

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

ULISSES COLONHEZE

**CARACTERIZAÇÃO DA FRAÇÃO DE ÓLEO DE CAFÉ EXTRAÍDO DE
GRÃOS SADIOS, VERDES E PRETO-VERDES, E A INFLUÊNCIA NA
ADIÇÃO DESTA NA SENSORIAL DE CAFÉ LIOFILIZADO**

DISSERTAÇÃO

LONDRINA

2015

ULISSES COLONHEZE

**CARACTERIZAÇÃO DA FRAÇÃO DE ÓLEO DE CAFÉ EXTRAÍDO DE
GRÃOS SADIOS, VERDES E PRETO-VERDES, E A INFLUÊNCIA NA
ADIÇÃO DESTA NA SENSORIAL DE CAFÉ LIOFILIZADO**

Dissertação apresentada ao programa de Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Lyssa Setsuko Sakanaka

Co-orientador: Prof. Dr. Nilson Evelázio de Souza

LONDRINA

2015

Dados internacionais de Catalogação na Publicação – (CIP)

C719c

Colonheze, Ulisses

Caracterização da fração de óleo de café extraído de grãos sadios, verdes e preto-verdes, e a influência na adição deste na sensorial de café liofilizado/
Ulisses Colonheze. – Londrina: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

64 f.; il.; col.; 30 cm

Orientação: Prof.^a Dr.^a Lyssa Setsuko Sakanaka

Coorientador: Prof. Dr. Nilson Evelázio de Souza.

Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos),
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, – UTFPR, Londrina, 2015.

Bibliografia: f. 54-58

1 Alimentos – Grãos 2. Ácidos graxos 3. Extração a frio. I. Sakanak, Lyssa Setsuko, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná
III. Programa de pós-graduação de Alimentos. IV. Título.

CDD – 664

TERMO DE APROVAÇÃO

CARACTERIZAÇÃO DA FRAÇÃO DE ÓLEO DE CAFÉ EXTRAÍDO DE GRÃOS SADIOS, VERDES E PRETO-VERDES, E A INFLUÊNCIA NA ADIÇÃO DESTES NA SENSORIAL DE CAFÉ LIOFILIZADO

por

ULISSES COLONHEZE

Esta Dissertação de mestrado foi apresentado(a) em 04 de setembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**.

Prof.^a Dr.^a Lyssa Setsuko Sakanaka
Orientadora

Prof.^a Dr.^a Suzana Lucy Nixdorff
Universidade Estadual de Londrina-UEL

Prof.^a Dr.^a Isabel Craveiro Moreira
Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR Londrina

O TERMO DE APROVAÇÃO ASSINADO ESTÁ ARQUIVADO NA SECRETARIA DO PROGRAMA DE MESTRADO

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar meu agradecimento é á Deus, Deus criador, o Senhor de todas as coisas, o Deus de amor de paz, o Deus que é fonte de sabedoria e conhecimento a Ele declaro toda honra e toda gloria por este trabalho.

A coordenação do ppgtal - programa de pós-graduação em tecnologia de alimentos da utfpr e ao corpo docente.

Aos meus Orientadores Professora Dra. Setsuko Sakanaka e ao Professor Dr. Nilson Evelázio, que de formas formais e informais, me ajudaram incondicionalmente, pelas sugestões por vezes ousadas e por saberem mais do que eu, e me fazerem acreditar, que este trabalho seria concluído.

À Professora Dra. Juliana Simionatto por ceder a coluna para cromatografia utilizada nos experimentos. Ao Prof.Dr. Leonardo Sturion, Professora. Dra. Isabel Moreira, Professora Dra. Suzana Nixdorf e ao Tiago Madeira, pelas contribuições e auxílios no tratamento estatístico dos dados.

Aos estagiários Matheus e George pela assistência no preparo de amostras e assistência na condução de análises.

A Any Ellen estagiária e colega que nos assistiu com conhecimento, companheirismo e todo apoio nas análises, no incentivo e na busca incessante pelo conhecimento e em fazer com excelência o que se propõe a fazer.

Aos Colegas de Curso, pelo companheirismo, pelo exemplo na realização de seus trabalhos e pelo estímulo passado a todo instante.

Aos gestores e colegas da Cia Cacique de Café, o Sr. Julio Cezár Grassano Diretor Industrial, Sr. Edson M. Yajima gerente da qualidade e Sr. Valderi Cristiano gerente Industrial, pela disponibilização de amostras de café, café solúvel e pela disposição do uso do equipamento de cromatografia gasosa e materiais diversos utilizados nas realização deste estudo.

Aos Companheiros de Serviço da Cia Cacique, pelo indispensável apoio moral, material e profissional, em especial aos colegas Silvio Victorino, Cleber, Diego Sorges, Tiago, Eduardo, Brás, Mauricio, André Kutassi, Jacqueline, Andressa, Yasmim, Jorge, Anderson, Murilo, Maicon, Wendel, Ricardo, Ruy, Alisson, Bruno, Alexandre.

Agradeço a minha esposa Meire pela compreensão nos momentos de ausência, pelo incentivo incondicional, por ser minha companheira sempre e aos

meus filhos Luis Gustavo e Ulisses Enrique que também souberam compreender este tempo de ausência.

A todos cujos nomes não foram citados, mas que contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

“Um homem é o que ele lê, come e bebe na vida. Logo deve escolher a melhor leitura, a melhor comida e a melhor bebida, o café.”
(Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832))

RESUMO

COLONHEZE, Ulisses. **Caracterização da fração de óleo de café extraído de grãos sadios, verdes e preto-verdes, e a influência na adição destes na sensorial de café liofilizado.** 2015. 64 fls. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2015.

A aplicação de óleo de café torrado diretamente no produto *café solúvel liofilizado* é utilizado como recurso para minimizar a formação de pó fino que adere à parede da embalagem de vidro tornando o aspecto visual indesejado, e também contribui para o impacto aromático na abertura da embalagem. O óleo é considerado um produto de custo expressivo obtido de grãos de café arábica, selecionados e torrados, pelo processo de prensagem mecânica. A cultura do café no Brasil e a comercialização resulta na seleção dos grãos classificados por tipos de bebida e tipos de defeitos, sendo que os grãos destinados à exportação devem apresentar baixa quantidade de defeitos, mantendo à disposição do mercado nacional um grande volume de cafés defeituosos comercializáveis. No entanto, cafés que apresentam grãos defeituosos, como verdes e preto-verdes, apresentam interferência no sabor final do café torrado. Este estudo teve como objetivo realizar uma avaliação da composição química do óleo de café obtido a partir de grãos classificados como sadios, verdes e preto-verdes nas condições “*in natura*” e torrados. O óleo de café foi obtido por extração por solventes a frio e a quente, e avaliou-se o rendimento do teor de óleo, assim como a composição dos ácidos graxos. Os óleos dos grãos torrados também foram empregados na bebida do café solúvel tipo *liofilizado* na proporção de 0,2% (m/m), e oferecido a provadores treinados, aplicando-se o teste de diferença triangular com o intuito de avaliar se é possível observar diferenças nas características sensoriais da bebida, quando comparado ao tratamento usando o óleo de café torrado comercial extraído pelo processo de prensagem. As amostras de óleo obtidas de grãos defeituosos apresentaram teor de óleo extraídos pelo método convencional similar aos dos grãos sadios. Nas análise cromatográfica não houve diferenças significativas em relação aos grãos defeituosos em relação aos dos grãos sadios estando de acordo com os resultados da literatura. As análises sensoriais, indicaram que os provadores tiveram mais dificuldades em diferenciar quando aplicaram-se óleos de grãos pretos-verdes com torra lenta clara, ou óleos dos grãos verdes, torra rápida média e escura, nas bebidas de café solúvel, que associado a análise de componente principal (ACP) os grãos preto-verdes foram alocados em direção as variáveis de luminosidade (*L) e porcentagem de acertos indicando maior facilidade ao acerto no teste sensorial. A viabilidade econômica, considerando os preços atuais dos cafés arábica de baixo teor de defeitos em relação aos café com elevado teor de defeitos demonstra que a extração de óleo de café torrado a partir de cafés com mais defeitos abrange 64% de economia sobre o preço da matéria prima.

Palavras-chave: grãos verdes, grãos pretos-verdes, ácidos graxos, extração a frio, análise sensorial.

ABSTRACT

COLONHEZE, Ulisses. **Characterization of lipidic fraction from coffee oil extracted from healthy, green and black-green beans, and the influence when adicined of these on sensory lyophilized instant coffee.** 64 p. Dissertation (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2015.

The application of roasted coffee oil directly on freeze dried soluble coffee is used to minimize the formation of fine powder which adhere on the glass packaging, which results in a negative visual appearance, as well as contributes to the aromatic impact when opening the packaging. The coffee oil is considered a high cost product obtained from *Arabica* coffee beans, previously selected and roasted, by mechanical press. In Brazil the coffee culture and marketing results in the selection of the beans by type of defects and beverage, the volume of exportation works with types of coffee beans with low quantity of defects resulting in a large volume of defective coffee beans trading on the domestic market. Nevertheless, coffees which present defective grains like green, black-green beans present differences in the final flavor of the roasted coffees. The aim of this study was to evaluate the chemical composition of the oils extracted from grains classified as normal, green and black-green, at natural and roasted conditions. The oil was obtained by cold extraction using solvents of different polarities, and yield was calculated as well as its fatty acid composition. The oil of the roasted defective coffee grains was also used to prepare drinks of lyophilized soluble coffee in order to verify if judges were able to differentiate the sensory characteristics of the beverages, in comparison to the product prepared using commercial oil obtained by mechanical pressing. Samples of oil obtained from defective grains showed similar extraction yields compared to hot extraction. Chromatographs of oils of the defective grains did not showed differences compared to normal grains. In relation to the sensory analysis of the soluble coffee beverages, it was verified that when applying oils of light roasted black-green beans or oils of medium and dark roasted green beans obtained with rapid process, judges had more difficulties to distinguish differences between samples. Economic viability demonstrated that with the actual prices of the coffee beans, the use of defective beans could reduce in 64% the costs of the raw beans.

keywords: green beans, black-green beans, fatty acids, cold extraction, sensory analysis.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 – Florada do café	19
Figura 2 - Escala para determinação de estádios fenológicos do café arábica.	20
Figura 3 – Grãos de café sadios, verdes e verdes pretos.....	22
Figura 4 – Grãos de café sadios, verdes e verdes pretos.....	22
Figura 5 – Aquecimento e transferência de calor durante o processo de torrefação para o grão de café	23
Figura 6 – Fotografia do torrador de bancada modelo Rod-Bel.....	30
Figura 7 – Comparação entre as médias de cor para os grupos de grãos sadios (GS), verdes (GV) e preto-verdes (GPV) <i>in natura</i>	37
Figura 8 – Análise de variância pelo Teste de Tukey entre as médias de cor para os grupos de grãos sadios (GS), verdes (GV) e preto-verdes (GPV) <i>in natura</i>	37
Figura 9 – Comparação entre as médias de cor para os grupos de grãos sadios (GS),verdes (GV) e preto-verdes GPV) para as torras lentas clara (TLC), média, (TLM) escura (TLE) e para as torras rápidas clara (TRC), média (TRM) e escura (TRE)	39
Figura 10 – Comparação entre as médias de cor para os grupos de grãos sadios (GS),verdes (GV) e preto-verdes GPV) para as torras lentas clara (TLC), média, (TLM) escura (TLE) e para as torras rápidas clara (TRC), média (TRM) e escura (TRE).	42
Figura 11. Gráfico da relação entre acertos e erros observados pelo grupo de provadores em teste de análise sensorial.	49
Figura 12. Projeção das amostras no plano bidimensional e das variáveis no círculo unitário gerado pela ACP (CP 1 x CP 2 (a) e CP 1 x CP 3 (b)) considerando a concentração de ácidos graxos nas amostras	50
Figura 13 - Projeção das amostras no plano bidimensional e das variáveis no círculo unitário gerado pela ACP (CP 1 x CP 2 (a) e CP 1 x CP 3 (b)) considerando a concentração de ácidos graxos, Luminosidade (L*) e porcentagem de acertos (% Acerto).....	51

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química de grãos de café arábica e de robusta (em base seca).....	17
Tabela 2 – Conteúdo típico de lipídeos em café verde.....	25
Tabela 3 – Identificação e codificação de amostras.....	29
Tabela 4 – Valores do parâmetro L* (D65) dos grãos de café <i>in natura</i>	36
Tabela 5 – Valores do parâmetro L* (D65) dos grãos de café de torra clara, média e escura obtidos pelos métodos lento rápido	38

Tabela 6 – Redimento do teor do óleo de café extraído pelo método de extração por solvente a quente (Soxhlet) e método a frio Bligh&Dyer em g 100g ⁻¹ em base seca para amostras de grãos in natura	40
Tabela 7 – Teor do óleo de café extraído dos grãos pelo metodo de extração por solventes a frio em g.100g ⁻¹	41
Tabela 8 – Perfil dos ácidos graxos dos grãos de café Sadio, Verde e Preto-Verde <i>in natura</i>	44
Tabela 9 – Perfil dos ácidos graxos dos grãos de café Sadio, Verde e Preto-verde sob diferentes torrra, submetidos ao processo lento	45
Tabela 10 – Perfil dos ácidos graxos dos grãos de café Sadio, Verde e Preto-verde sob diferentes torrra, submetidos ao processo rapido	46
Tabela 11 – Dados comparativos de ácidos graxos esterificados em óleo de café segundo autores	48

ABREVIATURAS

CD.....	Café Cereja Despoldado.
CG/DIC.....	Cromatografia Gasosa Acoplado a Detector de ionização em chama.
GC/MS.....	Cromatografia Gasosa Acoplado a Detector de massas.
FAME	Fatty Acid Methyl Ester (éster metílicos de ácidos graxos)
ISO.....	Método descrito pela ISO 5509, 1978
JAC.....	Método descrito por Joseph e Ackman, 1992
PVA	Preto, Verde , Ardido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	14
3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA	16
3.1 HISTORIA DO CAFÉ.	16
3.2 BOTÂNICA.....	16
3.3 FLORAÇÃO DO CAFEIRO	18
3.4 MATURAÇÃO DOS FRUTOS.....	19
3.5 BENEFICIAMENTO DE GRÃOS DE CAFÉ.....	21
3.6 TORREFAÇÃO DE CAFÉ.....	23
3.7 ÓLEO DE CAFÉ.....	24
4 MATERIAL E MÉTODOS	28
4.1 MATERIAL	28
4.2 TRATAMENTO DOS GRÃOS IN NATURA.....	29
4.3 TORREFAÇÃO DOS GRÃOS IN NATURA.....	30
4.4 ANÁLISE DA COR DOS CAFÉ	31
4.5 EXTRAÇÃO DE ÓLEO DOS GRÃOS DE CAFÉ	31
4.5.1 Extração pelo método de solventes a frio.....	31
4.5.2 Extração pelo método de solventes a quente.....	32
4.6 ESTERIFICAÇÃO DO ÓLEO DE CAFÉ.....	32
4.7 ANÁLISE CROMATOGRÁFICA DE ÉSTERES DE ÁCIDOS GRAXOS.....	33
4.8 ANÁLISE SENSORIAL.....	34

4.8.1	Recrutamento de provadores	34
4.8.2	Preparação de amostras para análise sensorial	34
4.9	TRATAMENTO DOS DADOS	35
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1	ANÁLISE DA COR DOS CAFÉS.....	36
5.2	RENDIMENTOS DO ÓLEO DE CAFÉ	40
5.3	COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DOS ÓLEOS	43
5.4	AVALIAÇÃO SENSORIAL.....	48
5.5	ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS	49
5.6	VIABILIDADE ECONÔMICA	52
6	CONCLUSÃO	53
7	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	53
	REFERÊNCIAS	54
	APÊNDICES	59
	Apêndice A – TESTE DE DIFERENÇA TRIANGULAR.....	59
	Apêndice B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	60
	Apêndice C – Exemplos de cromatogramas.....	64

1 INTRODUÇÃO

O café tem grande expressão, tanto na economia onde se destaca por ser uma das principais mercadorias de exportação como também, por estar presente diariamente nas mesas dos brasileiros. Conforme pesquisa da ABIC (Associação Brasileira da Indústria de Café), que indicou que 80% dos consumidores consomem mais de dois quilos de café por mês. Segundo o relatório da OIC (Organização Internacional do Café) o Brasil exportou 21.662 milhões de sacas de 60 quilos de arábica no ano de 2014, sendo que o MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento) informou que a safra de café de 2014 fechou em 32.305 mil sacas beneficiadas, o que consiste em 71% da produção total de café produzido no Brasil. Para a ABICS (Associação Brasileira das Indústrias de Café Solúvel) o consumo mundial de café é estimado em 52% na forma de solúvel no mercado internacional. No Brasil, o produto ainda está ganhando espaço como ingrediente nas misturas como cappuccino e nas “vending machines”. Prevalecendo ainda o consumo de cafés na forma torrado e moído.

