutos de café cereja passam pela remoção

mecânica da casca ainda em contato direto com a água e através de equipamentos de desintegração. Até esta etapa tem-se o processo conhecido como semiúmido ou semisseco, onde os grãos descascados, mas ainda contendo o mesocarpo são submetidos à secagem em secadores mecânicos ou em terreiro aberto. Na via úmida ocorrerá, em seguida à remoção da casca, a remoção do mesocarpo, que se dará mecanicamente ou por fermentação controlada empregando a biota natural (MURTHY; NAIDU, 2012; BELITZ *et al.*, 2009) (figura 02).

Figura 02 - Café natural, café despulpado e café cereja descascado.



Fonte: SALVA (2011).

3.4. ARMAZENAMENTO

Encerrado o processo de secagem o produto pode seguir dois caminhos. Ser encaminhado ao armazenamento, devendo estar com a umidade entre 10 e 12%, ou ser submetido ao beneficiamento preparatório para ser comercializado (HOFFMANN, 2001).

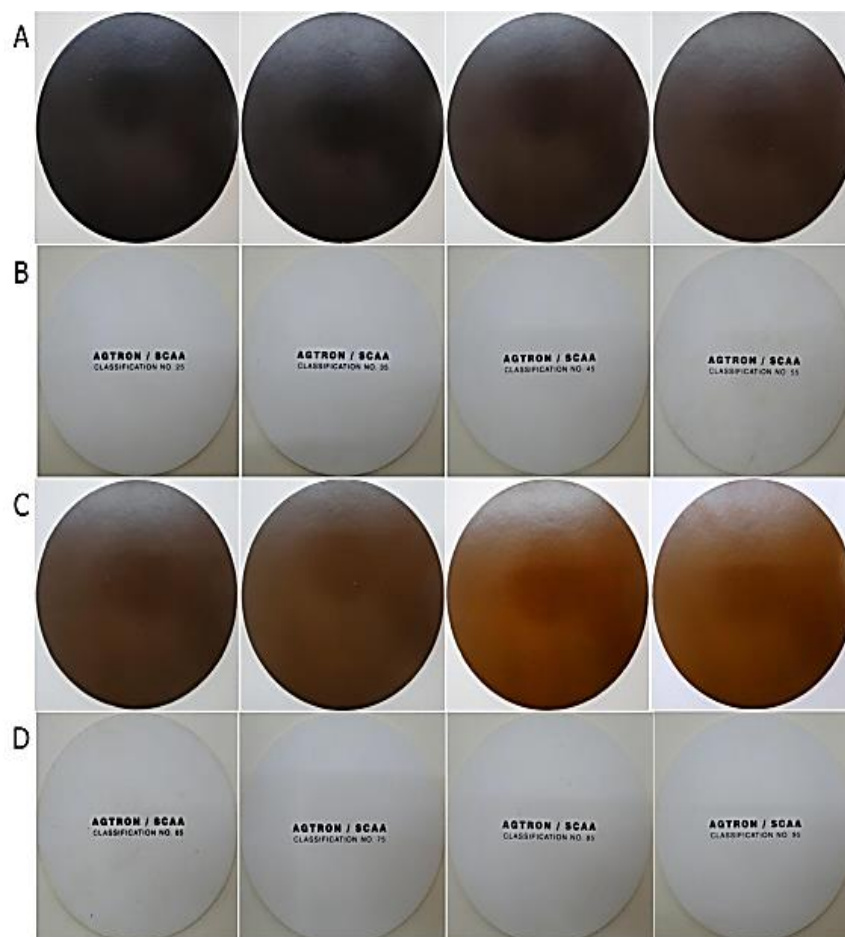
3.5. TORREFAÇÃO E RESFRIAMENTO

Segundo Gonzáles (2004) primeiramente o café verde é colocado no elevador de grãos crus, o qual transportará a matéria-prima ao torrador. No torrador, que funciona a gás, o café passa pelo tratamento térmico a uma temperatura de 200 °C, num tempo de torra de no máximo 25 minutos para adquirir as características desejadas. Os voláteis provenientes da torra do café são liberados pelo sistema de exaustão do torrador.

O café após torrado passará por um sistema de resfriamento através de ar frio por um tempo de 5 minutos. Depois dos grãos torrados e resfriados são depositados por sistema de elevador pneumático no silo para grãos torrados com capacidade para 1350 kg. Os voláteis provenientes do esfriamento dos grãos torrados são liberados pelo sistema de exaustão do resfriador (GONZÁLES, 2004). O resfriamento é processo sucessivo e rápido que visa condensar no interior do grão as substâncias aromáticas, responsável pelo aroma e sabor do café, são dois métodos normalmente utilizados: ar ou água.

Para medir a cor dos grãos torrados tem-se a utilização dos Discos Agtron (Figura 03), sendo este um método subjetivo, que necessita de técnicos de muita prática. A indústria atualmente utiliza além dos Discos de Agtron, equipamentos rápidos e mais exatos, como os colorímetros e espectrofotocolorímetros (EMBRAPA, 2008). Para classificar os graus de torra a ABIC (2019) recomenda a seguinte relação entre o ponto de torra e o número do Disco Agtron: torra clara- Disco Agtron n° 75; torra média - Disco Agtron n° 55 a 65; torra escura - Disco Agtron n° 45.

Figura 03 - Discos do sistema Agtron apresentados frente (A e C) e verso (B e D)



Fonte: RABELO *et al.* (2015).

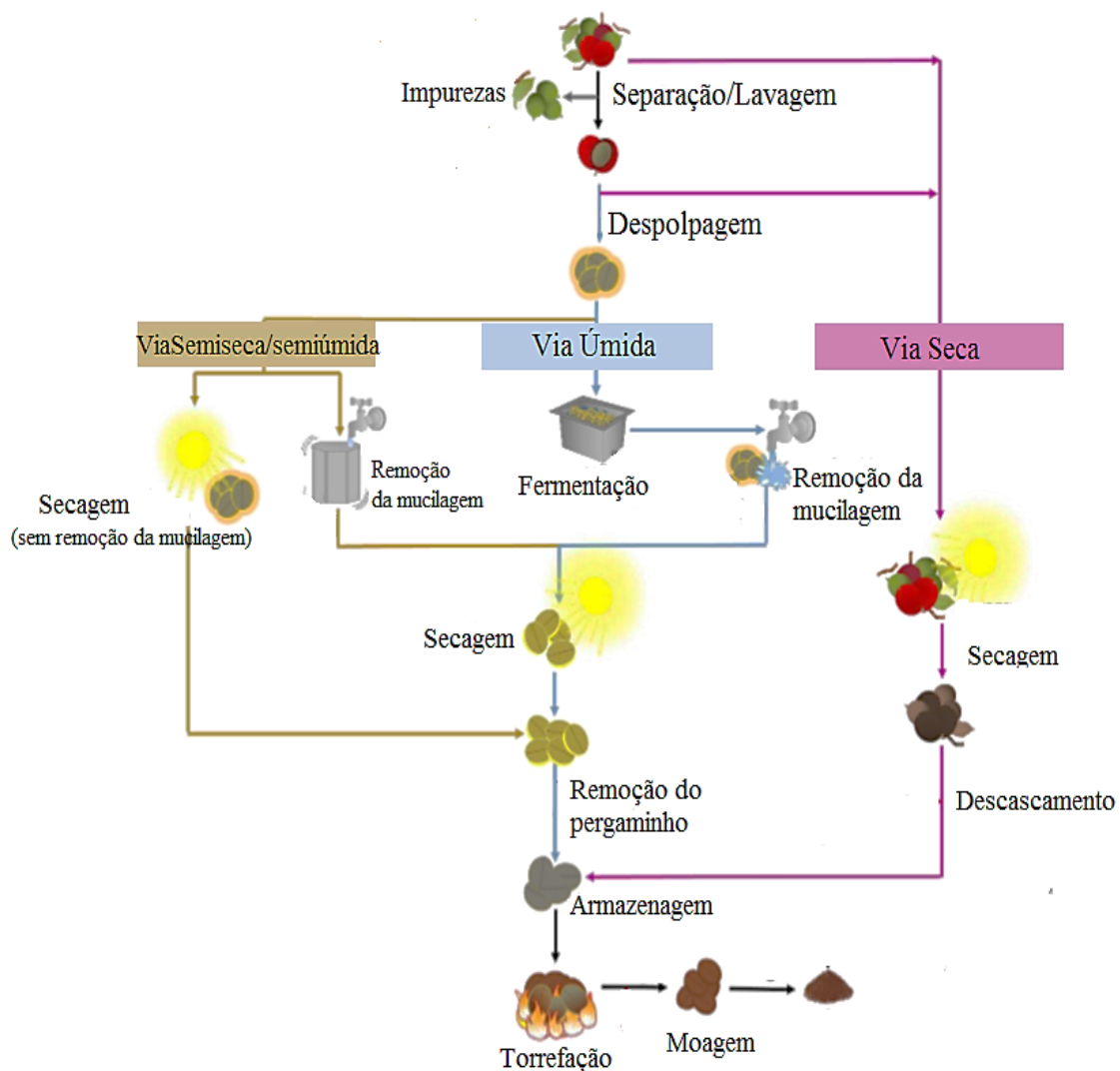
3.7. MOAGEM

De acordo com Golini (2014), a moagem é feita com auxílio de um rolo mecânico, que quebra os grãos, até chegar à granulometria ideal do produto. Após esse processo, o café deve descansar por três horas para liberar mais gás carbônico. A moagem é o processo na qual os grãos secos são triturados até que se tornem um pó fino. Há diferentes graus de moagem do café, conforme a ABIC (2010) o pulverizado, fina, média e grossa.

3.8. EMBALAGEM

O café depois de moído é embalado a vácuo e colocado em embalagens cartonadas. Na presença de umidade o envelhecimento do café torrado é mais rápido, comprometendo a fragrância e o sabor da bebida, sendo que os aromas do café são sensíveis à oxidação atmosférica. Para manter o bom sabor e o aroma do café torrado e moído, retardando o processo de oxidação natural do produto, usa-se o processo de embalagem auto-vácuo (MELITTA, 2008). Para Hoffmann (2001) existem embalagens a vácuo que preservam as características do café por períodos maiores, podendo preservar o café em até 18 meses, entretanto, em embalagens tipo “almofada”, o prazo de consumo não deve exceder 180 dias. As etapas de processamento desde o café cru até o café em pó estão na figura 04.

Figura 04 - Fluxograma do processamento pós-colheita do café



Fonte: DURÁN *et al.* (2017).

3.9. CONSTITUINTES QUÍMICOS DO CAFÉ

Os compostos químicos nos grãos de café são reflexos de uma série de atributos que, somados, conferem ao café sabor e aromas peculiares (MALTA *et al.*,2003). Para Abrahão (2007) qualidade da bebida café é determinada pelos componentes químicos precursores de sabor e aroma que se encontram no endosperma e que dependem do processo de torração utilizado, quando vários componentes químicos podem ser gerados, convertidos em outros componentes, ou serem termoestáveis, sendo esses últimos poucos susceptíveis a transformações. Na Tabela 01 os valores da composição química das duas variedades de café comercializados.

Tabela 01 - Composição química de grão cru de *Coffea arabica L.* e *Coffea canéfora*.

Componente	Café Arábica (%)	Café Conillon (%)
Cafeína	0,7 – 1,4	1,2 – 2,4
Minerais	3 – 4,2	33 – 4,2
Proteínas	11,0 – 13,0	11,0 -13,0
Lipídeos	7,7- 16,0	7,7 – 16,0
Ácidos clorogênicos totais	3,5 – 7,3	7,0 – 14,0
Carboidratos solúveis	9 -12,5	6,0- 11,5
Polissacarídeos insolúveis	46 – 53	34 – 44

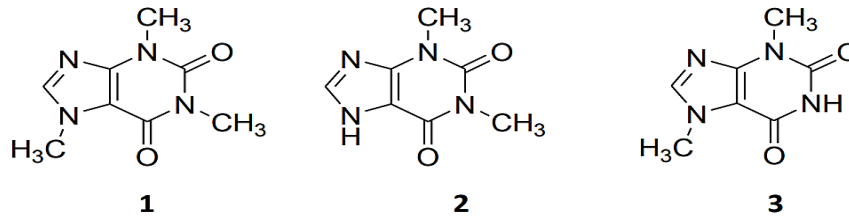
Fonte: BELITZ *et al.* (2009); JOET *et al.* (2010) adaptado.

