



INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos

JULIANA LUSTOSA FERINI

**MAPEAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DE CAFÉS OBTIDOS POR
DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO**

CAMPINAS

2019

JULIANA LUSTOSA FERINI

**MAPEAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DE CAFÉS OBTIDOS POR
DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO**

*Dissertação apresentada ao Instituto de
Tecnologia de Alimentos para obtenção do
título de Mestre em Ciência e Tecnologia de
Alimentos.*

Aluno: Juliana Lustosa Ferini

Orientador: Profa. Dra. Silvia Amelia Verdiani
Tfouni

Coorientador: Dra. Aline de Oliveira Garcia

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação defendida pelo aluno
Juliana Lustosa Ferini e orientada pelo Profa. Dra. Silvia Amelia Verdiani Tfouni

CAMPINAS

2019

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

FICHA CATALOGRÁFICA

Biblioteca do Instituto de Tecnologia de Alimentos
Elaborado por: Lucilene Paulina da Silva – CRB 8/8507

F359m Ferini, Juliana Lustosa.

Mapeamento das características de cafés obtidos por diferentes métodos de extração. Juliana Lustosa Ferini / Dissertação de mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. - Campinas, SP: Ital, 2019.

149 f.

Orientador: Profa. Dra. Silvia Amelia Verdiani Tfouni.

1. Café. 2. Extração. 3. Cápsulas. 4. Análise Sensorial. 5. Sorting. I. Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital). Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos (CCQA). II. Ferini, Juliana Lustosa. III. Título.

Título em inglês: Mapping of the characteristics of coffee obtained by different extraction methods

Key-words: Coffee; Extraction; Capsules; Sensory analysis; Sorting

Titulação: Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Banca Examinadora: Profa. Silvia Amélia Verdiani Tfouni; Dra. Aline Oliveira Garcia; Prof. Dr. Jorge Herman Behrens; Dra. Kátia Maria Vieira Alencar Bittencourt Cipolli; Prof. Dr. Marcelo Antonio Morgano.

Data da Defesa: 29/08/2019

Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação de Mestrado defendida por Juliana Lustosa Ferini, aprovada pela Comissão Julgadora em 29/08/2019.

Profa. Dra. Silvia Amélia Verdiani Tfouni
CCQA – ITAL (Presidente)

Dra. Aline Oliveira Garcia
CCQA - ITAL (Coorientadora)

Prof. Dr. Jorge Herman Behrens
Faculdade de Engenharia de Alimentos - Unicamp (titular)

Dra. Kátia Maria Vieira Alencar Bittencourt Cipolli
CCQA - ITAL (titular)

Prof. Dr. Marcelo Antonio Morgano
CCQA - ITAL (suplente)

A ata de defesa de dissertação de mestrado com as respectivas assinaturas dos membros da banca encontra-se arquivada junto à documentação do aluno.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Pedro e Vera, ao meu irmão Pedro, ao meu marido Alexandre e meus colegas de trabalho, que me apoiaram e incentivaram durante todo o processo do mestrado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre me dar forças e me ajudar a superar mais este desafio.

Aos meus pais, Pedro e Vera, por tudo o que fizeram por mim, pela preocupação, ensinamentos e incentivo em todas as fases da minha vida.

Ao meu irmão, Pedro Henrique, pelo apoio e incentivo.

Ao meu marido Alexandre Barbieri, por ter compreendido meus anseios, minha ausência e pelo incentivo e paciência.

Ao Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital) e ao Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos (CCQA), pela oportunidade de realizar este trabalho, por toda a colaboração e pela estrutura concedida. Agradeço a todos os funcionários e colegas de trabalho que estiveram envolvidos por todo o apoio prestado e aos que não estiveram envolvidos por me incentivar e torcerem por mim.

À Profa. Dra. Silvia Tfouni, minha orientadora, pela disponibilidade e pelo suporte, por estar sempre disposta a ajudar e conversar, pelas sugestões e pela atenção, paciência e dedicação prestadas.

À Dra. Aline Garcia, minha coorientadora, pela idéia do projeto, planejamento, suporte, incentivo e por tanto tempo me ajudando com as análises de dados, que fez toda diferença para o meu ganho de conhecimento e crescimento.

À Dra. Rita Ormenese por sempre me apoiar e incentivar e permitir que eu conseguisse conciliar o trabalho com as atividades do mestrado.

Às técnicas e assistentes de laboratório: Gabrielle Mattos, Fernanda Moralez, Michelle Reis, Nathália Godoy, Vanessa Pereira e Xenia Ferreira pelo auxílio com as análises sensoriais, físicas e químicas.

Às bolsistas de iniciação científica, Michele Veiga, Juliana Pedreira e Thaís Araújo, por me auxiliarem em todo o projeto. Sem vocês eu não conseguiria ter executado todas as análises.

À Larícia Domingues, por estar comigo em todas as etapas do projeto, desde a decisão de começarmos as primeiras disciplinas como aluna especial, me incentivando desde o início, por toda parceria, paciência e ajuda durante todo o processo.

Aos docentes que me ensinaram tanto e me fizeram crescer.

Ao Prof. Dr. Flávio Luís Schimdt, Dra. Kátia Cipolli e Dra. Maria Isabel Berto por terem feito parte da banca de qualificação pela contribuição para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Jorge Behrens, Dra Kátia Cipolli e Prof. Dr. Marcelo Morgano por terem aceitado participar da banca da defesa e me ajudar a conquistar este título.

À Elenice, por ser sempre tão gentil e pelo suporte sempre que foi necessário.

RESUMO

O café é uma bebida popular principalmente devido ao seu sabor e aroma. Para obtê-lo é necessário extrair a bebida de modo adequado. Neste estudo, foram estudados diferentes métodos de extração da bebida do café. Primeiramente, foram preparadas bebidas pelos métodos de filtração com filtro de papel, com coador de pano, prensa francesa, cafeteira italiana e máquina de café espresso, para comparar suas características físico-químicas e sensoriais. As análises realizadas foram granulometria, ponto de torra, pH, sólidos solúveis, teor de cafeína, ácido clorogênico (5-CQA), trigonelina e análise sensorial descritiva quantitativa. Observou-se que mesmo utilizando a mesma amostra de café, houve diferença entre as bebidas obtidas pelos diferentes tipos de extração ($p < 0,05$). Posteriormente, como o café em cápsulas se assemelha ao café espresso convencional, oito amostras de cafés em cápsulas foram estudadas, sendo duas de cada marca de máquina de café em cápsulas, totalizando quatro máquinas, a fim de comparar as características físico-químicas e sensoriais das bebidas obtidas com as do café espresso convencional. Foi possível observar que máquinas diferentes produzem bebidas com características diferentes e também que há diferenças entre as cápsulas de uma mesma marca. As cápsulas em geral apresentaram maior tempo de preparo da bebida, volume de crema, pH, porcentagem de extração e teor de sólidos solúveis além de menor eficiência de extração de ACG e menores concentrações de cafeína, quando comparadas às bebidas de café espresso. Em paralelo, foi realizado um estudo com consumidores, através do método *Sorting*. Em um primeiro momento, os entrevistados assistiram a vídeos mostrando como são preparadas as bebidas de café pelos métodos filtro de papel, coador de pano, prensa francesa, cafeteira italiana, espresso, cafeteira elétrica e com quatro máquinas de cápsulas e foram solicitados a agrupá-los. Foi possível observar a separação em dois grupos maiores e subgrupos, sendo que as máquinas de cápsulas foram agrupadas com o café espresso convencional. Em outro momento, consumidores foram convidados a provar dez amostras de café, sendo: duas amostras de café espresso e oito amostras de cápsulas. Foi solicitado que eles formassem grupos com essas amostras e então indicassem o quanto gostaram, atribuísem uma nota para a qualidade e selecionassem as características dos cafés através do

método CATA (Check all that apply), para cada grupo formado. O método *Sorting* se mostrou adequado para estudar-se a percepção dos consumidores e a forma que eles percebem as similaridades e diferenças entre as diferentes bebidas de café existentes.

Palavras-chave:

Café; Extração; Cápsulas; Análise Sensorial; Sorting.

ABSTRACT

Coffee is a popular beverage due to its taste and aroma. In order to assess these qualities it is necessary to extract the beverage properly. In this study, different methods of coffee beverage extraction were studied. Beverages were prepared by filtration with paper filter, cloth strainer, french press, italian coffee maker and espresso machine to compare their physical-chemical and sensory characteristics. The following parameters were analyzed: roast degree, sieving, pH, soluble solids, caffeine, chlorogenic acid (5-CQA) and trigonelline contents and quantitative descriptive sensory analysis. It was observed that even when using the same coffee sample, there was a statistical difference between the beverages obtained by the different types of extraction. As coffee capsules resembles conventional espresso coffee, eight samples of coffee capsules were studied, two of each brand of capsule coffee machine, totaling four machines, in order to compare the physical-chemical and sensorial characteristics of the beverages obtained with conventional espresso coffee. It was possible to observe that the different machines produce beverages with different characteristics and also that there are differences between capsules of the same brand. In general, capsule coffees had a longer brewing time, cream volume, pH, extraction percentage and soluble solids contents, as well as lower chlorogenic acid extraction efficiency and lower concentrations of caffeine when compared to espresso coffee beverages. In parallel, a study with consumers was carried out using the Sorting method. At first, the interviewees watched videos showing how the coffee beverages are prepared by the paper filter, the cloth strainer, the french press, the italian coffee maker, the espresso, the electric coffee maker and the four capsule machines, and were asked to group them together. It was possible to observe the separation in two larger groups and subgroups. The capsule machines were grouped with conventional espresso coffee. At another time, consumers were invited to group ten coffee samples, which were: two espresso coffee samples and eight capsule samples. They were asked to form groups with these samples and then indicate how much they liked them. For each group formed consumers were asked to assign a grade for the quality and select their characteristics through CATA (Check all that apply). Sorting proved to be adequate to study consumers'

perception and the way they perceive the similarities and differences between the different existing coffee beverages.

Key words:

Coffee; Extraction; Capsules; Sensory Analysis; Sorting.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO	1
REFERÊNCIAS	3
OBJETIVOS	4
Objetivo principal	4
Objetivos específicos	4
CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
1. Qualidade da Bebida do Café	6
2. Cadeia produtiva do café	7
2.1. Colheita	7
2.2. Pós-colheita	8
2.2.1. Limpeza e separação	9
2.2.2. Processamento	9
2.2.2.1. Preparo por via seca	9
2.2.2.2. Preparo por via úmida	9
2.2.3. Secagem	10
2.2.4. Armazenamento	11
2.2.5. Beneficiamento	11
2.2.6. Torra e moagem	11
3. Extração da bebida do café	13
4. Legislação	17
5 Propriedades físico-químicas	20
5.1. pH	20
5.2. Sólidos solúveis	20
5.3. Umidade	20

6. Compostos bioativos	21
6.1. Ácidos clorogênicos	21
6.2. Cafeína.....	23
6.3. Trigonelina	23
7. Características sensoriais	24
8. Análise descritiva	25
9. Estudo do consumidor	26
10. Análise estatística	27
10.1. ANOVA e teste de médias	27
10.2. Análise de Componentes Principais (PCA ou ACP).....	27
10.3. Análise de Agrupamentos Hierárquicos (HCA)	28
10.4. Escalonamento multidimensional	29
REFERÊNCIAS	30
CAPÍTULO 2: MAPEAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DE CAFÉS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO	35
RESUMO.....	36
1. INTRODUÇÃO	37
2. MATERIAL E MÉTODOS	39
2.1. Material	39
2.1.1. Amostras	39
2.1.2. Solventes e reagentes.....	41
2.2. Métodos	41
2.2.1. Ponto de torra	41
2.2.2. Granulometria	42
2.2.3. Análise sensorial	42
2.2.4. Sólidos solúveis e porcentagem de extração	43
2.2.5. Cafeína, trigonelina e ácido clorogênico (5-CQA)	43

2.2.6. pH	44
2.2.7. Análise Estatística.....	44
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
3.1. Caracterização dos cafés utilizados.....	45
3.1.1 Granulometria e Ponto de torra.....	45
3.2. Análise sensorial	46
3.3. Análises físico-químicas.....	47
3.4. Análise de Agrupamentos Hierárquicos sobre as Componentes Principais (HCPC)	52
4. CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS	57
CAPÍTULO 3: MAPEAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DE CAFÉS EM CÁPSULAS	60
RESUMO.....	61
1. INTRODUÇÃO.....	62
2. MATERIAL E MÉTODOS	64
2.1. Material	64
2.1.1. Amostras.....	64
2.1.2. Solventes e reagentes.....	65
2.2. Métodos	65
2.2.1. Caracterização das amostras.....	65
2.2.1.1. Ponto de torra	65
2.2.1.2. Granulometria	65
2.2.1.3. Peso líquido	66
2.2.1.4. Umidade.....	66
2.2.1.5. Tempo de preparo da bebida.....	66
2.2.1.6. Vazão para preparo da bebida.....	66
2.2.1.7. Volume da crema	67

2.2.1.8. Persistência da crema (tempo para desfazer).....	67
2.2.2. Avaliação das Características Sensoriais da Bebida do Café.....	67
2.2.3. Físico-químicas	68
2.2.3.1. Porcentagem de extração e teor de sólidos solúveis	68
2.2.3.2. pH.....	68
2.2.3.3. Cafeína, ácido clorogênico e trigonelina	68
2.2.3.3.1. Preparo da amostra.....	68
2.2.3.3.2. HPLC.....	68
2.2.4. Análise de dados.....	69
2.2.4.1. Cálculo da porcentagem de extração.....	69
2.2.4.2. Cálculo da eficiência de extração.....	69
2.2.4.3. Análise estatística	69
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
3.1. Caracterização das amostras de cafés em cápsulas	70
3.2. Análise Sensorial	74
3.3. Análises Físico-químicas.....	75
3.4. Análise de Agrupamentos Hierárquicos sobre as Componentes Principais (HCPC)	78
4. CONCLUSÃO.....	81
REFERÊNCIAS	83
CAPÍTULO 4: CONSUMERS' PERCEPTION OF DIFFERENT BREWED COFFEE EXTRACTIONS USING THE SORTING TECHNIQUE	86
ABSTRACT	87
1. INTRODUCTION	88
2. MATERIAL AND METHODS	90
2.1. Material	90
2.2. Methods	90
2.2.1 Preparation of brewed coffee	90

2.2.1.1 Paper filter	90
2.2.1.2. Cloth Strainer	90
2.2.1.3. Italian coffee maker	91
2.2.1.4. French pressing	91
2.2.1.5. Electric coffee maker	91
2.2.1.6. Espresso Coffee Machine	91
2.2.1.7. Capsule Coffee Machine	91
2.2.2 Analysis.....	92
2.2.2.1 Sorting of coffees obtained by different brewing methods.....	92
2.2.2.2 Sorting of espresso coffees and coffee capsules	92
2.2.3. Statistical analysis	94
3. RESULTS AND DISCUSSION	94
3.1. Sorting of different brewing methods.....	94
3.2. Sorting of espresso coffees and coffee capsules	98
4. CONCLUSION.....	105
REFERENCES	107
CONCLUSÕES	109
ANEXOS.....	111

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo. No período de novembro de 2017 a outubro de 2018, o consumo foi calculado em 21 milhões de sacas, o que representa aproximadamente 13% da demanda mundial. Com isso, o Brasil se mantém como segundo maior consumidor, seguido dos Estados Unidos, cuja demanda é de aproximadamente 23 milhões de sacas de 60 kg por ano, que correspondem a 14% do que é consumido de café no planeta. No Brasil, o consumo per capita anual é de 6,02 kg de café cru e de 4,82 kg de café torrado e moído (CONSORCIO PESQUISA CAFÉ, 2019). Para a safra 2019, estima-se que produtividade entre 27,4 e 29,6 sacas por hectare (CONAB, 2019). Em virtude dos novos hábitos alimentares, alimentos e bebidas prontos para o consumo e categorias de maior valor agregado vêm sendo amplamente procurados pelos consumidores, com a exigência de inovação, diferenciação, certificação e qualidade superior dos produtos oferecidos pelas agroindústrias do mercado (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2017).

A qualidade do café torrado e moído está profundamente relacionada com a sua composição físico-química. Desta forma, o setor cafeeiro tem buscado formas de padronizar o produto através de limites estabelecidos pelos órgãos de fiscalização, visto que as torrefadoras têm como maior problema a diversidade da matéria-prima que chega às plataformas de recepção, que dificulta a padronização do produto final (TEIXEIRA et al, 2016).

Com relação à bebida do café, é fundamental o seu preparo correto, pois é nesta etapa que todo esforço de produzir um café de qualidade culmina. O preparo, que consiste na extração do sabor e aroma do café torrado e moído através de água quente, possui variantes culturais que determinam diferentes processos de preparo, mas deve seguir algumas regras básicas para a obtenção de um bom café. A adição de água quente ao café torrado e moído, produzindo então a bebida café, processo chamado de infusão, pode ocorrer por filtração, percolação, prensagem ou pressão, este também chamado de café espresso, sendo que cada um destes produz tipos de bebidas distintas (ABIC, 2017).

Dentre outros métodos desenvolvidos para preparo de café espresso, o sistema de cápsulas vem ganhando mercado, pois é prático e torna fácil preparar café de boa qualidade através da redução de variáveis incontroláveis, como a quantidade de pó, compactação da massa, volume de água, pressão de água,

temperatura e porque mantém padrão de extração durante o preparo. Além disso, este sistema preserva a qualidade do café moído protegendo-o contra os processos de umidade e oxidação (PARENTI et al., 2014). O aumento da quantidade de residências com apenas uma pessoa e a vida urbana cada vez mais atribulada têm criado uma demanda por produtos em porções individuais. Outro fato é que esse tipo de embalagem permite diferentes opções de escolha no caso de lares com mais de uma pessoa, ou seja, cada indivíduo, ou cada consumidor da residência, escolhe o que quer beber (DANTAS; DANTAS, 2012).

Segundo pesquisa da consultoria Euromonitor International, que analisou as tendências de consumo para a bebida do café no período de 2016 até 2021, o café em pó já possui alta penetração e maturidade. Por isso, as categorias cápsulas e grão torrado trarão grande parte do crescimento devido ao aumento da base de consumidores. Embora a produção de cápsulas seja um nicho específico, a porcentagem de participação no mercado deve passar de 0,9% em 2017, o que representa 9,6 mil toneladas, para 1,1% em 2021, ou seja, 13,5 mil toneladas, o que é um aumento significativo. O grande desafio está em promover a substituição das cápsulas de forma consistente. O surgimento das cápsulas gerou interesse do consumidor por produtos *Premium*, algo que vem se refletindo com o crescimento do café torrado e moído de maior qualidade. (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2017).

O valor agregado é a diferença entre o valor dos benefícios percebidos no produto devido à percepção de sua qualidade e o custo total do produto para consumo. A qualidade, pelo ponto de vista de marketing, é a totalidade de aspectos e características de um produto que satisfazem as necessidades deste consumidor. Assim, a qualidade percebida pelos consumidores dos produtos preparados nas máquinas não necessariamente está vinculada à qualidade do café (KOTLER, 1998).