As condições climáticas, hídricas, luminosidade, variabilidade genética entre outros fatores proporcionam à cultura cafeeira brasileira diferentes fases de floração, levando a diferentes estágios de maturação dos frutos de café para uma mesma colheita, aumentando as chances da presença de defeitos como grãos verdes e preto-verdes (PEZZOPANE, 2007)

O café beneficiado tipo exportação é comercializado como tipo 4/5, considerado até 46 defeitos presentes, ou tipo 5/6, considerado até 100 defeitos. Os grãos defeituosos removidos para obtenção de lotes a atender a quantidade de defeitos máximos para exportação são absorvidos pelo mercado interno, sendo misturados com os grãos de café destinados ao processo de café torrado e moído, entre outros.

Um dos produtos extraídos dos grãos de café é o óleo de café, podendo ser nas condições naturais do grão, ou a partir de grãos torrados. É um produto de alto valor agregado e basicamente tudo que é produzido é exportado. O óleo de café vem sendo utilizado nas indústrias farmacêutica de cosméticos e de alimentos, para ser aplicado como emoliente, emulsificador, agente de espalhamento ou veículo,

modificador de viscosidade, lubrificante e ligante em cosméticos (AZEVEDO et al., 2008), bem como agente aromatizante de valor agregado significativo.

O óleo de café é obtido de grãos arábica com poucos defeitos e seu custo fica por cerca de US\$ 100 dólares o quilo, num total de aproximadamente de 3 toneladas ano.

Em função do alto valor agregado do produto óleo de café, e da quantidade expressiva de grãos defeituosos misturados aos grãos sadios que se comercializa no mercado interno do Brasil, este trabalho visa estudar a viabilidade, econômica e sensorial, de utilização de óleos extraídos de grãos de café arábica classificados como verdes e preto-verdes. Para tanto, foi necessária uma caracterização do perfil de ácidos graxos, tanto dos grãos classificados como sadios, verdes e preto-verdes, *in natura* quanto torrados. E estudou-se também a aplicação dos óleos na elaboração de bebidas de café solúvel liofilizado e submetidos à análise sensorial.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a composição de ácidos graxos do óleo de café obtido a partir de grãos de café arábica classificados como sadios, verdes e preto-verdes submetidos a diferentes processos e graus de torra, e verificar a correlação das interferências ocasionadas pela adição do óleo de café torrado produzido por grãos defeituosos comparando ao óleo de grãos sadios por meio da análise sensorial da bebida de café solúvel liofilizado.

2.2 Objetivos específicos

- Submeter os grãos *in natura* de café sadios, verdes, preto-verdes, a três graus de torra diferentes (clara, média e escura), pelos métodos lento e rápido;
- Efetuar a medida de cor da torra após a moagem dos grãos;
- Extrair o óleo dos grãos *in natura* e torrados pelo método de extração por solventes a frio proposto por *Bligh & Dyer* avaliando o rendimento de extração pelo teor de óleo;
- Realizar a esterificação dos óleos dos grãos *in natura* e torrados, e analisar os ácidos graxos pela técnica de cromatografia gasosa com detector de ionização de chama (CG-DIC);
- Aplicar os óleos extraídos (sadios, verde e preto-verde) sob o café solúvel tipo liofilizado avaliando pela análise sensorial por teste de diferença triangular por um grupo de provadores da Cia Cacique de Café Solúvel;
- Avaliar a capacidade de distribuição entre o perfil dos ácidos graxos dos óleos de café obtidos a partir dos grãos sadios, verde e preto-verde separando-os em grupos pela análise de componente principal.

- Avaliar a viabilidade econômica da aplicação dos óleos extraídos dos cafés com defeitos no café solúvel liofilizado, baseando-se nas análises químicas e sensoriais.

3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1 História do café

A lenda que relata a descoberta do café, se real ou não, é a do pastor Kaldi, que viveu na Absínia, atual Etiópia, há cerca de mil anos. Conta-se que Kaldi, observando suas cabras, notou que elas ficavam alegres e saltitantes sempre que mastigavam os frutos de coloração amarelo-avermelhada, dos arbustos existentes em alguns campos de pastoreio, e notou, também, que o consumo das sementes permitia ao rebanho caminhar por vários quilômetros por subidas infundáveis. Kaldi comentou sobre o comportamento dos animais a um monge da região, que decidiu experimentar o poder dos frutos. O monge apanhou um pouco das frutas e levou consigo até o monastério. Ele começou a utilizar os frutos na forma de infusão, percebendo que a bebida o ajudava a resistir ao sono enquanto orava ou em suas longas horas de leitura do breviário. Esta descoberta se espalhou rapidamente entre os monastérios, criando uma demanda pela bebida. As evidências mostram que o café foi cultivado pela primeira vez em monastérios islâmicos no Yemen (ABIC, 2013).

3.2 Botânica

O cafeeiro (*Coffea sp.*) é um arbusto da família *Rubiaceae* e do gênero *Coffea L.*, da qual se conhecem 103 espécies e se colhem sementes denominadas de café. Existem inúmeras espécies de café cultivadas no mundo, mas no Brasil tem-se conhecimento e exploração de apenas duas, o café Arábica ou *Coffea arabica* e o café Robusta ou *Coffea canéfora* sendo o conilon a espécie mais comum. Cada espécie, por sua vez, tem um grande número de variedades e linhagens, o *Coffea canephora*, conhecida por "Robusta", é um diploide com $2n = 2$ cromossomos e autofértil ou auto-incompatível, multiplicando-se através de fecundação cruzada. Esta incompatibilidade é do tipo gametofítico e é ligada aos

alelos S1, S2 e S3; e devido à alogamia da espécie, observa-se grande heterogeneidade entre plantas de uma mesma lavoura, pois as sementes obtidas não reproduzem necessariamente as características da planta-matriz. Esta variabilidade, que dificulta os tratamentos culturais, e reduz a produtividade e a qualidade do café Robusta, pode ser diminuída com a utilização da propagação assexuada de plantas-matrizes selecionadas (BRAGANÇA et al., 2002)

O café arábica, por sua vez, é uma espécie tetraploide com $2n = 4$ cromossomos, auto fértil, apresentando de 7 a 15% de fecundação cruzada. O termo arábica é bastante usado para designar, não só os cultivares pertencentes à espécie *C. arabica*, como também o café produzido por todas as variedades desta espécie (TOLEDO; BARBOSA, 1998).

No Brasil são cultivadas algumas variedades de café arábica, sendo as principais: *Catuai*, *Icatu*, *Bourbon*, *Mundo Novo*, *Maragogipe* e *Acaia*.

Para o café robusta também há ampla pesquisa de desenvolvimento, no ano de 2013 a Embrapa desenvolveu os cultivares *Diamante Incaper 8112*, *Jequitibá Incaper 8122* e *Centenária Incaper 8132* (BRASIL, 2013).

Os cafés arábica e robusta apresentam diferenças nas características sensoriais das bebidas que se formam, em parte, em função de diferenças na composição química (Tabela 1) (CLARKE e MACRAE, 1985).

Tabela 1 - Composição química (%) dos grãos de cafés crus (*in natura*) da espécie arábica e de robusta (em base seca)

Componente	Arábica	Robusta
caféina	0,9 – 1,2	1,6 – 2,4
lipídios	12,0 – 18,0	9,0 – 13,0
ácidos clorogênicos	5,5 – 8,0	7,0 – 10,0
oligosacarídeos	6,0 – 8,0	5,0 – 7,0
polissacarídeos	50,0 – 55,0	37,0 – 47,0
aminoácidos	2,0	2,0
proteínas	11,0 – 13,0	11,0 – 13,0
minerais	3,0 – 4,2	4,0 – 4,5

Fonte: Clarke e Macrae (1985).

Os grãos de café arábica apresentam maiores teores de lipídios e carboidratos, enquanto que os grãos robusta apresentam maiores teores de cafeína e ácidos clorogênicos.

3.3 Floração do cafeeiro

Barros et al. (1978) identificaram que a floração do café como um dos mais importantes processos fisiológicos na planta e, se refere a uma complexa sequência de eventos bioquímicos, fisiológicos e morfológicos associados a fatores como temperatura, iluminação, solo, ar, água disponível, razão de carbono para nitrogênio, safra e o genótipo segundo Rena e Barros (DAMATA 2007).

Segundo Oliveria et al. (2012), as plantas de café de uma mesma região florescem simultaneamente e dependendo de fatores como latitude e estações chuvosas definidas, varia seu número de floração.

Para o café arábica, as inflorescências são formadas nas axilas das folhas dos ramos laterais, plagiotrópicos, crescidos na estação anterior, e os nós produzem flor (Figura 1) nesta espécie, as inflorescências são formadas apenas no crescimento corrente do ano. Deste modo, a floração depende estreitamente do crescimento dos ramos laterais, em especial dos primários, as gemas seriadas dão origem a gemas florais ou a ramos laterais secundários ou de ordem maior. A gema superior de cada série axilar dos ramos laterais origina a maior inflorescência, enquanto as outras são cada vez menores. No café arábica, no máximo seis gemas desenvolvem-se em botões florais (OLIVEIRA et al., 2012).



Figura 1 – Florada do café

Fonte Revista Globo Rural On-Line (2013)

Pezzopane et al. (2003) detalham a fase reprodutiva do café arábica através da análise fenológica utilizando imagens (Figura 2), atribuindo escala de 1 a 11, sendo 0 para agema floral dormente; 1, gema floral entumescida; 2, abotoado; 3, florada; 4, pós-florada; 5, chumbinho; 6, expansão dos frutos; 7, grão verde; 8, grão verde cana; 9, grão cereja; 10, grãos passas e 11, grãos secos.

3.4 Maturações dos frutos

Durante a fase reprodutiva podem ocorrer sucessivas floradas além da florada principal, devido a fatores climáticos e variabilidade genética, e o manejo como área irrigada e arborização, influenciando na qualidade final dos frutos, em que observa-se estágios de maturação diferenciados dentro de uma mesma florada. Isso dificulta e onera a colheita, interferindo na qualidade da bebida, devida a não separação de frutos antes da secagem, em função dos diferentes estágios de maturação (PEZZOPANE, 2007) .

A maturação do café passa por quatro estágios, sendo o crescimento, maturação, amadurecimento e senescência (PEZZOPANE, 2007).

Segundo Clarck e Macrae (1985) vários genes são ativados durante o processo de crescimento, maturação e amadurecimento dos frutos do café, os quais estão relacionados à síntese de compostos fenólicos como ácidos clorogênicos,

oligossacarídeo, polissacarídeos, lipídios, cafeína, trigonelina e proteínas; porém Pezzopane et al. (2009) concluiu que o amadurecimento dos frutos é influenciado por fatores internos e externos, os quais incluem a regulação da expressão gênica e que ainda há muito a se desenvolver no campo de estudo, no sentido de melhoramentos de características agrônômicas, como no amadurecimento de frutos e na duração do ciclo fenológico, uma vez que a maioria das pesquisas relacionadas à expressão gênica em cafeeiros estão relacionadas às vias biosintéticas de cafeína e ácidos clorogênicos.

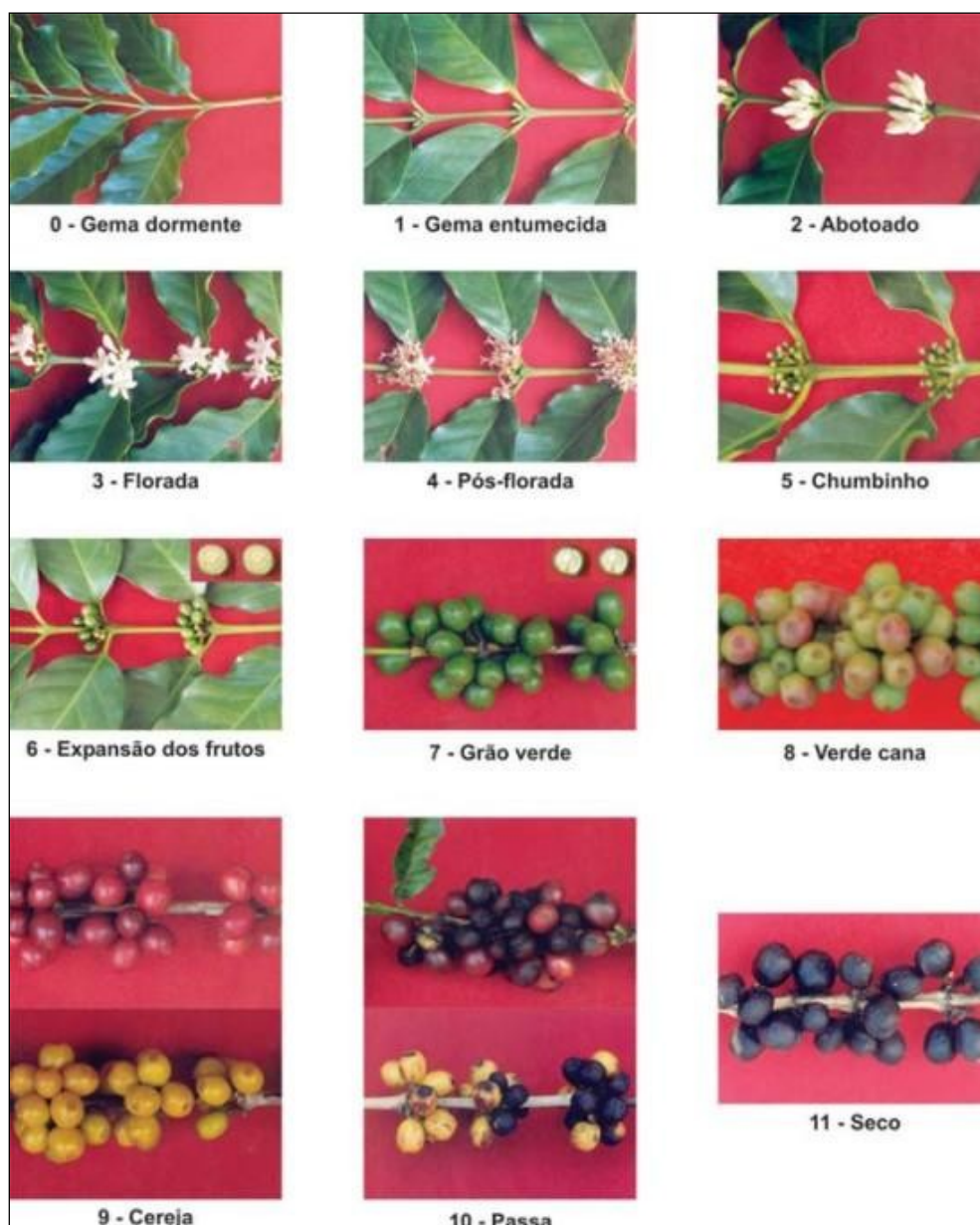


Figura 2 - Escala para determinação de estádios fenológicos do café arábica.