3.10. ALCALOIDES PRESENTES NO CAFÉ

A cafeína é um alcaloide farmacologicamente ativo, pertencente ao grupo das xantinas e suas principais fontes alimentares são café, mate e guaraná (ARNAUD, 1999; MONTEIRO; TRUGO, 2005). 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).

A cafeína atua antagonizando os efeitos da adenosina, uma substância química do cérebro (neurotransmissor) que causa o sono, e da microcirculação, onde melhora o fluxo sanguíneo (CIC, 2008). Existem descrições na literatura sobre a presença de traços de teofilina (2) e teobromina (3) (Figura 05).

Figura 05 - Estruturas químicas da cafeína (1), teofilina (2), teobromina (3).

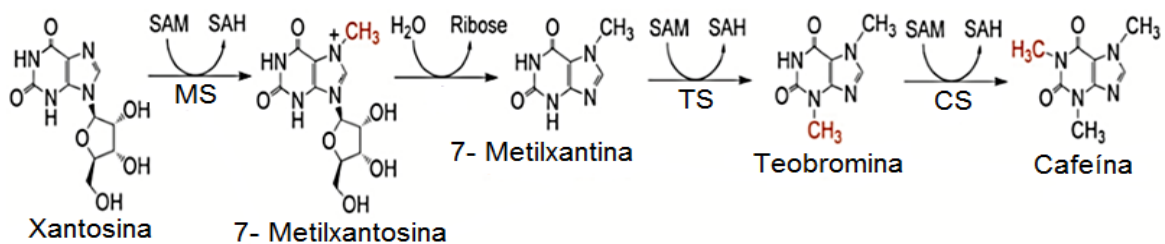


Fonte: DURÁN *et al.* (2017).

Em geral, sob condições de estresse, algumas plantas têm a capacidade de aumentar a produção de alcaloides, como a cafeína e a teobromina, que podem atuar como substâncias de defesa contra insetos e fungos, além de contribuírem para a manutenção foliar (MAZZAFERA *et al.*, 1996; VERPOORTE *et al.*, 2000).

A substância é sintetizada a partir da xantossina, um intermediário nas vias catabólicas das purinas. Três genes, que codificam para N-metiltransferases, estão envolvidos na biossíntese de cafeína: 7-metilxantossina sintase (MS), teobromina sintase (TS) e cafeína sintase (CS) (Figura 6). A metilação dos substratos ocorre no primeiro, terceiro e quarto passos da via biossintética. No segundo passo ocorre a remoção da ribose por uma nucleosidase (KATO e MIZUNO, 2004; OGITA *et al.*, 2005).

Figura 06 - Via biossintética da cafeína.



Fonte: ASHIHARA *et al.* (2008).

A cafeína pode desempenhar função como o armazenamento de nitrogênio, pois contém quatro átomos de nitrogênio em sua molécula (MAZZAFERA *et al.*, 1996). Mesmo desempenhando várias funções, a cafeína nas plantas ainda não tem sua ação completamente esclarecida. Os estudos atuais apontam duas hipóteses para a atividade da cafeína: defesa química para proteger o tecido jovem de predadores como larva de insetos e função alelopática ou autotóxica, inibindo a germinação de outras sementes (ASHIHARA; SUZUKI, 2004).

Do ponto de vista da importância econômica, a cafeína destaca-se por estar presente em diferentes produtos industrializados (café, chá, chocolates, refrigerantes à base de cafeína), podendo-se afirmar que cerca de 80% da população do planeta faz uso dessa substância todos os dias, embora seja muito difícil quantificar precisamente seu consumo (STRAIN; GRIFFITHS, 2000).

3.11. LIPÍDEOS

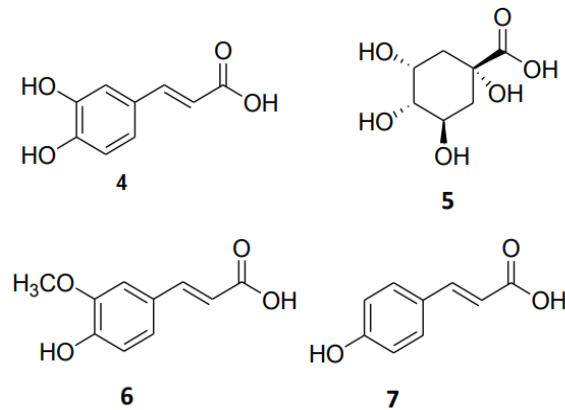
Outra classe importante de compostos do café são os lipídeos, considerando não apenas a quantidade em que se encontram no grão, e, também, a composição dessa fração, está relacionada à qualidade da bebida, à coloração do café cru e ao potencial de exploração industrial do produto com outros fins, que não visem aos cafés torrado/moído e solúvel (SALVA; LIMA, 2007).

Os lipídeos participam de uma das principais reações de deterioração do café que é a oxidação de lipídeos. Essas reações ocorrem no armazenamento e causam significativas modificações no sabor e aroma, comprometendo a qualidade da bebida (PÁDUA *et al.*, 2002). Há evidências de que o gosto de madeira atribuído aos cafés velhos se deve a alterações nas concentrações de ácidos graxos formados durante a estocagem. A ação dos lipídeos se faz sentir, também, na retenção de aroma em café torrado (SALVA; LIMA, 2007).

3.12. COMPOSTOS FENÓLICOS

Para Aguiar (2005) os compostos fenólicos, principalmente os ácido clorogênicos, exercem uma ação protetora, antioxidantes do aldeído. Sendo assim em virtude de condição adversa aos grãos na colheita e no processamento, as polifenoloxidasas agem sobre os polifenóis diminuindo sua ação e facilitando sua oxidação, interferindo no sabor e no aroma do café após a torração. Os ácidos clorogênicos totais são uma família importante de compostos fenólicos, aos quais são atribuídas propriedades antioxidantes. Os ácidos clorogênicos mais comuns no grão de café são os formados a partir do ácido caféico (4) e dos ácidos quínico (5), ferúlico (6) e p-cumárico (7), principalmente (Figura 07).

Figura 07 - Estrutura química do ácido caféico (4), ácido quínico (5), ácido ferúlico (6), p- cumárico (7).



Fonte: DURÁN *et al.* (2017) adaptado.

Os ácidos clorogênicos, além das propriedades fisiológicas e farmacológicas que conferem à saúde humana como a atividade antioxidante, são conhecidos por contribuir com o sabor e aroma característicos das bebidas de café. A atividade antioxidante desses compostos deve-se principalmente às suas propriedades redutoras e estrutura química. Estas características desempenham um papel importante na neutralização ou sequestro de radicais livres e quelação de metais de transição (DAGLIA *et al.*, 2000; FARAH; DONANGELO, 2006; SOUZA *et al.*, 2007). O ácido clorogênico é um composto fenólico produto da via fenilpropanóide, um ramo do metabolismo fenólico em plantas superiores que é induzido em resposta a condições de estresse ambiental, como infecção por patógenos microbianos, lesões mecânicas e níveis excessivos de UV ou de luz visível (HERRMANN, 1995; HAARD; CHISM, 1996).

3.13. MELANOIDINAS

Os compostos que conferem sabor ao café são formados principalmente como resultado da reação de Maillard (BEKEDAM *et al.*, 2008; FRIEDMAN, 1996). As melanoidinas são compostos de coloração escura resultantes desta reação e correspondem aos 25% da matéria-seca da bebida do café (BEKEDAM *et al.*, 2008; BORELLI *et al.*, 2002). A estrutura química das melanoidinas do café é extremamente complexa e ainda desconhecida. Vários estudos sugerem que são responsáveis pela forte propriedade antioxidante e habilidade de quelar metais mostrada pela bebida (DAGLIA *et al.*, 2004; VIGOLI, 2009).

3.14. GRÃOS COM DEFEITOS DO TIPO PRETOS, VERDES E ARDIDOS (PVA).

A melhor qualidade da bebida é propiciada por grãos que atingem um estágio de maturidade ideal, grãos cereja, no qual a casca, a polpa e a semente se encontram com composição química adequada a proporcionar ao fruto seu máximo de qualidade.

Os grãos pretos, verdes e ardidos (PVA) (Figura 08) constituem defeitos intrínsecos do café e resulta da colheita atrasada ou adiantada (grãos verdes), excesso de umidade ou de grãos que permaneceram muito tempo no chão. Sua utilização na torra reduz a qualidade da bebida, pois altera cor, aroma e sabor (TOLEDO e BARBOSA, 1998; SAES e FARINA, 1999; MENDONÇA *et al.*, 2003).

Figura 08 – Grãos de café preto (P), verdes (V) e ardidos (A).



Fonte: MESQUITA *et al.* (2016).

Os grãos de café defeituosos representam em torno de 20% do total da produção de café brasileiro e são separados dos grãos saudáveis antes da comercialização no mercado internacional, sendo inteiramente destinados ao mercado interno, porque permitem a redução de custos dos cafés vendidos no mercado interno (FRANCA *et al.*, 2005).

3.15. CLASSIFICAÇÃO DOS GRÃOS DE CAFÉ

A falta de regulamentação tem levado ao aparecimento de cafés de qualidade inferior ou de cafés adulterados, criando um comércio de produtos insatisfatórios. Em 2001, o governo do Estado de São Paulo definiu uma norma técnica para fixação de identidade e qualidade de café torrado em grão e café torrado moído (SÃO PAULO, 2001). De acordo

com essas recomendações, os grãos de cafés crus são classificados de acordo com sua composição:

Cafés *Gourmet*: Constituídos de grãos de cafés 100% arábica, de origem única ou misturados de bebida mole. Deve ser completamente ausente de grãos com defeitos, (PVA) e/ou fermentados.

Cafés Superiores: Constituídos de grãos de cafés arábica ou misturados com grãos de café robusta (conillon), estes com limite de até 15% na mistura desde que limpos e de bebida dura a mole, devem ter um máximo de 10% de defeitos pretos, verdes e ardidos (PVA) e/ou fermentados.

Cafés Tradicionais: Constituídos de grãos de cafés arábica ou misturados com robusta, estes com limite de até 30% na mistura desde que limpos, com bebida variando de mole a rio. Admite-se um máximo de 20% de grãos PVA e ausência de grãos fermentados.

3.16. CATEGORIAS DE QUALIDADE DO CAFÉ

Para a classificação do café é utilizada a tradicional Prova de Xícara que deverá ser realizada avaliando cada uma das características sensoriais estabelecidas pela nova instrução normativa, sendo um classificador quem avaliará de acordo com a intensidade percebida, as notas para cada amostra apresentada (BRASIL, 2010).

A ABIC (2013) considera as seguintes categorias de qualidade do café e o que determina é a faixa de nota de Qualidade Global obtida pelo produto, numa escala de 0 a 10. A Qualidade Global (QG) é a percepção conjunta dos atributos da bebida, de aromas e seu grau de intensidade, sendo que quanto mais aromático, melhor a qualidade do café; dos sabores característicos, como acidez, corpo, amargor, adstringência; fragrância do pó; da presença ou não do gosto de grãos defeituosos; entre outras características cujo conjunto de percepções irão determinar a nota de QG obtida pelo produto numa escala sensorial de 0 a 10, como mostra a Figura 09.

Figura 09 - Escala Sensorial do café torrado e moído desenvolvida em 2003 pela ABIC.



Fonte: ABIC (2013).

As Recomendações Técnicas da ABIC para características químicas do café pronto para a comercialização estão na Tabela 02.

Tabela 02 - Características Químicas do café torrado padronizadas pela ABIC.