Devido a esta nova tendência de consumo, o objetivo deste estudo foi avaliar e comparar características físico-químicas e sensoriais de amostras de café obtidas por seis métodos de extração (filtração em filtro de papel, em coador de pano, prensa francesa, cafeteira italiana, máquina para café espresso e máquinas para café em cápsula) e verificar se as diferentes extrações e diferentes marcas de café em cápsula levam à obtenção de bebidas com diferentes características físico-químicas e sensoriais.

REFERÊNCIAS

ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café. **Dicas de preparação de café.** Disponível em:

<<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=39#1>>. Acesso em 25 de abril de 2017.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim café janeiro 2019.**

Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>>. Acesso em 02 de fevereiro de 2019.

CONSORCIO PESQUISA CAFÉ. **Consumo interno dos Cafés do Brasil**

representa 13% da demanda mundial. 12 de Fevereiro de 2019. Disponível em: <<http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/imprensa/noticias/909-2019-02-12-13-16-41>>. Acesso em 26 de Julho de 2019.

DANTAS, T. B. H.; DANTAS, F. B. H. Conveniência e simplicidade. In: SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; REGO, R. A. **Brasil pack trends 2020.** Campinas, SP: ITAL, 2012.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. **Tendências do Mercado de cafés em 2017** – 23 de Novembro de 2017. Disponível em:

<http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/consumo/tendencias_do_mercado_cafe_2017.pdf>. Acesso em 15 de dezembro de 2018

KOTLER, P. **Administração de marketing:** análise, planejamento, implementação e controle. 5ª ed. , São Paulo, SP: Editora Atlas, 1998.

PARENTI, A.; GUERRINI, L.; MASELLA, P.; SPINELLI, S.; CALAMAI, L. Comparison of espresso coffee brewing techniques. **Journal of Food Engineering** v. 121, p. 112-117, aug. 2014.

TEIXEIRA, O. R.; PASSOS, F. R.; MENDES, F. Q. Qualidade físico-química e microscópica de 14 marcas comerciais de café torrado e moído. **Coffee Science**, Lavras, MG, v. 11, n. 3, p. 396 – 403, 2016.

OBJETIVOS

OBJETIVO PRINCIPAL

- A principal hipótese levantada é que o consumidor reconhece que a bebida obtida do café em cápsula seja similar ao café espresso convencional por ser extraído de forma individual, sob alta pressão e possuir formação de crema. Assim, este estudo tem como objetivo principal avaliar as características físico-químicas e sensoriais de amostras de café obtidas por diferentes métodos de extração e verificar se os cafés em cápsulas possuem características similares as de cafés espressos preparados de forma convencional.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar e comparar as características físico-químicas e sensoriais de amostras de café obtidas por diferentes métodos de extração: filtração em filtro de papel, filtração em coador de pano, prensa francesa, cafeteira italiana e pelo sistema convencional de café espresso.
- Avaliar e comparar as características físico-químicas e sensoriais de amostras de café obtidas em diferentes máquinas para cafés em cápsulas e compará-las com o café espresso convencional.
- Estudar a percepção dos consumidores quanto às similaridades das amostras de café obtidas pelos diferentes métodos de extração e avaliar se as extrações de cafés em cápsulas e café espresso convencional são percebidas como similares.

CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Qualidade da Bebida do Café

A qualidade da bebida do café é dependente da espécie e cultivares, dos cuidados na cadeia produtiva e processamento, da composição química e dos defeitos presentes (PIMENTA, 2003).

O cafeeiro pertence à família *Rubiaceae* e ao gênero *Coffea*, que possui cerca 8000 espécies. Dentre elas, as duas mais utilizadas comercialmente são: *Coffea arábica* L. (café arábica) e a *Coffea canephora* Pierre (café conilon ou robusta). Essas duas principais espécies de café diferem consideravelmente em preço, qualidade e aceitabilidade dos consumidores (ILLY; VIANI, 1995).

O café arábica é uma planta originária das florestas subtropicais da Etiópia e se adequa ao clima tropical de altitude. Essa espécie é mais complexa, delicada e se desenvolve em altitudes elevadas (acima de 800 metros), entre a região dos trópicos. As principais cultivares de café arábica cultivadas no Brasil são Típica, Bourbon, Caturra, Mundo Novo e Catuaí, sendo predominantes nas lavouras de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Bahia, Rio de Janeiro e Espírito Santo (MATOS et al, 2012; MAPA, 2015 em MARETTO, 2016).

O café arábica é caracterizado por um sabor mais ácido e aroma intenso, com melhor corpo quando comparado ao robusta, que é caracterizado pelo amargor e sabores de terra e amadeirado. Não necessita de *blends*, ou seja, de misturas com outros tipos de café para ser consumido. Apresenta notas significativamente maiores, para fragrância do pó, aroma, sabor e características sensoriais de caramelo, chocolate e frutas cítricas, com boa doçura, acidez, sabor residual, qualidade global e notas significativamente menores para amargor (ILLY; VIANI, 1995; MOURA et al., 2007).

O café robusta é originário das regiões equatoriais baixas, quentes e úmidas da bacia do Congo. É mais resistente às pragas e às adversidades climáticas, visto que possui raiz mais profunda e árvores mais vigorosas. O sabor da bebida é mais adstringente, amargo, sendo típico e único quando comparado ao da bebida do café arábica, caracterizando-se assim como um café de qualidade inferior. Sua acidez é mais baixa, e, por ter mais sólidos solúveis, é amplamente utilizado em cafés solúveis. Dentre as cultivares existentes, pode-se citar Apoatã, Robusta e Kouilou. Sua predominância é encontrada nas lavouras do Espírito Santo, Rondônia e em parte da Bahia e de Minas Gerais. A bebida

preparada com café robusta puro é classificada como abaixo do nível mínimo aceitável na escala de qualidade global. Há diminuição das notas dadas à bebida com o aumento da porcentagem de robusta (MAPA, 2015 em MARETTO, 2016; MATOS et al, 2012, MOURA et al, 2007).

Em relação aos *blends*, a mistura de café robusta ao café arábica aumenta o pH, a densidade, o teor de cafeína e o teor de sólidos solúveis, reduzindo a umidade, a acidez e a doçura da bebida, aumentando o amargor. A medida que se adiciona *C. canephora* ao *C. arabica*, há aumento do atributo corpo na bebida, diminuição da acidez e intensificação do amargor e esta se deve, em parte, a maior quantidade de cafeína presente no *C. canephora* (MOURA et al., 2007; RIBEIRO et al, 2014).

2. Cadeia produtiva do café

O processo de produção do café contempla várias etapas. Em todas elas devem-se tomar alguns cuidados para evitar a perda de qualidade da bebida obtida, conforme discutido a seguir.

2.1. Colheita

A maturação dos frutos é um dos principais fatores determinantes na qualidade do café. A melhor qualidade do café é alcançada no auge da maturação dos frutos, no estágio cereja e, à medida que se afasta desse ponto ótimo, seja antecipando ou atrasando a colheita, ocorre perda de qualidade. A não uniformidade de maturação é uma característica intrínseca do cafeeiro arábica, devido às diversas floradas que ocorrem em um mesmo ciclo produtivo (GIOMO, 2012).

No estágio “cereja” a composição química dos grãos oferece condições para que no processo de torra ocorram todas as reações físico-químicas necessárias para a obtenção de características sensoriais desejáveis, com destaque para o aroma, sabor, acidez, amargor, corpo e doçura, satisfazendo as exigências para produção de café de alta qualidade de bebida. Os frutos imaturos (verde e verde-cana) são aqueles que não completaram o ciclo de maturação. Com isso, as propriedades organolépticas do café não serão desenvolvidas completamente durante a torra dos grãos, dando origem a bebidas ásperas,

adstringentes e com amargor acentuado, com qualidade inferior àquela proporcionada por frutos maduros. Frutos sobremaduros (passas) são aqueles que estão em fase de senescência. Como passaram do ponto ideal de colheita, são responsáveis pela perda de qualidade, especialmente devido à ação de microrganismos que podem causar fermentações e alterar o equilíbrio entre os componentes químicos dos grãos, bem como produzir substâncias que poderão alterar as propriedades organolépticas do café, com reflexos negativos no sabor e aroma do café, dentre outros (GIOMO, 2012).

A colheita pode ser realizada das seguintes formas: a) Colheita seletiva, manual ou mecânica, onde apenas os frutos maduros são retirados da planta. Geralmente onera bastante o custo de produção, porém é a melhor maneira para explorar o potencial qualitativo das lavouras; b) Colheita de todos os frutos da planta em uma única vez (derriça total), manual ou mecânica, ou com repasses (derriça parcial), realizando posteriormente a separação hidráulica dos frutos no início do processamento. Na colheita do café por derriça, a área sob as plantas é coberta com panos ou plásticos limpos para que os frutos colhidos não entrem em contato com o solo, evitando assim, uma possível contaminação com fungos possivelmente produtores de micotoxinas. Posteriormente, o café é colhido dos panos ou plástico, removendo excesso de folhas e galhos (GIOMO, 2012; MATOS et al, 2012; ILLY; VIANI, 1995).

2.2. Pós-colheita

O processamento deve começar assim que possível após a colheita, para evitar fermentação, que leva a formação de *off-flavor*. De modo geral, o processamento pós-colheita não melhora a qualidade do café, se a matéria-prima utilizada for de má qualidade. Portanto, se o café já vier da lavoura com a qualidade comprometida, essa situação vai persistir durante todas as etapas do processamento. Embora algumas características físicas dos grãos e alguns atributos sensoriais do café possam ser alterados positivamente pela forma de processamento e secagem, a qualidade da bebida pode ser prejudicada se não forem tomados os devidos cuidados (ILLY; VIANI, 1995; GIOMO, 2012).

2.2.1. Limpeza e separação

Após a colheita, o café é submetido ao processo de limpeza e separação das impurezas, que pode ser feito por peneiramento manual (abanação), ventilação forçada ou por separadores de ar e peneira (máquinas de pré-limpeza) (MATOS et al, 2012).

Mesmo com a retirada das impurezas (gravetos, terra, pedras, folhas, etc.) o café deve passar pelo lavador ou separador hidráulico que promove a separação de acordo com o estágio de maturação dos frutos que apresentam diferentes densidades. Os frutos mais leves (bóias e secos) são separados dos pesados (cerejas e verdes). Frutos com diferentes graus de maturação, se mantidos juntos, resultam em bebida de qualidade inferior, por isso as duas parcelas resultantes da separação hidráulica (cerejas e bóias) devem ser secas e armazenadas separadamente. Esse procedimento é necessário para que a secagem ocorra de maneira uniforme, contribuindo para a melhoria da qualidade do café (MATOS et al, 2012; GIOMO, 2012).

2.2.2. Processamento

O processamento do café pode ser feito por via úmida ou por via seca.

2.2.2.1. Preparo por via seca

É a forma predominante no Brasil. Os frutos são secos inteiros (casca, pergaminho, mucilagem e grãos), em terreiros ou em secadores mecânicos, obtendo-se o café natural, também chamado de café em coco (GIOMO, 2012).

2.2.2.2. Preparo por via úmida

Nesse tipo de preparo a casca do fruto é removida mecanicamente, obtendo-se café em pergaminho. O café da lavoura é encaminhado para a separação hidráulica e a fração mais leve (boia), constituída pela mistura de frutos secos e chochos, é separada primeiro e vai direto para o terreiro de secagem. A fração mais pesada, constituída pela mistura de frutos cerejas, verdes e passas, segue para o descascador-separador, onde ocorre a separação mecânica de

frutos verdes. Os maduros são encaminhados para o descascador complementar, onde ocorre a separação das cascas (GIOMO, 2012).

O café é colocado em tanques por períodos de 16 a 36 horas para que haja fermentação e degradação da mucilagem. Em seguida é feita a lavagem para remoção dos resíduos de mucilagem, obtendo-se o café despulpado ou café lavado. O descascamento dos frutos e a eliminação da mucilagem diminuem a incidência de microrganismos e aceleram a secagem, reduzindo custos e impedindo a ocorrência de fermentações que poderiam afetar negativamente a qualidade do café. Além disso, há diminuição de até 50% do volume de café a ser manuseado, melhorando o uso de terreiros, secadores e armazéns. (GIOMO, 2012).

2.2.3. Secagem

Os grãos são encaminhados para a secagem que pode ser natural, em terreiro, ou em secadores artificiais. Também se trabalha com terreiros suspensos, de tela de sombrite, cobertos (tipo estufa) ou não, de onde se obtém cafés de bebidas finas. O terreiro suspenso de tela vem sendo muito recomendado, pois sua estrutura evita o contato do café com o solo, recebe maior aeração, impede o ataque de microrganismos e garante um produto com secagem uniforme e de melhor qualidade. O uso de cobertura com plástico translúcido é aconselhável nas regiões onde a colheita coincide com a época das chuvas (MATOS et al, 2012).

A secagem é um dos pontos mais críticos na pós-colheita do café, devido ao elevado custo operacional. Além disso, causa perda de coloração e aparecimento de manchas nos grãos, além de alterações físico-químicas que afetam a qualidade da bebida. A remoção da água dos grãos, de maneira criteriosa e controlada, é fundamental para garantir a sua conservação, tanto pela inibição da ação de microrganismos como pela redução da atividade metabólica. A secagem bem conduzida mantém a integridade física e preserva os componentes químicos dos grãos, o que é essencial para expressão das características organolépticas e atributos sensoriais da bebida após o processo de torra (GIOMO, 2012).

2.2.4. Armazenamento

Consiste em estocar o café em coco (fruto seco do café), após a secagem e antes do beneficiamento. São utilizadas tulhas para o acondicionamento do café a granel e para o café beneficiado são utilizadas sacas de aniagem (MATOS et al, 2012).

2.2.5. Beneficiamento

O beneficiamento consiste nas operações realizadas após a secagem do café, tendo em vista a remoção de impurezas, de casca e pergaminho dos frutos e separação dos grãos. São utilizados equipamentos específicos, como catador de pedras, descascadores, ventiladores, classificadora por peneiras, entre outros, dispostos em uma sequência operacional apropriada, e que atuam de acordo com algumas bases físicas de separação dos grãos e impurezas, tais como peso específico, tamanho, formato e cor. As etapas iniciais do beneficiamento podem ser feitas nas próprias fazendas e a etapa final, chamada de re-benefício, é geralmente feita em armazéns e cooperativas. Na etapa final é feita a separação do café por densidade e cor, obtendo-se a qualidade potencial máxima do café (GIOMO, 2012; PIMENTA, 2003).

2.2.6. Torra e moagem

O sabor e aroma que caracterizam a bebida café são resultantes da combinação de centenas de compostos químicos produzidos pelas reações que ocorrem durante a torrefação. Acidez, aroma, corpo e sabor de queimado são características importantes que indicam a qualidade da bebida em função do grau de torra. Na torra clara, a característica predominante é a acidez, mas à medida que a torra torna-se mais escura, esta característica diminui deixando ressaltar as demais características. O aroma e o corpo são mais acentuados em graus intermediários. Como é de se esperar, à medida que o grão se torna mais escuro, ocorre a carbonização de alguns componentes, acentuando o sabor de queimado (MELO, 2004).

O processo de torra pode ser dividido em fase de secagem, durante a qual a umidade é eliminada; a fase de torra, quando ocorrem mudanças físicas no grão

como modificações na forma, cor e tamanho, e químicas, devidas principalmente às reações pirolíticas que provocam alterações nos compostos orgânicos do grão cru, gerando produtos como caramelos, ácidos voláteis, carbonilas voláteis e sulfetos. É nesta fase que são formados o sabor e o aroma característicos do café; e finalmente uma fase de resfriamento, onde o café torrado volta à temperatura ambiente (ILLY; VIANI, 1995, PIMENTA, 2003).

O grau de torra está diretamente associado com a cor do grão torrado. Na maioria das vezes, é monitorado visualmente seguindo a experiência do torrefador. Como a torra define a qualidade do produto ou da bebida, então, torna-se necessário o acompanhamento deste processo. Para isto, a Specialty Coffee Association of America - SCAA e a empresa norte-americana Agtron criaram padrões aceitos internacionalmente para monitorar o grau de torra fora do forno. Este consiste de uma escala de 0 a 100, determinada com base na absorção de luz infravermelha pelo grão do café ou pelo pó, dividida em intervalo de 10 em 10 valores, chamados de número Agtron. Cada número Agtron corresponde a um intervalo de temperatura do grão, quanto mais alto for o grau de torra menor será esse número. A Agtron também desenvolveu espectrômetro de infravermelho específico para a determinação do grau de torra e criou discos coloridos conforme os padrões definidos na escala. Assim, a SCAA universalizou o controle da torra tanto através de comparações visuais usando esses discos coloridos como também por espectroscopia no infravermelho próximo (MELO, 2004).

O pH da bebida obtida varia de acordo com o grau de torra do grão e está relacionado com a aceitação da bebida pelo consumidor. Valores de pH entre 4,95 e 5,20 garantem uma bebida com sabor agradável, sem excesso de acidez ou amargor (FERNANDES et al., 2003)

A moagem, ou granulometria, também interfere na qualidade da bebida. Quanto mais grossa a moagem, mais fraca e menos saborosa será a bebida (MARETTO, 2016). O café de moagem mais fina desprende solúveis mais rapidamente, originando bebidas mais fortes em relação aos de moagem mais grossa. Entretanto, café finamente moído envelhece mais rápido (PIMENTA, 2003).

3. Extração da bebida do café

A bebida do café é produzida pela adição de água quente ao café torrado e moído, processo chamado de infusão, e pode ocorrer por diferentes métodos como filtração, prensa francesa, cafeteira italiana ou pressão, sendo que cada um destes produz tipos de bebidas distintas (ABIC, 2017). Qualquer fator que prejudique o bom andamento desta fase será altamente prejudicial à qualidade, proporcionando cafés inferiores, mesmo que todos os cuidados tenham sido tomados nas etapas anteriores. (PIMENTA, 2003).

Para que sejam obtidos todos os aromas e sabores provenientes da bebida do café, é necessário que a extração seja feita de modo adequado. Sendo que a qualidade, pureza e temperatura da água, bem como, a proporção de água e pó são essenciais. Deve-se fazer o uso de água filtrada, isenta de odores e contaminantes químicos e com temperatura de aproximadamente 90°C, pois a elevada permanência em ebulição faz com que a qualidade do café seja perdida, podendo gerar sabor de queimado. Também é preciso se ater a cuidados pré-extração como esquentar filtros e utensílios (para prevenir contaminações e sabores estranhos à bebida) e realizar a pré-infusão (umedecer uma pequena quantidade de pó de café por alguns segundos) para que haja maior volatilização dos aromas e redução da presença de bolhas (BEZZAN; DULGHEROFF, 2016).