Fonte: PEZZOPANE et al. (2003).

3.5 Beneficiamento dos grãos de café

A colheita do café é feita quando a maioria dos frutos estão maduros, ou que o percentual de frutos verdes esteja entre 10 a 20%. Os processos utilizados na colheita de café no Brasil são os conhecidos por derricha no chão ou no pano, colheita a dedo e a colheita mecanizada (NUNEZ et al., 2005).

Na etapa do pós-colheita, o café segue para o processo de secagem, conhecido como via seca, em que o café é seco com todas as impurezas da colheita, tais como pedras, folhas e paus, em terreiro e/ou secador. Os grãos podem ainda passar por processo de separação de impurezas por vibração e/ou em lavador/separador antes da secagem, e esses processos são conhecidos por processos de via úmida e ou semi-úmida. Neste processo há a separação de frutos em fases de maturação distintas (verdes, cereja e passas) durante lavagem e separação, bem como ocorre a eliminação da casca, resultando no café cereja despoupado (CD) (NUNES et al., 2005).

Na via úmida o café cereja depois de separado é encaminhado para despoldadores (descascados), e, em seguida, seguem para tanques de fermentação para a eliminação da mucilagem, antes do processo de secagem (NUNES et al., 2005).

No processamento denominando via semi-úmida o café passas chamados de boia, segue para a secagem em terreiro e/ou secador com casca, os cafés cereja e verde seguem para o descascador. O café verde é separado mecanicamente sob pressão, indo para o processos de secagem, e o café cereja é descascado em processo mecânico (NUNES et al., 2005).

Após a etapa de secagem, os grãos de café beneficiado são classificados por tipo, de acordo com a quantidade de grãos defeituosos mais as impurezas contidas em uma amostra de 300 gramas de acordo coma tabela oficial para classificação descrita na Instrução Normativa n.º 8 de 11 de junho de 2003 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2003).

Os defeitos são considerados os grãos imperfeitos, os quais são denominados defeitos intrínsecos, sendo os grãos denominados de verdes, preto-verdes, ardidos, verdes, chochos, mal granados, quebrados e brocados. As

impurezas e também os defeitos extrínsecos constituem as cascas, paus, pedras, cafés em coco ou marinheiros.

Nas Figuras 3 e 4 têm-se exemplos de grãos sadios, grãos verdes e grãos preto-verdes para efeito de comparação.



Figura 3 – Grãos de café sadios, verdes e preto-verdes.

Fonte: Autoria própria.



Figura 4 – Grãos de café sadios, verdes e preto-verdes.

Fonte: Autoria própria.

3.6 Torrefação de café

A torrefação de café é o processo a que leva a transformações físicas e químicas dos componentes do grão de café, como consequência das transferências térmicas com aplicação de temperaturas acima de 200°C durante determinado tempo. Na torra, o calor é transferido do torrador para os grãos por condução, quando o calor passa da parede do torrador direto para a superfície do grão, e por convecção, quando o ar quente do interior do equipamento é passado para os grãos de café (Figura 5) (AZEREDO, 2011).

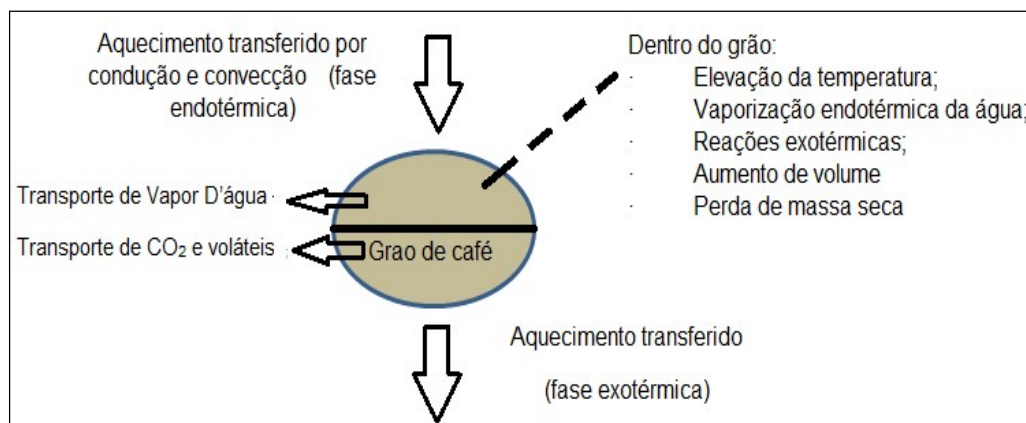


Figura 5 – Aquecimento e transferência de calor durante o processo de torrefação para o grão de café.

Fonte: Eggers e Peitsch, 2001 (apud AZEREDO, 2011).

As transformações físicas que ocorrem nos grãos resultam em alteração da cor, tamanho do grão, decréscimo significativo do teor de água, que decai de 12% para 2 a 4 %, formação de gases como dióxido de carbono, perda de massa e a geração de compostos aromáticos. O grau de torração, claro, médio ou escuro, e as condições que levam à torração do grão de café, se é feito em processo rápido ou lento, conduzem a transformações de compostos sulfurados, que por sua vez geram notas terrosas e esfumaçadas para o perfil de aroma, de odor potente, causados provavelmente, pelos compostos 2 furfuriltiol e o guaiacol conforme citado por Mayer et al. (1999 apud AZEREDO, 2011). Para Tressl (1989 apud AZEREDO, 2011), os constituintes a base de enxofre e fenóis são formados em quantidades elevadas na torração do café, os quais contribuem significativamente no sabor desejável do café.

A cor do café torrado é um dos parâmetros monitorados pela indústria, essa medida ocorre de modo geral através da moagem dos grãos mantendo uma uniformidade do tamanho de partículas, as amostras são distribuídas em superfície de discos e a cor é medida por refractância. Comercialmente são usados os instrumentos da Hunterlab, Konica Minolta, Agtron e Photovolt para a medição do grau de torra (PARLIMENT 2000 apud AZEREDO, 2011).

Bandeira et al. (2009), classificaram o café torrado a 205 °C por 12 e 20 min como sendo o café com valor de 45, considerado moderadamente escura, e de valor 35, como escura, utilizando o sistema AGTRON de classificação.

Segundo Bressani (2015), a classificação da cor de torra do café por meio do sistema AGTRON (equipamento fabricado por AGTRON-USA), o qual foi definido pela associação americana de cafés especiais (SCAA) estabelece uma escala que é internacionalmente utilizada. Esta escala é constituída por oito discos de comparação de tonalidades apresentando uma variação numérica em escala decimal indicando, dessa forma os graus de torra do café. Os intervalos de temperaturas é que determinaram o escalonamento de cores Agtron. A temperatura de torra de 235 °C corresponde a 45 Agtron e as temperaturas entre 215 e 220 °C correspondem a 65 Agtron. A representação total de cor Agtron esta entre 25 e 95, onde considera-se cores de torra clara entre os valores de 75 a 95, cores medias de 55 a 65 e cores escuras de 25 a 45.

3.7 Óleo de café

Segundo dados de Azeredo (2011), a fase lipídica do café contém entre 7 a 17% (m/m), sendo basicamente composto por triglicerídeos, esteróis (estigmasterol, sitosterol), ácidos graxos, como linoleico, linolénico, oleico, palmítico, esteárico, araquídico, beénico e lignocérico, diterpenos pentacíclicos como metilcafesteol, cafestol, caveol, álcoois, ésteres diterpênicos e triterpênicos e ceras, sendo que as ceras estão localizadas na superfície dos grãos e contem ácidos graxos C20 e C26 (AZEREDO, 2011). Na Tabela 2 mostra-se a composição lipídica do café verde.

Tabela 2 – Conteúdo típico de lipídeos em café verde.

Constituinte	Concentração (%)
triglicerídeos	70,00 – 80,00
ácidos graxos	0,50 – 2,00
ésteres diterpenicos	15,00 – 19,00
esteróis e triterpenos	1,40 – 3,20
cera de café	0,25

Fonte: AZEREDO (2011).

Clarck e Macrae (1985) indicam que a composição do óleo de café verde possui 75,2% de triglicerídeos, 18,5% de ésteres de alcoóis diterpenicos e ácidos graxos, 3,2% de ésteres de esteróis e ácidos graxos e 2,2% de esteróis. Em relação aos ácidos graxos, os principais são: C16:0 (palmítico) 31,1%, C18:0 (esteárico) 9,6%, C18:1 (oléico) 9,6%, C18:2 (linolêico) 43,1%, C18:3 (linolênico) 1,8 % e C20:0 (araquídico) 4,1%.

Azeredo (2011) indica que no processo de torrefação, o óleo contido no café não sofre alterações significativas, porém auto-oxidações ocorrem em ácidos insaturados, principalmente no C18, e a hidrólise de triglicerídeos, produzindo ácidos graxos livres.

A fração aromática do óleo de café é um complexo aromático que envolve mais de 800 componentes com diferentes grupos funcionais (NIJSSEN, 1996 apud OLIVEIRA et al. 2009), sendo que vários estudos tem tentado identificar quais são os compostos aromáticos que podem, de forma individual, consistirem em um poderoso constituinte do aroma de café (HOLSCHER, 1992; SEMMELROCH; GROSCH, 1995; POLIEN et al. 1997).

O óleo de café também é citado por Oliveira et al. (2009) como agente aromatizante e de sabor em café solúvel, e observou-se que, a adição de óleo de café torrado ao café solúvel não influencia a percepção aromática, mas teve influência com relação ao sabor, conforme avaliação sensorial realizada com consumidores.

Considerando a ampla aplicação de óleo de café, o modo de se obter este produto tem influência na qualidade e características finais esperadas para os fins de uso, e este produto pode ser obtido por vias mecânicas, por solventes orgânicos e por extração de gases em temperaturas supercríticas. Segundo Turratti (2010) o emprego de prensas mecânicas pode apresentar capacidade de prensagem de 100

kg/h, e um rendimento de até 3% de óleo de café verde e 10,5% para óleo de café torrado, sendo que nem todos os equipamentos são adequados para extração de óleos de grãos *in natura* e torrados, em função da capacidade e configurações.

Oliveira et al. (2005) descreve que o óleo de café arábica é obtido da prensagem dos grãos torrados a 238 °C por dez minutos, mas deve ser seguido de filtragem para remoção de partículas grandes.

A extração de óleo empregando gases liquefeitos em temperatura supercrítica também é citado por Oliveira et al. (2005), e segundo Fornari et al. (2012), a extração por fluido supercrítico é aplicado para isolar óleos essenciais de diferentes plantas e consiste no emprego de gás carbônico liquefeito ($\text{CO}_{2(L)}$), considerado um bom solvente para a fração lipofílica de caráter não-polar. As pressões de trabalho variam entre 20 MPa a 40°C e 50 MPa a 50°C, podendo ser aplicado ao gás um co-solvente de baixa massa molecular, como o etanol na proporção de 10 a 20% (v/v), de modo a facilitar a interação com compostos polares.

O emprego de solventes orgânicos como éter dietílico, éter de petróleo, hexano e misturas de éter dietílico e hexano, é mencionado por Speer et al. (2006). Ferrari et al. (2010) isolou óleo de café a partir de 60 g de café sob refluxo em Soxhlet com 650 mL de heptano por quatro horas sinfonando 5 vezes por hora e removendo o residual de solvente da amostra por evaporação até peso constante. Calligaris et al. (2009) utilizaram para separar o óleo em café torrado uma mistura de clorofórmio:metanol (2:1 (v/v)) sob constante agitação por 3 horas em temperatura ambiente, seguido de filtragem e evaporação do solvente em rota-evaporador.

Vários estudos e pesquisas em amostras de óleos estão disponíveis, concentrando os objetivos em caracterização e composição de ácidos graxos, de aromas, como voláteis totais ou fragrâncias, e as técnicas empregadas nestes estudos, tem como parte instrumental a cromatografia gasosa com detector de massas, a cromatografia líquida, e as análises volumétricas ou de titulação; e também correlações com análises sensoriais.

Gonzales et al. (2001) utilizou a cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) com detector de índice de refração para analisar tocoferóis e triglicerídeos em amostras de café a partir do óleo de café.

A esterificação de ácidos graxos livres do óleo de café verde foi obtido por meio do tratamento com Trifluoreto de Boro (BF_3) e metanol e separados em fase orgânica com uso de hexano e quantificado por cromatografia gasosa acoplada a

espectrometria de massas (CG/EM) segundo Oliveira et al (2009) e Speer et al. (2006).

Melinsk et al. (2008) efetuou a análise comparativa entre oito métodos de esterificação na determinação quantitativa de ácidos graxos em óleo vegetal e concluiu que os métodos JAC (Joseph e Ackman), ISO (International Organization for Standardization) e BBA (Bannon) se mostraram mais eficientes para os ácidos graxos insaturados, e ressalta que os métodos ISO e BBA, por utilizarem reagentes de menor custo e menos toxicidade, são preferenciais ao método JAC.

4 MATERIAL E METODOS

4.1 Material

As amostras dos grãos *in natura* sadios, verdes e preto-verdes, foram obtidos de lotes de café beneficiados recebidos na Cia Cacique de Café Solúvel, situada na cidade de Londrina, estado do Paraná, durante os anos de 2013 e 2014, correspondendo às safras 2012/2013 e 2013/2014 de café arábica brasileiro.

Antes da descarga do lote, uma amostra foi coletada ainda no caminhão em oito pontos diferentes da carroceria, coletando-se aproximadamente de 2 a 3 quilos de café por lote, com auxílio de um instrumento denominado calador, e após a coleta este café foi homogeneizado dentro de um saco de juta. Em seguida separou-se em duas amostras de proporções iguais e disponibilizou-se para classificação de tipo de defeitos.

As amostras foram encaminhadas ao laboratório de classificação, e novamente homogeneizadas, sendo classificadas individualmente quanto aos defeitos verde e preto-verde, separados dos grãos sadios, conforme Instrução Normativa n.º 8, de 11 de junho de 2003. As amostras referentes a cada tipo de defeito foram separadas em quatro porções de aproximadamente de 140g cada, totalizando três grupos de amostras: Grãos Sadios (GS), Grãos Verdes (GV) e Grãos Preto-Verdes (GPV). Uma amostra de cada grupo constituiu a amostra de grãos *in natura*, e as outras três amostras de cada grupo foram submetidas ao processo de torrefação, de acordo com o descrito no item 4.3, e codificadas de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 – Identificação e codificação de amostras.