Umidade em g/100g	Máx. 5,0%
Resíduo mineral fixo, em g/100g	Máx. 5,0%
Cafeína, em g/100g	Mínimo 0,7%
Extrato Aquoso, em g/100g	Mínimo 25,0%
Extrato Etéreo, em g/100g	Mínimo 8,0%

Fonte: ABIC (2019).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. MATERIAL

As cinco amostras de café tradicional que no rótulo indicavam selo da ABIC com nota de QG $\geq 4,5$ e $< 5,9$ e cinco de café *gourmet* que no rótulo indicavam selo da ABIC com nota de Nota de QG $\geq 7,3$ até 10. Dentre as dez amostras, oito era em embalagem a vácuo e duas em embalagem com válvula desgaseificadora. Foi utilizada três lotes de cada café e após aberta as amostras foram armazenadas sob refrigeração.

As amostras foram obtidas em supermercados da região de Belém, todas em embalagens de 250 g. As análises físico-químicas e de compostos bioativos foram realizadas no Laboratório de Química da Universidade do Estado do Pará, campus V, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia.

As análises de proteínas e lipídeos foram realizadas no Laboratório e Engenharia Química da Universidade Federal do Pará.

4.2. MÉTODOS

4.2.1. Infusão 10%:

Foi preparado segundo a metodologia da TACO (2011) uma infusão de café a 10 % para ser usada em experimentos subsequentes Para isso 50 g do café em pó foi misturada com 500 mL de água a 90 °C e filtrado logo em seguida.

4.2.2. Umidade

A umidade do café moído foi obtida por radiação infravermelho em uma balança da marca GEHAKA IV200, com base na tabela disponibilizada no equipamento e metodologia adaptada por Macedo *et al.* (2016). Foi utilizado 1 g de amostra a uma temperatura constante de 105°C por 5 minutos. Os resultados foram expressos em %.

4.2.3. Acidez da infusão

Foi utilizada a infusão a 10% da amostra, como a coloração do café impossibilitava a visualização do ponto de viragem, quando utilizada solução indicadora, a análise foi realizada com auxílio de potenciômetro de bancada da marca MS TECNOPON mPA210. A medição

foi realizada por titulação com NaOH 0,1 N até pH 8,2, sob temperatura ambiente. Os resultados foram expressos em mL de NaOH em 100 g de café (IAL, 2008).

4.2.4. pH

O pH foi determinado pelo método proposto pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) na infusão de café a 10%. O pH foi determinado diretamente com o auxílio de um potenciômetro de bancada da marca MS TECNOPON mPA210.

4.2.5. Cinzas

Seguiu-se a metodologia do IAL (2008), com adaptações. Pesou-se 1 g de amostras em capsula de porcelana previamente aquecidas a 550 °C em mufla, em seguida as amostras foram incineradas a 550 °C por 3 horas, ou até que todo material apresenta-se a coloração branca.

4.2.6. Extrato Aquoso

Uma alíquota de 5 mL da infusão de café a 10 % foi seca em banho-maria a 70 °C em capsula de porcelana (IAL, 2008). Posteriormente por diferença de peso da capsula final menos o inicial foi calculado o valor de sólidos. O resultado foi expresso em porcentagem de extrato aquoso (m/m).

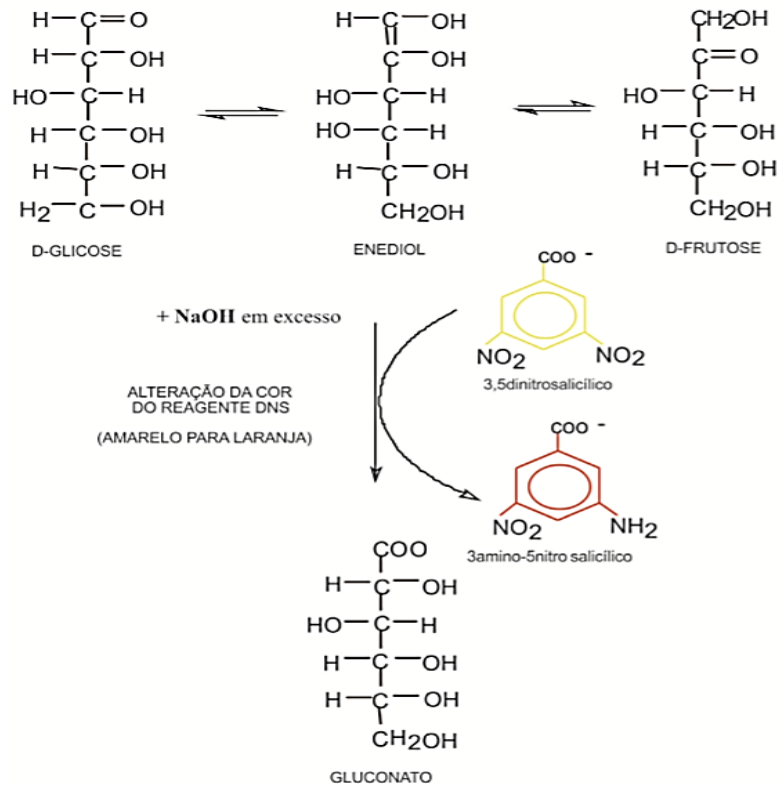
4.2.7. Sólidos solúveis totais

A determinação do teor de sólidos solúveis totais foi realizada em refratômetro de bancada Abbe, conforme normas da AOAC (1990).

4.2.8. Açúcares totais

Foi realizada por método colorimétrico para a determinação de açúcares totais utilizou-se o ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) como agente oxidante. O ácido 3,5-dinitrosalicílico (agente oxidante presente no reativo DNS), sob condições alcalinas, reage com o carbono carbonílico de açúcares redutores e se reduz a ácido 3-amino-5-nitrosalicílico, um composto corado cuja absorção máxima de luz se dá a 540 nm (GONÇALVES *et al.*, 2010; NEGRULESCU *et al.*, 2012). A figura 10 mostra reação para formação do ácido 3-amino-5-nitrosalicílico.

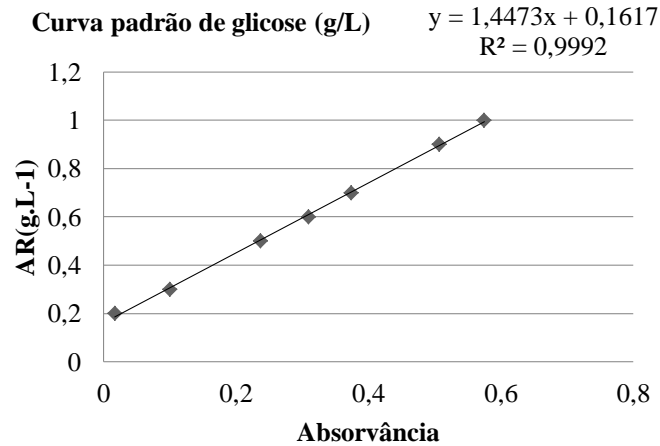
Figura 10 - Esquema das reações envolvidas no método DNS.



Fonte: MALDONADE *et al.* (2013).

Seguiu-se a metodologia proposta por Maldonade *et al.* (2013). A curva padrão de glicose foi preparada em concentrações entre 0,1 – 1,0 g/L, em seguida feito o teste de DNS. Para o preparo das amostras foram pesados 10 g de café moído e elevados ao volume de 100 mL com água destilada a 90 °C, em seguida foi realizada a filtragem. A hidrólise foi realizada pela adição de 2 mL de HCl 2 N em 2mL do filtrado e seguiu para aquecimento em banho maria a temperatura de ebulição por 10 minutos, em seguida resfriada adicionado 2 mL de NaOH 2N. Da amostra hidrolisada foi retirada uma alíquota de 0,5 mL do filtrado foi adicionado a 0,5 mL de DNS e levado ao aquecimento em banho maria (100 °C) por 5 minutos, após o resfriamento foi adicionado 8 mL da solução de Tartarato duplo de Sódio e Potássio e realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 540nm. Os cálculos foram realizados a partir da equação da reta da glicose expressa no Gráfico 01.

Gráfico 01 - Curva padrão de glicose.



4.2.9. Determinação de Melanoidinas

O teor de melanoidinas é tradicionalmente avaliado pela medida da absorvância a 420 nm. O valor expresso em Absorvância lido pelo espectrofotômetro, como sugerido por diversos autores como indicativo da formação de compostos escuros na torra de café, foi considerado como estimativa de melanoidinas (BEKEDAM *et al.*, 2006). Um extrato filtrado obtido a partir de 5 g de café torrado e 50 mL de água destilada foi diluído a 50%, a partir de uma alíquota a foi realizada a leitura no espectrofotômetro (WEN-JEY *et al.*, 2005).

4.2.10. Proteína

Foi realizada segundo metodologia do IAL (2008). O método de Kjeldahl possui três processos: digestão, destilação e titulação. Em uma balança analítica, pesou-se 0,2 g de cada amostra de café. Logo após, adicionou-se 0,5g de mistura catalítica em cada tubo digestor, já contendo a amostra e pipetou-se 3 mL de ácido sulfúrico. Em uma capela contendo um bloco digestor, submeteram-se os tubos digestores a uma temperatura de 400 °C por 3 horas. Após os tubos esfriarem na temperatura ambiente estes foram submetidos ao processo de destilação. Colocou-se cada tubo, separadamente, no digestor contendo hidróxido de sódio (NaOH). Em um erlenmeyer adicionou-se 2,5ml de ácido bórico para que a solução não se volatilizasse. Titulou-se o borato de amônio com uma solução padrão de ácido clorídrico (HCl) de título conhecido, até a viragem do indicador.

Na determinação da proteína total, multiplicou-se o valor do nitrogênio total pelo fator de conversão de nitrogênio em proteínas de 6,25 para a amostra café. Os resultados foram

expressos em g/100g de amostra em base seca (b.s.) Utilizou-se a expressão abaixo para determinar a proteína bruta:

$$PT = NT \times Fc$$

Onde:

PT - proteína total

NT - nitrogênio total

Fc - Fator de conversão

4.2. 11. Lipídeos

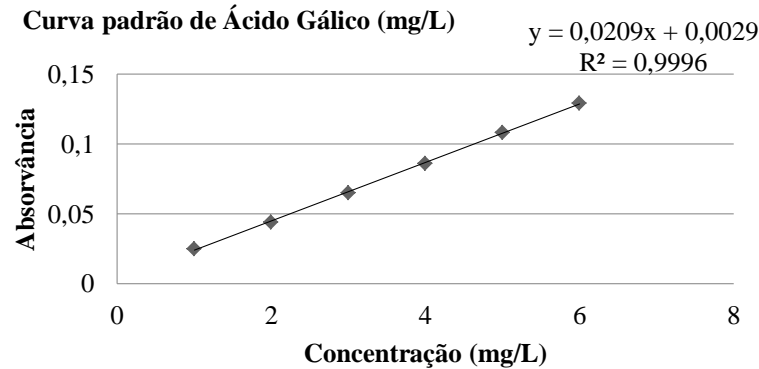
Foi determinado segundo IAL (2008) com 5 g da amostra em cartucho de Soxhlet e refluxo em solvente éter de petróleo. As amostras foram colocadas nos cartuchos e introduzidas cada uma em uma corneta diferente, onde o éter foi adicionado. Em seguida as cornetas foram adaptadas ao suporte do aparelho e o éter condensado por refrigeração continuamente pinga sobre as amostras, fazendo a extração dos lipídios por arraste. Os resultados foram expressos em g/100g (b.s).

4.2.12. Compostos fenólicos totais

A quantificação de compostos fenólicos totais foi realizada por Folin-Ciocalteu, método em que os compostos fenólicos presentes na amostra reduzem o reagente envolvido, formando complexos de coloração azul que são lidos a 760 nm (SWAIN; HILLIS, 1959). Uma solução metanólica de extrato foi preparada pesando 5 mg de café em pó e homogeneizados com 20 mL de metanol concentrado e deixado no escuro. O teor total de fenóis de cada extrato foi quantificado por meio de uma curva padrão preparada com ácido gálico em concentrações de 1 – 6 mg/L.