A extração que faz uso do coador de pano ou filtro de papel chama-se filtração. Os grãos devem apresentar moagem média ou fina. O pó é acondicionado no filtro, espalhando-o uniformemente, sem compactá-lo nem apertá-lo. Despeja-se lentamente água sobre o pó, sendo a água quente não fervente, aproximadamente 90°C. No caso do coador de pano, os coadores devem ser fervidos em água para a remoção de resíduos e para que adquiram o aroma da bebida. Ao final do processo, os coadores devem ser lavados em água corrente e sem adição de qualquer produto de limpeza e deixados para que sequem ao ar livre. Já para o filtro de papel, o tamanho e formato do filtro devem ser adequados ao porta-filtro e a disposição do pó deve ser feita de modo uniforme e sem compressão. Os filtros são de utilização única e não devem ser reaproveitados por possível amargor e sabor indesejável que trarão à bebida. (ABIC, 2017, REIS et al, 2011).

A extração com cafeteira do tipo italiana, ou moka, é um método onde se coloca o pó de café no centro de um equipamento, que posicionado em um fogão faz a água entrar em ebulição e pressionar café líquido para um recipiente específico. A bebida é levada através de uma tubulação, para a parte superior do equipamento. É a forma mais utilizada para consumo de café na Europa (ABIC, 2017, REIS et al, 2011).

Na prensa francesa, a água quente é misturada com café torrado e moído de moagem fina em um recipiente. O café é mantido no recipiente entre dois discos perfurados. Depois um êmbolo é pressionado e o café pode então ser derramado (ou embebido diretamente) do recipiente enquanto o pó é impedido de fluir para fora do recipiente. Uma desvantagem das cafeteiras de prensa francesa é que, como o pó permanece em contato com a água após a extração, o café tende a tornar-se muito forte e amargo. Assim, geralmente é recomendado remover o café logo no final do período de extração (BRADY, 2000).

Preparar uma xícara de café espresso significa percolar certa quantidade de água por uma massa compacta de partículas de café moído. A massa é colocada em um filtro cilíndrico de aço inoxidável. A percolação acontece quando a água quente penetra entre as partículas do café a certa velocidade, expulsando o ar. Para que a água atravessasse a massa, deve ser aplicada uma pressão contrariando as perdas de pressão no circuito hidráulico (ILLY; VIANI, 1995).

O café espresso consiste em cerca de 35 mL de uma bebida escura, geralmente servida em uma xícara pequena, com uma camada de espuma castanha, chamada crema, que cobre o líquido. De acordo com o padrão italiano, a concentração utilizada para o preparo do café espresso é de 9 a 10 g de pó para até 30 mL de água. A pressão da água utilizada no preparo afeta fortemente as propriedades físicas e sensoriais da bebida extraída. A bebida de melhor qualidade é obtida a uma pressão de água ideal de nove bars. Uma pressão mais elevada tem um impacto negativo nas qualidades sensoriais, como bebida excessivamente amarga e adstringente e com odor negativo. Em máquinas de café espresso convencionais, foram verificados os melhores perfis de aroma, notas de sabor e maior aceitação global a 92°C. Café preparado a temperaturas mais baixas apresenta menos odor, sabor e intensidade de corpo, ao passo que café preparado em temperaturas mais altas apresenta um sabor queimado e um maior conteúdo odores negativos. O tempo de preparo do café espresso é de 20

a 30 segundos. O café que passa com menos de 20 segundos resulta em um café fraco e não cremoso. Por outro lado, com mais de 30 segundos, o café resulta em um café amargo e forte. As principais características encontradas na bebida são cremosidade, corpo elevado e intensidade de aromas. (ABIC, s.d.; PARENTI et al., 2014; REIS et al, 2011, VIANA, 2014).

Os grãos devem ser frescos, de alta qualidade, com aroma e sabor intensos, moídos adequadamente e comprimidos de forma correta, em que a água passe sob pressão. Devem ser moídos na hora ou, no máximo, 30 minutos antes do preparo. O ideal é que a torra do grão de café seja de média para clara. Assim, os óleos aromáticos são preservados. Grãos muito torrados tornam-se oleosos, perdendo aroma e sabor e deixando o espresso mais amargo. (REIS et al, 2011)

A percolação do café espresso produz dois efeitos importantes: a extração das substâncias hidrossolúveis e a emulsificação dos óleos insolúveis. O tempo curto de extração não permite que um equilíbrio seja alcançado. A percolação provoca uma extração principalmente por lavagem da parte externa da partícula, ao invés de haver uma difusão do interior da partícula para a solução (ILLY; VIANI, 1995).

Uma vez extraído, o espresso não pode ser guardado, e deve ser consumido logo depois de ser servido, pois, caso contrário, a espuma encolhe e colapsa, formando manchas na superfície. Depois de um tempo, a superfície do líquido fica completamente sem espuma, que seca na parede da xícara sobre o líquido (ILLY; VIANI, 1995).

Dentre outros métodos desenvolvidos para preparo de café espresso, o sistema de cápsulas vem ganhando mercado, pois é prático e torna fácil que o consumidor prepare café de boa qualidade através da redução de variáveis incontrolláveis, como a quantidade de pó, compactação da massa, volume de água, pressão de água, temperatura e porque mantém o padrão de extração durante o preparo (PARENTI et al., 2014).

Não foram encontrados trabalhos publicados sobre estudos com café em cápsulas no Brasil. Na Itália, PARENTI et al, 2014, avaliaram três métodos de preparo de café espresso, sendo dois métodos em cápsulas (hiper espresso – HIP e I-espresso - IT) e encontraram diferença estatística nos métodos quanto a: pH, índice de crema, persistência da crema, teor de sólidos totais e índice de

refração. Além disso, notaram que, em termos de reprodutibilidade de produto, os melhores resultados foram os obtidos pelos dois sistemas em cápsulas. Ambos os métodos de cápsulas tornaram o preparo do café mais simples, através da redução de variáveis envolvidas no processo de extração e levaram a uma bebida mais consistente que o café espresso preparado em máquina convencional (PARENTI et al, 2014).

Na Suíça, GLOESS et al, 2013, compararam nove diferentes métodos de extração quanto a aspectos analíticos e sensoriais. Concluíram que o teor de sólidos totais está relacionado com a textura e corpo da bebida, que o índice do *headspace* está relacionado com a intensidade de aroma e a concentração de cafeína e ácidos clorogênicos estão relacionados com o amargor e adstringência. Não encontraram correlação entre o valor de pH, nem a acidez titulável com o aspecto sensorial de acidez (GLOESS et al., 2013).

Na Itália, ANGELONI et al, 2019, caracterizaram e compararam oito métodos de extração de café, de um ponto de vista físico-químico, partindo da mesma matéria-prima. Compararam três tipos de espresso, moka, prensa francesa e três métodos de filtração, sendo eles o cold brew, V60 e aeropress. Foram observadas diferenças quantitativas na eficiência de extração e foram produzidos cafés com perfis diferentes. Em geral, a concentração de compostos bioativos foi maior no grupo de espressos em relação ao grupo de filtrados. No entanto, quando foi comparado o conteúdo por xícara, os cafés filtrados apresentaram o maior teor. A análise de cluster identificou diferenças claras entre esses dois grupos. Os clusters podem ser distinguidos com base nas concentrações de cafeína e ácidos clorogênicos. (ANGELONI et al, 2019).

BROMMER et al, 2011, estudaram o impacto ambiental de diferentes métodos de preparo de café ao longo de seu ciclo de vida e perceberam que o impacto varia significativamente dependendo do método de preparo utilizado pelo consumidor. O preparo pelo consumidor é uma parte crucial do ciclo de vida como um todo, impactando em 30% de toda a emissão de carbono. Os impactos ambientais da máquina automática e da máquina de cápsula foram os maiores observados. A razão disto foi o alto consumo de energia, especialmente nos modos *standby* das máquinas. Adicionalmente, as máquinas de cápsulas contribuem para impactos ambientais pois as embalagens das cápsulas são feitas de alumínio ou plástico e as máquinas automáticas devido aos seus programas

de limpeza e lavagem. A cafeteira francesa e a máquina de filtro apresentaram o menor potencial de aquecimento global (GWP), com 23 e 26 kg de CO₂, respectivamente, enquanto as máquinas de cápsulas apresentaram entre 81 e 87 kg de CO₂, representando os maiores valores. A produção de cápsulas bem como seu descarte causam emissões significantes do gás do efeito estufa (GHG), o que prejudica o resultado obtido nas máquinas de cápsulas. Além disso, foi considerado que o descarte era reciclado, podendo ter cenários piores na vida real. O plástico e o alumínio das embalagens apresentam um alto potencial de aquecimento global (GWP). (BROMMER et al, 2011).

Ainda segundo BROMMER et al, 2011, a maioria dos consumidores não tem ciência dos impactos ambientais de suas máquinas de café por comprar um aparato mais eficiente ou por usá-lo de forma mais eficiente. O comportamento mais inteligente do usuário pode economizar energia também. O ideal é desligar as máquinas imediatamente após o uso. (BROMMER et al, 2011).

4. Legislação

Qualidade Global da Bebida do Café é a percepção conjunta dos aromas e dos sabores característicos do café; do equilíbrio entre a doçura e o amargor, da harmonia da bebida, do corpo, tudo se traduzindo numa sensação agradável durante e após a degustação (SÃO PAULO, 2010).

No estado de São Paulo, existem normas que definem os Padrões Mínimos de Qualidade para Café Torrado em Grão e Torrado e Moído. A Resolução SAA - 19, de 5-4-2010 define a Norma de Padrões Mínimos de Qualidade para Café Tradicional, a Resolução SAA - 30, de 22-6-2007 para Café Superior e a Resolução SAA - 31, de 22-6-2007 para Café *Gourmet* (SÃO PAULO, 2007; SÃO PAULO, 2007; SÃO PAULO, 2010).

Para a avaliação da Qualidade Global, utiliza-se uma prova de xícara feita com o produto final, isto é, o café torrado e/ou moído. O café é preparado em infusão com o uso de filtro de papel, usando-se a diluição de 10 gramas de pó de café para 1,0 litro da bebida, a partir das amostras recebidas e que estão codificadas ou caso o café seja para “espresso”, utilizar preparação conforme máquina de café “espresso”. Os avaliadores, em grupos de 4 ou 5 especialistas, provam as amostras codificadas (teste absolutamente cego) usando como

referência uma amostra previamente preparada de um café de qualidade conhecida. Os avaliadores, preliminarmente treinados, avaliam o conjunto dos atributos da amostra, em procedimento tradicional de prova de xícara (aspirar/degustar/descartar) e atribuem o seu conceito de Qualidade Global na Ficha de Avaliação, usando-se uma escala linear de 0 (zero) a 10 (dez). A prova é feita por repetição para o mesmo grupo e, finalmente, é calculada a média das avaliações, representando a Qualidade Global das amostras (SÃO PAULO, 2007; SÃO PAULO, 2007; SÃO PAULO, 2010).

De acordo com estas normas de Padrões Mínimos de Qualidade, cafés tradicionais são aqueles constituídos de cafés arábica ou “blendados” com robusta/conillon, desde que limpos, com bebida mole a rio e que atendam aos requisitos de qualidade global da bebida, que seriam ponto de torra em disco Agtron de 45 a 65, que corresponde a café moderadamente escuro a médio claro e com nota de qualidade global entre 4,5 e 5,9. Cafés superiores, são aqueles cuja constituição recomenda-se seja a de cafés arábicas “blendados” ou não com cafés robusta/conillon, estes com limite de até 15% em volume físico no *blend*, de bebida dura ou mole. Constituído por grãos de café dos tipos 2 a 6, da COB - Classificação Oficial Brasileira, recomendando-se que a quantidade de grãos pretos, verdes e ardidos, conjuntamente, não exceda os 10% do *blend*, no caso dos cafés destinados à preparação por infusão, e os 5% do *blend*, no caso dos cafés destinados à preparação como espresso. Recomenda-se evitar a presença de grãos preto-verdes ou fermentados. Recomenda-se que o ponto de torra varie entre 50 e 65 pontos no Disco Agtron, ou equivalente, correspondendo ao intervalo médio-moderadamente escuro a médio claro e com qualidade global compreendida no intervalo maior ou igual a 6,0 pontos e menor ou igual a 7,2 pontos, na escala sensorial de 0 a 10 pontos, avaliada segundo prova de xícara por grupo de provadores treinados e calibrados, correspondendo a produtos de qualidade razoavelmente boa a boa. Para cafés *gourmet*, recomenda-se que sejam constituídos por grãos de café 100% arábica, de origem única ou “blendados”, de bebida suave, preferencialmente apenas mole ou mole ou estritamente mole. Deve ser constituído por grãos de café dos tipos 2 ou 3 ou 4, da COB, recomendando-se evitar a presença dos grãos pretos, verdes e ardidos e, principalmente, dos grãos preto-verdes ou fermentados. Quanto ao ponto de torra deve ter como indicação (não obrigatória) o ponto de torra variando entre 60

e 65 pontos no Disco Agtron, ou equivalente, correspondendo ao intervalo médio claro a quase médio. A qualidade global da bebida do café deve ser superior ou igual a 7,3 pontos, na escala sensorial de 0 a 10 pontos, correspondendo a produtos de qualidade muito boa a excelente (SÃO PAULO, 2007; SÃO PAULO, 2007; SÃO PAULO, 2010).

Além disso, a Associação Brasileira da Indústria do Café (ABIC) possui o Programa de Certificação de Cápsula que atesta a intensidade da bebida que é o grau de persistência do *aftertaste* (retrogosto), utilizando uma metodologia de avaliação sensorial desenvolvida pela própria ABIC, numa escala de 0 a 10 (do mais suave ao mais forte), e serve de orientação ao consumidor. Ao mesmo tempo, o programa oferece ao industrial uma avaliação global do seu produto, como as características da crema (cor, brilho, persistência, consistência), os atributos da bebida, como amargor, adstringência, corpo e sabor, características físicas, como peso do café, ponto de torra, granulometria entre outros. (ABIC, 2016)

A metodologia para avaliação das características da bebida de café em cápsulas foi desenvolvida, entre 2015 e 2016. A avaliação global do produto é composta da análise das características da crema (cor, brilho, persistência, consistência), dos atributos da bebida (como amargor, adstringência, corpo e sabor), e da intensidade da bebida, avaliado em uma escala de 0 a 10 (das bebidas mais suaves até as mais fortes). Também são avaliadas as características físicas, como peso do café, ponto de torra, granulometria e espessura da crema, entre outros. (ABIC, 2016)

A Norma de Qualidade para Cafés em Cápsulas (Monodoses) da ABIC é de 18-5-2016 e define que os atributos avaliados são: fragrância, intensidade da cor da crema, consistência/persistência, brilho da crema, aroma da bebida, defeitos, acidez, amargor, sabor, sabor residual, corpo, adstringência, qualidade global, intensidade, tipo de café, bebida. (ABIC, 2016)

Segundo a Resolução 277, de 22 de Setembro de 2005 da Anvisa, que aprova o Regulamento Técnico para café, cevada, chá, erva-mate, e produtos solúveis, os requisitos específicos para a análise de umidade é que o teor em café torrado deve ser no máximo 5,0% (g/100g). (BRASIL, 2005).

5 Propriedades físico-químicas

5.1. pH

O pH, em soluções diluídas, como são os alimentos, é uma medida inversamente proporcional à concentração de íons H^+ efetivamente dissociados. (CECCHI, 2003). As variações do pH com a torração podem ser de muita importância na aceitação do produto pelo consumidor e indicam que o pH ideal deve estar entre 4,95 a 5,20, tornando o café palatável, sem excesso de amargor ou acidez. (FERNANDES et al, 2003).

5.2. Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis em grãos de café está diretamente relacionado ao seu rendimento industrial, bem como ao sabor e corpo da bebida. Assim, é desejável maior quantidade desses componentes para a obtenção de cafés de alta qualidade. (BORÉM, 2008; PIMENTA, 2003).

A porcentagem ideal de extração de solúveis está na faixa de 18 a 22%, a qual deve corresponder a uma concentração de sólidos solúveis de 11,5 a 13,5 % no café já preparado (xícara). Os cafés aguados, ou seja, aqueles de extração insuficientes terão baixas concentrações de sólidos. Para obter-se um café de qualidade, o rendimento de extração de solúveis deve ser relacionado com a concentração de solúveis na infusão. Baixas concentrações de solúveis (inferiores a 1,15) resultam em cafés fracos; concentrações altas (superiores a 1,35) originam cafés considerados fortes, enquanto que baixos rendimentos na extração, abaixo de 18%, determinam sabor não-desenvolvido; e elevados rendimentos acima de 22% correspondem a bebidas amargas. (PIMENTA, 2003).

5.3. Umidade

A determinação de umidade é uma das medidas mais importantes na análise de alimentos. A umidade de um alimento pode estar relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição e pode afetar por exemplo, a estocagem, a embalagem e o processamento. A secagem em estufas é o método mais utilizado em alimentos e está baseado na remoção de água por aquecimento. A

temperatura de secagem deve estar um pouco acima de 100°C, para evaporar a água à pressão atmosférica na estufa simples. (CECCHI, 2003).

O teor de umidade dos grãos de café está diretamente relacionado com o tempo de armazenamento do produto, ao passo que altos teores dessa umidade favorecem o maior desenvolvimento de microrganismos que, em sua maioria, são prejudiciais, levando a uma consequente perda de qualidade. Sendo assim, foi indicada pelo Instituto Brasileiro do Café – IBC uma faixa ideal de secagem do café em torno de 11 e 13%. (PIMENTA, 2003).

Na torra, visando à paralisação da reação de pirólise no ponto ideal de torração, os torrefadores usam resfriamento com banhos de água, o que normalmente provocar uma maior absorção de umidade pelos grãos, que pode chegar a teores de 7%. Para evitar efeitos danosos ao sabor, é necessário que a umidade máxima na torração seja de aproximadamente 3%. Umidade superior a este valor amolece o grão, reduzindo o número de partículas finas na moagem. (PIMENTA, 2003).

6. Compostos bioativos

Os compostos bioativos do café, frequentemente citados na literatura são cafeína, trigonelina e ácidos clorogênicos. O conteúdo desses compostos no café cru varia amplamente de uma espécie para outra, sendo possível, também, encontrar variações dentro de uma mesma espécie (MOREIRA et al., 2000)

Do ponto de vista da qualidade sensorial, a importância de compostos não voláteis do café, como a trigonelina e os ácidos clorogênicos, está relacionada com a função destes como precursores de outros compostos voláteis que contribuem para o sabor e o aroma do café torrado (FARAH et al., 2006; DE MARIA et al., 1995; TRUGO; MACRAE, 1984).

6.1. Ácidos clorogênicos

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários de plantas envolvidos na adaptação a condições de estresse ambiental. Eles estão presentes nos grãos de café e compreendem um grupo heterogêneo de substâncias, o qual é responsável pela pigmentação, formação do aroma e adstringência do café e contribui, de maneira significativa, para determinar o sabor da bebida. Também

apresentam propriedades benéficas à saúde, não só devido à sua potente atividade antioxidante, mas também são agentes hepatoprotetores, hipoglicemiantes e antivirais (FARAH; DONANGELO, 2006; DE MARIA et al., 1995; TRUGO; MACRAE, 1984; RIBEIRO, 2017).

Os ácidos clorogênicos (CGAs) são os principais compostos fenólicos não-voláteis encontrados no café. Esses ácidos são formados, principalmente, pela esterificação do ácido quínico com o ácido cafeico, ferúlico ou p-cumárico. A esterificação também pode ocorrer entre o ácido quínico e dois ácidos cafeicos ou, então, entre o ácido quínico e o ferúlico (MOREIRA et al., 2000).