Tipos de Grãos	Tipos de Torras	Tipo de torra	Código
Grãos Sadios (GS)	Sem torra (<i>café in natura</i>)	Sem torra	GS-N
	Torra Lenta	Clara	GS-TLC
		Media	GS-TLM
		Escura	GS-TLE
	Torra Rápida	Clara	GS-TRC
		Media	GS-TRM
Grãos Verdes (GV)	Sem torra (<i>café in natura</i>)	Sem torra	GV-N
	Torra Lenta	Clara	GV-TLC
		Media	GV-TLM
		Escura	GV-TLE
	Torra Rápida	Clara	GV-TRC
		Media	GV-TRM
Grãos Preto Verdes (GPV)	Sem torra (<i>café in natura</i>)	Sem torra	GPV-N
	Torra Lenta	Clara	GPV-TLC
		Media	GPV-TLM
		Escura	GPV-TLE
	Torra Rápida	Clara	GPV-TRC
		Media	GPV-TRM
		Escura	GPV-TRE

Uma amostra de óleo de café torrado controle (100 g) foi doado pela Cia. Cacique de Café Solúvel da produção de novembro de 2014. Esta amostra foi coletada do processo normal de fabricação por prensagem, e armazenada em 2 potes de vidro em freezer a -18 °C até o momento da análise. Esta amostra constituiu a amostra padrão, ou controle, da análise sensorial.

A Cia Cacique de Café Solúvel também doou uma amostra de 300 g de café solúvel tipo *freeze dried*, ou liofilizado, da produção de novembro de 2014. Esta amostra estava isenta de aplicação de óleo de café e foi dividida em 3 potes de polietileno, e armazenada em freezer a -18 °C até o momento das análises. Este lote foi submetido às análises microbiológicas exigidas pela legislação antes de serem utilizadas na análise sensorial.

4.2 Tratamento dos grãos *in natura*

As amostras dos grãos *in natura* sadios, verdes e preto-verdes foram submetidas a uma secagem em estufa (Fanem, 502C, BRASIL) a 105°C por 12

horas, de acordo com metodologia adaptada da AOAC 926.12 (1996) e utilizado na Cia. Cacique de Café Soluvel, sendo resfriadas em dessecador contendo sílica gel. Em seguida, foram trituradas com moinho de facas (IKA, A11 Basic, USA) e peneiradas usando-se peneira de mesh 35 (A Brozinox, 500µm de abertura, Brasil), para padronização de tamanho de partículas. A amostra peneirada foi armazenada em potes plásticos de polietileno e conservadas sob temperatura de -5 °C até o momento da análise.

4.3 Torrefação dos grãos *in natura*

As amostras de café foram submetidas ao processo de torrefação em torrador de bancada (Rod-Bel, Brasil) (Figura 6), monitorando-se a temperatura com termômetro digital (Texto, 650, Alemanha) de modo a manter 260°C para torra lenta e 300°C para torra rápida. O tempo foi cronometrado usando-se um cronômetro digital (Technos, YP2151/8P, Brasil), iniciando-se com a adição do café cru no tambor do torrador, e finalizado com a retirada do café torrado. Após esfriamento, as amostras foram moídas em moinho de facas (IKA, A11 Basic, USA), peneiradas em peneira (A Brozinox, 500 µm de abertura, Brasil) e armazenadas em potes plásticos de polietileno em freezer a -18 °C, até o momento da análise.



Figura 6 – Fotografia do torrador de bancada modelo Rod-Bel.

4.4 Análise de cor dos cafés

A análise de cor das amostras moídas foi realizada em colorímetro (Konica Minolta, CR410C, Japão), considerando-se apenas os resultados de leitura do parâmetro luminosidade (L^*) para iluminante D65.

4.5 Extração de óleo dos grãos de café

4.5.1 Método de extração por solventes a frio (Bligh & Dyer)

A extração de óleo foi realizada aplicando-se o método proposto por Bligh e Dyer (1959). Pesou-se 10 gramas do café moído em balança analítica com resolução de 0,001 gramas (Digimed, AUY 220, Brasil) e transferiu-se para um erlenmeyer de 250 mL, adicionando-se 10 mL de clorofórmio p.a. (Synth), 20 mL de metanol P.A. (Synth) e 8 mL de água destilada, tampados com folha de papel alumínio e levados à agitação a 75 rpm por 40 minutos em mesa agitadora (Novatecnica NT15, Brasil). Após agitação, a solução foi filtrada em filtro de papel quantitativo faixa branca (Flamex, Brasil) contendo 10 gramas de sulfato de sódio anidro (Synth). Foram adicionados mais 10 mL de clorofórmio para enxágue do erlenmeyer e do sal depositado no papel filtro. O filtrado foi transferido para funil de separação tipo pêra (500 mL, Satellite, Brasil), a solução foi agitada manualmente e vigorosamente por dois minutos, deixando-se decantar até a verificação de separação de fases. A fase inferior foi descartada, a fase sobrenadante foi recolhida em bequer de 200 mL previamente tarado. As amostras foram deixadas para evaporação do solvente em temperatura ambiente até peso constante. O óleo de café foi transferido para tubos de vidro com tampas e armazenados em freezer. O teor de óleo foi calculado de acordo com a Equação 1, sendo os resultados obtidos em triplicata.

Onde:

m_1 : peso em gramas de amostra de café

m_2 : peso em gramas de amostra de óleo

4.5.2 Método de extração por solvente a quente (Soxhlet)

A extração de óleo foi realizada aplicando-se o método Soxhlet (AOAC 920.39C – 1995). Pesou-se 10 gramas do café em balança analítica com precisão de 0,00001 gramas, (AX205, Mettler Toledo, Alemanha) e transferiu-se para um cartucho adicionando ao aparelho extrator tipo Soxhlet. Acoplou-se o extrator ao balão de fundo chato previamente tarado. Adicionou-se éter de petróleo grau analítico (Synth) em quantidade suficiente para preencher um Soxhlet e meio. Sobre a coluna de Soxhlet foi adaptado um condensador de bolas. Manteve-se o sistema de extração sob aquecimento em chapa elétrica (Fisatom, 503-2, Brasil), de maneira contínua observando-se o gotejamento de quatro a cinco gotas por segundo, totalizando 8 refluxos. O cartucho foi retirado e o éter de petróleo recuperado por destilação, e o balão com o resíduo extraído foi mantido em estufa a 105°C (Fanem, 502C, BRASIL) até peso constante, resfriado em dessecador até a temperatura ambiente, e pesado. O teor de óleo extraído foi calculado por diferença de peso entre o balão vazio e com resíduo.

4.6 Esterificação do óleo de café

Os óleos dos diferentes tratamentos foram submetidos ao processo de esterificação segundo metodologia descrita pela ISO 5509 (1978) (MILINSK et al. 2011). Pesou-se aproximadamente 0,050 g de amostra de óleo de café em balança analítica (ATX 200, Shimadzu, Quioto-Japão) e transferiu-se para um tubo de ensaio de 50 mL. Adicionou-se 2 mL de heptano grau cromatográfico (Sigma) agitou-se em agitador tipo vórtex (K401020, Kasvi, Brasil) por dois minutos e em seguida foi adicionado 2 mL de solução de hidróxido de sódio p.a. (Merck) a 2 mol l⁻¹ em

metanol p.a., e novamente agitado em vórtex por mais 20 segundos. Aguardou-se alguns segundos até a separação das fases, em seguida coletou-se a parte sobrenadante da solução, passou-se para tubo de Eppendorf, levou-se a centrifugação em centrífuga (Exelcia Baby II, Fanem, Brasil) a 3500 rpm. As amostras foram mantidas em freezer a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ até o momento da injeção no cromatógrafo.

4.7 Análise cromatográfica de ésteres de ácidos graxos

As amostras de ácidos graxos esterificados foram analisadas em cromatógrafo gasoso (Agilent, 7890A, EUA) equipado com injetor *split/splitless*, detector de ionização de chamas (DIC) e controlado pelo *software* EZcrom SI, a separação dos ácidos graxos ocorreu em coluna Supelco (Supelco, 0,25 mm x 100 metros, 0,2 μm espessura de filme, SPTM 2560, EUA). Injetou-se 1 microlitro empregando-se seringa (Hamilton, 10 μL , EUA).

A melhor condição cromatográfica de separação dos ácidos graxos esterificados foi determinada pelas rampas de temperatura, pela injeção de 1 microlitro de uma mistura de ácidos graxos FAME – C4-C24 (Supelco 18919-1, AMP lote LC4276 válido até janeiro de 2017). A Figura 8 do ANEXO C mostra o cromatograma da melhor condição de separação da mistura padrão (FAME C4-C24).

O cromatógrafo foi programado com a temperatura do injetor em 180°C , com injeção no modo *split* na razão de 70:1 (v/v), vazão constante de 49 ml min^{-1} e fluxo total de $52,7\text{ mL.min}^{-1}$. A vazão na coluna manteve-se constante a $0,7\text{ ml min}^{-1}$. A rampa de temperatura no forno foi inicialmente de $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ por dez minutos, a razão de subida da temperatura para a primeira rampa foi de $15\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$ até a temperatura final de $150\text{ }^{\circ}\text{C}$, permanecendo por dez minutos, a segunda rampa foi de $10^{\circ}\text{C.min}^{-1}$ até a temperatura final de $170\text{ }^{\circ}\text{C}$, permanecendo por vinte minutos, a terceira rampa foi de $8^{\circ}\text{C.min}^{-1}$ até a temperatura final de 190°C , permanecendo por treze minutos, e por fim uma rampa com elevação de temperatura a $5^{\circ}\text{C min}^{-1}$ até $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ com tempo de quarenta minutos, com um tempo total da corrida foi de 93 minutos.

O detector de ionização de chama foi programado com temperatura de 250°C, com vazão de hidrogênio em 30 ml min⁻¹ e ar sintético de 350 ml min⁻¹ apresentando um sinal base de 10,6 mV.

4.8 Análise Sensorial

4.8.1 Recrutamento de provadores

O teste Discriminativo de Diferença Triangular (ANEXO 1) foi realizado pelo grupo de provadores do laboratório de controle de qualidade da Cia. Cacique de Café Solúvel em Londrina. Todos os provadores foram informados sobre os objetivos da pesquisa e orientados a assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, ANEXO 2) antes da realização da análise sensorial.

4.8.2 Preparação de amostras para análise sensorial

Realizou-se análise sensorial por meio de teste de diferença utilizando o teste Triangular segundo ABNT-NBR 12995 (1993). As avaliações das amostras foram realizadas em 6 sessões com 3 amostras em cada sessão, nestas os provadores eram informados que estavam recebendo três amostras codificadas onde duas eram iguais e uma diferente, sendo instruídos a provarem da esquerda para a direita circulando a amostra diferente.

Pesou-se diretamente no recipiente a massa de óleo correspondente a 0,2% (0,0050 g) de óleo controle extraído do processo industrial ou óleo obtido do processo de extração a frio em balança analítica com resolução de 0,00001 gramas, (AX205, Mettler Toledo, Alemanha) . Pesou-se 2,5 g de café solúvel sem óleo em balança semi-analítica com resolução de 0,01 g (PB3002, Mettler Toledo, Alemanha), e adicionou-se 150 mL de água em temperatura de 96 °C. Cada recipiente estava codificado com um número aleatório de três dígitos,

correspondente ao número da amostra. Doze provadores foram divididos em três grupos de quatro indivíduos em que cada grupo foi orientado a sentir o aroma exalado da bebida de cada sessão, por meio de movimentos circulares com auxílio de colher específica, alternando-os, até que todos sentissem todas as três amostras. Após este processo e a bebida esfriar à temperatura que a palma da mão pudesse suportar o contato com a xícara, os provadores realizaram o teste de sabor, aspirando o volume de líquido com o auxílio da colher de degustação, procurando distribuir a bebida na boca, sentindo o aroma do produto e depois descartando-o na cuspeira. As amostras foram provadas em mesa redonda e, os provadores orientados a tomar água e a comer um biscoito salgado entre as provas para lavagem e limpeza do palato.

4.9 TRATAMENTO DOS DADOS

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) em nível de 1% e 5% de significância, pelo teste de Tukey, aplicando-se o software Bioestat, versão 5.3. A Análise de Componentes Principais foi realizada aplicando-se os Software Statistica 8.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise da cor dos cafés

A cor de torra foi determinada uma vez estabilizada a temperatura do torrador, de modo que o tempo de torra dos grãos foi feito pelo aspecto visual baseado em experiência de analistas da empresa, para obtenção de cada grau de torra do café. As amostras de café de grãos sadios torradas foram utilizadas como referencial visual para a torrefação das amostras de grãos verdes e preto-verdes.

Os valores do parâmetro L* (Luminosidade) de cor observados para os grãos *in natura* estão apresentados na Tabela 4, e na Tabela 5 estão apresentados os resultados da análise de cor após a torrefação dos grãos de café..

Tabela 4 – Valores de cor considerando o parâmetro L* (D65) dos grãos de café *in natura*.

Amostra	GS	GV	GPV
<i>in natura</i>	62,7 ^a ± 0.92	59,3 ^b ± 0.65	40,6 ^c ± 0.82

Legenda: GS: grãos sadios. GV: grãos verdes. GPV: grãos preto- verdes. Letras diferentes dentro do mesmo grupo de cor de torra indicam diferença significativa ao nível de 1% de significância pelo Teste de Tukey. *L - (Luminosidade)

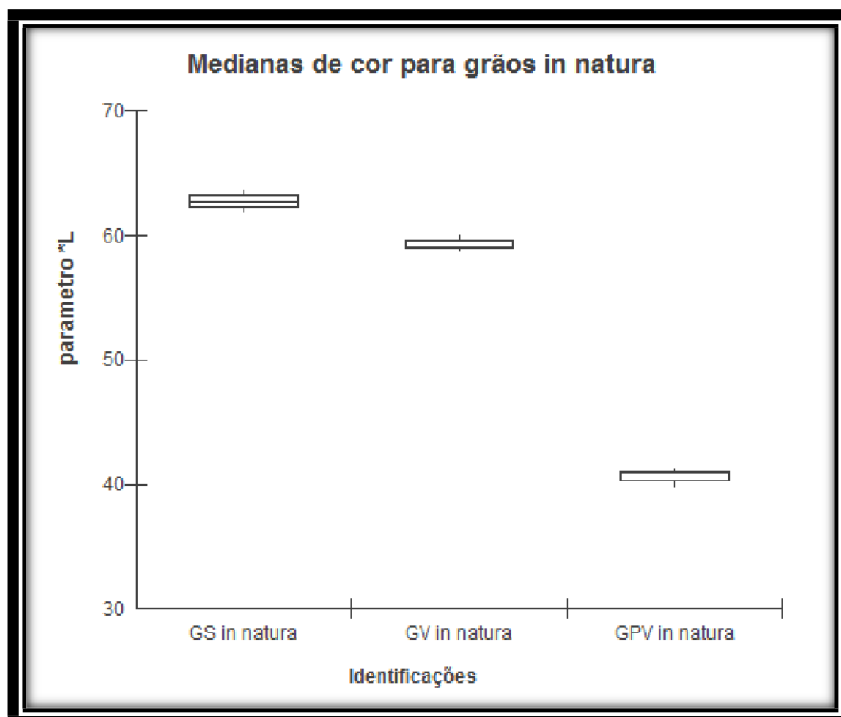


Figura 7 – Comparação entre as médias de cor para os grupos de grãos sadios (GS), verdes (GV) e preto-verdes (GPV) *in natura*.