Para a reação colorimétrica foi utilizado método de Singleton e Rossi (1965) com adaptações, uma alíquota de 0,5 mL da solução metanólica de extrato foi adicionada de 2,5 mL de solução aquosa do reativo Folin-Ciocalteu a 10% e 2,0 mL de carbonato de sódio a 7,5%. A mistura foi incubada por 5 minutos em banho maria a 50 °C e, posteriormente, a absorvância foi medida. Os resultados foram expressos em $\text{mg ácido gálico} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (b.s), a partir da curva padrão de ácido gálico presente no gráfico 02.

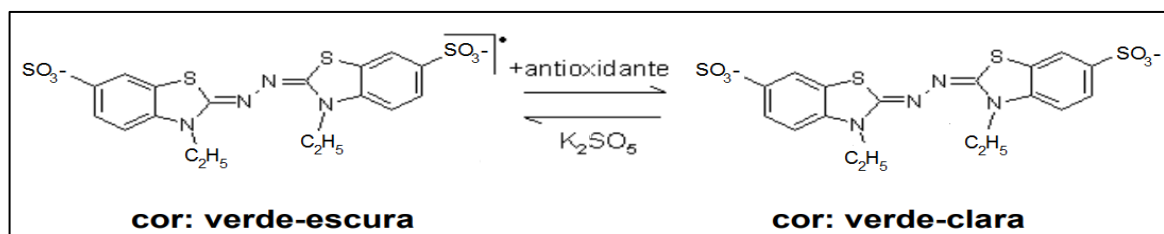
Gráfico 02 – Curva padrão de Ácido gálico.



4.2.13. Capacidade antioxidante ABTS

A atividade antioxidante foi determinada pelo método de ABTS, descrito segundo Rufino *et al.* (2007), onde o ABTS reage estequiometricamente a uma relação 1:0,5 com o persulfato de potássio, como mostra a Figura 11. Esse método baseia-se na geração do ABTS^{•+}, que apresenta cor azul esverdeado, por meio da reação do ABTS com persulfato de potássio que possui absorção máxima em 645, 734 e 815 nm. Com a adição de um antioxidante, ocorre a redução do ABTS^{•+} a ABTS promovendo a perda da coloração do meio reacional (Figura 11). Com a perda de cor, a porcentagem de inibição do ABTS^{•+} é determinada em função do Trolox, um padrão submetido às mesmas condições de análise do antioxidante.

Figura 11 - Estabilização do radical ABTS^{•+} por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.

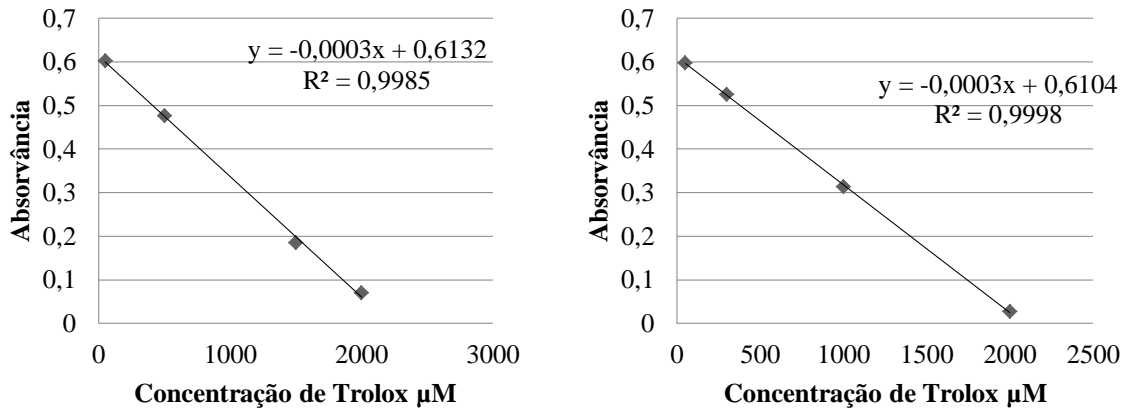


Fonte: RUFINO *et al.* (2007).

A mistura permaneceu em frasco escuro em temperatura ambiente por 12-16 horas antes do uso. Esta solução foi então diluída com etanol para uma absorvância de 0,700 nm. Adicionou-se 33μL da amostra ou padrão Trolox a 3 mL da solução ABTS^{•+} diluída e agitou-se, após 6 minutos de reação em repouso e no escuro, as leituras a 734 nm foram realizadas. Soluções de etanol com concentrações conhecidas de Trolox foram usadas para

calibração foram de 50 a 2.000 μM . L^{-1} (Gráfico 03). As amostras foram preparadas na concentração de 200.000 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, e as diluições usadas foram de 2.000 a 10.000 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Os resultados serão expressos como $\mu\text{MTrolox}\cdot\text{g}^{-1}$ (b.s).

Gráfico 03 - Curvas de calibração de Trolox para cafés tradicionais e *gourmets*, respectivamente:



4.2.14. Determinação de cafeína e teobromina

Seguindo a metodologia de Shufen *et al.* (1990) para o preparo do extrato será pesado 1 g de amostra de café torrada triturada e adicionado 100 mL de água destilada. A solução foi aquecida à temperatura de ebulição com agitação constante por 5 min. Em seguida adicionado 4 mL de acetado de chumbo a 0,15 M, filtrou-se a solução e na proporção de 0,1 g para cada 10 mL de filtrado foi adicionado bicarbonato de sódio e realizou-se uma filtração novamente.

Para a separação da cafeína e teobromina: A solução filtrada foi transferida para um funil de separação e adicionado 4 mL de hidróxido de sódio a 1 M e realizada as extrações com clorofórmio para a separação das fases. A fase inferior de clorofórmio foi separada para a análise de cafeína e analisada em espectrofotômetro a 276 nm, enquanto que a fase superior aquosa foi separada para teobromina e lido em 272.7 nm. A curva padrão de cafeína foi preparada a partir de uma solução padrão de cafeína nas concentrações de 2,0 – 0,5 mg/L , enquanto que para teobromina foi preparada uma solução padrão de teobromina nas concentrações de 10,0 - 2,0 mg/L . os valores obtidos foram calculados posteriormente a partir da curva padrão de cafeína e teobromina apresentadas nos gráficos 04 e 05, respectivamente.

Gráfico 04 – Curva padrão de cafeína

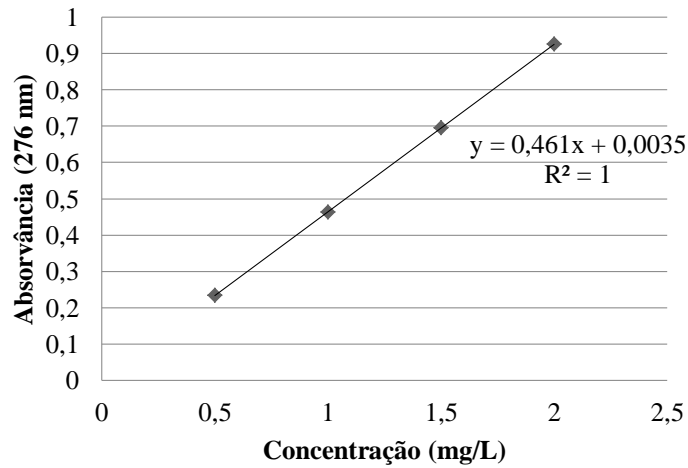
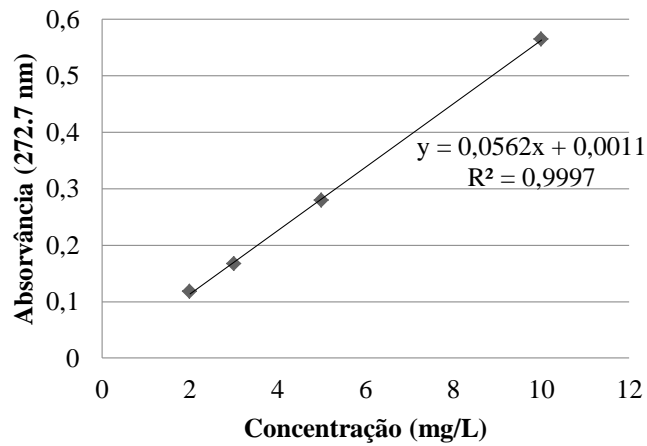


Gráfico 05 - Curva padrão de teobromina.



4.2. 15. Análise Estatística

Os resultados foram tratados estatisticamente com o auxílio do software Statistica 10.0 (StatSoft Inc®, EUA) para a verificação de diferenças estatísticas significativas entre as médias, em um nível de significância de 5%. Caso tenham sido detectadas diferenças, aplicou-se teste de Tukey para a identificação das médias que diferiram entre si.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 03 apresenta os resultados obtidos pelas análises físico-químicas para café tradicionais e *gourmet*. Os valores apresentados referem-se às análises de pH, umidade e acidez total e sólidos solúveis totais.

Tabela 03 - Resultados das análises físico-químicas de umidade, pH e acidez em amostras de cafés tradicionais e *gourmets*.

Amostras	Umidade (%)	pH	Acidez (mL NaOH 0,1. 100 g ⁻¹)
AT	4,93 ± 0,05 ^b	5,68 ± 0,01 ^a	226,66 ± 7,63 ^{cd}
BT	4,86 ± 0,11 ^b	5,44 ± 0,01 ^c	251,66 ± 2,88 ^b
CT	4,63 ± 0,05 ^{bc}	5,48 ± 0,02 ^{bc}	251,66 ± 2,88 ^b
DT	5,63 ± 0,23 ^a	5,66 ± 0,01 ^a	233,33 ± 11,54 ^{bd}
ET	5,56 ± 0,11 ^a	5,59 ± 0,06 ^{ab}	216,66 ± 7,63 ^d
FG	4,50 ± 0,20 ^{bc}	5,08 ± 0,06 ^d	243,66 ± 7,63 ^{bc}
GG	4,40 ± 0,17 ^c	5,00 ± 0,02 ^{de}	223,33 ± 5,77 ^d
HG	4,90 ± 0,10 ^b	4,96 ± 0,05 ^{ef}	258,00 ± 5,00 ^a
IG	4,63 ± 0,15 ^{bc}	4,85 ± 0,02 ^f	276,66 ± 2,88 ^a
JG	4,70 ± 0,20 ^{bc}	4,89 ± 0,06 ^{ef}	276,66 ± 2,88 ^a

*Média de três repetições ± desvio padrão e médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferenciaram entre si (Tukey, $p \leq 0,05$).

**Amostras com T ao final – cafés tradicionais; Amostras com G ao final – cafés *gourmets*.

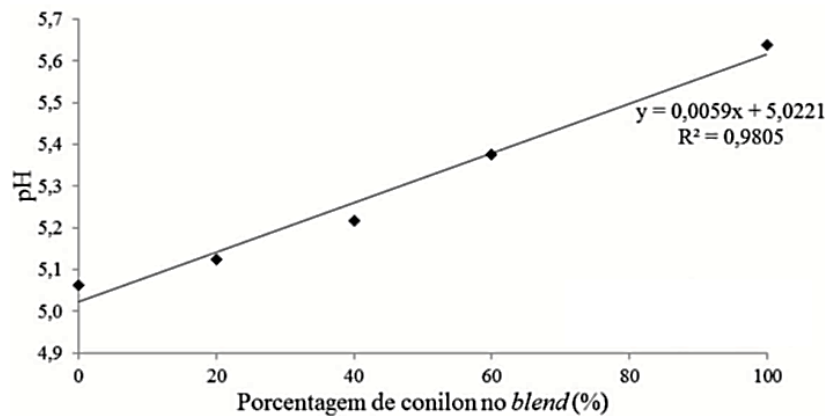
Os teores de umidade apresentaram diferenças significativas entre as duas qualidades de café. Todas as amostras de café *gourmet* apresentaram umidade inferior a 5%, conforme exigido pela legislação, onde o percentual máximo de umidade permitido no café torrado e moído é de 5,0 % (ANVISA, 2005).