Os principais subgrupos de CGA no café verde são os ácidos cafeoilquínicos (CQA), com 3 isômeros (3-, 4- e 5-CQA), os ácidos dicafeoilquínicos (diCQA), com 3 isômeros (3,4-diCQA, 3,5-diCQA, 4,5-diCQA) e feruloilquínicos (FQA). O 5-CQA é o ácido predominante, representando 66% do conteúdo total de ácidos clorogênicos em café arábica (TRUGO; MACRAE, 1984).

Durante o processamento do café, os CGA podem ser parcialmente isomerizados, hidrolisados ou degradados a compostos de baixo peso molecular. As altas temperaturas observadas no processo de torrefação produzem também a formação de lactonas e a polimerização dos CGA com outros componentes do café para formar melanoidinas. Além disso, a degradação térmica de ácidos clorogênicos durante a torrefação resulta em substâncias fenólicas que contribuem para o amargor (FARAH; DONANGELO, 2006; CLIFFORD, 1985 em FARAH et al, 2006).

Os níveis de CQA no café verde são maiores que no café torrado e esse teor diminui quanto mais escura é a torra. Além disso, seu teor varia entre as diferentes espécies de café. Os maiores conteúdos de CGA em grãos crus foram encontrados em cafés de pior qualidade (bebida rio zona) e os menores conteúdos em cafés de melhor qualidade (bebida mole). Fortes correlações foram encontradas entre os níveis da maioria dos monoésteres de CGA e a baixa qualidade de bebida. Os níveis de 5-CQA se correlacionaram positivamente com cafés de baixa qualidade de bebida e com *off-flavor* rio (TFOUNI et al., 2012, CAMPA et al., 2005, FARAH et al., 2006).

Com relação a bebida do café, os métodos de extração comumente consumidos são capazes de entregar altos teores de CQAs. A maior parte dos componentes hidrossolúveis são extraídos no início da extração. Concentrações

menores de 5-CQA que 3-CQA podem ser explicadas pelo fato que o 5-CQA é menos hidrossolúvel que o 3-CQA, levando a menores concentrações na bebida (MOEENFARD et al, 2014).

6.2. Cafeína

A cafeína é um derivado da xantina, tem gosto amargo característico e é importante para o sabor do café. Este composto relativamente estável durante a torração, embora não participe de nenhuma reação específica, tem importante propriedade farmacológica, que é o seu efeito estimulante (TRUGO; MACRAE, 1984, MACRAE, 1985 em RIBEIRO, 2017)

O teor de cafeína é maior no grão de café robusta que no arábica. O seu teor médio é de 1,2% no café arábica e 2,2% no robusta. Além disso, o processo de torra e grau de torra e espécies de café apresentam influência nos teores de cafeína também do café torrado e moído (ILLY; VIANI, 1995; TFOUNI et al, 2012).

Existem muitas diferenças nos métodos de preparo da bebida do café, que podem influenciar no nível de cafeína presente. A proporção de café em relação à água influencia no teor de cafeína do café. Além disso, o volume de café preparado, a proporção constante de café para água, pode influenciar o teor de cafeína da bebida (BELL et al, 1996).

No estudo de BELL et al, 1996, volumes menores de café produziram menos cafeína que volumes maiores. O café preparado pelo método de filtração, utilizando 2 colheres de café moído/355 mL de água demorou aproximadamente 3 minutos para a extração enquanto ao utilizar 8 colheres de café moído/1420 mL de água, a extração da bebida levou mais de 10 minutos (BELL et al, 1996).

6.3. Trigonelina

A trigonelina é um derivado da piridina conhecida por contribuir indiretamente na formação de aromas desejáveis durante a torração. A trigonelina é parcialmente degradada durante a torra, e a perda é proporcional à temperatura de torra. Na torra ela se decompõe formando ácido nicotínico e uma fração volátil, que inclui piridina e N-metilpirrole. Entre os inúmeros produtos formados por ela durante a torração, cerca de nove deles são notados no aroma do café (KY et al., 2001; ILLY; VIANNI, 1995; VIANI; HORMAN, 1974).

Os níveis de trigonelina determinados em café arabica (0,6-1,3%) diferem daqueles encontrados em café robusta (0,3-0,9%). Como há variabilidade dentro de cada espécie, é difícil encontrar correlações entre essas diferenças no teor de trigonelina e a qualidade na bebida. A trigonelina não sofre uma degradação completa durante a torrefação, conferindo gosto amargo ao café. Quando estudados diferentes qualidades de *C. arabica*, percebeu-se que com a redução da qualidade, os níveis de trigonelina reduziram de 1,34 g/100 g para 0,96 g/100 g, resultando em uma forte correlação negativa com a má qualidade e com *off-flavor* Rio (ILLY; VIANNI, 1995; FARAH et al, 2006).

7. Características sensoriais

No café espresso, é importante distinguir fragrância, aroma, sabor, *aftertaste* ou sabor residual e sensação na boca. A fragrância é um atributo ligado ao olfato. É percebida através de milhares de receptores localizados nas membranas internas do nariz, onde as moléculas voláteis odoríferas são transportadas pelo fluxo de ar ao inalar. As moléculas voláteis também são liberadas na boca ao beber e atingem os receptores olfativos no nariz por retro inalação da boca através da faringe até o nariz. As notas florais e de caramelo de um bom café espresso são reconhecidas desta forma. Mais de 700 espécies voláteis foram identificadas até agora no café, sendo o espresso uma das bebidas mais aromáticas disponíveis (ILLY; VIANI, 1995).

O sabor é percebido através das 500 a 4000 papilas gustativas localizadas na superfície da língua. No do café espresso a concentração é responsável por alta densidade e viscosidade, enquanto que, por outro lado, a presença de surfactantes naturais reduz a tensão superficial. Essas características contrastantes explicam o sabor intenso e o sabor residual duradouro. Quando consumido, o café encobre a superfície da língua. A bebida é então aprisionada pelas papilas gustativas e as gotas de óleo fixam-se na mucosa, onde liberam lentamente as substâncias voláteis dissolvidas, de modo que são percebidas por um tempo (de até 15 minutos) após a bebida ter sido engolida. O revestimento da língua pode explicar uma redução na percepção de amargor (ILLY; VIANI, 1995).

A sensação na boca é uma sensação tátil percebida nas mucosas, juntamente com uma resposta térmica devido à temperatura da bebida. A

sensação está relacionada a pequenos movimentos da língua contra o palato e as gengivas, que aplicam uma tensão de cisalhamento ao líquido, realizando uma espécie de medida reológica de viscosidade e textura. O corpo, um atributo específico do café, é percebido dessa maneira. Ele se deve à presença de gotículas de óleo, que não só dissolvem componentes de sabor importantes, como também aumentam a viscosidade da bebida. Outra sensação tátil, a adstringência, sempre considerada negativa e associada a medicamentos, pode estar relacionada à presença de grãos imaturos, que contêm substâncias polifenólicas adstringentes à mucosa e que interagem com proteínas solúveis na saliva (ILLY; VIANI, 1995).

8. Análise descritiva

Métodos descritivos são métodos que descrevem qualitativa e quantitativamente as amostras e têm como objetivo caracterizar as propriedades sensoriais do produto alimentício. Na análise descritiva, o avaliador também analisa o grau de intensidade com que cada atributo está presente no alimento. Para tanto, os avaliadores devem ser treinados a usar escalas de forma consistente com relação à equipe sensorial, com relação às amostras, ao longo de todo período de avaliação. (DUTCOSKY, 2013).

Os avaliadores primeiramente são selecionados entre um grande número de candidatos, de acordo com sua capacidade de discriminar diferenças nas propriedades sensoriais entre amostras do tipo de produto específico para o qual serão treinados. O treinamento requer o uso de referências de produtos e ingredientes, como em outros métodos descritivos, para estimular a geração de terminologia. O líder do painel atua como facilitador, e não como instrutor, e se abstém de influenciar o grupo. É dada atenção ao desenvolvimento de terminologia consistente, mas os participantes do painel são livres para desenvolver sua própria abordagem de pontuação, usando a escala linear para avaliação dos atributos. (MEILGAARD et al., 2006).

Os resultados são avaliados por Análise de Variância (ANOVA) e um teste de média, como o teste de Tukey, para comparação das amostras. Os resultados podem ser representados graficamente e a forma típica deste método é chamada

de *gráfico-aranha* (*spider-web*). Dispõe-se no gráfico-aranha a intensidade média de cada atributo, tomando-se o ponto central como zero (DUTCOSKY, 2013).

9. Estudo do consumidor

Uma maneira de melhorar a qualidade dos produtos existentes ou de desenvolver produtos de sucesso é entender como seus atributos sensoriais influenciam e como são responsáveis pelas preferências dos consumidores. Testes de aceitabilidade são utilizados para medir a intensidade do prazer no consumo ou no grau de gostar do produto por meio de testes de escala. Os testes de aceitabilidade são também chamados testes afetivos, observando-se que a definição do público-alvo pode ser selecionada quanto a alguns fatores, como frequência de consumo, faixa etária, localização geográfica, classe social ou cultural, sexo, fatores étnicos. As escalas podem medir o quanto a pessoa gosta do produto (hedônica), a intensidade dos atributos claramente percebidos (JAR - *just about right*) e intenção de consumo e de compra (DUTCOSKY, 2013; MEILGAARD et al., 2006; FARIA; YOTSUYANAGI; 2008; LAWLESS; HEYMANN, 1999).

Uma das metodologias desenvolvidas com o objetivo de entender a maneira como o consumidor descreve o produto é o Check-all-that-apply (CATA) questions. Este método consiste em apresentar uma lista de palavras ou frases ao avaliador (consumidor) para que possa escolher, dentre elas, todas as que ele considere apropriadas para descrever um produto (DUTCOSKY, 2013; MEYNNERS; CASTURA, 2014).

O método *Sorting* é um procedimento simples para coletar dados similares no qual cada avaliador agrupa estímulos baseado nas similaridades percebidas por eles. Este método não requer uma resposta quantitativa. O método *Free Sorting* é o método mais simples e é realizado em uma única sessão. Todos os produtos são apresentados simultaneamente e aleatoriamente em uma mesa, com ordem diferente para cada avaliador. O avaliador deve primeiro olhar, depois cheirar e/ou provar cada amostra, dependendo do objetivo do estudo, e então fica livre para agrupar em quantos grupos ele desejar, e também incluir quantas amostras ele achar que deve, em cada grupo. Em seguida, o avaliador deve descrever cada grupo de amostras que ele formou. É sugerido que sejam

recrutados pelo menos 20 avaliadores para se obter resultados confiáveis (CHOLLET et al., 2014).

10. Análise estatística

10.1. ANOVA e teste de médias

Para a análise dos dados provenientes de equipes treinadas para análise descritiva, é importante utilizar a análise de variância (ANOVA) para os principais efeitos: amostras e avaliadores e o efeito interação amostra x avaliador. A fonte de variação da interação amostra x avaliador permitirá verificar o grau de consenso entre os avaliadores, fator importante para avaliar a validade dos resultados. O objetivo principal da análise dos resultados é determinar como os atributos sensoriais diferem entre as amostras. Em seguida, pelo teste de média Tukey, as médias são comparadas com o objetivo de identificar entre quais amostras existe diferença significativa. A diferença entre elas deve ser maior ou igual à diferença mínima significativa (DMS) calculada pelo teste de Tukey e essas diferenças devem ser apresentadas com letras distintas, conforme convencionado na estatística. (MEILGAARD et al., 2006; FARIA; YOTSUYANAGI; 2008; DUTCOSKY, 2013).

Porém quando a análise é realizada em grupos desiguais no tamanho, o teste Welch é o indicado. Quando a hipótese nula é verdadeira, ele ajusta o denominador de F de modo que tenha a mesma perspectiva que o numerador, apesar da heterogeneidade da variância dentro do grupo. O valor p pode ser interpretado da mesma maneira que na tabela de análise de variância. Em seguida, o teste de médias Games-Howell é utilizado quando não assumem-se variâncias e tamanhos de amostras iguais. De forma similar ao Teste de Tukey, apresentam-se essas diferenças com letras distintas. (XLSTAT; 2017; IBM, 2017).

10.2. Análise de Componentes Principais (PCA ou ACP)

A Análise de Componentes Principais (PCA) é uma técnica de análise multivariada cuja abordagem estatística pode ser usada para analisar inter-relações entre um grande número de variáveis e explicar essas variáveis em termos de suas dimensões inerentes comuns (fatores). O objetivo é encontrar um

meio de condensar a informação contida em um número de variáveis originais em um conjunto menor de variáveis estatísticas (fatores) com perda mínima de informação. (HAIR et al, 2009).

Ela consiste em transformar um conjunto de variáveis originais em outro conjunto de variáveis de mesma dimensão denominadas de componentes principais. As componentes principais apresentam propriedades importantes: cada componente principal é uma combinação linear de todas as variáveis originais, são independentes entre si e estimados com o propósito de reter o máximo de informação, em termos da variação total contida nos dados. (VARELLA, 2008).

10.3. Análise de Agrupamentos Hierárquicos (HCA)

A análise de agrupamentos ou *clusters* é basicamente um procedimento que permite a classificação de objetos ou variáveis, de acordo com suas semelhanças e diferenças, levando em consideração as características anteriormente atribuídas. (GRANATO e ARES, 2014).

O tipo mais popular de análise de agrupamentos em ciência e tecnologia de alimentos é análise de agrupamentos hierárquicos aglomerativos. Essa técnica pressupõe uma estrutura hierárquica no conjunto de dados. Começa com cada objeto como um agrupamento separado e em seguida mescla os dois agrupamentos mais próximos sequencialmente até que apenas um seja deixado. (BURNS e BURNS, 2008).

Os passos básicos de uma análise de agrupamentos hierárquicos aglomerativos são os seguintes (TAN et al., 2005):

(i) Calcular uma matriz de distância que inclua a distância entre todos os agrupamentos.

(ii) Mesclar os dois aglomerados mais próximos.

(iii) Atualizar a matriz de distância para incluir a distância entre o novo agrupamento e os originais, considerando um procedimento de agrupamento.

A HCPC (Análise de Agrupamentos Hierárquicos sobre as componentes principais), aplica a análise de agrupamentos hierárquicos nos resultados obtidos da análise de componentes principais (KASSAMBARA, 2017).

10.4. Escalonamento multidimensional

A matriz de similaridade do *Sorting* é geralmente analisada com uso do escalonamento multidimensional (MDS). No MDS o objetivo é transformar julgamentos de consumidores sobre similaridade ou preferência em distâncias representadas em um espaço multidimensional. Cada objeto é representado por um ponto em um mapa, onde os objetos são arranjados de forma que os percebidos como similares são dispostos próximos uns aos outros e objetos percebidos como diferentes são dispostos mais distantes. Para analisar os dados de classificação com uma abordagem de escala multidimensional, os resultados de cada avaliador são codificados em uma matriz individual de co-ocorrência, onde as linhas e as colunas são produtos. O valor 1 na intersecção de uma linha com uma coluna indica que o avaliador agrupou esses dois produtos juntos, enquanto o valor 0 indica que os produtos não foram colocados juntos. Todas as matrizes individuais são resumidas para obter uma matriz de similaridade (HAIR et al., 2009; CHOLLET et al., 2014).

REFERÊNCIAS

ANGELONI, G.; GUERRINI, L., MASELLA, P., BELLUMORI, M., DALUIO, S., PARENTI, A.; INNOCENTI, M. What kind of coffee do you drink? An investigation on effects of eight different extraction methods. **Food research international**, v. 116, p. 1327-1335, 2019.

Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC). **Dicas de preparação de café**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=39#1>>. Acesso em: 25 de abril de 2017.

_____. _____. **Norma de Qualidade para cafés em cápsulas (monodoses)**. 18 de Maio de 2016. Disponível em: <<http://abic.com.br/src/uploads/2017/07/4.5.1-Norma-de-Certificacao-Cpsula.pdf>>. Acesso em 22 de Dezembro de 2018.

_____. _____. Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC). **Métodos de preparo**. (s.d.). Disponível em: <<http://abic.com.br/o-cafe/dicas-do-cafe/metodos-de-preparo/>>. Acesso em 11 de Setembro de 2019.

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

BEZZAN, L.; DULGHEROFF, P. **Manual Métodos de Preparo Café**. Vitória, ES: SEBRAE, 2016.

BORÉM, F.M. **Pós colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008.

BRADY, F. A. **French press coffee maker with assembly to reduce contact of grounds with liquid coffee after termination of steeping period**. US 6422133 B1, Depósito: 05 jun. 2000. Concessão: 23 jul. 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 277, de 22 de Setembro de 2005. Regulamento Técnico Para Café, Cevada, Chá, Erva-Mate e Produtos Solúveis. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_277_2005_.pdf/9e6c0934-a549-49ba-9b11-778f857ab7e8>. Acesso em 07 de Janeiro de 2019.

BROMMER, E.; STRATMANN, B.; QUACK, D. Environmental impacts of different methods of coffee preparation. **International Journal of Consumer Studies**, v. 35, p. 212-220, mar. 2011.

BURNS, R.B.; BURNS, R.A. **Business Research Methods and Statistics Using SPSS**. London: SAGE, 2008.

CAMPA, C.; DOULBEAU, S.; DUSSERT, S.; HAMOM, S.; NOIROT, M. Qualitative relationship between caffeine and chlorogenic acid contents among wild *Coffea* species. **Food Chemistry**, v. 93, n. 1, p. 135-139, nov. 2005.

CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2ª ed. rev., Campinas-SP: Editora da Unicamp, 2003.

CHOLLET, S.; VALENTIN, D.; ABDI, H. Free sorting task. *In*: VARELA, P.; GASTON, A. **Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2014.

DE MARIA, C. A. B.; TRUGO, L. C.; MOREIRA, R. F. A. Simultaneous determination of total chlorogenic acid, trigonelline and caffeine in green coffee samples by high performance gel filtration chromatograph. **Food Chemistry**, v. 52, n. 4, p. 447-449, 1995.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 4ª ed., Curitiba, PR: PUCPress, 2013.

FARAH, A.; DONANGELO, C. M. Phenolic compounds in coffee. **Brazilian Journal Plant Physiology**. Londrina, v. 18, n. 1, p. 23-36, jan./mar.2006.

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

FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de Análise Sensorial**. Campinas, SP: Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, 2008.

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

GIOMO, G. S. Uma boa pós-colheita é segredo da qualidade. **Revista A Lavoura**, Rio de Janeiro, Ano 115, nº688, p. 12-20, fev. 2012. Disponível em: <http://sna.agr.br/wp-content/uploads/alav688_cafe.pdf>. Acesso em: 19 de agosto de 2017.

GLOESS, A. N.; SCHONBACHLER, B.; KLOPPROGGE, B.; D'AMBROSIO, L.; CHATELAIN, K.; BONGARTZ, A.; STRITTMATTER, A.; RAST, M. YERETZIAN, C. Comparison of nine common coffee extraction methods: instrumental and sensory analysis. **European Food Research Technology**, v. 236, p. 607-627, jan. 2013.