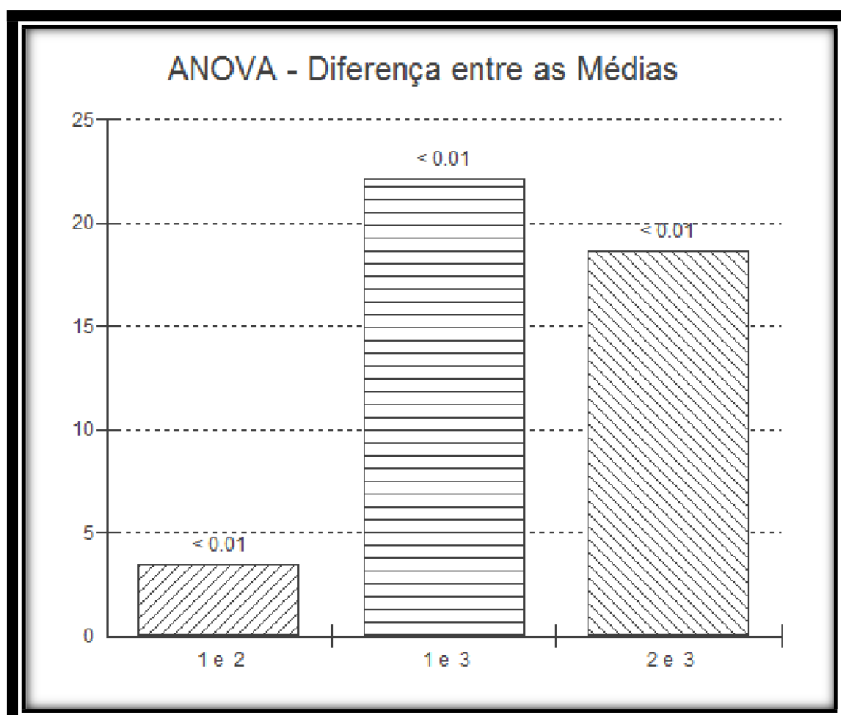


Figura 8 – Análise de variância pelo Teste de Tukey entre as médias de cor para os grupos de grãos sadios (GS), verdes (GV) e preto-verdes (GPV) *in natura*.

Os valores médios de cor observados para os grãos *in natura* demonstram que entre os grãos sadios, verdes e preto-verdes há diferença significativa em nível de 1% de significância, quando aplicado o teste de Tukey, sendo esta diferença também constatada visualmente pelas Figuras 7 e 8. Os grãos sadios *in natura* são mais claros do que os grãos verdes que, por sua vez, são mais claros do que os grãos preto-verdes. Este resultado já era esperado, uma vez que os grãos preto-verdes são grãos oriundos de processo fermentativo, o que leva à ativação de reações oxidativas que resultam no escurecimento dos grãos.

Tabela 5. Valores do parâmetro L* (D65) dos grãos de café de torra clara, média e escura obtidos pelos métodos lento ou rápido.

Amostra	GS	GV	GPV
TLC	31.4 ^e ± 0.06	35.0 ^d ± 0.07	41.0 ^b ± 0.19
TRC	30.9 ^e ± 0.06	39.9 ^c ± 0.47	46.2 ^a ± 0.12
TLM	29.0 ^k ± 0.14	32.0 ⁱ ± 0.18	37.9 ^f ± 0.08
TRM	29.9 ^j ± 0.08	32.8 ^h ± 0.14	35.9 ^g ± 0.13
TLE	23.4 ^o ± 0.13	27.0 ⁿ ± 0.10	32.3 ^l ± 0.07
TRE	22.7 ^p ± 0.37	27.7 ^m ± 0.20	33.9 ^k ± 0.11

Legenda: GS: grãos sadios. GV: grãos verdes. GVP: grãos preto-verdes. TLC: grãos de torra clara em processo lento. TLM: grãos de torra média em processo lento. TLE: grãos de torra escura em processo lento. TRC: grãos de torra clara em processo rápido. TRM: grãos de torra média em processo rápido. TRE: grãos de torra escura em processo rápido. Letras diferentes dentro do mesmo grupo de cor de torra indicam diferença significativa ao nível de 1% de significância pelo Teste de Tukey.

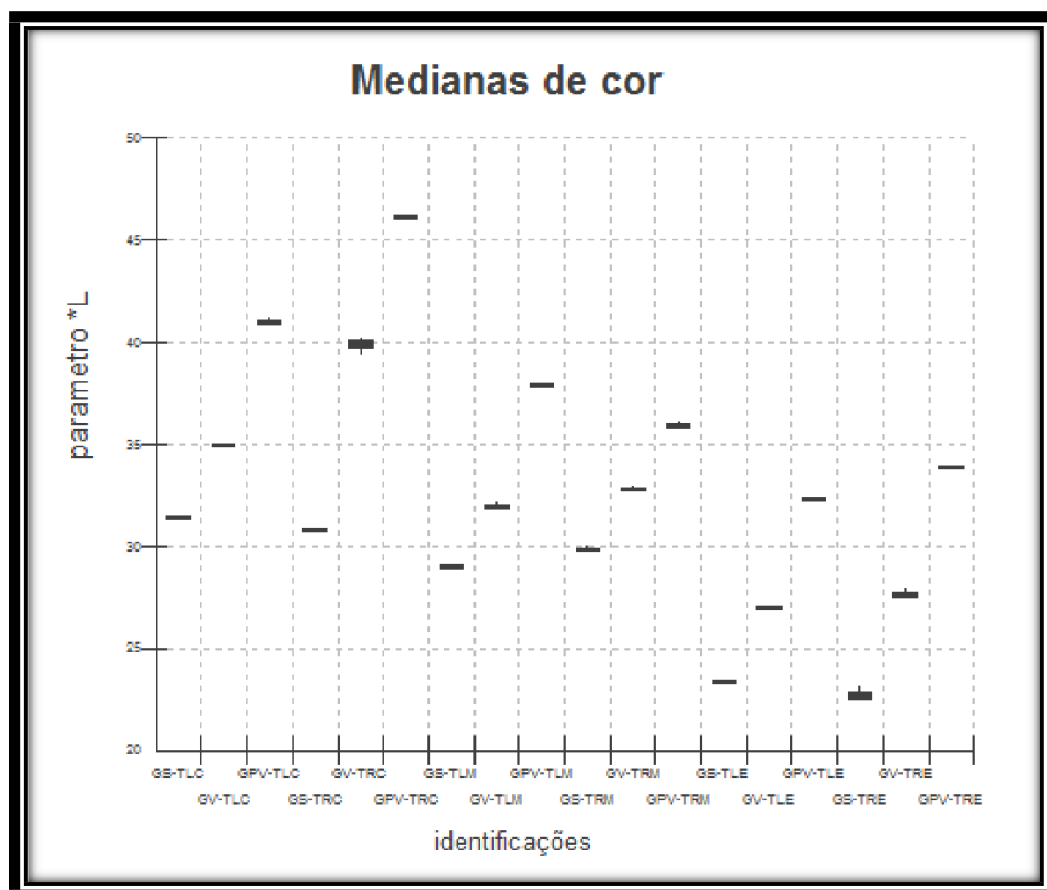


Figura 9 – Comparação entre as médias de cor para os grupos de grãos sadios (GS), verdes (GV) e preto-verdes GPV) para as torras lentas clara (TLC), média, (TLM) escura (TLE) e para as torras rápidas clara (TRC), média (TRM) e escura (TRE).

Em relação à torra, quando comparam-se os valores de torra do processo lento e rápido, observa-se uma variação de coloração entre as amostras em função dos valores diferentes de L^* , não havendo diferença significativa para $p < 0,01$ apenas entre os processos de torra lenta e rápida para os grãos sadios.

Estas diferenças são explicadas pela variabilidade da aparência dos grãos contidos em cada grupo, conforme visualizado pelas Figuras 3 e 4. Os grãos *in natura* de cada grupo apresentam diferenças substanciais no aspecto físico, em função do tipo de defeitos, o que acaba refletindo em dificuldades de padronização de torra (Figura 9).

De acordo com Santos (2010), valores de L^* acima de 35 determinam cor de torra clara, L^* entre 35 e 25 cor de torra média e abaixo de 25, cor de torra escura. Baseada nesta definição de grau de torra, observa-se que houve problemas de padronização na torra dos grãos tratados neste trabalho, mas deve ser levado em

consideração que o pesquisador realizou esta definição partindo-se de grãos sadios. Considerando-se este parâmetro de definição de graus de torra, as torras dos grãos sadios e grãos verdes, independente se o processo foi lento ou rápido, estão de acordo, com exceção da torra clara dos grãos sadios e a torra escura dos grãos verdes. Por outro lado, o processo de torra dos grãos preto-verdes ficou bem fora do padrão deste autor.

Toci et al. (2013) considerou o tempo de torra de 5,5 min para a cor clara-médio e 7,5 min para cor escura a temperatura máxima observada na torrefação de 221 °C. Neste trabalho, o tempo médio de torra ficou entre 4 a 8 min, mas as temperaturas utilizadas foram bem superiores ao do trabalho destes autores.

Scholz et al. (2013) trabalharam com café torrado em temperaturas na faixa de 210 °C e 220 °C por 8 a 10 min, observando-se cores medidas em equipamento Minolta CR 410 empregando iluminante C com ângulo de 10° e observou-se para o parâmetro de *L valores médios entre 29,77 e 31,19, valores estes semelhantes aos obtidos para os grãos sadios.

5.2 Rendimento do óleo de café

O rendimento do óleo de café obtido pelo método de extração com solventes a frio está apresentado nas Tabela 6 e 7, e expresso em g 100g⁻¹ em base seca.

Tabela 6. Rendimento do teor do óleo de café extraído pelo método de extração por solvente a quente (Soxhlet) e método a frio (Bligh&Dyer) em g 100g⁻¹ base seca para amostras de grãos *in natura* (n=3).

Metodo de extração	GS	GV	GPV
<i>Bligh&Dyer</i> (frio)	6.48 _e ± 0.26	9.37 _c ± 0.68	7.95 _d ± 0.35
<i>Soxhlet</i> (quente)	11.67 _a ± 0.31	11.50 _{ab} ± 0.50	10.51 _b ± 0.11

Legenda: GS: grãos sadios, GV: grãos verdes, GPV: grãos pretos verdes.

*: média ± desvio padrão.

Comparando-se os resultados de extração pelos dois métodos, observa-se que os rendimentos para os teores de óleo (Bligh&Dyer) pelo método a frio são menores do que os obtidos pelo método a quente (Soxhlet). Na extração a frio, o

rendimento para os teores de óleo das amostras foi diferente, para os grãos sadios, verdes e preto-verdes, sendo que os grãos verdes apresetaram o melhor rendimento. Em relação ao método de extração a quente, houve diferença apenas entre os rendimentos dos grãos sadios e preto-verdes, os últimos com um rendimento inferior.

Em estudo realizado por Oliveira et al. (2006), ao utilizarem a extração com éter de petróleo conforme método AOAC 920.97 (1920), obtiveram valor médio de óleo em grãos *in natura* sem defeitos de 10,8% \pm 0,3, para grãos pretos de 10,0% \pm 0,3, para grãos imaturos de 9,6% \pm 0,7 e, para uma mistura de grãos pretos, verdes e ardidos (PVA) de 9,9% \pm 0,1, valores estes, pouco menores do que os obtidos pelo presente trabalho ao aplicar o método de extração a quente com solvente hexano. Estas diferenças podem ser devidas à matéria-prima e ao solvente utilizado na extração.

Brum et al. (2009), em estudo comparativo de vários métodos de extração, ao determinarem o rendimento lipídico de amostras de aveia em flocos e frango, concluíram que o método de B&D teve um rendimento superior aos outros métodos, atribuindo, entre outros fatores, a homogeneização vigorosa empregada neste método. No presente estudo, a diferença na extração pelo método B&D e pelo de Soxhlet em grãos de café *in natura*, teve comportamento inverso, sendo que o método Soxhlet apresentou maior rendimento, o que pode ser justificado pela temperatura empregada neste método.

Tabela 7 – Teor do óleo de café extraído dos grãos pelo método de extração por solventes a frio em g 100g⁻¹ de amostra (n=3).

Amostra	GS	GV	GPV
<i>In natura</i>	9,37 \pm 0,68	9,37 \pm 0,55	7,95 \pm 0,29
TLC	12,31 \pm 0,15	12,31 \pm 0,13	15,33 \pm 1,01
TRC	14,99 \pm 0,44	14,99 \pm 0,36	15,90 \pm 0,98
TLM	16,35 \pm 0,36	16,35 \pm 0,30	16,22 \pm 1,16
TRM	11,88 \pm 1,45	11,88 \pm 1,19	13,55 \pm 0,38
TLE	13,59 \pm 0,54	13,59 \pm 0,44	15,57 \pm 1,30
TRE	13,64 \pm 0,97	13,64 \pm 0,80	16,64 \pm 0,40

Legenda: *: média \pm desvio padrão. N: grãos *in natura*. TLC: grãos de torra clara em processo lento. TLM: grãos de torra média em processo lento. TLE: grãos de torra escura em processo lento. TRC: grãos de torra clara em processo rápido. TRM: grãos de torra média em processo rápido. TRE: grãos de torra escura em processo rápido.

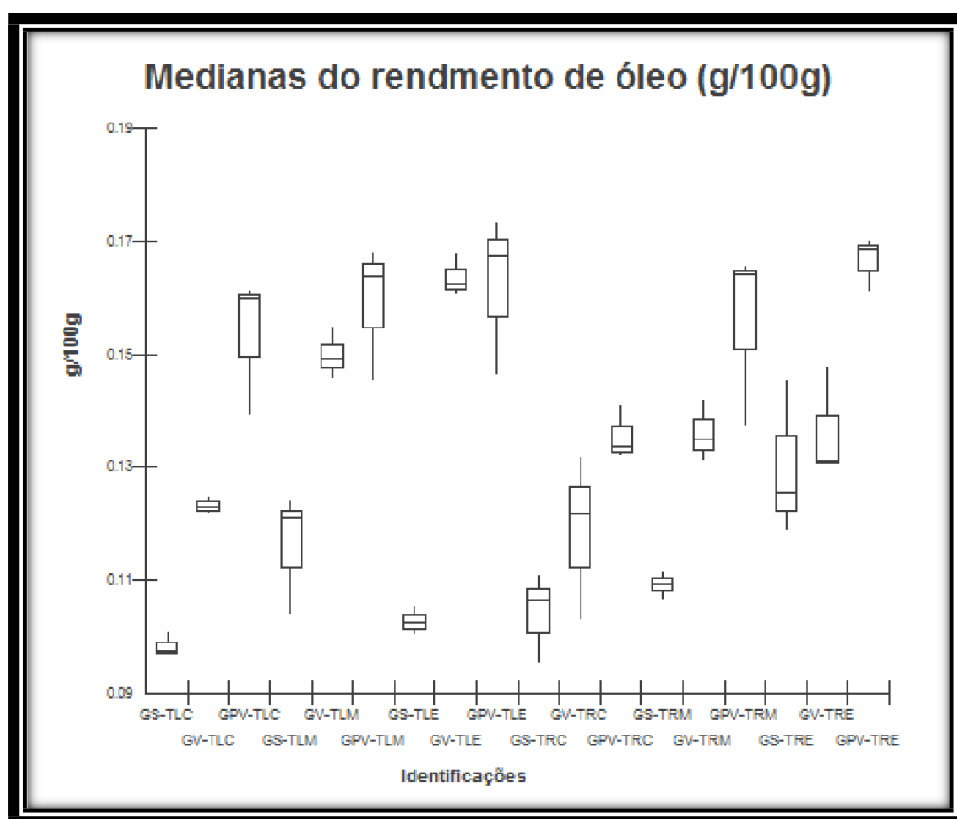


Figura 10 – Comparação entre as médias de cor para os grupos de grãos sadios (GS), verdes (GV) e preto-verdes GPV) para as torras lentas clara (TLC), media, (TLM) escura (TLE) e para as torras rápidas clara (TRC), media (TRM) e escura (TRE).