Umidades baixas reduzem o risco e intensidade de reações químicas, enzimáticas e microbiológicas. A umidade dos grãos pode ser alterada pela temperatura, tempo e umidade relativa do local de armazenamento, e pelo grau de torrefação (COELHO, 2000; PIMENTA, 2003). Ao total 80 % das amostras estão de acordo com a legislação e apenas as amostras DT e ET apresentaram umidade superior a 5%, cada uma com 5,63 e 5,56 %, respectivamente. No trabalho realizado por Oliveira e Agostini (2009) ao avaliar físico-quimicamente três marcas de cafés tradicionais em pó produzidas e comercializadas em Dourados/MS encontraram que uma amostra estava com umidade de $5,8 \pm 1,10$, acima do limite. A umidade elevada facilita a multiplicação dos microrganismos, que em sua maioria são prejudiciais, e a atividade das enzimas, levando a degradação da qualidade (PIMENTA, 1995).

Para a análise de pH, as amostras de café tradicional diferiram entre si, sendo que a mostra AT e DT apresentaram as maiores médias de pH 5,68 e 5,66, respectivamente. Todas as amostras de café *gourmet* variam dos cafés tradicionais ($p > 0,05$), sendo que as amostras de café *gourmet* que tiveram os menores médias de pH foram as IG e JG, com 4,85 e 4,89, respectivamente. As médias de pH encontradas nas amostras foram abaixo dos encontrados por Costa e Pinheiro (2016) que avaliaram cafés tradicionais e obtiveram valores entre 5,63 a 6,64 em cafés tradicionais de marcas comerciais.

Filho *et al.* (2015) ao analisarem os valores de pH da bebida de café expresso em função da adição de proporções crescentes de café conillon no *blend* com arábica observaram que o pH de café 100% arábica o pH fica em torno de 5,0- 5,1. Na adição crescente de conillon o pH tendeu a aumentar chegando a 5,6 - 5,7 na porção 0% arábica e 100% conillon como mostra a Figura 12.

Figura 12 - Valores de pH da bebida de café expresso em função da adição de proporções crescentes de café conillon no *blend* com arábica.



Fonte: FILHO *et al.* (2015).

Sivetz e Desrosier (1979) mencionam que as variações de pH com a torrefação podem ser de suma importância na aceitação do produto pelo consumidor e indicam que o pH ideal é de 4,95 a 5,20 para tornar o café palatável. Com isso todas as amostras de café tradicional (AT, BT, CT, DT, ET) nesta pesquisa obtiveram pH maior que sugere a literatura e apenas duas amostras de café *gourmet* obtiveram pH abaixo (IG e JG).

Para Siqueira e Abreu (2006) um atributo de qualidade que tem valor sensorial é a acidez que é percebida no café, e vai depender das condições climáticas durante a colheita e secagem, local de origem, tipo de processamento e estágio de maturação dos frutos (CHAGAS, 1994; PINTO *et al.*, 2002).

As amostras com maior acidez em mL de NaOH 0,1 N. 100 g⁻¹ foram HG, IG e JG, ambas do tipo *gourmet*. A amostra de menor acidez foi ET com 216,66 mL de NaOH 0,1 N. 100 g⁻¹. Os resultados do estudo foram diferentes dos encontrados por Eugênio (2010) que ao analisar cafés com diferentes concentrações de arábica e conillon observou que quanto maior a concentração de café conillon a acidez tendeu a aumentar, chegando a 300 mL de NaOH 0,1 N. 100 g⁻¹. Já nas formulações 100% arábica a acidez tendeu a diminuir a 250,0 mL de NaOH 0,1 N. 100 g⁻¹. Os cafés do tipo *gourmet* são totalmente constituídos por grãos do tipo arábica, porém, há fatores de clima, colheita, secagem e processamento que interferem na acidez da bebida.

No estudo realizado por Filho *et al.* (2015) a acidez foi inversamente proporcional ao aumento da concentração nos *blends* de arábica com conillon, indo de aproximadamente 209,0 a 165,0 Acidez titulável total expressa em acidez em solução molar por 100 g sendo que o resultado foi similar com o encontrado no presente estudo.

Tabela 04 – Resultados das análises físico-químicas de sólidos solúveis totais, extrato aquoso e cinzas em amostras de cafés tradicionais e *gourmets*.

Amostra	SST (%)	Extrato Aquoso (%)	Cinzas (%)
AT	38,66 ± 1,15 ^a	33,34 ± 0,34 ^a	5,12 ± 0,07 ^a
BT	32,00 ± 0,00 ^b	29,24 ± 0,52 ^{bc}	5,17 ± 0,06 ^a
CT	40,00 ± 0,00 ^a	29,44 ± 0,45 ^b	5,19 ± 0,08 ^a
DT	30,66 ± 1,15 ^{bc}	28,53 ± 0,21 ^c	5,08 ± 0,01 ^a
ET	22,33 ± 0,57 ^f	29,66 ± 0,18 ^b	5,20 ± 0,01 ^a
FG	31,33 ± 1,15 ^{bc}	27,54 ± 0,06 ^d	4,54 ± 0,07 ^c
GG	27,66 ± 0,57 ^e	29,71 ± 0,01 ^b	4,70 ± 0,03 ^b
HG	30,00 ± 0,00 ^{bd}	27,22 ± 0,50 ^{de}	4,55 ± 0,00 ^{bc}
IG	28,00 ± 0,00 ^{de}	24,82 ± 0,12 ^f	4,59 ± 0,04 ^{bc}
JG	29,33 ± 1,15 ^{cde}	26,40 ± 0,06 ^e	4,59 ± 0,05 ^{bc}

*Média de três repetições ± desvio padrão e médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferenciaram entre si (Tukey, $p \leq 0,05$).

**Amostras com T ao final – cafés tradicionais; Amostras com G ao final – cafés *gourmets*.

A análise de extrato aquoso seguiu o mesmo padrão que o encontrado em SST (%), ou seja, maiores em café tradicionais, que possuem até 30% de grão conillon, e menores em cafés *gourmets* que são constituídos de grãos arábica. Esta diferença está exposta na Tabela 04.

Para assegurar o corpo da bebida, é desejável que o café apresente um maior teor de sólidos solúveis totais. Esta característica é essencial para a indústria de café solúvel (LOPES, 2000). A maioria das amostras se enquadraram dentro do limite padrão, o qual estipula um mínimo de 25% de sólidos solúveis em cafés, sendo que valores abaixo podem indicar fraudes, além de influenciar no corpo da bebida. As amostras de café tradicional diferiram significativamente das amostras de café *gourmet* ($p > 0,05$) na análise de sólidos solúveis totais, comprovando os resultados encontrados na literatura uma vez que o café conillon gera bebidas mais encorpadas que as de café arábica (FONSECA *et al.*, 2007).

Segundo Lopes (2000), a fração de sólidos solúveis de grãos torrados sofre variações de acordo com o grau de torração, podendo haver um aumento de até 1% no teor de sólidos em razão da degradação da celulose, dos carboidratos e desnaturação das proteínas. No presente trabalho, tal diferença foi encontrada principalmente nos cafés do tipo tradicional que obtiveram maiores valores de SST (%). As amostras AT e CT que obtiveram os maiores valores de SST (38,66 e 40,0) % e foram as duas amostras que também obtiveram os maiores valores proteicos (16,30 e 16,20) %, não diferindo entre si ($p < 0,05$). Os resultados estão apresentados na Tabela 04 e Tabela 05.

Segundo Alves *et al.* (1989), o extrato aquoso do café torrado e moído é um indicativo da quantidade de substâncias capazes de se solubilizarem na bebida pela extração em água fervente. Substâncias estranhas podem ser responsáveis pela obtenção de maiores valores para esse extrato, assim como substâncias minerais podem causar reduções nesses valores.

Geralmente, é desejável no café expresso um maior teor de extrato aquoso, tanto pelo ponto de vista do rendimento industrial, como pela sua contribuição para assegurar o corpo da bebida, indispensável em cafés tipo expresso (PINTO *et al.*, 2002). Todas as amostras de café tradicional obtiveram os maiores valores de extrato aquoso e uma de café *gourmet* se assimilou a elas, GG $29,71 \pm 0,01$. Estes resultados são compatíveis aos encontrados na literatura, uma vez que o café conillon, que pode estar em até 30% no café tradicional, gera bebidas mais encorpadas que o café arábica, e existe uma relação entre o teor de extrato aquoso e o corpo da bebida (FONSECA *et al.*, 2007).

Os teores de cinzas (Tabela 04) também demonstram estar relacionados com os teores de sólidos solúveis e extrato aquoso, já que as amostras tradicionais foram as de maior porcentagem para as análises realizadas. Os resultados de cinzas variam entre 5,20 % para

4,54% entre as amostras analisadas e todos os cafés tradicionais obtiveram diferença significativa ($p > 0,05$) com relação aos do tipo *gourmet* uma vez que este é composto somente por sementes de café arábica, que comumente possui menores teores de cinzas, já os cafés tradicionais compostos por *blends* (máx. 30% conillon) e a adição de café conillon contribui para o aumento do teor de cinzas (CONTI *et al.*, 2013).

O teor de cinzas (Tabela 04) seguiu o padrão observado por Teixeira *et al.* (2016) que avaliaram 14 marcas de cafés comercializados no estado de Minas Gerais e encontraram que os menores percentuais de umidade foram para o *gourmet* com 3,99%, e dentre as 14 amostras analisadas, 5 encontravam-se acima do valor máximo permitido por legislação. A ABIC (2019) e ANVISA (205) estabelecem que o resíduo mineral fixo (cinzas) seja de no máximo 5%. De acordo os parâmetros de qualidade da ABIC e a legislação vigente todas as amostras de cafés *gourmets* estão em conformidade e todas as amostras de cafés tradicionais estão acima do limite de aceitação.

Na torração os açúcares participam junto com os aminoácidos e proteínas da reação de Maillard e caramelização originando compostos que conferem sabor e aroma ao café torrado (FERNANDES *et al.*, 2003). As análises de açúcares e proteínas, assim como meladinhos e lipídios, que também são influenciados pelo processo de torração.

O teor de açúcares expresso na Tabela 05 não demonstrou um padrão que diferenciasse os dois tipos de café e os agrupasse em suas classificações. Apenas uma amostra de café *gourmet* (IG) obteve maior quantidade de açúcares totais por 100g de café ($2,06 \pm 0,01$) e se diferenciou de todas as outras no nível de 5% de significância. Amostras de cafés tradicionais que não diferenciaram das de cafés *gourmets* (BT, CT, DT, HG e JG) obtiveram valores de açúcares entre 1,78 a 1,86 (%). A quantidade de açúcares foi inferior ao encontrado na literatura, onde o café arábica demonstrou ter valores entre 3,03 % de açúcares totais em amostras 100% arábica, e valores entre 3,03 a 3,28 em blends de arábica com conillon, não apresentando diferença significativa (EUGÊNIO, 2011).

O processo de torração destrói progressivamente os monossacarídeos e rapidamente a sacarose sofrendo esta, inicialmente, desidratação seguida de hidrólise a açúcares redutores, os quais também sofrem desidratação com posterior polimerização e degradação parcial a compostos voláteis, água e CO₂. Em torrações médias pode haver perda de mais de 98%, sendo praticamente destruída em torrações escuras (ILLY; VIANI, 1998; MENDES, 2005).

Segundo Melo (2004), para os cafés tradicionais a temperatura de torra pode chegar a 235°C, o que favorece a maior degradação dos açúcares, já para os cafés *gourmets* para que seja mantida a qualidade da bebida a temperatura não deve ser muito elevada, ficando entorno de 210 a 220°C. Conforme Mendes (2005) o aumento da torrefação tende a diminuir a quantidade de açúcares.

No presente estudo foi constatado que a menor quantidade de Açúcares Totais (%) foi justamente observada em uma amostra de café tradicional (AT), que possivelmente foi desenvolvida a temperaturas próximas de 235 °C. As médias de açúcares totais estão expressas na Tabela 05.

Tabela 05 – Resultados das análises físico-químicas de açúcares totais, proteína, melanoidinas e lipídeos em amostras de cafés tradicionais e *gourmets*.