GRANATO, D.; ARES, G. **Mathematical and Statistical Methods in Food Science and Technology**. Los Angeles, CA: Wiley Blackwell, 2014.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

IBM. **Comparação de médias**. Disponível em: <<https://www.ibm.com/support/knowledge center/pt->

br/SSEP7J_10.2.0/com.ibm.swg.ba.cognos.ug_cr_rptstd.10.2.0.doc/c_id_means_comp.html#id_means_comp>. Acesso em: 14 de setembro de 2017.

ILLY, A.; VIANI, R. **Expresso coffee: The Chemistry of Quality**. San Diego: Academic Press Limited, 1995.

KASSAMBARA, A. **Practical Guide To Principal Component Methods in R: PCA, M (CA), FAMD, MFA, HCPC, factoextra**. STHDA, 2017.

KY, C. L.; LOUARN, J.; DUSSERT, S.; GUYOT, B.; HAMON, S.; NOIROT, M. Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. **Food Chemistry**, v. 75, n. 2, p. 223-230, nov. 2001.

LAWLESS, H. T; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: principles and practices**. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers, 1999.

MARETTO, C. **Cafés da espécie Coffea arabica L. produzidos no Circuito das Águas Paulista: caracterização física, química e sensorial**. 2016. 137 p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo – Escola Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

MATOS, E. C.; MATOSINHOS, F. C. L.; SAMPAIO, M. E.; VALENZUELA, V. C. T.; MOREIRA, W. A.; COSTA, C. R.; NASCIMENTO, R.P. **Atlas de microscopia: café torrado e moído (Coffea sp.)**. Belo Horizonte: Funed, 2012.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G.V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 4th ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2006.

MELO, W.L.B. **A importância da informação sobre o grau de torra do café e sua influência nas características organolépticas da bebida**. EMBRAPA, São Carlos, SP, p. 1-4, 2004.

MEYNEERS, M.; CASTURA, J. C. Check-all-that-apply questions. In: VARELA, P., GASTON, A. **Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2014.

MOEENFARD, M.; ROCHA, L., ALVES, A. Quantification of caffeoylquinic acids in coffee crews by HPLC-DAD. **Journal of Analytical Methods in Chemistry**, v. 2014, p. 1-10, dec. 2014.

MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C.; DE MARIA, C. A. B. Componentes voláteis do café torrado. Parte II. Compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 195-203, mar./abr. 2000.

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

PARENTI, A.; GUERRINI, L.; MASELLA, P.; SPINELLI, S.; CALAMAI, L. Comparison of espresso coffee brewing techniques. **Journal of Food Engineering** v. 121, p. 112-117, aug. 2014.

PIMENTA, C. J. **Qualidade do café**. Lavras: UFLA, 2003.

REIS, P.R.; CUNHA, R. L.; CARVALHO, G. R. **Café arábica da pós colheita ao consumo**. Lavras: Editora Lavras, 2011.

RIBEIRO, B. B.; MENCONÇA, L. M. V. L.; ASSIS, G. A.; MENDONÇA, J. M. A.; MALTA, M. R., MONTANARI, F. F. Avaliação química e sensorial de *blends* de *Coffea canephora* e *Coffea arabica* L. **Coffee Science**, Lavras, MG, v. 9, n. 2, p. 178-186, abr./jun. 2014.

RIBEIRO, D.E. **Descritores químicos e sensoriais para discriminação da qualidade da bebida de café arábica de diferentes genótipos e métodos de processamento**. 2017.132 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Resolução SAA nº 30 de 22 de junho de 2007. **Norma de padrões mínimos de qualidade para café torrado em grão e torrado e moído** - característica especial: café superior. Diário Oficial do Estado de São Paulo. Executivo Seção I, São Paulo, 117 (117), p. 23-24, 2007.

_____. Resolução SAA nº 31 22 de junho de 2007. **Norma de padrões mínimos de qualidade para café torrado em grão e torrado e moído** - característica especial: café gourmet. Diário Oficial do Estado de São Paulo. Executivo Seção I, São Paulo, 117 (117), p.24-25, 2007.

_____. Resolução SAA nº 19 de 05 de abril de 2010. **Norma de padrões mínimos de qualidade para café torrado em grão e torrado e moído** – característica: café tradicional. Diário Oficial do Estado de São Paulo. Executivo Seção I, São Paulo, 120 (66), 2010. Disponível em: <http://abic.com.br/src/uploads/2017/07/CONS_leg_resolucaosaa19.pdf>. Acesso em 18 de Julho de 2019.

TAN, P. N., STEINBACH, M.KUMAR, V. **Introduction to Data Mining**. 1st ed. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2005.

TFOUNI, S. A. V.; SERRATE, C. S.; CARREIRO, L. B.; CAMARGO, M. C. R.; TELEFES, C. R. A.; CIPOLLI, K. M. V. A. B.; FURLANI, R. P. Z. Effect of roasting on chlorogenic acids, caffeine and polycyclic aromatic hydrocarbons levels in two *Coffea* cultivars: *Coffea arabica* cv. Catuaí Amarelo IAC-62 and *Coffea canephora* cv. Apotã IAC-2258. **International Journal of Food Science & Technology**, U.K., v. 47, n. 2, p. 406-415, feb. 2012.

TRUGO, L.C.; MACRAE, R. Chlorogenic acid composition of instant coffees. **Analyst**, London, v. 109, n. 3, p. 263–266, 1984.

VARELLA, C.A.A. Análise de Componentes Principais. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/multivariada%20aplicada%20as%20ciencias%20agrarias/Aulas/analise%20de%20componentes%20principais.pdf>>. Acesso em 23 de setembro de 2019.

VIANA, Luiz Fernando Câmara. **O savoir-faire das cafeterias na extração de cafés especiais: rotinas e processo de valoração**. 2014. 116 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios). Universidade de Brasília, Brasília, DF.

VIANI, R.; HORMAN, I. Thermal behavior of trigonelline. **Journal of Food Science**, London, v. 39, n. 6, p. 1216-1217, nov. 1974.

XLSTAT. **Welch and Brown-Forsythe one-way ANOVA**. Disponível em: <<https://www.xlstat.com/en/solutions/features/welch-and-brown-forsythe-one-way-anova>>. Acesso em: 13 de setembro de 2017.

CAPÍTULO 2: MAPEAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DE CAFÉS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Juliana Lustosa **Ferini**^{a,*}; Michele Veiga **Morales**^a; Laricia Oliveira Cardoso
Domingues^a; Aline de Oliveira **Garcia**^a; Silvia Amélia Verdiani **Tfouni**^a

^a – Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos, Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital), Campinas-SP, Brasil.

O artigo será submetido à revista Food Research International

RESUMO – O café é uma bebida popular principalmente devido ao seu sabor e seu aroma. Para obtê-los, é necessário extrair a bebida de modo adequado. Neste estudo foram preparadas bebidas, utilizando-se cafés torrados de qualidades globais conhecidas, por diferentes métodos de extração (Filtro de papel, com Coador de Pano, Prensa Francesa, Cafeteira Italiana e máquina de Café Espresso) para comparar as características físico-químicas e sensoriais das bebidas obtidas. As análises realizadas foram ponto de torra, granulometria, análise sensorial descritiva, sólidos solúveis, teores de cafeína, trigonelina e ácidos clorogênicos (5-CQA) e pH. Observou-se que mesmo utilizando a mesma amostra de café, houve diferença estatística entre as bebidas obtidas pelos diferentes tipos de extração. Através da análise de agrupamentos hierárquicos sobre a análise de componentes principais (HCPC), observou-se a formação de três grupos e uma tendência de que as extrações em Cafeteira Italiana e Prensa Francesa se aproximem, bem como o Filtro de Papel se aproxime do obtido em Coador de Pano. A amostra Superior Espresso se aproximou das extrações em Cafeteira Italiana e Prensa Francesa enquanto a Gourmet Espresso se isolou.

Palavras-chaves: Café, Extração, Análise Sensorial, Sólidos solúveis, Cafeína, Trigonelina, Ácidos Clorogênicos.

*Corresponding author at: Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos, Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital), Av. Brasil, 2880, Jd. Chapadão, 13070-178, Campinas-SP, Brasil

Tel +551937431809

e-mail address: juliana.ferini@ital.sp.gov.br (J.L.Ferini)

1. INTRODUÇÃO

O café é uma planta que pertence ao gênero *Coffea* da família *Rubiaceae*. Dentre as espécies cultivadas destacam-se *Coffea arabica*, conhecida como café arábica, e *Coffea canephora*, conhecida como café conilon ou robusta. O café arábica é uma planta originária das florestas subtropicais da Etiópia e se adequa ao clima tropical de altitude. O café robusta é originário das regiões equatoriais baixas, quentes e úmidas da bacia do Congo. (Matos, Matosinhos, Sampaio, Valenzuela, Moreira, Costa & Nascimento, 2012).

A Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Brasil, estabelece normas de qualidade para café torrado em grãos e torrado e moído. Essas normas separam o café em três categorias: tradicional, superior e gourmet e também estabelecem parâmetros para avaliação sensorial de atributos sensoriais e de sua qualidade global. A qualidade global da bebida do café é a percepção conjunta dos aromas e dos sabores característicos do café, do equilíbrio entre a doçura e o amargor, da harmonia da bebida, do corpo, tudo se traduzindo numa sensação agradável durante e após a degustação. Os cafés tradicionais são constituídos de cafés arábicas ou blendados com robusta/conillon, com um máximo de 20% de defeitos e devem obter nota de qualidade global entre 4,5 e 5,9. Os cafés superiores são constituídos de cafés arábicas blendados ou não com cafés robusta/conillon, estes com limite de até 15% em volume físico no blend e entre os requisitos de qualidade devem obter nota de qualidade global entre 6,0 e 7,2. Os cafés gourmets são constituídos por grãos de café 100% arábica, de origem única ou blendados, de bebida suave, e entre os requisitos de qualidade devem obter nota de qualidade global acima de 7,3 (São Paulo 2007a, 2007b, 2010).

Na produção de café, a torra é um processo responsável pelas características do produto e sua qualidade final. Neste processo, muitas substâncias, como os ácidos clorogênicos e a cafeína, são formadas ou eliminadas, provendo sabor, acidez e corpo (Tfouni, Serrate, Carreiro, Camargo, Teles, Cipolli & Furlani, 2012). Esses teores também são influenciados pelo cultivar de café, pelo método de extração e pela moagem (Tfouni, Carreiro, Teles, Furlani, Cipolli & Camargo, 2014). A moagem, ou granulometria, também interfere

na qualidade da bebida. Quanto mais grossa a moagem, mais fraca e menos saborosa será a bebida (Maretto, 2016).

A bebida apresenta elevado número de compostos que contribuem para aroma e sabor, como os compostos fenólicos, que desenvolvem atividade antioxidante benéfica à saúde humana devido à ação redutora da estrutura química, que neutralizam radicais livres e geram a quelação de metais de transição (Abrahão, Pereira, Duarte, Lima, Alvarenga & Ferreira, 2010). Dentre os compostos responsáveis pelo aroma e sabor, tanto a cafeína, quanto a trigonelina e os ácidos clorogênicos são frequentemente mencionados em conjunto com o amargor. Já a adstringência pode estar correlacionada com a concentração de ácidos clorogênicos na bebida. (Gloess, Schonbachler, Klopprogge, D'Ambrosio, Chatelain, Bongartz, Strittmatter, Rast, & Yeretizian, 2013; Farah, Monteiro, Calado, Franca, & Trugo, 2006; Illy & Viani, 1995).

A composição química da bebida do café depende de inúmeros fatores: o grão, o processamento pós-colheita, e finalmente, o método de extração (Angeloni, Guerrini, Masella, Bellumori, Daluiso, Parenti & Innocenti, 2019).

A bebida preparada com o café arábica puro apresenta notas significativamente maiores para fragrância do pó, aroma característico, sabor característico, caramelo, chocolate e frutas cítricas, doçura, acidez, sabor residual e qualidade global; e notas significativamente menores para amargor, em relação à bebida preparada apenas com café robusta. Já a bebida preparada com café robusta puro é classificada como abaixo do nível mínimo aceitável na escala de qualidade global. Há diminuição das notas dadas à bebida com o aumento da porcentagem de robusta (Moura, Germer, Anjos, Mori, Mattoso, Firmino & Nascimento, 2007). Em relação aos *blends*, a adição de *C. canephora* ao café arábica aumenta o pH, a densidade, o teor de cafeína e o teor de sólidos solúveis, reduzindo a umidade, a acidez e a doçura da bebida, aumentando o amargor (Moura et al., 2007; Ribeiro, Mendonça, Assis, Mendonça, Malta & Montanari, 2014).

O preparo da bebida de forma correta é fundamental para sua qualidade. Ele consiste na extração do sabor e aroma do café torrado e moído através de água quente e possui variantes culturais que determinam diferentes processos de preparo, mas deve seguir algumas regras básicas para a obtenção de um bom café. A adição de água quente ao café torrado e moído, processo chamado de

infusão, pode ocorrer por filtração, percolação, prensagem ou pressão, este também chamado de café espresso, sendo que cada um destes produz tipos de bebidas distintas (Associação Brasileira da Indústria do Café - ABIC, 2019).

A preferência do consumidor para um tipo particular de modo de preparação de café pode ser influenciada por vários fatores tais como cultura, estilo de vida, ambiente social e de trabalho, hábitos cotidianos e considerações financeiras e também por preferências de sabor. Mais recentemente, as escolhas do consumidor também foram afetadas por informações sobre a composição química de vários tipos de café e impacto potencial de componentes específicos na saúde e bem-estar (Gloess et al, 2013).

O objetivo deste estudo foi avaliar e comparar as características físico-químicas e sensoriais de amostras de café obtidas por cinco métodos de extração: Filtração em filtro de papel, em Coador de Pano, Cafeteira Italiana, Prensa Francesa e máquina para Café Espresso, verificar se as extrações levam à obtenção de bebidas com diferentes características físico-químicas e sensoriais e se através das extrações são obtidas bebidas com a qualidade global esperada para cada um dos cafés torrados e moídos utilizados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

2.1.1. Amostras

As amostras de café torrado e moído, bem como de café torrado em grãos foram obtidas no comércio da cidade de Campinas, SP, Brasil, e foram utilizadas unidades com o mesmo lote, data de fabricação e data de validade para realizar as análises. Foram utilizados 3 tipos de cafés, sendo eles tradicional, superior e gourmet, cujas qualidades globais foram previamente verificadas por equipe sensorial selecionada e treinada. As bebidas de café foram obtidas através de cinco diferentes preparos: Filtração em filtro de papel, em Coador de Pano, Cafeteira Italiana, Prensa Francesa e máquina de Café Espresso. Para a realização das análises físico-químicas as bebidas foram preparadas em triplicata. Para determinação do volume médio de bebida obtido foram realizadas 6 repetições para cada tipo de preparo.

A eficiência de extração pode ser definida como a razão da massa de café torrado e moído que passa para a xícara e a massa de café torrado e moído utilizada para preparo da bebida. É medida em mg/g de café torrado e moído (Clarke & Vitzhum, 2008 em Angeloni et al, 2019).

Modo de preparo das bebidas

As proporções de café torrado e moído e água utilizados em cada extração estão descritas na Tabela 1. No caso das cafeteiras, a proporção de café e água utilizada no preparo foi conforme o manual de instruções de cada máquina. Também consta o volume médio de bebida obtido por cada tipo de extração.

Filtro de papel: foi utilizado filtro de papel modelo Original 103 da marca Melitta e suporte de plástico para o filtro. Foi utilizada água mineral com temperatura entre 92 e 96°C.

Coador de Pano: Foi utilizado um Coador de Pano para cada qualidade de café. Foi utilizada água mineral com temperatura entre 92 e 96°C.

Cafeteira Italiana: Foi utilizada a Cafeteira Italiana marca Bialetti modelo Junior Express. Colocou-se o pó no recipiente de alumínio da Cafeteira e a água no reservatório e levou-se ao fogo, até a fervura e obtenção da bebida.

Prensa Francesa: Utilizou-se a Prensa Francesa da marca Tramontina modelo Coffee & Tea. Colocou-se o pó no interior da Cafeteira, adicionou-se água com temperatura entre 92 e 96°C agitando por 2 minutos com o auxílio de bagueta. Decorrido esse tempo, a tampa foi colocada e o êmbolo foi abaixado cerca de 2 cm. Após ter sido parcialmente abaixado, esperou-se 30 segundos e foi completamente abaixado de forma lenta, para que não houvesse a passagem de pó para a bebida.

Café Espresso: Foi utilizada Cafeteira da marca La Spaziale modelo Mini Vivaldi S1. Essa extração foi utilizada apenas para os cafés de qualidade superior e gourmet, uma vez que a bebida obtida a partir do café de qualidade tradicional apresenta grande quantidade de defeitos e muito amargor. O procedimento foi de acordo com as normas de utilização do equipamento. Foi utilizado café torrado em grãos gourmet (moídos no ato da utilização no moinho La Spaziale modelo Top) e torrado e moído para superior.

Tabela 1. Massas de café, volumes de água, proporções utilizadas e volumes médios de bebida obtido para as extrações.

Método	Massa de café torrado e moído (g)	Volume de água (mL)	Proporção (g/mL)	Volume médio de bebida obtido (mL)*
Filtro de papel	50,0	500,0	0,10	384,0
Coador de Pano	50,0	500,0	0,10	370,0
Cafeteira Italiana	40,0	400,0	0,10	283,0
Cafeteira Francesa	25,0	250,0	0,10	188,0
Café Espresso	18,0	78,0**	0,23	78,0

* Volume médio de bebida obtido em seis repetições.

** Como para o café espresso não é possível medir o volume de água utilizado pela máquina, foi considerado o volume de 78 mL, obtido no preparo de duas xícaras, que foi o volume médio de bebida obtido de seis repetições.

2.1.2. Solventes e reagentes

Foram utilizados padrões analíticos de cafeína (Sigma, 100% de pureza), trigonelina (Sigma/Fluka, 100% de pureza) e ácido clorogênico (ácido 5-cafeoilquínico (5-CQA), Sigma, pureza de 95%). Os outros reagentes utilizados foram: óxido de magnésio grau PA (Synth), acetonitrila e ácido acético grau HPLC (JT Baker) e soluções tampão pH 4,0 e 7,0. Para filtragem dos extratos antes da injeção no cromatógrafo foram utilizados filtros de 0,45 µm (Agilent).

2.2. MÉTODOS

Para as amostras de café torrado, foram realizadas primeiramente as análises de granulometria e ponto de torra. As bebidas obtidas foram analisadas quanto ao teor de sólidos solúveis, níveis de cafeína, ácido clorogênico e trigonelina e pH, analisados em triplicata. Posteriormente foram realizadas sessões de análise sensorial com as bebidas obtidas a partir das diferentes extrações. Esta análise foi realizada em duplicata, de modo a obter no mínimo 12 avaliações.

2.2.1. Ponto de torra

Leitura do grau de torra de café (três repetições) em espectrofotômetro Agtron Coffee Roast modelo E10-CP e classificação por meio do Sistema Agtron /

SCAA Roast Classification Color Disk (Clara - discos nº 75 a 95, Média - discos nº 65 e 55, Escura - discos nº 25 a 45). (Agtron, s.d.)