Observando-se os resultados da Tabela 7 e comparando-os com os da Tabela 6, nota-se que existem diferenças na extração de óleo de grãos *in natura* e grãos torrados, independente do tipo de grão de café, sendo que a extração de óleos dos grãos verdes e preto-verdes torrados foram os que apresentaram melhor rendimento para o teor de óleo de café método Bligh & Dyer.

O teor de óleo dos grãos torrados ficou bem próximo aos apresentados na literatura, independente do grau de torra e/ou rapidez do processo de torra. É interessante observar que, para os grãos verdes e preto-verdes, enquanto o teor de óleo nos grãos *in natura* é o menor de todos, quando torrados, o teor de óleo apresenta-se superior aos demais grãos, independente do grau de torra ou rapidez do processo (Figura 10).

Não foi realizada a análise de umidade dos grãos após cada torra por limitação de matéria-prima, sendo assim, apesar de ter-se tentado padronizar as

torras, em função das diferentes características iniciais dos grãos *in natura*, pode ser que existam diferenças de umidade entre os diferentes grupos de grãos, de modo que, os grãos preto-verdes, apesar de indicarem pela Tabela 7, um maior teor de lipídios, as diferenças pode ter sido em função da massa de água (base seca).

Em estudo de Oliviera et al. (2006), em que também foram quantificados os óleos dos grãos torrados, observou-se valores para os grãos sem defeitos de $10,3\% \pm 0,1$, para pretos de $10,2\% \pm 0,1$, para imaturos (verdes) de $9,0\% \pm 0,1$ e para a mistura de grãos pretos, verdes e ardidos (PVA) de $10,3\% \pm 0,1$, valores estes menores aos obtidos neste trabalho, talvez em função do solvente empregado e da matéria-prima.

5.3 Composição de ácidos graxos dos óleos

Os ésteres de ácidos graxos dos óleos de café obtidos a partir de grãos sadios, verdes e preto-verde, analisados por cromatografia gasosa baseando-se nos tempos de retenção do padrão de FAME C4-C24, foram expressos em porcentagem considerando a área do pico individual em relação a área total da corrida cromatográfica. A Figura C1 do ANEXO C demonstra um cromatograma de uma amostra de óleo de café esterificado.. .

Nas Tabelas 8, 9 e 10, estão apresentadas os perfis dos ácidos graxos dos grãos de café sadio, verde e preto-Verde *in natura*, e submetidos aos diferentes graus de torra, pelo processo lento e rápido.

Tabela 8 - Perfil dos ácidos graxos dos grãos de café sadio, verde e preto-verde *in natura*

Compostos	Simbologia	GS-N	GV-N	GPV-N
ac. Merístico	C14:0	0,08a	0,08a	0,09a
ac. Palmítico	C16:0	35,10	35,10	34,42
ac. Margárico	C17:0	0.11	0.11	0.12
ac. Esteárico	C18:0	7,56a	7,56a	6,91b
ac. Oleico	C18:1n9c	8,14a	8,14a	6,47b
ac. Linoleico	C18:2n6c	42,84b	42,84b	46,56a
ac. Araquídico	C20:0	2,98a	2,98a	2,52b
ac. Gadoleico	C20:1	0.27	0.27	0.28
ac. Linolênico	C18:3n3	1.33	1.33	1.29
ac. heneicosanoico	C21:0	0.07	0.07	0.07
ac. eicosadienoico	C20:2	0.04	0.04	0.06
ac. Behenico	C22:0	0.85	0.85	0.61
ac. Araquidônico	C20:4n6	0,10b	0,10b	0,15a
ac. timnodônico	C20:5n3	0.27	0.27	0.29
ac. Cervônico	C22:6n3	0.27	0.27	0.28

Legenda: N: *in natura*. GS: grãos sadios. GV: grãos verdes. GVP: grãos verdes pretos.

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey acima de 5%.

Tabela 9 - Perfil dos ácidos graxos dos grãos de café sadio, verde e preto-verde sob diferentes torra, submetidos ao processo lento.

Nomenclatura	Simbologia	GS-TLC	GV-TLC	GPV-TLC	GS-TLM	GV-TLM	GPV-TLM	GS-TLE	GV-TLE	GPV-TLE
ac. merístico	C14:0	0.17a	0.09b	0.08b	0.09a	0.09a	0.07a	0.08b	0.10b	0.20a
ac. palmítico	C16:0	34.10b	36.41a	33.69b	35.76a	35.80a	34.48a	33.24a	34.93a	32.65a
ac. margárico	C17:0	0.07a	0.13a	0.12a	0.12a	0.12a	0.12a	0.12a	0.11a	0.18a
ac. esteárico	C18:0	7.51a	6.90b	6.75b	7.72a	7.04ab	6.71b	7.77a	7.34a	8.39a
ac. oleico	C18:1n9c	11.84a	7.42b	6.36b	5.76a	7.86a	6.50a	8.88a	8.43a	8.08a
ac. linoléico	C18:2n6c	40.68c	43.51b	47.91a	44.92ab	43.77b	47.74a	44.10a	43.64a	42.56b
ac. araquídico	C20:0	2.74a	2.55a	0.29b	2.78a	2.47a	0.00b	2.87a	2.60a	0.22b
ac. gadoleico	C20:1	0.01c	0.23b	0.29a	0.16ab	0.23a	0.00b	0.29a	0.23a	0.22a
ac. linolenico	C18:3n3	1.62a	1.41b	1.28c	1.34a	1.43a	0.91a	1.35a	1.42a	1.20a
ac. heneicosanoico	C21:0	0.07a	0.08a	0.08a	0.07a	0.07a	0.06a	0.08a	0.07a	0.08a
ac. eicosadienoico	C20:2	0.04b	0.04b	0.06a	0.04b	0.04c	0.06a	0.04a	0.04a	0.04a
ac. behenico	C22:0	0.67a	0.68a	0.53b	0.64a	0.63a	0.52a	0.72a	0.63a	0.61a
ac. araquidônico	C20:4n6	0.09b	0.12ab	0.14a	0.12a	0.10a	0.10a	0.07a	0.10a	0.12a
ac. timnodônico	C20:5n3	0.25a	0.27a	0.24a	0.18a	0.27a	0.25a	0.26a	0.16a	0.31a
ac. cervônico	C22:6n3	0.01c	0.24b	0.29a	0.16ab	0.23a	0.00b	0.29a	0.23a	0.22a

Legenda: GS: grãos sadios. GV: grãos verdes. GPV: grãos verdes pretos. TLC: grãos de torra clara em processo lento. TLM: grãos de torra média em processo lento. TLE: grãos de torra escura em processo lento. TRC: grãos de torra clara em processo rápido. TRM: grãos de torra média em processo rápido. TRE: grãos de torra escura em processo rápido.

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela10 - Perfil dos ácidos graxos dos grãos de café sadio, verde e preto-verde sob diferentes torras submetidas ao processo rápido.

Compostos	Simbologia	GS-TRC	GV-TRC	GPV-TRC	GS-TRM	GV-TRM	GPV-TRM	GS-TRE	GV-TRE	GPV-TRE
c. merístico	C14:0	0.05a	0.07a	0.09a	0.08a	0.12a	0.08a	0.08a	0.08a	0.08a
c. palmítico	C16:0	33.37c	34.94a	33.93b	33.61b	36.86a	33.80b	33.83b	35.02a	34.15b
c. margárico	C17:0	0.12a	0.10a	0.12a	0.12a	0.12a	0.12a	0.12a	0.12a	0.12a
c. esteárico	C18:0	7.79a	7.16b	6.86c	7.82a	6.82b	6.74b	7.80a	6.84b	6.80b
c. oleico	C18:1n9c	8.65a	7.62b	6.53c	8.68a	7.42b	6.47c	8.70a	7.46b	6.53c
c. linoléico	C18:2n6c	44.07b	44.34b	47.75a	43.77b	43.34b	47.63a	43.94c	45.21b	48.36a
c. araquídico	C20:0	2.97a	2.78b	0.00c	2.89a	2.44b	0.30c	2.79a	2.40b	0.00c
c. gadoleico	C20:1	0.20a	0.22a	0.00b	0.01a	0.22a	0.30a	0.01a	0.22a	0.30a
c. linolenico	C18:3n3	1.27a	1.35a	1.29a	1.46a	1.38a	1.28a	1.34b	1.47a	0.30c
c. heneicosanoico	C21:0	0.08a	0.09b	0.07c	0.08a	0.08a	0.09a	0.08a	0.07a	0.06b
c. eicosadienoico	C20:2	0.04b	0.04b	0.06a	0.05b	0.04c	0.05a	0.04b	0.04b	0.06a
c. behenico	C22:0	0.77a	0.75a	0.37a	0.77a	0.62b	0.53c	0.66a	0.63a	0.52b
c. araquidônico	C20:4n6	0.10a	0.13a	0.06a	0.10b	0.11b	0.14a	0.10a	0.11a	0.10a
c. timnodônico	C20:5n3	0.27a	0.29a	0.27a	0.28a	0.25b	0.27a	0.26ab	0.25b	0.27a
c. cervônico	C22:6n3	0.23a	0.19a	0.00b	0.09b	0.22ab	0.30a	0.09a	0.22a	0.30a

Legenda: GS: grãos sadios. GV: grãos verdes. GPV: grãos verdes pretos. TLC: grãos de torra clara em processo lento. TLM: grãos de torra média em processo lento. TLE: grãos de torra escura em processo lento. TRC: grãos de torra clara em processo rápido. TRM: grãos de torra média em processo rápido. TRE: grãos de torra escura em processo rápido.

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

A análise das Tabelas indicam que os óleos dos grãos de café apresentaram em maior concentrações os ácidos linoleico (C:18:2n6c) 40,68-56,74%, seguido do palmítico (C16:0) 33,2 – 49,0%, oleico (C18:1n9) 5,8 – 11,8%, esteárico (C18:0) de 6,7 a 8,3% e linolênico (C18:3n3) de 0,91 a 1,6%.

No estudo realizado por Toci et al. (2013), observou-se que as amostras de óleo de café torrado (torra clara para média e média para escura) apresentaram os seguintes ácidos graxos e suas concentrações: C16:0 (47%), C18:0 (13,30%), C18:1n-9 (7,29%), C18:2 (29,54%) C18:3n-3 (0,30%) e C 20: 0 (4,80%) ácido Behenico (C22:0) (1,84%).

Na Tabela 11 estão apresentados os ácidos graxos obtidos neste trabalho para os grãos *in natura* e comparados aos obtidos por diferentes autores. As variações observadas, independente do tipo de grão de café ou tratamentos de torra, para as concentrações de ácidos graxos esterificados, estão condizentes com valores observados por outros autores conforme demonstrado na Tabela 11.

Tabela 11 - Dados comparativos de ácidos graxos esterificados em óleo de café segundo autores.

Compostos	Simbologia	GRÃOS SADIOS <i>in natura</i> (% area total)	OLEO NÃO PROCESSADO Kobelnilk (2014)	Clarck e Macrae (1985)	Speer (2006)	Turrati (2001)
ac. merístico	C14:0	0,10 ± 0,02	ND ±		traços	
ac. pentadecilico	C15:0	0,03 ± 0,00			traços	
ac. palmítico	C16:0	35,11 ± 2,05	34,69 ± 0,01	31,60	26,6-27,8	33,4-34,5
ac. palmitoleico	C16:1	0,03 ± 0,00			traços	
ac. margárico	C17:0	0,12 ± 0,00			traços	
ac. esteárico	C18:0	7,56 ± 0,29	7,03 ± 0,02	9,60	5,6-6,3	8,9-9,1
ac. oleico	C18:1n9c	8,14 ± 0,23	6,93 ± 0,00	9,60	6,7-8,2	10,2-10,4
ac. linoléico	C18:2n6t	0,02 ± 0,00		1,80		
	C18:2n6c	42,85 ± 1,15	43,76 ± 0,00	43,10	52,2-54,3	40,3-41,0
ac. araquídico	C20:0	2,99 ± 0,23	3,20 ± 0,00	4,10	2,6-2,8	3,9-4,0
ac. gadoleico	C20:1	0,28 ± 0,02	ND		traços-0,3	
ac. linolenico	C18:3n3	1,33 ± 0,04	1,25 ± 0,00		2,2-2,6	1,0-11
ac. heneicosanoico	C21:0	0,08 ± 0,01			traços	
ac. eicosadienoico	C20:2	0,05 ± 0,00				
ac. behenico	C22:0	0,86 ± 0,08			0,5-0,6	0,6-0,7
ac. araquidônico	C20:4n6	0,10 ± 0,01				
ac. timnodônico	C20:5n3	0,28 ± 0,02				
ac. cervônico	C22:6n3	0,04 ± 0,00				

Os valores observado para amostras de óleo de café segundo os autores indicam maior relevância para os ácidos graxos palmítico, esteárico, oleico, linoleico, araquídico e linolênico, valores este que comparado aos resultados obtidos neste trabalho apresenta similaridade na concentração dos ácidos graxos.

5.4 Avaliação sensorial

A avaliação sensorial demonstrou que quando o óleo de café foi aplicado na proporção de 0,2%(m/m) ao café solúvel liofilizado, a torra mais escura e o defeito preto-verde, foram os fatores que mais levaram ao grupo de provadores ao acerto na discriminação das amostras, conforme indicado na Figura 12 e 13, assim observa-se a interferência significativa do defeito especialmente dos preto-verdes representados

em relação aos sádios (vermelho) e preto-verde (representados pela cor verde) e da torra para a qualidade sensorial da bebida de café solúvel.

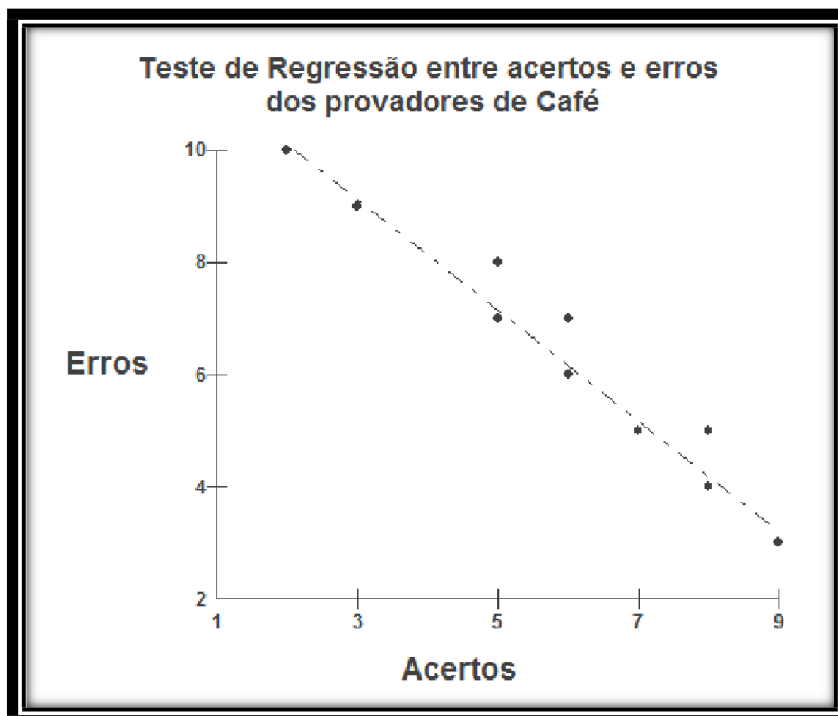


Figura 11. Gráfico da relação entre acertos e erros observados pelo grupo de provadores em teste de análise sensorial.