Amostra	Açúcares totais (%)	Proteína (%)	Melanoidinas (Abs.)	Lipídios (%)
AT	1,32 ± 0,06 ^e	16,30 ± 0,10 ^a	0,970 ± 0,00 ^a	11,46 ± 0,55 ^f
BT	1,78 ± 0,02 ^{bc}	15,94 ± 0,03 ^b	0,762 ± 0,02 ^{bc}	12,86 ± 0,29 ^e
CT	1,85 ± 0,04 ^b	16,20 ± 0,01 ^a	0,937 ± 0,00 ^a	13,34 ± 0,07 ^e
DT	1,83 ± 0,05 ^b	15,12 ± 0,02 ^b	0,746 ± 0,03 ^{bc}	11,85 ± 0,06 ^f
ET	1,64 ± 0,01 ^d	15,11 ± 0,01 ^b	0,771 ± 0,01 ^b	14,46 ± 0,12 ^d
FG	1,70 ± 0,01 ^{cd}	14,01 ± 0,01 ^f	0,676 ± 0,01 ^d	15,62 ± 0,11 ^b
GG	1,61 ± 0,01 ^d	14,52 ± 0,02 ^d	0,707 ± 0,01 ^{cd}	17,25 ± 0,17 ^a
HG	1,80 ± 0,04 ^{bc}	14,86 ± 0,05 ^c	0,718 ± 0,01 ^{cd}	16,91 ± 0,14 ^a
IG	2,06 ± 0,01 ^a	14,23 ± 0,03 ^e	0,766 ± 0,00 ^{bc}	14,95 ± 0,03 ^{cd}
JG	1,86 ± 0,03 ^b	14,19 ± 0,06 ^e	0,591 ± 0,00 ^e	15,25 ± 0,14 ^{bc}

*Média de três repetições ± desvio padrão e médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferenciaram entre si (Tukey, $p \leq 0,05$).

** Amostras com T ao final – cafés tradicionais; Amostras com G ao final – cafés *gourmets*.

Conforme mostrado na Tabela 05, as amostras do tipo tradicional foram as que obtiveram os maiores valores de proteínas, não se igualando a nenhuma do tipo *gourmet* ($p > 0,05$). Ainda houve diferença significativa entre as amostras de café *gourmet*, sendo a que apresentou menor valor foi a FG com 14,01 ± 0,01 %. Fernandes *et al.* (2003), constataram que o café conillon apresenta maior teor de proteína bruta em relação ao café arábica. Como a análise mostrou as amostras que possuem o café conillon em sua formulação foram as que obtiveram os maiores percentuais de proteínas.

Observou-se relação entre as amostras que obtiveram maior teor de proteína com as que obtiveram os maiores valores de absorvância para as melanoidinas. De acordo com

Daglia *et al.* (2004) as melanoidinas chegam a compor 25% da matéria seca do café, sendo assim, um dos principais componentes da bebida do café torrado. O aumento no teor de melanoidinas se dá com a evolução do grau de torra, devido ao desenvolvimento da reação de Maillard.

Observou-se relação direta entre a presença de melanoidinas, indicativa de maior grau de torra nos cafés tradicional, AT e CT (0,970 e 0,934 abs.) foram as amostras de maior teor de melanoidinas e se diferenciaram das demais, o mesmo pode ser observado no teor de proteínas, demonstrando uma relação diretamente proporcional. Os cafés *gourmet* apresentaram as menores médias das absorvâncias para a melanoidinas, sendo o menor valor foi da amostra JG (0,591 Abs.).

A avaliação de intensidade do processo de torra não deve ser baseada somente em parâmetros de cor, mas também na avaliação dos componentes que podem ser formados e perdidos no processo (MARCUCCI; BENASSI, 2013). Com isto a análise de lipídios, expressa na Tabela 05, demonstrou uma variação expressiva no pó de café, podendo ser influenciado pela temperatura de torrefação.

Os cafés *gourmet* foram os que apresentaram os maiores valores de lipídeos no pó, entre 17,25 a 14,95 %. Já os cafés tradicionais obtiveram os menores valores e apresentaram diferença significativa em relação aos do tipo *gourmet*. O café tradicional que costuma ser torrada a temperatura interna entre 230 – 235 °C obtendo a cor marrom mais escuro, e os grãos com óleo sobre si, indicando a liberação de lipídeos de seu interior (MELO, 2004).

Os teores de lipídios (Tabela 05) encontrados neste trabalho estão entre 11,46 a 17,25 % e estão em conformidade com a legislação vigente que determina um teor mínimo de 8% extrato etéreo (lipídios) para café torrado e moído (SAASP, 2007 e 2010; ABIC, 2019). Segundo Amorim (1972), os óleos do grão de café durante a torração atuam com peneira seletiva na retenção das substâncias aromáticas do grão de café, melhorando a qualidade sensorial do produto, portanto os cafés que apresentarem maior quantidade de extrato etéreo poderão apresentar melhores *flavours*.

Os teores de compostos bioativos encontrados nos cafés comerciais analisados estão apresentados na Tabela 06, separados de acordo com as diferentes denominações dos produtos.

A quantidade de cafeína em café é dependente de uma série de fatores como a variedade da planta, método de cultivo, condições de crescimento, além de aspectos genéticos

e sazonais (BARONE; ROBERTS, 1984). Moura *et al.* (2007), avaliando justamente as duas principais variedades genéticas da planta: café arábica e café conillon, constataram em seu estudo que o teor de cafeína no café conillon é maior que no arábica e a medida que se adiciona conillon no *blend* é aumentado o teor de cafeína (Tabela 06).

Tabela 06 - Resultados da análise de compostos bioativos em amostras de cafés tradicionais e *gourments*.

Amostra	Cafeína (%)	Teobromina (%)	Fenólicos totais (mg Ác. Gálico. 100g ⁻¹)	Antioxidante (µMTrolox. g ⁻¹)
AT	1,01 ± 0,006 ^a	0,32 ± 0,001 ^e	1.663,64 ± 34,95 ^b	389,30 ± 6,87 ^c
BT	0,97 ± 0,018 ^c	0,40 ± 0,008 ^{bc}	1.825,90 ± 50,62 ^a	440,73 ± 8,07 ^b
CT	0,88 ± 0,008 ^e	0,32 ± 0,007 ^e	1.015,90 ± 46,21 ^{de}	379,31 ± 11,52 ^c
DT	0,94 ± 0,009 ^{cd}	0,47 ± 0,009 ^a	1.894,87 ± 30,97 ^a	510,53 ± 5,96 ^a
ET	1,13 ± 0,010 ^a	0,39 ± 0,009 ^{cd}	1.487,90 ± 42,62 ^c	211,88 ± 9,45 ^{ef}
FG	0,75 ± 0,012 ^g	0,36 ± 0,008 ^{de}	1.611,93 ± 61,22 ^b	207,55 ± 4,73 ^f
GG	0,52 ± 0,004 ^h	0,41 ± 0,015 ^{bc}	1.116,42 ± 23,11 ^d	202,54 ± 5,47 ^f
HG	0,92 ± 0,008 ^d	0,39 ± 0,029 ^{cd}	1.028,38 ± 20,12 ^{de}	322,65 ± 1,26 ^d
IG	1,06 ± 0,007 ^b	0,46 ± 0,015 ^a	998,71 ± 30,65 ^e	234,23 ± 10,84 ^e
JG	0,84 ± 0,015 ^f	0,44 ± 0,009 ^{ab}	1.488,12 ± 34,78 ^c	140,53 ± 6,28 ^g

*Média de três repetições ± desvio padrão e médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferenciaram entre si (Tukey, $p \leq 0,05$).

**Amostras com T ao final – cafés tradicionais; Amostras com G ao final – cafés *gourments*.

Conforme as características físico químicas determinadas pela ABIC (2019), o café apresentado na forma de pó deve conter no mínimo 700 mg de cafeína em 100 gramas (0,7g/100g). De acordo com as análises de cafeína realizadas nas 10 amostras (Tabela 06), apenas uma amostra GG (0,52 ± 0,004 %) apresentou valores abaixo do que preconiza a legislação.

Nesse contexto, no estudo de Nogueira e Trugo (2003) a composição do café varia com relação às espécies, o café conillon apresenta maiores teores de cafeína e ácidos clorogênicos que o café arábica. Assim, a participação de cada uma dessas espécies utilizadas pelo fabricante e as condições do processo serão determinantes da composição final do café.

A teobromina, que como a cafeína é um alcaloide da família das metilxantinas, é encontrada, principalmente no cacau e seus derivados, tendo baixa concentração nas cultivares de cafés normalmente comercializados. Na biossíntese da cafeína, a teobromina é precursora da cafeína diferindo desta pela adição de um grupo metila (ASHIHARA; SUZUKI,

2004). Por isso é escasso na literatura pesquisas que tenham quantificado a presença de teobromina em cafés comerciais.

Salva (2016) realizou a análise da variação dos teores de teobromina e de cafeína no grão de café cru e obteve valores de teobromina variando entre 0,38% e 1,05%. Na presente pesquisa os valores de teobromina (Tabela 06) variaram de 0,32 a 0,47 % e não apresentou um padrão que diferenciasse os cafés tradicionais dos *gourmets*. Geralmente os estudos da teobromina se baseiam em sua quantificação no cacau e seus derivados e em chás. Alves e Bragagnolo (2002) ao avaliarem a composição do chá preto obtiveram valores para teobromina de 0,13 %. Já Lima *et al.* (2013) encontrou valores de teobromina entre 11,3 a 3,0 % em amostras de cacau em pó.

A análise de compostos fenólicos é de grande importância quando se pretende verificar atividade antioxidante de uma amostra, pois os mesmos desempenham um papel importante na neutralização ou captura de radicais livres e quelação de metais de transição (BASILE *et al.*, 2005).

Os compostos fenólicos apresentaram diferença entre as amostra de café tradicional em relação à *gourmet*. As maiores médias foram observadas nas amostras DT e BT ($1.894,87 \pm 30,97$ e $1.825,90 \pm 50,62$), não diferindo estatisticamente (Tabela 06). Segundo Dúran *et al.*(2017) o café conillon apresenta maior teor de ácido clorogênico no grão cru (7 - 14 %), já o café arábica (3,5 - 7,3 %) com isto o uso de até 30% de grão de café conillon no preparo de cafés tipo tradicionais seria um indicativo para os resultados dos compostos fenólicos em cafés tradicionais terem sido superiores em comparação aos cafés *gourmets*.

Em comparação a análise realizada por Naranjo *et al.* (2011), que analisou cafés colombianos verdes encontrou valores de fenólicos totais entre 1.900,7 a 2.178,5 mg ác. gálico.100 g⁻¹ sendo os valores superiores aos encontrados nesta pesquisa. A presente pesquisa acompanhou padrão encontrado por Almeida e Benassi (2011) ao analisar cafés torrados brasileiros. Os autores obtiveram valores de compostos fenólicos em mg ác. gálico entre 3.080 a 1.770 mg. 100 g⁻¹ em cafés tradicionais e valores entre 1.580 a 2.160 mg ác. gálico. 100 g⁻¹ em cafés *gourmets*.

Observou-se que consequentemente as amostras com maior teor de compostos fenólicos (mg ác. Gálico. 100 g⁻¹) também obtiveram a maior capacidade antioxidante (Tabela 06), como a amostra DT ($510,53 \pm 5,96$ μMTrolox. g⁻¹), seguida da amostra BT ($440,73 \pm 8,07$ μMTrolox.g⁻¹). Almeida e Benassi (2011) observaram padrão semelhante ao analisar 37

amostras de diferentes categorias, onde os cafés tipo *gourmet* se destacaram pelos menores valores de antioxidante. Esta variação pode ter relação com a composição inicial das matérias primas utilizada na preparação do café tradicional.