2.2.2. Granulometria

Classificação com base na porcentagem de retenção em peneiras granulométricas nº 12 (1,70 mm), nº 16 (1,18 mm), nº 20 (0,85 mm), nº 30 (0,60 mm) e fundo, em equipamento Granutest com vibração por 10 minutos e reostato na posição 5 A granulometria é classificada da seguinte forma:

Grossa - 33% retido nas peneiras nº 12 + 16, 55% retido nas peneiras nº 20 + 30 e 12% no fundo (com limite de tolerância que passa pela peneira nº 30 de mínimo de 9% e máximo de 15%);

Média - 7% nas peneiras nº 12 + 16, 73% retido nas peneiras nº 20 + 30 e 20% no fundo (com limite de tolerância que passa pela peneira nº 30 de mínimo de 16% e máximo de 24%);

Fina - 0% retido nas peneiras nº 12 + 16, 70% retido nas peneiras nº 20 + 30 e 30% no fundo (com limite de tolerância que passa pela peneira nº 30 de mínimo de 25% e máximo de 40%) (Lingle, 1996).

A quantidade de amostra utilizada foi de 36g.

A amostra gourmet, por se tratar de amostra de café em grãos, foi previamente moída em moinho para posterior preparo das bebidas. Foi utilizada a moagem fina, que é a mais frequentemente utilizada no mercado brasileiro.

2.2.3. Análise sensorial

A análise sensorial descritiva da bebida foi realizada por equipe treinada composta de cinco a nove julgadores por sessão, de modo a obter no mínimo 12 avaliações, fazendo uso de escala não estruturada de 0 a 10 cm para avaliação da fragrância do pó, aroma, defeitos, acidez, amargor, sabor, sabor residual, adstringência e corpo da bebida (Howell, 1998), com avaliação final da qualidade do café (Lingle, 1986). A análise foi realizada individualmente em cabines com iluminação vermelha. Para conclusão quanto à qualidade do produto, foi utilizado o sistema de classificação estabelecido pelo Estado de São Paulo, que considera o intervalo entre 7,3 e 10,0 da escala de qualidade como “Cafés Gourmet”; intervalo entre 6,0 e 7,2 como “Cafés Superiores”; intervalo entre 4,5 e 5,9 como

“Cafés Tradicionais” e a nota de qualidade global mínima recomendável para fornecimento de 4,5 (São Paulo 2007a, 2007b, 2010). Os participantes da equipe assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido para participarem da análise.

2.2.4. Sólidos solúveis e porcentagem de extração

Uma alíquota de 20 mL de bebida foi mantida em banho até completa evaporação. Posteriormente, as amostras foram mantidas em estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ até peso constante. O teor de sólidos solúveis foi definido como g de sólidos solúveis por mL de bebida.

A partir deste valor, foi calculada a porcentagem de extração, que foi definida como a porcentagem em massa (g) de sólidos solúveis com relação a massa (g) da amostra de café torrado e moído utilizada (Parenti, Guerrini, Masella, Spinelli & Calamai, 2014).

2.2.5. Cafeína, trigonelina e ácido clorogênico (5-CQA)

Para o preparo da amostra, 5 mL de bebida de café foram transferidos para um erlenmeyer e foram adicionados 1g de óxido de magnésio e 50 mL de água deionizada. A mistura foi aquecida e deixada em ebulição por 15 minutos, sendo agitada ocasionalmente. A seguir a mistura foi resfriada e colocada em banho de água fria. Após atingida a temperatura ambiente, a mistura foi filtrada em papel de filtro comum e o volume foi completado para 100 mL. Posteriormente a amostra foi filtrada em membrana de 0,45 μm para injeção no cromatógrafo.

As análises foram realizadas usando um sistema HPLC Shimadzu (Kyoto, Japan), equipado com uma bomba quaternária LC-20AT, um desgaseificador em linha, um injetor Rheodyne 7725i (Rohnert Park, CA, EUA; loop de amostra de 20 μL) e um detector de arranjo de diodos SPDM20A (detecção em 272 nm para cafeína e trigonelina e 324 nm para o CQA). Os dados foram obtidos e processados com o software LC solution. Para separação, utilizou-se uma coluna C18 (Lichrosphere 100, 250, 9, 4 mm, tamanho de partícula de 5 μm ; Merck, Darmstadt, Alemanha) com um gradiente de eluição a um quociente de vazão de 1 mL/min. A fase móvel consistiu em A: acetonitrila e B: água (ajustada para pH 2,7 com ácido fosfórico) + 1 g/L de NaH_2PO_4 . O gradiente foi programado da

seguinte forma: de 0 a 25 min a 8% de A, 25 a 30 min rampa até 80% de A, 30 a 35 min a 80% de A, 35 a 40 min a 8% de A, 40 a 45 min 8% de A. Os picos de cafeína, trigonelina e ácido clorogênico (5-CQA) nas amostras foram identificados comparando-se o tempo de retenção com o dos padrões e pelo seus espectros UV (200-400 nm), que também foram utilizados para verificar a pureza dos picos.

A quantificação foi feita por padronização externa utilizando para tanto soluções padrão de cafeína, trigonelina e ácido clorogênico em água para construir as curvas de regressão linear com seis níveis de concentração (0,001 a 0,1 mg/mL).

2.2.6. pH

Determinação da concentração hidrogeniônica (pH) em potenciômetro, utilizando-se o pHmetro Marconi PA-200.

2.2.7. Análise Estatística

Os dados obtidos nas análises físico-químicas (ponto de torra, granulometria, pH, sólidos solúveis, porcentagem de extração, concentrações e eficiência de extração de cafeína, trigonelina e 5-CQA) foram avaliados por Anova e teste de Tukey, e posteriormente foram realizadas a análise de componentes principais (PCA), utilizando os dados das análises de concentração de cafeína, trigonelina e 5-CQA, eficiência de extração cafeína, trigonelina e 5-CQA, de sólidos solúveis, porcentagem de extração, pH e qualidade global, e também a análise de agrupamentos hierárquicos sobre as componentes principais (HCPC), utilizando os mesmos dados de PCA, com exceção da qualidade global. Os dados da análise sensorial foram avaliados estatisticamente por análise Anova-Welch e teste de média de Games-Howell para comparação de médias. O tratamento estatístico e a análise dos dados foram realizados utilizando o programa XLSTAT versão 2016.03.35937 e os gráficos obtidos pelo programa R versão 3.6.1 (2019-07-05).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização dos cafés utilizados

3.1.1 Granulometria e Ponto de torra

Os resultados obtidos para a granulometria e o ponto de torra estão apresentados na Tabela 2.

Como pode ser observado, quanto ao grau de torra lido no espectrofotômetro Agtron, as três amostras de café torrado e moído diferiram entre si significativamente, ao nível de erro de 5%, porém os valores são muito próximos, sendo a diferença entre eles pequena. Neste caso, a amostra gourmet foi a mais clara e a amostra superior a mais escura, pois quanto maior o valor do grau de torra, mais clara é a torra. Quando classificadas através do disco, as amostras Tradicional e Superior apresentaram o mesmo ponto de torra, correspondente ao disco número 65, que se refere a uma torra média, não apresentando diferença entre si, e a amostra Gourmet apresentou ponto de torra correspondente ao disco 75, que se refere a uma torra clara. Segundo Legislação do Estado de São Paulo, o ponto de torra, pelos discos Agtron, deve ser entre 45 e 65, para cafés tradicionais, entre 50 e 65 para cafés superiores e indica-se que entre 60 e 65 para cafés gourmets, não sendo obrigatório. Assim sendo, as amostras Tradicional e Superior analisadas atendem aos requisitos da Legislação (São Paulo, 2007a, 2007b, 2010). A amostra Gourmet tem a torra mais clara que o que é indicado, mas como na torra clara a característica predominante é a acidez, esta característica é desejável em um café de qualidade (Melo, 2004).

Os resultados das análises de granulometria mostram que, apesar de apresentarem diferenças significativas quando analisadas as peneiras individualmente, as amostras apresentaram maior porcentagem de retenção no fundo e por isso foram classificadas como granulometria fina. A Legislação não especifica requisitos para a granulometria (São Paulo, 2007a, 2007b, 2010). Porém a moagem utilizada para os grãos gourmet foi muito fina comparada às amostras que já são comercializadas como moída. Sugere-se em futuros trabalhos, utilizar uma granulometria mais próxima a de amostras comerciais.

Tabela 2. Ponto de torra e granulometria de amostras de café em pó.

		Amostra Tradicional	Amostra Superior	Amostra Gourmet
Grau de torra*		49, 7 b	48,6 c	55,2 a
Ponto de torra*	Disco n°/Grau	65/ média	65/ média	75/ clara
	Peneira n° 12	0,1 (0,0) a	0,1 (0,0) a	0,0 (0,0) a
Granulometria**	Peneira n° 16	0,3 (0,1) a	0,1 (0,0) b	0,1 (0,0) b
(% retenção)	Peneira n° 20	1,8 (0,0) a	0,8 (0,3) b	1,2 (0,1) b
	Peneira n° 30	14,5 (0,9) a	21,0 (8,7) a	1,0 (0,2) b
	Fundo	83,3 (0,9) b	78,1 (8,9) b	97,6 (0,2) a
Classificação		FINA	FINA	FINA

* Média de três leituras

** Média (desvio padrão) de três repetições. Para cada amostra (coluna), valores seguidos de letras iguais não diferem significativamente entre si ao nível de erro de 5% (Teste de Tukey).

3.2. Análise sensorial

Os resultados para a análise da qualidade global das bebidas obtidas pelos diferentes métodos de extração estão apresentados na Tabela 3. De acordo com os resultados obtidos, as extrações realizadas com a amostra Tradicional obtiveram médias entre 5,0 e 5,6, portanto resultaram em bebidas desta mesma qualidade, ou seja, obtiveram médias de qualidade global entre 4,5 e 5,9. As amostras não diferiram significativamente entre si, ao nível de erro de 5%, sendo que a amostra Tradicional extraída em Coador de pano também não diferiu das bebidas obtidas para a amostra Superior extraídas em Prensa Francesa e Cafeteira Italiana. Todas as bebidas extraídas com a amostra Superior obtiveram médias correspondentes a esta classificação, ou seja, médias de qualidade global entre 6,0 e 7,2, conforme esperado, sendo que as médias ficaram entre 6,1 e 6,4. Dentre as bebidas preparadas com a amostra Gourmet, as bebidas extraídas em Coador de Pano, Prensa Francesa e Cafeteira Italiana não atingiram tal classificação, obtendo classificação de qualidade global Superior, com médias entre 6,4 e 6,6. Estas bebidas não diferiram significativamente das bebidas extraídas com a amostra Superior ($p < 0,05$). Segundo a percepção dos avaliadores, as três extrações resultaram em bebidas com mais defeitos, menor acidez, maior amargor e maior adstringência que as extraídas por filtro de papel e café espresso, com notas também mais próximas a de bebidas de qualidade

superior. Apenas as bebidas extraídas por filtração e máquina de café Espresso foram classificadas como gourmet e estas não diferiram significativamente entre si, ao nível de erro de 5%.

Tabela 3. Análise da qualidade global de bebidas de café obtidas por diferentes métodos de extração

Amostra	Extração	Qualidade Global*
Tradicional	Filtro de papel	5,0 (0,4) d
	Coador de Pano	5,6 (0,6) cd
	Francesa	5,0 (0,7) d
	Italiana	5,2 (0,7) d
Superior	Filtro de papel	6,4 (0,3) b
	Coador de Pano	6,4 (0,4) b
	Francesa	6,2 (0,5) bc
	Italiana	6,1 (0,6) bc
	Espresso	6,3 (0,2) b
Gourmet	Filtro de papel	7,4 (0,4) a
	Coador de Pano	6,4 (0,5) b
	Francesa	6,6 (0,4) b
	Italiana	6,5 (0,5) b
	Espresso	7,4 (0,2) a

* Resultados expressos em média (desvio padrão) de no mínimo doze avaliações, por amostra e extração. Valores seguidos de letras iguais não diferem significativamente entre si ao nível de erro de 5% (Games-Howell).

3.3. Análises físico-químicas

A Tabela 4 apresenta os resultados para a percentagem de extração, teor de sólidos solúveis e pH das bebidas obtidas pelos diferentes métodos de extração. Estas análises mostram diferenças significativas entre os métodos de extração e a qualidade da amostra em pó utilizada. Pode-se observar que há uma tendência que as extrações em Prensa Francesa e Cafeteira Italiana apresentem a maior percentagem de extração, enquanto as bebidas obtidas em máquina de café Espresso apresentam percentagem de extração intermediária e as bebidas obtidas por Filtro de papel e através do Coador de Pano apresentam as menores percentagens de extração.

Conforme esperado, o mesmo padrão foi observado quanto ao teor de sólidos solúveis. Maiores teores de sólidos solúveis foram encontrados em bebidas extraídas em Prensa Francesa e Cafeteira Italiana, bebidas obtidas em

máquina de café Espresso apresentaram teor de sólidos solúveis intermediários e as bebidas obtidas por Filtro de papel e através do Coador de Pano apresentaram os menores teores. Segundo Angeloni et al (2019) o teor de sólidos solúveis está diretamente correlacionado com a intensidade do café: altos teores de sólidos solúveis são consistentes com bebidas intensas (Angeloni et al, 2019). O mesmo foi observado no trabalho atual.

Quanto ao pH, os valores variaram entre 5,1 e 5,8, sendo que bebidas obtidas com a amostra de café torrado e moído Tradicional apresentaram os maiores valores e as bebidas obtidas com a amostra Gourmet apresentaram os menores valores. Segundo Legislação do Estado de São Paulo, cafés tradicionais podem conter blends de café arábica e robusta, e a presença de robusta faz com que o pH seja maior, enquanto que cafés gourmet devem ser 100% arábica, e por isso possuem maior acidez, ou seja, menor pH. (São Paulo, 2007a, 2007b, 2010). Valores semelhantes para pHs de diferentes bebidas de cafés foram obtidas por Andueza et al (2003) em que observaram pHs iguais a 5,3 e 5,4 para bebidas de café espresso obtidas por cafés arábicas e entre 5,4 e 5,7 em bebidas de café robusta. (Andueza, Maetzu, Pascual, Ibáñez, De Peña & Cid, 2003). Por sua vez, Parenti et al (2014) relataram pH de 5,3 em bebida de café espresso.

Tabela 4. Porcentagem de extração, teor de sólidos solúveis e pH de bebidas obtidas por diferentes métodos de extração.

Amostra	Extração	% de Extração*	Sólidos Solúveis (g/mL)*	pH*
Tradicional	Filtrado	14,2 (1,7) ef	0,71 (0,08) ef	5,6 (0,0) c
	Coador de Pano	13,0 (2,8) ef	0,65 (0,14) ef	5,7 (0,1) bc
	Francesa	24,1 (2,6) bc	1,20 (0,13) bc	5,8 (0,0) a
	Italiana	22,2 (1,2) c	1,11 (0,06) c	5,8 (0,0) ab
Superior	Filtrado	15,7 (0,4) de	0,79 (0,02) de	5,1 (0,0) h
	Coador de Pano	13,4 (2,0) ef	0,67 (0,10) ef	5,3 (0,0) def
	Francesa	23,5 (0,5) bc	1,18 (0,02) bc	5,3 (0,0) d
	Italiana	21,4 (1,2) c	1,07 (0,06) c	5,3 (0,0) de
	Espresso	19,8 (0,6) cd	0,99 (0,03) cd	5,3 (0,0) defg
Gourmet	Filtrado	14,1 (0,7) ef	0,70 (0,04) ef	5,2 (0,0) gh
	Coador de Pano	10,2 (0,8) f	0,51 (0,04) f	5,2 (0,0) defgh
	Francesa	30,1 (1,4) a	1,50 (0,07) a	5,2 (0,0) efgh
	Italiana	26,9 (1,7) ab	1,35 (0,09) ab	5,2 (0,0) fgh
	Espresso	21,0 (0,7) c	1,05 (0,04) c	5,2 (0,0) efgh

* Resultados expressos em média (desvio padrão) de três repetições. Para cada análise (coluna), valores seguidos de letras iguais não diferem significativamente entre si ao nível de erro de 5% (Tukey).

Os níveis de cafeína, ácido clorogênico e trigonelina das bebidas obtidas pelos diferentes métodos de extração, assim como a eficiência de extração desses compostos estão apresentados na Tabela 5.

Quanto à concentração de cafeína, foram observadas diferenças significativas entre as extrações e as diferentes qualidades de café. As bebidas obtidas em máquinas de café Espresso foram as que apresentaram maiores concentrações de cafeína, as bebidas obtidas em Cafeteira Italiana e Prensa Francesa apresentaram concentrações intermediárias e as bebidas obtidas por Filtro de papel e Coador de Pano apresentaram as menores concentrações de cafeína. Observações similares foram encontradas por Angeloni et al (2019), que relataram maiores valores para bebidas de café espresso, concentração intermediária para a Cafeteira Italiana e menores concentrações em bebidas Aeropress, V60. Porém eles obtiveram menores concentrações na bebida extraída por Prensa Francesa comparada a este atual estudo. Esse fato possivelmente se deve a proporção de café para água utilizada por Angeloni et al, 2019 ser menor que os obtidos neste estudo. (Angeloni et al, 2019). Parenti et al (2014), obtiveram concentrações próximas para a bebida do café espresso, uma média 2,22 mg/mL. (Parenti et al, 2014).

Em relação à concentração de ácidos clorogênicos, neste caso especificamente o 5-CQA que é o isômero encontrado em maiores concentrações (Trugo & Macrae, 1984), os maiores níveis foram encontrados nas bebidas obtidas por máquina de café Espresso e as menores nas bebidas obtidas por Filtro de papel e Coador de Pano. Concentrações intermediárias foram observadas nas bebidas obtidas por Prensa Francesa e Cafeteira Italiana. A mesma tendência foi observada para a concentração de trigonelina. Os maiores valores foram observados para a bebida obtida em máquina de café Espresso. Bebidas obtidas pela Cafeteira Italiana e Prensa Francesa apresentaram valores intermediários e as bebidas extraídas por Filtro de papel e Coador de Pano apresentaram as menores concentrações. Parenti et al (2014), obtiveram valores próximos para a bebida do café espresso, sendo que obtiveram em média 1,32 mg/mL de trigonelina. Andueza et al (2003), obtiveram valores de 0,92 a 1,47 mg/mL de 5-CQA e 0,79 a 1,39 mg/mL de trigonelina em bebidas de café espresso (Andueza et al, 2003).

Quanto à eficiência de extração de cafeína, houve diferença entre todas as extrações. A eficiência de extração foi maior nas bebidas obtidas em máquinas de Café Espresso e na Cafeteira Italiana, seguidas pela Prensa francesa, e depois pelo Filtro de papel e Coador de Pano. A maior eficiência foi observada na bebida obtida pela amostra Gourmet em máquina de café espresso (12,13 mg/g) e as menores eficiências nas amostras Gourmet e Superior extraídas em Coador de Pano (5,25 e 5,14 mg/g).