A análise da Figura 11 também indica que existe uma correlação fortíssima entre os provadores de café em relação às respostas certas e erradas versus tipo de óleo de café e grau de torra.

5.5 Análise de componentes principais

Optou-se pela utilização da técnica matemática de análise de componentes principais (ACP), devido ao fato de dispor-se de uma grande quantidade de dados numéricos relacionados à caracterização das amostras e para melhor descrição da variância dos dados amostrais. A ACP possibilita o estudo de um grande número de dados e a investigação de medidas responsáveis pelas maiores variâncias entre os resultados, não acarretando em perdas significativas de informações. A finalidade

desta técnica se dá pela substituição de um conjunto de variáveis numéricas correlacionadas por um conjunto de variáveis não correlacionadas. As novas variáveis geradas denominam-se componentes principais (CP) e possuem independência estatística entre si.

Primeiramente realizou-se o teste de análise de variância (ANOVA) aplicando-se o teste de Tukey ($p < 0,05$) a fim de encontrar quais variáveis apresentaram diferença significativa entre si nas amostras analisadas. Somente as variáveis que apresentaram diferenças significativas foram consideradas para ACP. Cada ácido graxo foi considerado como sendo uma variável numérica sendo submetidos ao teste de correlação (CR). As variáveis apresentaram correlações não nulas e significativas entre si possibilitando a aplicação de técnicas de análise multivariada.

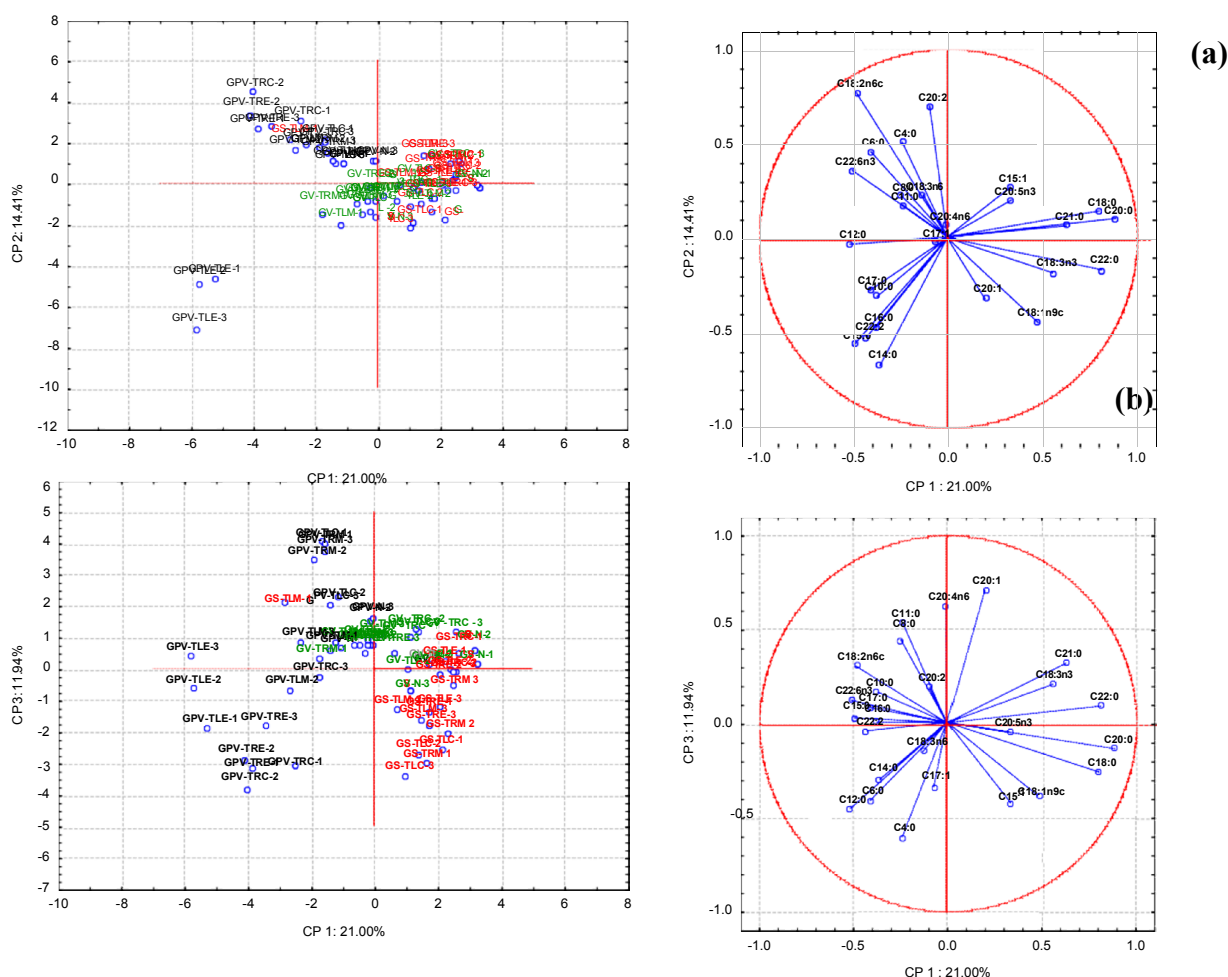


Figura 12. Projeção das amostras no plano bidimensional e das variáveis no círculo unitário gerado pela ACP (CP 1 x CP 2 (a) e CP 1 x CP 3 (b)) considerando a concentração de ácidos graxos nas amostras

Realizou-se também a análise de componentes principais considerando a concentração média de ácidos graxos nas amostras, os dados referentes à luminosidade (L^*) e porcentagem de acertos na análise sensorial (Figura 11).

Analisando-se a Figura 13 pode-se observar que juntas as CP1, CP2 e CP3 explicam 55,76% da variância dos dados, e novamente as amostras puderam ser separadas e agrupadas em direções distintas do plano bidimensional. Pode-se observar também que as amostras compostas por GPV (grãos preto-verdes) foram alocados em direção às variáveis luminosidade e porcentagem de acertos, mostrando maior facilidade de distinção sensorial destas amostras em relação às demais.

5.6 Viabilidade econômica

Com base em resultados de lotes recebidos no período em que foram realizadas as amostragens de grãos de cafés sadios, verde e preto-verdes, constatou-se que os grãos verdes corresponderam, em média a 31% do volume total, e os grãos preto-verdes, a 28%. Considerando os valores médios de comercialização do café tipo 4/6 (46 defeitos), para saca de 60 kg, de R\$ 450,00 e para o café tipo 7, de R\$ 290,00, para 600 a 700 defeitos, o fato de se poder utilizar os grãos de café tipo 7 para obtenção de óleo corresponderia a 64% de economia no valor pago ao café tipo 4/6.

6 CONCLUSÃO

A cor da torra não interferiu no perfil dos ácidos graxos, independente do grau de torra e do tipo de grãos, mantendo-se similar aos encontrados na literatura.

O teor de óleo extraído apresentou valores inferiores ao citado na literatura para os grãos verdes, mas não para os grãos torrados.

Em relação aos resultados das análises sensoriais, verificou-se que ao aplicar-se óleos de grãos de café extraídos a partir de grãos pretos-verdes com torra lenta clara, ou óleos dos grãos verdes, torra rápida média e escura, nas bebidas de café solúvel, os provadores tiveram mais dificuldades em diferenciar as amostras.

A viabilidade econômica demonstra pelos preços atuais dos cafés que, o uso de cafés com mais defeitos para a produção de óleo de café pode representar uma economia de 64% sobre o preço da matéria prima de grãos sadios sem prejuízo a análise quando aplicado a 0,02% sobre o produto café solúvel liofilizado.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O estudo indicou, a nível experimental em laboratório, a viabilidade da extração de óleo a partir de grãos defeituosos (preto-verde e verde) o qual sugere-se um teste a nível industrial com extração por processo de prensagem mecânica trabalhando-se com café com maior quantidade de defeitos com torra de média para escura.

Recomenda-se ainda efetuar teste de trancidez dos óleos produzidos a partir de grãos defeituosos comparando-se com a atual adição de óleo de grãos sadios aplicando-se a 0,2% no produto café solúvel liofilizado para o tempo de validade de amostras comerciais.

REFERÊNCIAS

- ABIC – Associação brasileira de indústrias de café - Indicadores da indústria de café no Brasil 2012, Disponível em:
<<http://www.abic.com.br/publicue/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=61#1910>> Acesso em 23 abr. 2013.
- ABICS - Associação brasileira de indústrias de café solúvel - Histórico, Disponível em: <http://www.abics.com.br/historico.htm> - acesso em 06 jun. 2015.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (method 926.12) Arlington: A.O.A.C., 1996, chapter 33. p. 5.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (method 920.39,C). Arlington: A.O.A.C., 1995, chapter 33. p. 10-12
- ARRUDA, Neusa P.; HOVELL, Ana M.C.; REZENDE, Claudia M.; FREITAS, Suely P., COURI, Sonia; BIZZO, Humberto R.; Determinação entre estádios de maturação e tipos de processamento pós colheita de cafés arábica por microextração em fase sólida e análise de componentes principais. Química Nova v.34 n.5 p. 819-824, 2011.
- AZEVEDO, A.B.A de; KIECKBUSH, T.G.; TASHIMA, A.K.; MOHAMED, R.S.; MAZZAFERA, P.; MELO, S.A.B. Vieira de. Extraction of green coffee oil using supercritical carbon dioxide. Elsevier, v.44, p.186-192, 2008.
- AZEREDO, Alberto M. C. Coffee roasting: color and aroma-active sulfur compounds. 2011. 171f. Tese (Doutorado em ciência), Universidade da Florida, Gainesville, 2011
- BAGGENSTOSS, Jürg. Coffee roasting and quenching technology – Formation and stability of aroma compounds, 2008.151f. Tese (Doutorado em ciência) – Institute of food Science and Nutrition, Federal Institute of Technology, Zurich , 2008.
- BANDERIA, Raquel D.C.C. TOCI, Aline T. TRUGO, Luis C. FARAH, Adriana. Compostos voláteis dos defeitos intrínsecos do café por GC/EM-HEADSPACE, Química Nova vol. 32 no. 2, 309-314, 2009
- BRAGANÇA, Scheilla Marina; CARVALHO, Carlos H. S. de; FONSECA , Aymbiré F. A.da; FERRÃO, Romário G. Variedades clonais de café conilon para o estado do espírito santo. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 36, n. 5, p. 765-770, maio 2001 disponível em <http://www.scielo.br/pdf/pab/v36n5/5549.pdf>, acesso em 10 de outubro de 2013 23 h.
- BRASIL, CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento, Levantamentos de safras, 4º levantamento de café safra 2012, Disponível em:
<<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t>> Acesso em 28 abr. 2013.

BRASIL, Ministério da Saúde, Resolução nº- 270, de 22 de setembro de 2005, Padrão de identidade e qualidade (PIQ) de óleos e gorduras, Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 set. 2005.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instrução Normativa N.º 8 de 11 de junho de 2003 – Tabela de Classificação Oficial Brasileira, Diário oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, p.22-29, 20 ago. 2003.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/noticias/2013/06/es-lanca-variedades-de-cafe-conilon-de-alta-productividade>> acesso em 10 de outubro de 2013.

BRESSANI, Edgar. Guia do barista: da origem do café aos expresso perfeito, Café Editora, São Paulo, 2015.

BUDRIN, Grazyana; NEBESNY, Ewa, ZYZELEWICZ, Dorota; ORACZ, Joana; MISKIEWICZ, Karolina; ROSICKA-KACZMAREK, Justyna. Influence of Roasting conditions on Fatty Acids and Oxidative Changes of Robusta Coffee Oil. Eur. J. Lipid Sci. Technol v. 114, pg 1052-1061, 2012.

CECILIA, Kathurima; GLASTON, Kenji; SIMON, Muhoho; RENAUD, Boulanger; FREDERICK, Ng'ang'a. Volatile organic Compounds in brewed Kenyan Arabic Coffee genotypes by solid phase extraction gas chromatography mass spectrometry. Food Science and Quality Management. V8 p.18-26. 2012.

CLARKE, Ronald James; MACRAE, R, Coffee, v.1 Chemistry, Elsevier Applied Science, London, 1985.

DAMATTA, Fabio M.; RONCHI, Claudio P.; MAESTRI, Moacyr; BARROS, Raimundo S. - Ecophysiology of coffee growth and production - Braz. J. Plant Physiol., 19(4):485-510, 2007.

FORNARI, Tiziana; VICENTE, Gonzalo, VÁZQUEZ, Erika; GARCÍA-RISCO, Monica R.; REGLERO, Guillermo. Isolation of essential oil from different plants and herbs by supercritical fluid extraction. Elsevier, Journal of Chromatography A 1250 p.34-48, 2012.

GONZALES, A.G; PABLOS, F.; MARTÍN, M.J.; LEON-CAMACHO, M.; VALDENEBO, M.S. HPLC analysis of tocopherols and triglycerides in coffee and their use as authentication parameters. Elsevier, v.73, p. 93-101, 2001.

HOROWITZ, W. (Ed.). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17th ed., 3rd rev. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2010. 1 v.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. São Paulo, Óleos e gorduras, In: Métodos químicos físicos para análise de alimentos. 1ª ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 593-629.

ICO – International Coffee Organization – Resolução 420 de maio de 2004, disponível em: < ww.ico.org/improving_quality.asp> Acesso em 15 de novembro de 2014 15 h.

KANAVOURAS, Antonos; KIRITSAKIS, Apostolos; HERNANDES, Rubens J. Comparative study on volatile analysis of extra virgin olive oil by dynamic headspace and solid phase micro-extraction. Food Chemistry, v.90 p. 69-79, 2004.

LOPÉZ-GALILEA, Isabel; FOURNIER, Nicole; CID, Concepción; GUICHARD, Elisabeth. Changes in headspace volatile of coffee brews caused by roasting process and the brewing produce. Disponível em <http://www.aseanfood.info/Articles/11018342.pdf> acesso em 30 maio 2013.

MAYER, Florian; GROSH, Werner. Aroma simulation on the basis of the odourant composition of roasted coffee headspace. Flavour and fragrance Journal, v.16, P. 180-190, 2001.

MATOS, Leonardo J. B. L. de; COSTA, Enio; LIMA, Larissa P. de; FERNANDES, Fabiano A. N. Estudo comparativo da extração do óleo da borra de café, In: CONNEPI - V Congresso de pesquisa e inovação da rede norte-nordeste de educação tecnológica – Maceió, 2010. Disponível em: <<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1470/583>> acesso em 30 maio 2013.