Hernández *et al.*(2012) avaliaram a capacidade antioxidante em cafés verdes e obtiveram a média de 196,48 $\mu\text{MTrolox. g}^{-1}$ em café conillon e 227,25 $\mu\text{MTrolox. g}^{-1}$ em café da espécie arábica, apresentando diferença significativa entre ambas ($p > 0,05$). A literatura relata valores médios de 202,66 $\mu\text{MTrolox. g}^{-1}$ em cafés do tipo tradicional e 296 $\mu\text{MTrolox. g}^{-1}$ em café arábica torrado demonstrando que houve um aumento na capacidade antioxidante após o processo de torrefação, valores similares ao encontrados na pesquisa porém não é possível concluir se houve o aumento de antioxidantes com o processo de torrefação (MARTÍNEZ *et al.*,2010; COSTA e PINHEIRO, 2015)

Todas as amostras de cafés tradicionais obtiveram elevados valores de melanoidinas, o que seria um indicativo de que esses compostos poderiam ter participado na reação de captura de elétrons na análise com o reagente ABTS já que Vignoli (2009), estudando compostos de café associados à atividade antioxidante, relatou que, além dos ácidos clorogênicos, as melanoidinas também apresentaram uma expressiva capacidade antioxidante medida por ABTS.

Embora os compostos com propriedades antioxidantes sejam perdidos durante torrefação de grãos de café, as propriedades antioxidantes gerais dos grãos café podem ser mantidas, ou até melhoradas, pelo desenvolvimento de compostos com atividade antioxidante, incluindo produtos da reação de Maillard (DEL CASTILLO *et al.*, 2002).

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que de acordo com os resultados obtidos das duas categorias de café que eles possuem diferenças significativas entre as análises físico-químicas da presente pesquisa objetivou realizar. Por o Brasil possuir uma grande diversidade climática e geográfica pode influenciar nas diferentes composições dos cafés brasileiros.

Foi possível concluir que alguns cafés tradicionais estavam em desacordo com a legislação para padrões de umidade, como as amostras DT e ET acima do permitido. Na análise de cinzas todas as amostras de cafés tradicionais (AT, BT, CT, DT e ET) se encontram fora do padrão da legislação. Na análise de sólidos solúveis totais a amostra ET estava com média abaixo do preconizado.

Com relação às análises de compostos bioativos, as amostras de cafés tradicionais demonstraram possuírem mais cafeína em relação aos cafés *gourmets*. Já as amostras que são consideradas inferiores na avaliação da escala de Qualidade Global (QG) da ABIC foram as que obtiveram os maiores valores de compostos fenólicos. O mesmo ocorreu para a capacidade antioxidante onde os maiores valores foram observados nas amostras de cafés tradicionais. Todas as amostras de cafés tradicionais e *gourmets* apresentaram capacidade antioxidante sendo que na maioria dos cafés tradicionais esta capacidade foi maior, o que pode estimular o consumo a fim de usufruir desses compostos para a saúde humana.

7. REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, S.A. **Qualidade da bebida e atividade antioxidante em in vivo e in vitro**. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2017.
- AGUIAR, A.T.E. **Atributos químicos de espécies de café**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2005.87f.
- ALMEIDA, M. B.; BENASSI, M. T. **Atividade antioxidante e estimativa do teor de melanoidinas em cafés torrados comerciais**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1893-1900, 2011.
- ALVES, A. B.; BRAGAGNOLO, N. Determinação simultânea de teobromina, teofilina e cafeína em chás por cromatografia líquida de alta eficiência. **Rev. Bras. Cienc. Farm.** vol.38, n.2, pp.237-243. 2002.
- ALVES, G.; CAMPOS, C. M. T.; MORETTO, E.; PHILIPPI, J. M. S.; ARCHER, R. M.; GOULART, R.; GOULART, M. M. Controle de qualidade dos cafés comercializados em Santa Catarina no segundo semestre de 1986. **Boletim Bromasc**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 72-80, 1989.
- ALVES, R. C.; Casal, S.; Oliveira, B. Benefícios do café na saúde: Mito ou realidade?. **Química Nova**. v.32, 2009.
- AMSTALDEM, L.C., LEITE, F., MENEZES, H.C. Identificação de voláteis de café através de cromatografia gasosa de alta resolução/espectrometria de massas empregando um amostrador automático de “Headspace”. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.1, p.123-128, 2001.
- ARAUJO, F. A. **Café (*Coffea Arabica*, L.) submetido a diferentes condições de torrefação: caracterização química e avaliação da atividade antioxidante e sensorial**, Tese (doutorado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, USP, 2007.
- ARNAUD, M. J. **Em encyclopedia of human nutrition**. London: Academic, V.1. 1999.
- ARRUDA, A. C. **Justificativas e motivações para o consumo e não consumo de café**. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 754- 763. 2009.

ASHIHARA, H., SANO, H., CROZIER, A., Caffeine and related purine alkaloids: Biosynthesis, catabolism and genetic engineering. *Phytochemistry*, v.69, p.841-856, 2008.

ASHIHARA, H., SUZUKI, T. Distribution and biosynthesis of caffeine in plants. *Front. Biosci.* 9, 1864–1876, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ, ABIC. **Tendências do mercado de cafés em 2017**. Disponível em < <http://abic.com.br/estatisticas/pesquisas/pesquisa-tendencias-de-consumo/>>. Acesso em: 10 de Out. de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ, ABIC. **Recomendações Técnicas da ABIC**. Disponível em <<http://abic.com.br/recomendacoes-tecnicas/recomendacoes-tecnicas-da-abic/>>. Acesso em 22 de Set. de 2019.

BARONE, J.J.; ROBERTS, H. Human consumption of caffeine. In: DEWS, P.B. **Caffeine: Perspectives from recent research**. Berlin: Springer- Verlag, 1984. seção II, cap. 4, p. 59-73.

BASILE, A.; FERRARA, L.; DEL POZZO, M.; MELE, G.; SORBO, S.; BASSI, P.; MONTESANO, D. Antibacterial and antioxidant activities of ethanol extract from *Paullinia cupana* Mart. **Journal Ethnopharmacol.** 2005, 102, 32.

BEKEDAM, E. K.; SCHOLS, H. A.; VAN BOEKEL, M. A. J. S.; SMIT, G. High molecular weight melanoidins from coffee brew. **Agric. Food Chem.** 54, 7658–7666. 2006.

BEKEDAM, E. K.; LOOTS, M. J.; SCHOLS, H. A.; VAN BOEKEL, M. A.; SMIT, G. Roasting effects on formation mechanisms of coffee brew melanoidins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 56, n. 16, p. 7138-7145, Aug. 2008.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**, 4a. ed., Springer: Berlin, 2009

BELL, L. N.; WETZEL, C. R.; GRAND, A. N. Caffeine content in coffee as influenced by grinding and brewing techniques. **Food Research International**, Ottawa, v. 29, n.8, p. 785-789, 1996.

BONOMO, P.; CRUZ, C. D.; VIANA, J. M. S.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, V. R.; CARNEIRO, P. C. S. Avaliação de progênies obtidas de cruzamentos de descendentes do Híbrido de Timor com as cultivares Catuaí vermelho e Catuaí amarelo. **Bragantia**, v.63, n.2, p.207-219, 2004.

BORELLI, R. C.; Visconti, A.; MENNELLA, C.; ANESE, M.; FOGLIANO, V. Chemical characterization and antioxidant properties of coffeemelanoïdins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 22, p. 6527-6533, 2002.

BORÉM, F. M. **Hand book of Coffee Post Harvest Technology**. 1a. ed., Ufla: Lavras, 2014.

BORÉM, F. M. **Pós-colheita e qualidade do café**. Lavras: UFLA, 2008. V.1 p.631

BRASIL. Instrução Normativa nº 16, de 24 de maio de 2010, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. “Regulamento Técnico para o Café Torrado em Grão e do Café Torrado e Moído”. **Diário Oficial da União**, Brasília, 25 maio 2010. Seção 1. Disponível em: <http://abic.com.br/src/uploads/2017/07/CONS_leg_regulamentotecnicoIN16.pdf>. Acesso em: 26 set. 2019.

CAFÉ DAMASCO. Disponível em: <http://www.cafedamasco.com.br/sobre_cafe/tipos.htm>. Acesso em 13 Jul. 2008.

CAMARGO, M. C. R. et al. Teor de cafeína em cafés brasileiros. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 421-4, 1998;

CARVALHO, A. Distribuição geográfica e classificação botânica do gênero *Coffea* com referência especial à espécie arábica. **Separata dos Boletins da Superintendência dos Serviços do Café**, Brasília, n. 226/230, 1946.

CASAL, S.; OLIVEIRA, M. B. P. P.; ALVES, M. R.; FERREIRA, M. A. Discriminate analysis of roasted coffee varieties for trigonelline, nicotinic acid and caffeine content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, p.3420-3424, 2000.

CHANG, C. C.; YANG, M. H.; WEN, H. W.; CHERN, J. C. **Estimation of Total Flavonoid Content in Propolis by Two Complementary Colorimetric Methods**. **Journal of Food and Drugs Analysis**, v.10, n.3, 2002, p. 178-182.

CIC (CENTRO DE INTELIGÊNCIA DO CAFÉ). Disponível em: <<http://www.cicbr.org.br>> Acesso em 08 set. 2019.

CLARKE, R. J.; MACRAE, R. **Coffee-Chemistry**. Londres: Elsevier, 1989. v.1, p. 153-163.

COELHO, K.F. **Avaliação química e sensorial da qualidade do café de bebida estritamente mole após a inclusão de grãos defeituosos**. Lavras: UFLA, 2000. 96p.

CONTI, M. C. M. D.; KITZBERGER, C. S. G.; SCHOLZ, M. B.S.; PRUDENCIO, S. H. **Características físicas e químicas de cafés torrados e moídos exóticos e convencionais.** Boletim do CEPPA, Curitiba, v. 31, n. 1, p. 161-172, 2013.

COSTA, C. A. R. D.; PINHEIRO, F. D. **Avaliação da atividade antioxidante e compostos bioativos de cafés tradicionais e descafeinados do tipo “blend”.** (Trabalho de conclusão de curso em graduação em Tecnologia de Alimentos). Universidade do Estado do Pará, Belém, Pará, 2016.

DAGLIA, M.; PAPETTI, A.; GREGOTTI, C.; BERTE, F.; GAZZANI, G. *In vitro* antioxidant and *ex vivo* protective activities of green and roasted coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, p.1449-1454, 2000.

DE MARIA, C. A. B.; MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C. Componentes voláteis do café torrado. Parte I: compostos heterocíclicos. **Química nova**, v.22, p.209-217, 1999.

DEL CASTILLO, M. D.; AMES, J. M.; GORDON, M. H. J. Effect of roasting on the antioxidant activity of coffee brews. **Agric. Food Chem.** Jun 19;50(13):3698-703.2002.

DURÁN, C. A. A.; TSUKUI, A.; SANTOS, F. K. F; MARTINEZ, S. T.; BIZZO, H. R.; REZENDE, C. M.*. **Café: Aspectos Gerais e seu Aproveitamento para além da Bebida.** *Rev. Virtual Quim.*, 2017, p. 107-134.

EMBRAPA- CAFÉ. Disponível em:<
http://www22.sede.embrapa.br/cafe/outros/relatorio_gestao.htm>. Acesso em 24 Jul.2019.

EUGÊNIO, M. H. A. **Blends de cafés arábica e conillon : avaliações físicas, químicas e sensoriais.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

FARAH, A.; DONANGELO, C. M. Phenolic compounds in coffee. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.18, p.23-26, 2006.

FARAH, A.; DONANGELO, C.M. Phenolic compounds in coffee. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.18, p.23-26, 2006.

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

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; FILHO, A. C. V.; VOLPI, P. S. **Café conillon.** Vitória: INCAPER, 2007. 702, p.

FILHO, T. L.; LUCIA, S. M. D.; SARAIVA, S. H.; LIMA, R. M. Características físico-químicas de bebidas de café tipo expresso preparadas a partir de blends de café arábica e conillon. **Rev. Ceres, Viçosa**, v. 62, n.4, p. 333-339, jul-ago, 2015.

FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C. V. **Qualidade do café conilon: operações de colheita e pós-colheita**. Café Conilon. Vitória, Incaper. p. 501-520.2007

FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S.; MENDONÇA, J. C. F e SILVA, X. A. Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. **Food Chemistry**, v.90, n. 1, p. 89-94, 2005.

FRIEDMAN, M. Food browning and its prevention: an overview. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 44, n. 3, p. 631-653, 1996.

FUNARI, C. S.; FERRO, V. O.; Análise de própolis. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 171-178, 2006.

GOLINI, P. **Produção do café no Brasil**. Disponível em <<https://www.terra.com.br/culinaria/infograficos/producao-cafe-pilao/>> Acesso em 08 de julho de 2019.

GONÇALVES, C.; RODRIGUEZ-JASSO, R. M.; GOMES, N.; TEIXEIRA, J. A.; BELO, I. **Adaptation of dinitrosalicylic acid method to microtiter plates**. Analytical Methods, London, v. 2, p. 2046-2048, 2010.

GONZALEZ, E. A. S. **Estudo da viabilidade de implantação de pequenas unidades de torrefação de café**. Trabalho final (Graduação em Bacharelado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estácio de Sá. Rio de Janeiro. 2004.

HAARD, N. F.; CHISM, G. W. Characteristics of edible plant tissues. In: Fennema OW (ed), **Food Chemistry**, 3rd edition, pp.944-1011. Marcel Dekker Inc, New York. 1996.

HERMANN, K. M. The shikimate pathway as an entry to aromatic secondary metabolism. **Plant Physiol.** 107:7-12. 1995.

HOFFMANN, C.E. **Resfriamento no processo de torra nas características e qualidade tecnológica e sensorial do café**. 2001.86f. Dissertação (Mestrado em ciências) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

ILLY, E. Um dos prazeres simples da vida é bastante complicado: A saborosa complexidade do café. **Revista Scientific American Brasil**, p.48-53, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz. 1020p. 2008.

JOET, T.; LAFFARGUE, A.; DESCROIX, F.; DOULBEAU, S.; BERTRAND, B.; KOCHKO, A.; DUSSERT, S. Influence of environmental factors, wet processing and their interactions on the biochemical composition of green Arabica coffee beans. **Food Chemistry**, 118, 693.2010.

KATO, M.; MISUNO, K. Caffeine synthase and related methyltransferases in plants. **Frontiers in Bioscience**, v 9, 1833-1842, 2004.

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

MACEDO, L. L.; AGNOLETTI, B. Z.; ARAÚJO, C. S.; VIMERCATI, W. C.; TEIXEIRA, L. J. Q.; SARAIVA, S. H. **Avaliação de propriedades físico-químicas de café arábica classificados quanto à qualidade da bebida**. XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba. 2016.

MALDONADE, I. R.; CARVALHO, P. G. B. de; FERREIRA, N. A. Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método de DNS. **Comunicado Técnico**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2013. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81580/1/cot-85.pdf>>. Acesso em 23 de setembro de 2019.

MALTA, M.R.; NOGUEIRA, D.F.; GUIMARÃES, P.T.G. Composição química, produção e qualidade do café fertilizado com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Ciências agrotécnicas**, Lavras. v. 27, n.6, p.1246-125, 2003.

MAZZAFERA, P., YAMAOKA-YANO, D. M., VITÓRIA, A. P. Para que serve a cafeína em plantas? **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 8(1): 67-74. 1996.

MAZZAFERA, P.; GONÇALVES, K.V; SHIMIZU, M. M. Extração e dosagem da atividade da polifenoxidase do café. **Campinas: Unicamp**, v.59, n.4, p.695-700, 2002.

MELITTA. **Do grão de café a xícara.** Disponível em: <<http://www.melitta.com.br/MundoDoCafe/dograoxicara.aspx>> Acesso em 15 jul. 2019.

MELLO,B.; SOUZA, L. B. Biologia da reprodução de *Coffea arábica*. L. e *Coffea canephora* Pierre. **Revista Verde**. Mossoró. RN v.6, n.2, p. 01 – 07. 2001.

MELO, W. L. B. **A importância da informação sobre do grau de torra do café e sua influência nas características organolépticas da bebida.** Comunicado Técnico, 58. EMBRAPA. São Carlos, SP. 2004

MENDES, L. C. **Estudos para determinação das melhores formulações de blends de café arábica (*C. arabica*) com café robusta (*C. canephora* Conilon) para uso no setor de cafés torrados e moídos e de cafés expresso.** 2005. 186 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos)–Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MENDONÇA, J. C. F.; FRANÇA, A. S.; OLIVEIRA, L. S.; CORRÊA, P. C. Estudo Preliminar de Caracterização Física e Química de Grãos Defeituosos de Café (PVA) antes e após a Torra. **Revista Brasileira de Armazenamento**,v.7, n. 7, p.44-49, 2003.

MESQUITA, C. M.; REZENDE, J. E.; CARVALHO, J. S.; FABRI JÚNIOR, M.A.; MORAES, N. C.; DIAS, P. T.; CARVALHO, R.M.; ARAÚJO, W. G. **Manual do café: colheita e preparo (*Coffea arábica* L.).** Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 52 p.

MONTEIRO, M. C.; TRUGO, L. C. Determinação de compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 04, p. 637- 641, 2005.

MOURA, S. C. S. R. de; GERMER, S. P. M.; ANJOS, V. D. de A.; MORI, E. E. M.; MATTOSO, L. H. C.; FIRMINO, A.; NASCIMENTO, C. J. F. Avaliações físicas, químicas e sensoriais de blends de café arábica com café canephora (Robusta). **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 04, p. 271-277, out./dez. 2007.

MURTHY, P. S.; NAIDU, M. M. Sustainable management of coffee industry by-products and value addition-A review. **Resources Conservation and Recycling** 2012, 66, 45.

NARANJO,M.; VÉLEZ. L. T.; ROJANO, B. A. Actividad antioxidante de café colombiano de diferentes calidades. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**. 2011:16(2)164-173

NEGRULESCU, A.; PATRULEA, V.; MINCEA, M. M.; IONASCU, C.; VLAD-OROS, B. A.; OSTAFE, V. Adapting the reducing sugars method with dinitrosalicylic acid to microtiter

plates and microwave heating. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 23, n. 12, p. 2176-2182, 2012.

NOGUEIRA, M.; TRUGO, L. C. Distribuição de isômeros de ácido clorogênico e teores de cafeína e trigonelina em cafés solúveis brasileiros. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**. 2003; 23(2):296-299.

OETTERER, M.; PROSPERO, E.; GALVÃO, J. A. Café tipo *gourmet* resulta em bebida diferenciada, superior. **Revista Visão Agrícola**. v.12, p. 115-117, 2013.

OGITA, S.; UEFUJI, H.; MORIMOTO, M.; SANO, H. Metabolic engineering of caffeine production. **Plant Biotechnology**, v 22, 461-468, 2005.

OLIVEIRA, G. S. **Comparação química dos grãos de café (*Coffea arabica*), sadio e seus grãos PVA (pretos, verdes, ardidos) oriundos do Sul de Minas e do Cerrado Mineiro, submetidos a diferentes graus de torrefação**. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2006. 101p.

PÁDUA, F. R. M. PEREIRA, R. G. F. A.; LOPES, L. M. V.; MORAIS, A. R.; MELO, W. C.; FERNANDES, S. M. Avaliação sensorial e da composição química, durante o armazenamento do café torrado e moído. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 15-21, 2002. Especial café.

PÁDUA, F. R. M; PEREIRA, R. G. F. A.; FERNANDES, S. M. **Polifenóis, pH, acidez titulável total, sólidos solúveis totais, fibra bruta e resíduo mineral fixo de diferentes espécies de café arábica e conilon**. In: II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2, Vitória- ES, 2001.

PÉREZ-MARTÍNEZ, M.; CAEMMERER, B.; PAZ DE PEÑA, M.; CID, C.; KROH, L. W. J. Influence of brewing method and acidity regulators on the antioxidant capacity of coffee brews. *Agric. Food Chem.* 2010, 58, 2958-2965

PIMENTA, C. J. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) originado de frutos colhidos em quatro estádios de maturação**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

PIMENTA, C.J. **Qualidade de café**. 3. ed. Lavras: Editora UFLA, p.147-161, 2003.

PINTO, N. A. V. D.; FERNANDES, S. M.; GIRANDA, R. N.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V. D. Avaliação de componentes químicos de padrões de bebida para preparo do café expresso. **Ciência e Agrotecnologia**, 26:826-829. 2002.

RABELO, M. H. S.; RIBEIRO, D. E.; MIRANDA, F. M. ; ALVES, A. P.C.; LIMA, R. R.; PINHEIRO, A. C. M.; BORÉM, F. M.; PEREIRA, R. G. F. A. Sistema CIEL*a*b* e CIEL*c*h°: avaliação da relação com o sistema de disco AGTRON/SCAA. **IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Curitiba – PR. 2015.**

SAASP. Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Resolução SAA - 31, de 22 de junho de 2007. Norma de Padrões Mínimos de Qualidade para Café Torrado em Grão e Torrado e Moído - Classificação Especial: Café *Gourmet*. **Diário Oficial** [Poder Executivo], São Paulo, 2007.

SAES, M. S. M.; FARINA, E. M. M. Q. **O Agrobusiness do Café no Brasil**. São Paulo: Editora Milkbizz, 230 p., 1999.

SALVA, T. J. G.; LIMA, V. B. A composição química do café e as características da bebida e do grão. **O agrônomo**, Campinas. v.59, n.1, p. 57-59, 2007.

SÃO PAULO. Resolução SAA 37, de 9 de novembro de 2001. Define norma técnica para fixação de identidade e qualidade de café torrado em grão e café torrado e moído. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 111, n. 214, 13 nov. 2001.

SHUFEN LI, J. BERGER and S. HARTLAN D. **UV spectrophotometric determination of theobromine and caffeine in cocoa beans**. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. 1990.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagentes. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, p.144-168, 1965.

SIQUEIRA, H. H.; ABREU, C. M. P. 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. Physical and chemical aspects of coffee. **Coffee Technology**, Westport, p. 527- 575, 1979.

SMITH, A. W. CLARKE, R. J.; MACRAE, R. . Introduction in Coffee: chemistry. New York: **Elsevier Applied Science**, 1985, cap. 1.

SOUZA, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JUNIOR, G. M.; AYRES, C. L. S. C.; ARAUJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAUJO, P. B. M.; BRANDAO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais, **Química nova**, v.30, p.351-355, 2007

STRAIN, E. C.; GRIFFITHS, R. R. **Caffeine related disorders**. In: Sadock, BJ.; Sadock, VA Kaplan & Sadock's Comprehensive Textbook of Psychiatry - Baltimore, Lippincott, 7th., p. 982-90.

TEIXEIRA, O. R.; PASSOS, F. R.; MENDES, F. Q. Qualidade físico-química e microscópica de 14 marcas comerciais de café torrado e moído. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 395 - 402, jul./set. 2016.

TOLEDO, J. L. B.; BARBOSA, A. T. **Classificação e degustação de café**. Brasília: Sebrae, Associação Brasileira da Indústria do Café, p.95, 1998.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO**. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. 161 p. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>>. Acesso em: 14 out. 2018.

VERPOORTE, R.; COLLIN, A.; MEMELINK, J. Biotechnology for the production of plant secondary metabolites. **Biochem. Rev.**, 1: 13-25.2002.

VIGOLI, J. A. **Efeito da matéria-prima e do processamento nos compostos bioativos e atividade antioxidante do café**. 129 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)– Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

WEN-JEY, Y.; BOR-SEN, W.; PIN-DER, D. Antioxidant properties of roasted coffee residues. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, n. 7, p. 2658-2663, 2005.

YANAGIMOTO, K., OCHI, H., LEE, K.G., SHIBAMOTO, T. Antioxidative activities of fractions obtained from brewed coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, p.592-596, 2004.



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Curso de Tecnologia de Alimentos
Travessa Enéas Pinheiro, 2626 – Marco
66095-490. Belém – PA
www.uepa.br