Quanto à eficiência de extração de 5-CQA, o maior valor obtido foi em bebida preparada em máquina de Café Espresso com amostra Gourmet, que foi de 7,45 mg/g. Esta bebida diferiu de todas as demais, que não diferiram entre si. Angeloni et al (2019) encontraram 9,75 mg/g em café espresso extraído com 18g de café por 25 segundos (Angeloni et al, 2019).

Para a eficiência de extração de trigonelina, os maiores valores foram encontrados para a amostra Gourmet Espresso e Gourmet Italiana, 7,93 e 7,26 mg/g respectivamente, e estas amostras diferiram significativamente das demais. No geral, as extrações Espresso, Italiana e Francesa foram as que apresentaram maiores valores e as extrações Filtrado e Coador de Pano apresentaram os menores valores.

Tabela 5. Níveis e eficiência de extração de cafeína, ácido clorogênico e trigonelina em bebidas de café obtidas por diferentes métodos de extração.

Média (desvio padrão)							
Amostra	Extração	Cafeína (mg/mL)	Eficiência de extração de Cafeína (mg/g)	ACG – 5-CQA (mg/mL)	Eficiência de extração de ACG – 5 CQA (mg/g)	Trigonelina (mg/mL)	Eficiência de extração de Trigonelina (mg/g)
Tradicional	Filtrado	1,03 (0,12) ef	7,91 (0,93) bcde	0,08 (0,05) c	0,61 (0,35) b	0,37 (0,07) ef	2,87 (0,52) de
	Coador de Pano	1,08 (0,53) def	7,97 (3,93) abcde	0,22 (0,29) bc	1,60 (2,14) b	0,33 (0,15) f	2,47 (1,14) e
	Francesa	1,38 (0,06) cde	10,35 (0,46) abcd	0,24 (0,13) bc	1,78 (0,96) b	0,45 (0,03) def	3,41 (0,24) cde
	Italiana	1,62 (0,40) bcd	11,46 (2,86) abc	0,35 (0,24) bc	2,45 (1,67) b	0,50 (0,16) def	3,51 (1,15) cde
Superior	Filtrado	0,99 (0,11) ef	7,58 (0,84) cde	0,24 (0,08) bc	1,84 (0,61) b	0,50 (0,07) cdef	3,87 (0,51) cde
	Coador de Pano	0,69 (0,14) f	5,14 (1,01) e	0,07 (0,05) c	0,52 (0,38) b	0,36 (0,07) ef	2,66 (0,53) e
	Francesa	1,19 (0,02) cdef	8,97 (0,17) abcde	0,23 (0,23) bc	1,76 (1,69) b	0,62 (0,01) cd	4,69 (0,04) bc
	Italiana	1,35 (0,07) cde	9,58 (0,51) abcd	0,49 (0,07) bc	3,49 (0,52) b	0,66 (0,05) cd	4,65 (0,35) bc
	Espresso	2,09 (0,06) b	9,06 (0,26) abcde	0,67 (0,40) b	2,89 (1,74) b	1,15 (0,11) b	4,97 (0,46) bc
Gourmet	Filtrado	0,94 (0,05) ef	7,19 (0,36) de	0,26 (0,05) bc	1,97 (0,38) b	0,58 (0,06) cde	4,45 (0,48) bcd
	Coador de Pano	0,71 (0,04) f	5,25 (0,32) e	0,08 (0,04) c	0,57 (0,30) b	0,44 (0,03) def	3,28 (0,21) cde
	Francesa	1,18 (0,01) cdef	8,87 (0,08) abcde	0,36 (0,32) bc	2,73 (2,37) b	0,74 (0,03) c	5,57 (0,26) b
	Italiana	1,69 (0,10) bc	11,98 (0,71) ab	0,43 (0,19) bc	3,07 (1,37) b	1,03 (0,08) b	7,26 (0,57) a
	Espresso	2,80 (0,04) a	12,13 (0,16) a	1,72 (0,07) a	7,45 (0,30) a	1,83 (0,01) a	7,93 (0,04) a

* * Resultados expressos em média (desvio padrão) de três repetições. Para cada análise (coluna), valores seguidos de letras iguais não diferem significativamente entre si ao nível de erro de 5% (Tukey).

* * * A eficiência de extração foi definida como a razão da massa de café torrado e moído que passa para a xícara e a massa de café torrado e moído utilizada para preparo da bebida, medida em mg/g de café torrado e moído.

3.4. Análise de Agrupamentos Hierárquicos sobre as Componentes Principais (HCPC)

Na Figura 1 é mostrada a Análise de Agrupamentos Hierárquicos para os métodos de extração e amostras de café utilizadas. É possível observar que foram formados 3 grupos: um com as extrações de filtro de papel e coador de pano com as amostras tradicional, superior e gourmet, um somente com a amostra Gourmet Espresso, e outro com as amostras tradicional, superior e gourmet extraídas com a Cafeteira Italiana e Prensa Francesa e a amostra Superior Espresso. A mesma tendência pode ser observada nas análises físico-químicas. Foi utilizada distância euclidiana e como método de aglomeração foi utilizado o método de Ward.

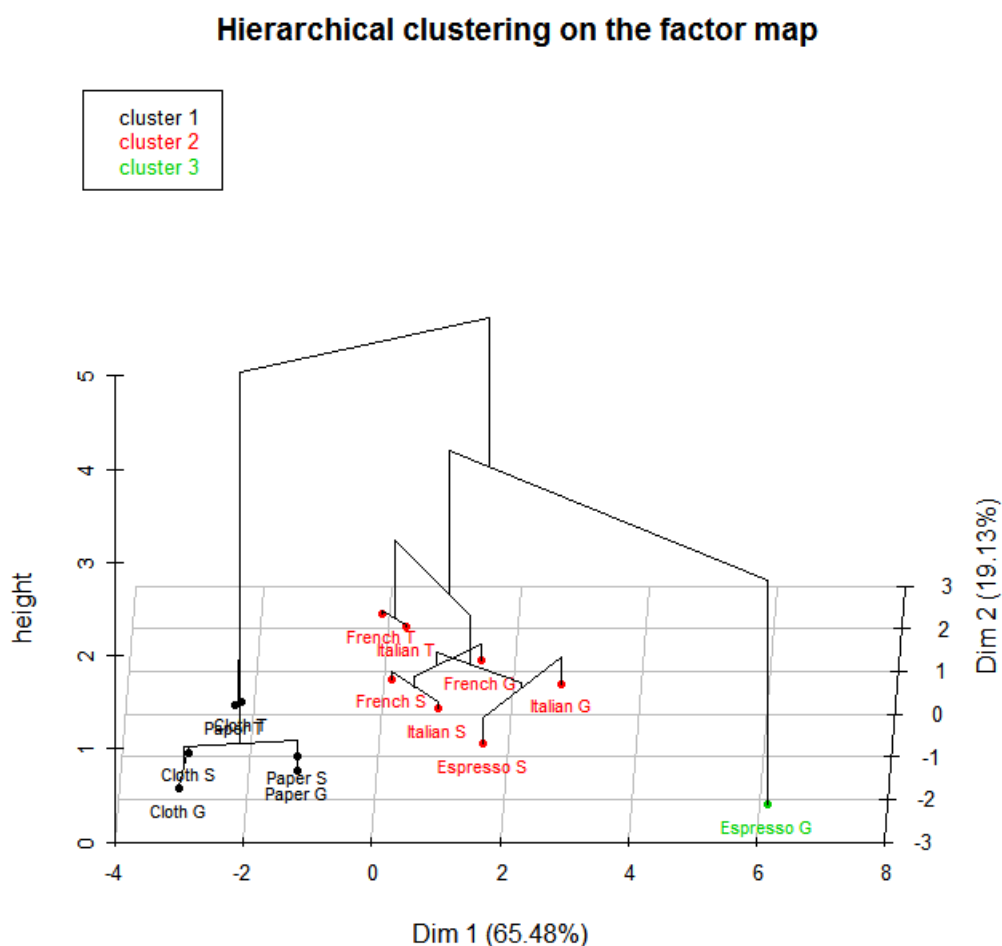


Figura 1. Análise de agrupamentos hierárquicos dos métodos de extração.

Para a obtenção dessa figura, foi realizada primeiramente a análise de componentes principais sobre as variáveis concentração de cafeína, trigonelina e ACG (5-CQA), eficiência de extração de cafeína, trigonelina e ACG (5-CQA), sólidos solúveis, porcentagem de extração, pH e qualidade global. Na Figura 2 é mostrada a Análise de Componentes Principais para os métodos de extração e amostras de café utilizadas. Obteve-se 84,61% de explicação da variância total nas componentes principais F1 (65,48%) e F2 (19,13%). Em seguida foi realizada sobre essa análise, uma análise de agrupamento hierárquico sobre as variáveis concentração de cafeína, trigonelina e ACG (5-CQA), eficiência de extração de cafeína, trigonelina e ACG (5-CQA), sólidos solúveis, porcentagem de extração e pH. Na Figura 3 é mostrado o gráfico de dispersão das pontuações fatoriais nos eixos um e dois, com a formação dos agrupamentos, onde as letras T, S e G significam tradicional, superior e gourmet, respectivamente, Paper significa Filtro de Papel, Cloth significa Coador de Pano, Italian significa Cafeteira Italiana, French significa Prensa Francesa e Espresso significa Café Espresso.

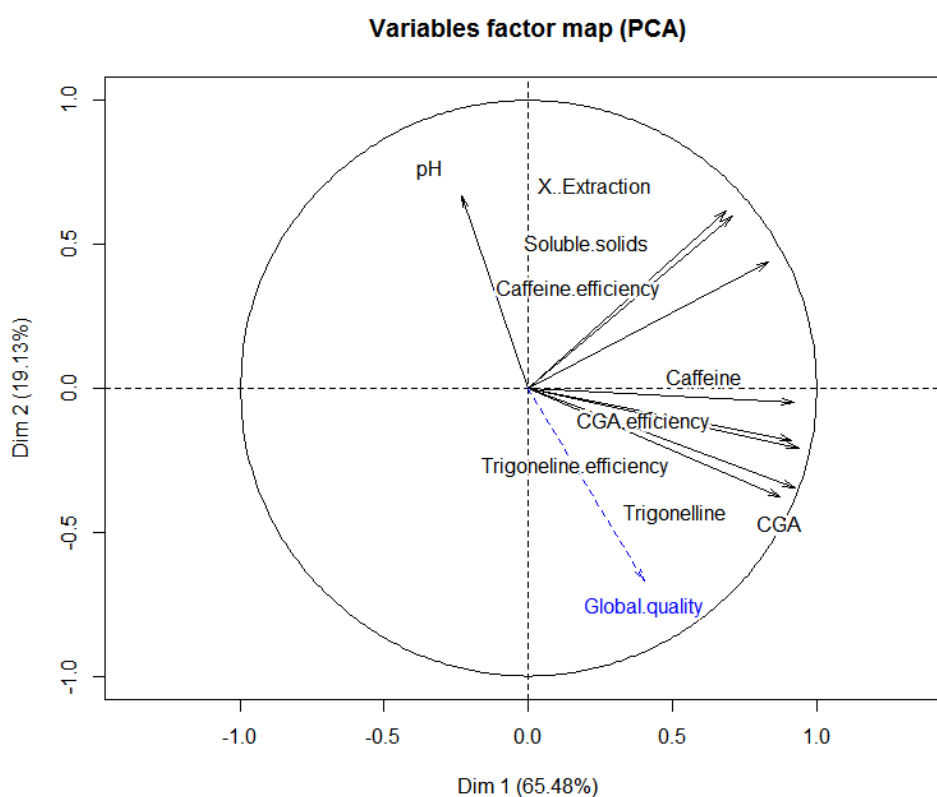


Figura 2. Análise de Componentes Principais

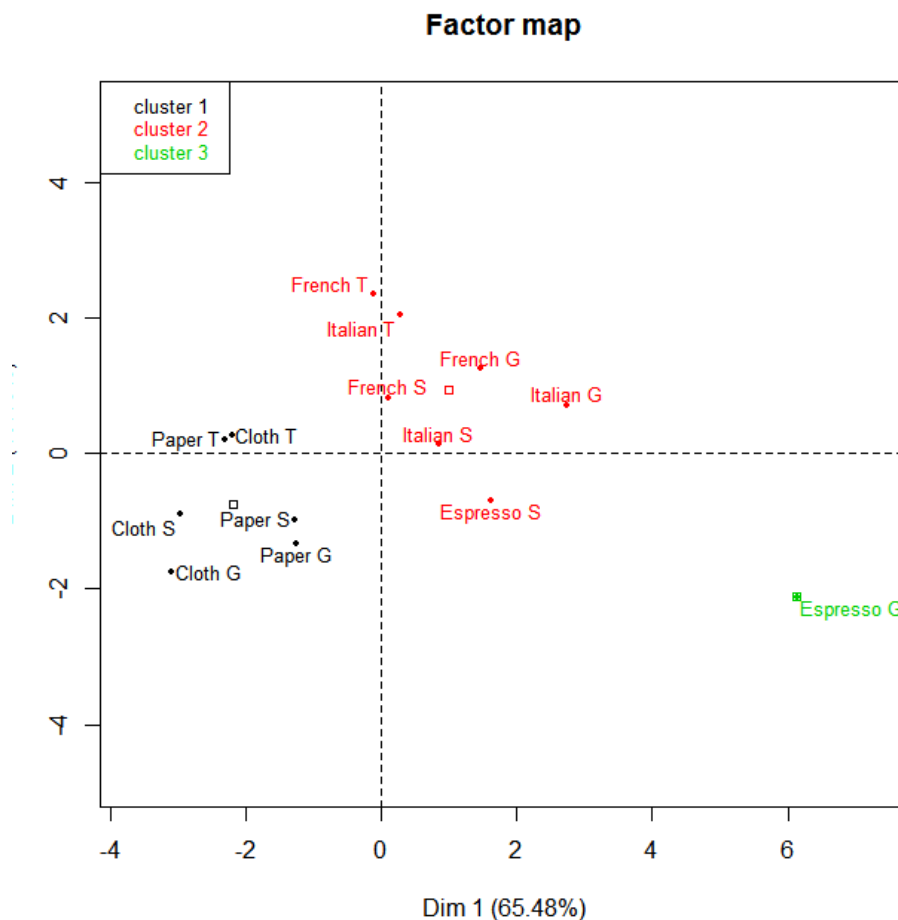


Figura 3. Dispersão das pontuações fatoriais nos eixos um e dois, com a formação dos agrupamentos.

Pela análise das Figuras 2 e 3, é possível observar que as amostras extraídas em Cafeteira Italiana e Prensa Francesa foram caracterizadas por apresentarem maior porcentagem de extração e teor de sólidos solúveis (expressos em g sólidos / mL de bebida), bem como eficiência de extração de cafeína. As amostras obtidas em máquina para café espresso apresentaram maiores concentrações de cafeína, trigonelina e ACG (5-CQA), além de maior eficiência de extração de trigonelina e ACG (5-CQA). Já as amostras obtidas por Filtro de papel e Coador de Pano ficaram mais distantes dos vetores de porcentagem de extração e teor de sólidos solúveis e foram caracterizadas com menores teores nestas análises. Isso pode ser explicado pelo fato de as bebidas obtidas em Cafeteira Italiana, Prensa Francesa e Café Espresso serem bebidas mais fortes e as bebidas obtidas por Filtro de papel e Coador de Pano

serem bebidas mais fracas. A Prensa Francesa é um método onde a água quente permanece mais tempo em contato com o pó e um filtro é pressionado por um êmbolo que separa o pó da bebida. Na Cafeteira Italiana, a água entra em ebulição, passa pelo café moído e pressiona o café líquido para o compartimento superior. No Café Espresso, existe o efeito da pressão da água quente sobre o pó. Tanto o tempo de contato quanto a pressão envolvida fazem com que ocorra maior extração de compostos e obtenha-se uma bebida mais forte, comparando com Filtro de papel e em Coador de Pano, que não envolvem pressão e tem menor tempo de contato, por isso fornecem bebidas com menores teores de sólidos solúveis, obtendo-se bebidas mais fracas. Quanto ao pH, o maior valor foi obtido para a amostra Tradicional Francesa, que é a mais próxima deste vetor. As bebidas obtidas por café espresso ficaram mais distantes deste vetor, e apresentaram menores valores de pH. Isso porque amostras tradicionais fornecem bebidas menos ácidas que amostras gourmets, por exemplo. (São Paulo 2007a, 2007b, 2010). Nota-se também que as amostras Tradicionais ficaram contrárias ao vetor Qualidade Global, e as Gourmets a favor.

4. CONCLUSÃO

Foi possível observar que os diferentes métodos de extração da bebida do café, resultam em bebidas com características físico-químicas e sensoriais diferentes. Os cafés obtidos em Prensa francesa e Cafeteira Italiana levaram à obtenção de bebidas com maiores porcentagens de extração e sólidos solúveis, sendo considerados cafés fortes, enquanto cafés preparados com Filtro de Papel e com Coador de Pano apresentaram menores teores de sólidos solúveis, considerados cafés mais fracos. O café Espresso Gourmet foi o que apresentou maior eficiência de extração dos compostos cafeína, ácidos clorogênicos e trigonelina, sendo, portanto, uma melhor fonte de ingestão destes compostos. O pH das bebidas foi principalmente influenciado pelo café torrado e moído utilizado no seu preparo. Em geral, obteve-se a qualidade sensorial esperada, com exceção das bebidas obtidas por Coador de Pano, Cafeteira Italiana e Prensa Francesa que não obtiveram a classificação esperada com a amostra de café Gourmet. Tratando-se das bebidas

preparadas com café torrado e moído Tradicional ou Superior, o método que o consumidor escolher para preparo da bebida, irá refletir as características do pó de café utilizado.

REFERÊNCIAS

- Abrahão, S. A., Pereira, R.G.F.A., Duarte, S.M.S., Lima, A. R., Alvarenga, D.J., Ferreira, E. B. (2010). Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*Coffea arabica* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, n. 2, p.414-420. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000200020>.
- Agtron Inc. Agtron coffee roast E-10-CP owners manual: special applications abridged spectrophotometer. USA: Agtron Inc., [s.d]. 15 p.
- Andueza, S., Maetzu, L., Pascual, L., Ibáñez, C., De Peña, M. P., Cid, C. (2003). Influence of extraction temperature on the final quality of espresso coffee. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83, 240-248. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1304>.
- Angeloni, G., Guerrini, L., Masella, P., Bellumori, M., Daluiso, S., Parenti, A., Innocenti, M. (2019). What kind of coffee do you drink? An investigation on effects of eight different extraction methods. *Food Research International*, 116, 1327-1335. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.022>.
- Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC). (2019). Tipos de preparo. <http://abic.com.br/o-cafe/dicas-do-cafe/tipos-de-preparo/>. Accessed 06 June 2019.
- Farah, A., Monteiro, M.C., Calado, V., Franca, A.S., Trugo, L. C. (2006). Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. *Food Chemistry*, 98, 373–380. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.032>.
- Gloess, A. N., Schonbachler, B., Klopprogge, B., D'Ambrosio, L., Chatelain, K., Bongartz, A., Strittmatter, A., Rast, M. Yeretian, C. (2013). Comparison of nine common coffee extraction methods: instrumental and sensory analysis. *European Food Research Technology*, 236, 607-627. <https://doi.org/10.1007/s00217-013-1917-x>.
- Howell, G. (1998). SCAA Universal Cupping Form & How to use it. *10th Annual Conference & Exhibition "Peak of Perfection"- Presentation Handouts*. Denver-Colorado, 17-21.
- Illy, A., Viani, R. (1995). *Espresso coffee: The Chemistry of Quality*. Academic Press Limited.
- Lingle, T.R. (1986). *The coffee cupper's handbook*. Systematic Guide to the Sensory Evaluation of Coffee's Flavor, Second Edition, Washington, D.C. ISBN 1-882552-00-8.
- Lingle, T. R. (1996). *A Systematic Guide to Coffee Preparation*. Califórnia. Specialty Association of America. Chapter 5 – Grind, p:27-29.