MELINSK, Maria C., MATSUSHITA, Makoto, VISENTAINER, Jesui V. OLIVEIRA, Claudio C. SOUZA, Nilson E. Comparative Analysis of Eight Esterification Methods in the Quantitative Determination of Vegetable Oil Fatty Methyl Acids (FAME). J. Braz. Chem. Soc. vol 19, no.8 1475-1483, 2008

NUNES, Ângela M. L.; SOUZA, Flávio de F.; COSTA, José N. M.; SANTOS, Julio C. F.; PEQUENO, Petrus L. L.; COSTA, Rogério, S. C. da; VENEZIANO, Wilson. Cultivo do café robusta em Rondônia - colheita e pós-colheita, Dez./2005, disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CultivodoCafeRobustaRO/colheita.htm>> acesso dia 06 de jun. 2015

OLIVEIRA, Alessandra L.; CABRAL, Fernando A; EBERLIN, Marcos N.; CORDELLO, Helena M. A. B. Sensory evaluation of black instant coffee beverage with some volatile compounds present in aromatic oil from roast coffee, Cienc. Tecnol. Alimentos, Campinas, v.29 (1): p. 76-80, jan-mar. 2009.

OLIVEIRA, Alessandra; CRUZ, Paulo M.; EBERLIN, Marcos N.; CABRAL, Fernando A. Brazilian roasted coffee oil obtained by mechanical expelling: compositional analysis by GC-MS, Cienc. Tecnol. Alimentos, Campinas, v.25 (4): p. 677-682, out-dez. 2005.

OLIVEIRA, Itamar Pereira de, OLIVEIRA, Luana Carvalho; MOURA, Camila S. F. Teixeira de. CULTURA DE CAFÉ: HISTÓRICO, CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E FASES DE CRESCIMENTO. Revista Faculdade Montes Belos, v. 5, n. 4, Agosto 2012.

OLIVEIRA, Leandro S., FRANCA, Adriana S., MENDONÇA, Mario C. Barros-Junior. Proximate Composition And Fatty Acids Profile Of Green And Rosated Defective Coffee Beans. Elsevier, LWT 39, p. 235-239, 2006.

PEZZOPANE, C. Gaspari, Atributos Fenológicos, Agronômicos e Expressão Gênica Durante a Frutificação do Cafeeiro, 2007 pg 71, (Tese de Doutorado em Agronomia, área de concentração Fitotécnica), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

PEZZOPANE, C. Gaspari, , FAVARIN, J. Laércio, MALUF, Mirian P., Pezzopane José R. M., OLIVEIRO, G. Filho. Atributos fenológicos e agronômicos em cultivares de cafeeiro arábica, Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.3, p.711-717, mai-jun, 2009.

PEZZOPANE, J. R. Macedo; PEDRO JÚNIOR, M. J.; THOMAZIELLO, R. Antônio; CAMARGO, Marcelo B. P.de, Escala para avaliação dos estágios fenológicos do cafeeiro arábica, Bragantia, Campinas, v.62, (3): p.499-505, 2003

RIBEIRO, Juliano S.; AUGUSTO, Fabio; FERREIRA, Márcia M.C. Uso de perfis cromatográficos de voláteis de café arábica torrado para a diferenciação das amostras segundo sabor, o aroma e a qualidade global da bebida. Química Nova v.33 n.9 p. 1897-1904, 2010.

SILVA, Meiriane M.; FERRAZ, Vany , FRANÇA, Adriana S. ; OLIVEIRA , Leandro S. Análise de compostos voláteis de grãos crus de café sadios e defeituosos (preto, verde e ardido) por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas, In: SPCB - Simpósio de Pesquisas dos cafés do Brasil - (4. : 2005 : Londrina, PR) - Resumos Expandidos; disponível em: < <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/10820/9>> acesso em 03 jun. 2013.

SPEER, Karl; SPEERS, Isabelle K. The lipid fraction of the coffee bean, Braz, J. Plant Physiol., 18 (1), p.201-216, 2006.

TURRATTI, Janet M. Extração e caracterização de óleo de café. In. II simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Vitória, p. 1533-1559, 2001. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/10820/541/155585_Art212f.pdf?sequence=1> acesso em 30 ago.2015.

TRUGO, L. C. ; MACRAE, R. . An Investigation Of Cofee Roasting Using High Perfomance Liquid Chromatography. FOOD CHEMISTRY, v. 19, p. 1-9, 1986.

TRUGO, L. C. . Efeito da Torrefação no Perfil Cromatografico Obtido por Filtração em Gel de Cafe Arabica. ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION, v. 36, p. 745-753, 1986.

VIDAL, Hécio Müller, Tese de doutorado COMPOSIÇÃO LIPÍDICA E A QUALIDADE DO CAFÉ (*Coffea arabica* L.) DURANTE ARMAZENAMENTO, 2001. 93 f. Tese (Mestrado em Agroquímica) – Faculdade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

VISSENTAINER, Jesui Vergilio, FRANCO, Maria Regina Bueno, Ácidos graxos em oleoso e gorduras identificação e quantificação, São Paulo , 2006

APÊNDICE A

Teste de Diferença Triangular

Nome:

Data:

TESTE TRIANGULAR

Em cada grupo de amostras apresentada, duas são iguais e uma é diferente.

Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita, na ordem que estão sendo apresentadas, circule a amostra diferente.

Teste	Código da amostra		
I			
II			
III			

Comentários:

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DA PESQUISA: Caracterização da fração de óleo de café extraído de grãos sadios, verdes e preto-verdes, e a influência destes na sensorial de café liofilizado.

Pesquisador(es), com endereços e telefones:

Ulisses Colonheze
Rua Horácio Sabino Coimbra, 100, Londrina, PR. CEP 86072-300
Tel. (43)4009-6000

Engenheiro ou médico ou orientador ou outro profissional responsável:

Profa Dra. Lyssa Setsuko Sakanaka
Av. dos Pioneiros, 3131; Jardim Morumbi, Londrina, PR. CEP 86036-370
Telefone: (43) 3315-6153

Local de realização da pesquisa:

Cia Cacique de Café Solúvel
Rua Horácio Sabino Coimbra, 100, Londrina, PR. CEP 86072-300
Tel. (43)4009-6000

UTFPR- Campus Londrina

Av. dos Pioneiros, 3131; Jardim Morumbi, Londrina, PR. CEP 86036-370
Telefone: (43) 3315-6153

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa

Os grãos defeituosos, como os verdes e os preto-verdes, são grãos descartados pelo mercado externo, no entanto, aproveitados pelo mercado interno brasileiro, principalmente nos blends de café para a produção de café torrado e moído. O problema é que, dependendo da quantidade, afetam o sabor da bebida final de café. Por serem bem mais baratos e serem abundantes, buscam-se alternativas para melhor aproveitamento dos grãos defeituosos, sem afetar a qualidade da bebida final. .

2. Objetivos da pesquisa

Avaliar sensorialmente bebidas de café solúvel (tipo freeze dried) adicionadas de óleos extraídos de grãos tidos como defeituosos (grãos verdes e preto-verdes), e submetidos a três diferentes graus de torra (claro, médio, escuro). Por meio do teste

de diferença, verificar-se-á diferença sensorial entre as bebidas obtidas com óleo de café comercial e as bebidas obtidas com uso de óleos de grãos defeituosos.

3. Participação na pesquisa

Os provadores serão convidados a realizar testes triangulares de diferença, em que receberão duas amostras iguais e uma diferente de café solúvel com adição de óleo de café em xícaras codificadas. Os provadores serão orientados a indicar qual das xícaras é a diferente. Entre cada degustação, os provadores serão orientados a beber água.

4. Confidencialidade.

As informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a identidade do provador.

5. Desconfortos, Riscos e Benefícios.

5.1. Desconfortos e ou Riscos:

As bebidas só serão oferecidas aos provadores após análise microbiológica dos produtos estar de acordo com o preconizado pela legislação brasileira. No entanto, pode haver algum desconforto pela ingestão da bebida. Também pode haver algum risco para o provador após a degustação do produto devido à alta temperatura do produto, o que pode levar a dores ou queimaduras locais. Em caso do provador sentir algum tipo de desconforto, este poderá se recusar a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo pessoal, pois a sua participação é totalmente voluntária. E qualquer desconforto, ou risco, sentido pelo provador na análise sensorial, o pesquisador responsável pelo projeto estará presente para a tomada das devidas providências.

5.2. Benefícios

O benefício a ser esperado com o presente projeto é verificar a viabilidade da utilização de óleo de café oriundo de grãos de café verdes e preto-verdes, na qualidade da bebida do café solúvel, uma vez que os grãos de café defeituosos são de menor custo de produção de óleo de café.

6. Critérios de inclusão e exclusão

6.1. Inclusão

Os provadores serão pessoas com idade entre 18 e 65 anos, treinadas ou não, homens ou mulheres, e que gostem de café.

6.2. Exclusão

Serão excluídas as pessoas que estejam com algum tipo de doença que possa interferir nos resultados das análises sensoriais (gripes ou resfriados, por exemplo) e pessoas que se sintam constrangidas em participar do teste.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

Durante todo o período da pesquisa, o provador terá o direito de esclarecer qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso, entrar em contato com algum dos pesquisadores responsáveis. Também há o direito de não aceitar participar ou de retirar a permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo, ou retaliação, pela sua decisão.

8. Ressarcimento ou indenização.

Não haverá despesas ou ressarcimento pela sua participação na pesquisa. Fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa.

B) CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ___/___/___ Telefone: _____

Endereço: _____ CEP: _____

_____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura:

Data: ___/___/___

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura pesquisador: _____

(ou seu representante)

Data: ___/___/___

Nome completo: Lyssa Setsuko Sakanaka

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Lyssa Sakanaka, via e-mail: lyssa@utfpr.edu.br ou telefone: 3315-6153

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR) REITORIA: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310-4943, e-mail: coep@utfpr.edu.br

OBS: este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao sujeito de pesquisa.

APÊNDICE C

Exemplos de Cromatogramas

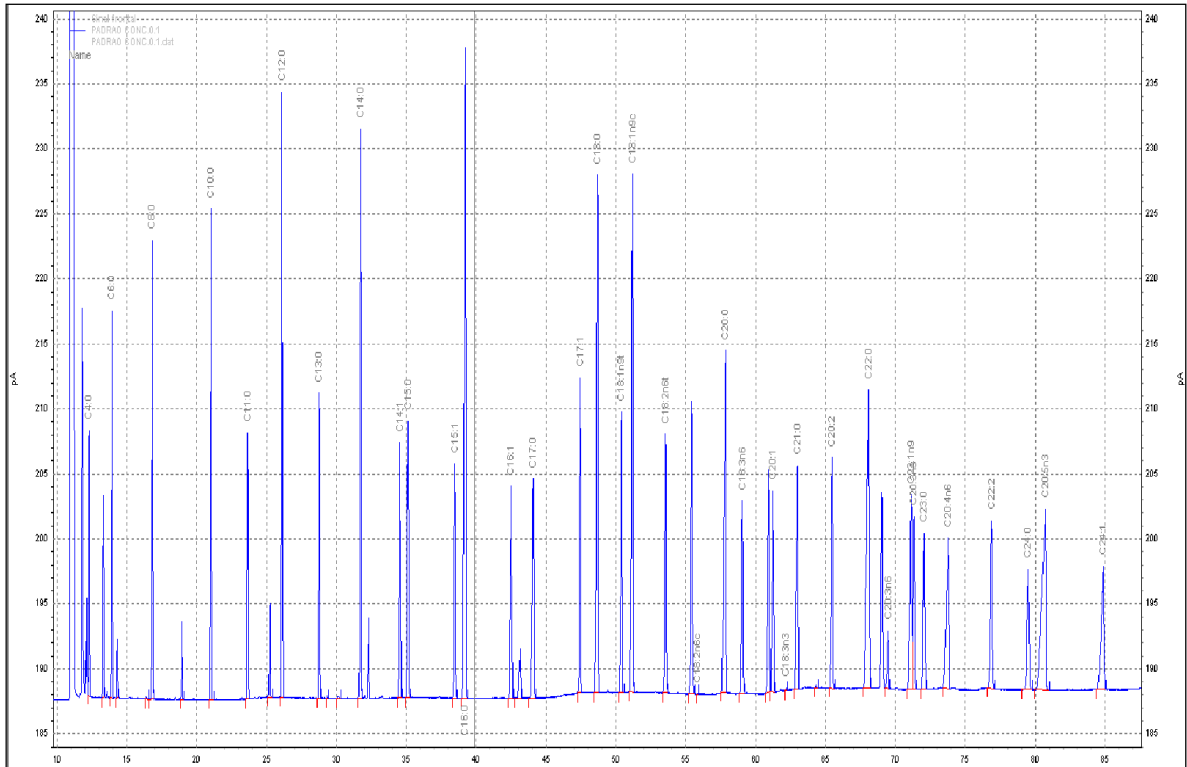


Figura C1. Cromatograma da mistura padrão de FAME C4-C24.

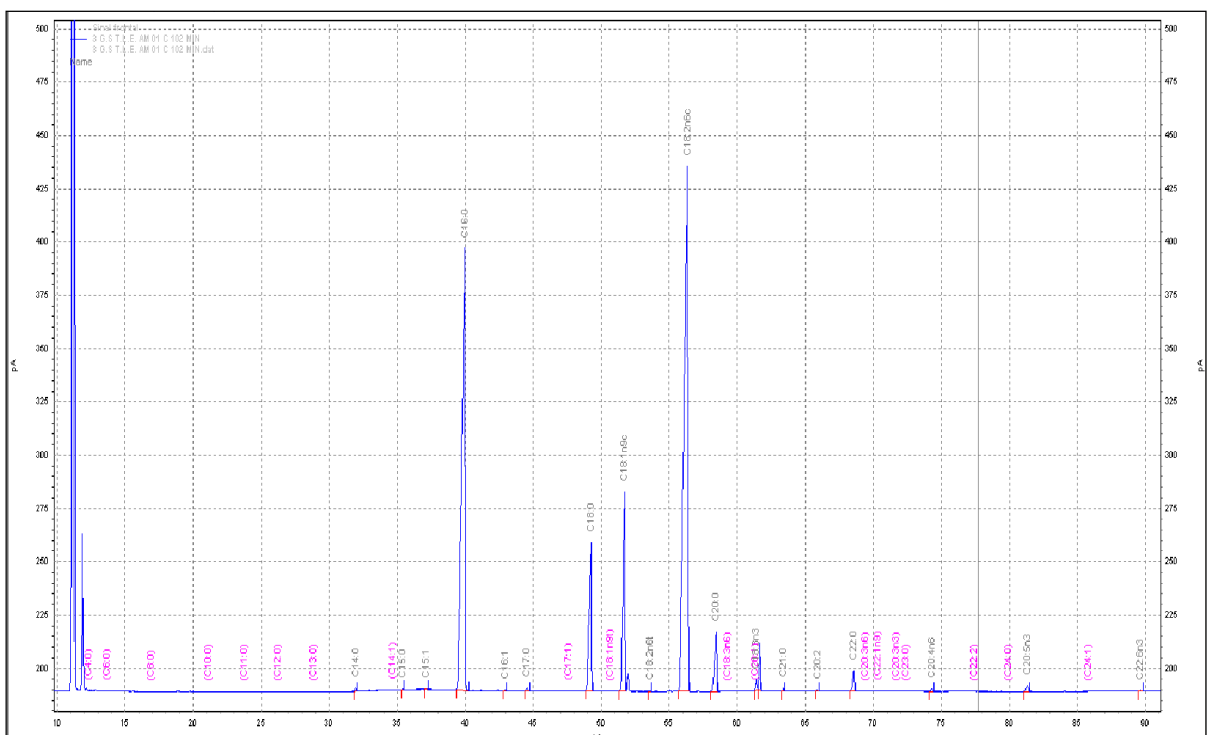


Figura C2 . Cromatograma da amostra de óleo de café esterificado.