- Maretto, C. (2016). Cafés da espécie *Coffea arabica* L. produzidos no Circuito das Águas Paulista: caracterização física, química e sensorial. Piracicaba, SP. <http://doi.org/10.11606/D.11.2016.tde-29092016-113046>.
- Matos, E. C.; Matosinhos, F. C. L.; Sampaio, M. E.; Valenzuela, V. C. T.; Moreira, W. A.; Costa, C. R.; Nascimento, R.P. (2012). Atlas de microscopia: café torrado e moído (*Coffea* sp.). Funed.
- Melo, W.L.B. (2004). A importância da informação sobre o grau de torra do café e sua influência nas características organolépticas da bebida. EMBRAPA, São Carlos, SP, p. 1-4.
- Moura, S. C. S. R., Germer, S. P. M., Anjos, V. D. A., Mori, E. E. M., Mattoso, L. H. C., Firmino, A., Nascimento, C. J. F. (2007). Avaliações físicas, químicas e sensoriais de *blends* de café arábica com café canephora (robusta). *Brazilian Journal Food Technology*, v. 10, n. 4, p. 271-277. ISSN 1517-7645.
- Parenti, A., Guerrini, L., Masella, P., Spinelli, S., Calamai, L. (2014). Comparison of expresso coffee brewing techniques. *Journal of Food Engineering*, 121, 112-117. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.08.031>.
- Ribeiro, B. B., Mendonça, L. M. V. L., Assis, G. A., Mendonça, J. M. A., Malta, M. R., Montanari, F. F. (2014). Avaliação química e sensorial de *blends* de *Coffea canephora* e *Coffea arabica* L. *Coffee Science*, v. 9, n. 2, p. 178-186. <http://www.sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/8027>
- São Paulo (Estado) a. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. (2007). Resolução SAA nº 30 de 22 de junho de 2007. Norma de padrões mínimos de qualidade para café torrado em grão e torrado e moído - característica especial: café superior. Diário Oficial do Estado de São Paulo. Executivo Seção I, São Paulo, 117 (117).
- São Paulo (Estado) b. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. (2007). Resolução SAA nº 31 22 de junho de 2007. Norma de padrões mínimos de qualidade para café torrado em grão e torrado e moído - característica especial: café gourmet. Diário Oficial do Estado de São Paulo. Executivo Seção I, São Paulo, 117 (117)..
- São Paulo (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. (2010). Resolução SAA nº 19 de 05 de abril de 2010. Norma de padrões mínimos de qualidade para café torrado em grão e torrado e moído – característica: café tradicional. Diário Oficial do Estado de São Paulo. Executivo Seção I, São Paulo, 120 (66).
- Tfouni, S. A. V., Carreiro, L. B., Teles, C. R. A., Furlani, R. P. Z., Cipolli, K. M. V. A. B, Camargo, M. C. R. (2014). Caffeine and chlorogenic acids intake from coffee

- brew: influence of roasting degree and brewing procedure. *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 747-752. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12361>.
- Tfouni, S. A. V., Serrate, C. S., Carreiro, L. B., Camargo, M. C. R., Teles, C. R. A., Cipolli, K. M. V. A. B, Furlani, R. P. Z. (2012). Effect of roasting on chlorogenic acids, caffeine and polycyclic aromatic hydrocarbons levels in two *Coffea* cultivars: *Coffea arabica* cv. Catuai' Amarelo IAC-62 and *Coffea canephora* cv. Apoatã IAC-2258. *International Journal of Food Science and Technology*, 47, 406-415. <http://doi:10.1111/j.1365-2621.2011.02854.x>.
- Trugo, L. C., Macrae, R. (1984). Chlorogenic acid composition of instant coffees. *Analyst*, 109, 263–266. <https://doi.org/10.1039/AN9840900263>.

CAPÍTULO 3: MAPEAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DE CAFÉS EM CÁPSULAS

Juliana Lustosa **Ferini**^{a,*}; Michele Veiga **Morales**^a; Laricia Oliveira Cardoso
Domingues^a; Aline de Oliveira **Garcia**^a; Silvia Amélia Verdiani **Tfouni**^a

^a – Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos, Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital), Campinas-SP, Brasil.

O artigo será submetido à revista Food Research International

RESUMO – O café em cápsulas vem ganhando destaque no mercado por ser prático e de fácil preparo. Além disso, por ser um café de monodose, é utilizado por pessoas que moram sozinhas e também por famílias onde cada indivíduo tem uma preferência. Por se assemelhar ao café espresso convencional, que normalmente é consumido em cafeterias, torna-se também conveniente. Neste trabalho, oito amostras de cafés em cápsulas foram estudadas, sendo duas de cada marca de máquina de café em cápsulas comercializadas no Brasil, totalizando quatro máquinas. Também foi utilizada uma amostra de café torrado e moído, com qualidade global conhecida como superior e uma de café torrado em grãos, de qualidade global conhecida como gourmet, para preparo de bebida em máquina de café espresso, a fim de comparar as características físico-químicas e sensoriais das bebidas obtidas. Assim, foi possível observar que as diferentes máquinas produzem bebidas com características diferentes e também que há diferenças entre as cápsulas de uma mesma marca. As cápsulas em geral apresentaram maior tempo de preparo da bebida, volume de crema, pH, porcentagem de extração e teor de sólidos solúveis expressos em g/mL de bebida além de menor eficiência de extração de ACG e menores concentrações de cafeína, quando comparadas às bebidas de café espresso convencional. Quanto à qualidade global, observou-se que existem diferentes qualidades de bebidas de café que podem ser obtidas utilizando-se cafés em cápsulas, mesmo utilizando a mesma máquina.

Palavras-chaves: Café, Extração, Cápsulas, Crema, Análise Sensorial, Sólidos solúveis.

*Corresponding author at: Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos, Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital), Av. Brasil, 2880, Jd. Chapadão, 13070-178, Campinas-SP, Brasil

Tel +551937431809

e-mail address: juliana.ferini@ital.sp.gov.br (J.L.Ferini)

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor, exportador mundial de café, tendo exportado um total de 35,15 milhões de sacas de 60kg em 2018, volume 13,7% maior que o ano anterior. É também o segundo maior consumidor mundial de café. O consumo *per capita* foi de 6,02 kg/ano de café cru e 4,82 kg /ano de café torrado e moído, no período de novembro de 2017 a outubro de 2018, representando um crescimento de 4,80%, com relação ao ano anterior. (Associação Brasileira da Indústria do Café - ABIC, 2018; Associação Brasileira da Indústria do Café - ABIC, 2019 a).

A bebida do café é produzida pela adição de água quente ao café torrado e moído, processo chamado de infusão, e pode ocorrer por diferentes métodos como filtração, cafeteira italiana, prensa francesa ou pressão, sendo que cada um destes produz tipos de bebidas distintas (Associação Brasileira da Indústria do Café - ABIC, 2019 b). O café espresso é uma bebida concentrada, com volume de 20 a 40 mL, preparada com água quente a alta pressão que passa através de café finamente moído e é preparada para consumo imediato. Apresenta uma camada de espuma castanha, chamada crema, que cobre o líquido. A pressão da água utilizada no preparo afeta fortemente as propriedades físicas e sensoriais da bebida extraída. Uma pressão mais elevada tem um impacto negativo nas qualidades sensoriais, como bebida excessivamente amarga e adstringente e com perda de voláteis que tornam o odor agradável. As principais características encontradas na bebida são: cremosidade, corpo e alta intensidade de aromas (Gloess, Schonbachler, Klopprogge, D'Ambrosio, Chatelain, Bongartz, Strittmatter, Rast, & Yeretizian, 2013; Parenti, Guerrini, Masella, Spinelli & Calamai, 2014; Viana, 2014).

Dentre outros métodos desenvolvidos para preparo de café espresso, o sistema de cápsulas vem ganhando mercado, pois é prático e torna fácil que o consumidor prepare café de boa qualidade através da redução de variáveis incontroláveis, como a quantidade de pó, compactação da massa, volume de água, pressão de água, temperatura e porque mantém padrão de extração durante o preparo (Parenti et al, 2014). As máquinas são projetadas para trabalhar com cafés moídos embalados em cápsulas com características de

design exclusivas de uma determinada marca. O tempo de infusão no café de monodose é consideravelmente mais curto do que o filtrado (30–60 segundos versus 8 a 12 minutos) e, como resultado, o tempo de contato com a água é relativamente menor (Wang, William, Fu, Lim, 2016).

No Brasil, o café moído e o em cápsulas são os mais consumidos dentro do lar, sendo que em 2017 o café em moído representou 81% do volume total consumido e as cápsulas 0,9%, com projeção de alcançar 1,1% até 2021. Embora a produção de cápsulas seja um nicho específico, considera-se de alto valor agregado. Segundo a Euromonitor International, as vendas em valor das cápsulas em 2015 alcançaram 1,4 bilhão de reais, com estimativa de que atinjam 2,96 bilhões de reais em 2019 (Euromonitor International, 2017).

A avaliação de cafés em cápsulas no Brasil se baseia no uso da análise sensorial para o café. Essa avaliação é a base do Programa de Qualidade do Café – PQC, da Associação Brasileira da Indústria do Café (ABIC). A Norma de Qualidade para Cafés em Cápsulas define as características gerais dos mesmos, com as terminologias e método de análise, para oferecer ao produtor uma avaliação global do seu produto, além de outros atributos como as características da crema (cor, brilho, persistência e consistência), atributos da bebida, como amargor, adstringência, corpo e sabor, e a intensidade da bebida, que é o grau de persistência do aftertaste (retrogosto), avaliado em uma escala de 0 a 10 (do mais suave ao mais forte). Na avaliação de sua qualidade global é utilizada uma escala de 0 a 10, sendo que café com nota menor que 4,5 é classificado como não recomendável para fornecimento. (Associação Brasileira da Indústria do Café - ABIC, 2016).

Considerando-se duas hipóteses, sendo a primeira que o tipo de extração da bebida obtida através da máquina de cafés em cápsulas difere da obtida em máquina de café espresso e a segunda hipótese que os cafés torrados e moídos das cápsulas diferem-se quanto à qualidade, o objetivo deste estudo foi avaliar as características físico-químicas e sensoriais de amostras de cafés em cápsulas, vendidas comercialmente no Brasil, verificar se as características das bebidas obtidas diferem do café espresso convencional e verificar se as bebidas obtidas de cafés em cápsula diferem quanto à qualidade da bebida desde tradicional a gourmet. Como não é

possível inserir cafés torrados e moídos nas diferentes máquinas, pois cada marca desenvolveu o seu próprio tipo de cápsula e seu design influencia nos parâmetros de extração, foram escolhidos cafés de qualidades globais semelhantes para comparação, sendo selecionados cafés previamente avaliados por equipe treinada, para verificar se a qualidade do café torrado e moído presente na cápsula influencia nos parâmetros da extração.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. MATERIAL

2.1.1. Amostras

Para o estudo foram utilizadas quatro máquinas para preparo de café em cápsula, sendo quatro marcas diferentes (A, com pressão de 19 bar, B, com pressão de 15 bar, C, com pressão de 15 bar e D, com pressão de 19 bar) e uma máquina de café espresso convencional (máquina da linha Profissional da marca *La Spaziale*, modelo *Mini Vivaldi*), oito amostras de café em cápsulas, sendo, dois tipos para cada máquina, que foram previamente selecionadas por equipe sensorial treinada, para se obter duas cápsulas de qualidades diferentes uma entre tradicional e superior e uma gourmet, de cada marca. As cápsulas da marca A são cápsulas de alumínio e as demais marcas de plástico. As amostras foram codificadas de acordo com as marcas de máquinas as quais pertencem. Sendo assim A1 e A2 são da marca A, B1 e B2 da marca B, e assim por diante. A codificação 1 e 2 foi escolhida de acordo com sua qualidade global, em avaliação prévia da equipe treinada, sendo 1 as amostras gourmets e 2 as amostras tradicionais/superiores. Além disso, para o preparo das bebidas de café espresso, foram utilizadas uma amostra de café torrado e moído de qualidade superior e uma amostra de café torrado em grãos de qualidade gourmet, que foi moído no momento das análises. As amostras foram obtidas no comércio da cidade de Campinas, SP, Brasil. Também foram realizadas análises nas amostras da bebida de café preparadas pelas cinco máquinas, totalizando dez amostras.

2.1.2. Solventes e reagentes

Foram utilizados padrões analíticos de cafeína (Sigma, 100% de pureza), trigonelina (Sigma/Fluka, 100% de pureza) e ácido clorogênico (ácido 5-cafeoilquínico (5-CQA), Sigma, pureza de 95%). Os outros reagentes utilizados foram: óxido de magnésio grau PA (Synth), acetonitrila e ácido acético grau HPLC (JT Baker) e soluções tampão pH 4,0 e 7,0. Para filtragem dos extratos antes da injeção no cromatógrafo foram utilizados filtros de 0,45 µm (Agilent).

2.2. MÉTODOS

2.2.1. Caracterização das amostras

2.2.1.1. Ponto de torra

Foi determinado através da leitura do grau de torra de café em espectrofotômetro Agtron Coffee Roast modelo E10-CP e classificação por meio do Sistema Agtron / SCAA Roast Classification Color Disk (Clara - discos nº 75 a 95, Média - discos nº 65 e 55, Escura - discos nº 25 a 45). Foram realizadas 3 repetições. (Agtron, s.d.)

2.2.1.2. Granulometria

A classificação foi feita com base na percentagem de retenção em peneiras granulométricas nº 12 (1,70mm), nº 16 (1,18 mm), nº 20 (0,85 mm), nº 30 (0,60 mm) e fundo, em equipamento Granutest com vibração por 10 minutos e reostato na posição 5. Foram realizadas 3 repetições e a quantidade de amostra por repetição foi de 36g. A classificação da granulometria foi feita conforme descrito: fina – 0% retido nas peneiras nº 12 + 16, 70% retido nas peneiras nº 20 + 30 e 30% no fundo (com limite de tolerância que passa pela peneira nº 30 de mínimo de 25% e máximo de 40); média - 7% nas peneiras nº 12 +16, 73% retido nas peneiras nº 20 + 30 e 20% no fundo (com limite de tolerância que passa pela peneira nº 30 de mínimo de 16% e máximo de 24%); grossa - 33% retido nas peneiras nº 12 + 16, 55% retido nas peneiras nº 20 +

30 e 12% no fundo (com limite de tolerância que passa pela peneira n° 30 de mínimo de 9% e máximo de 15%). (Lingle, 1996).

2.2.1.3. *Peso líquido*

O peso líquido foi determinado por meio do cálculo da diferença entre o peso bruto (produto na embalagem) e o peso da embalagem, medidos em balança semi-analítica. Foram realizadas 10 repetições.

2.2.1.4. *Umidade*

Foi utilizado o método da AOAC (2012), Official Method 968.11. (Latimer, 2012). Foram realizadas 3 repetições.

2.2.1.5. *Tempo de preparo da bebida*

As bebidas foram preparadas em suas respectivas máquinas e o tempo foi marcado em cronômetro, a partir do momento que iniciou a saída da bebida até o final da extração. Para a máquina de café em cápsula de controle manual, foi usado o tempo necessário para preparar uma xícara (aproximadamente 35 mL) da amostra de café em cápsula, que foi previamente definido como sendo de 25 segundos. Foram realizadas 10 repetições.

2.2.1.6. *Vazão para preparo da bebida*

A vazão para preparo da bebida é dada pela relação entre o peso da bebida preparada e o tempo de extração, sendo medida em gramas por segundo. Para as máquinas automáticas, foi realizada a extração conforme o tempo programado. Para a máquina manual, foi usado o tempo necessário para preparar a quantidade determinada pela amostra de café em cápsula, que foi previamente definido como sendo de 25 segundos. Foram realizadas 10 repetições.

2.2.1.7. Volume da crema

O volume da crema foi determinado em proveta. Foram realizadas 10 repetições.

2.2.1.8. Persistência da crema (tempo para desfazer)

A crema foi avaliada visualmente. Após o preparo, as bebidas foram observadas por 5 minutos quanto à persistência, ou seja, o tempo para a crema se desfazer. Foram realizadas 10 repetições.

2.2.2. Avaliação das Características Sensoriais da Bebida do Café

A análise sensorial descritiva da bebida foi realizada por equipe selecionada e treinada composta de no mínimo cinco julgadores, fazendo uso de escala não estruturada de 0 a 10 cm para avaliação da fragrância do pó, intensidade da cor da crema, consistência/persistência da crema, brilho da crema, aroma da bebida, defeito, acidez, amargor, sabor, sabor residual, adstringência e corpo da bebida. Foi também realizada a avaliação final da qualidade global e da intensidade da bebida, que é o grau de persistência do *aftertaste* (retrogosto), avaliada em uma escala de 0 a 10 (das bebidas mais suaves até as mais fortes) (Howell, 1998; Lingle, 1986; ABIC, 2016). A análise foi realizada individualmente por cada um dos avaliadores com uso de fichas em papel para registro dos dados, sendo as amostras apresentadas com códigos de três dígitos aleatórios e avaliadas em relação a uma amostra de referência de características conhecidas em uma mesa redonda com centro giratório e iluminação de lâmpadas fluorescentes. Foi utilizado o sistema de classificação da Norma de Qualidade para cafés em cápsulas, que classifica a qualidade global considerando o intervalo entre 7,3 e 10,0 da escala de qualidade como “Cafés Gourmet”; intervalo entre 6,0 e 7,3 como “Cafés Superiores”; intervalo entre 4,5 e 6,0 como “Cafés Tradicionais” e a nota de qualidade global mínima recomendável para fornecimento de 4,5 (São Paulo, 2007 a; São Paulo, 2007 b; São Paulo, 2010, ABIC, 2016).

2.2.3. Físico-químicas

2.2.3.1. Porcentagem de extração e teor de sólidos solúveis

20 mL de cada bebida extraída foram mantidos em banho até completa evaporação. Posteriormente foram mantidos em estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ até peso constante.

2.2.3.2. pH

Foi realizada a determinação da concentração hidrogeniônica (pH) em potenciômetro, utilizando-se o pHmetro Marconi PA-200. Foram realizadas 3 repetições.

2.2.3.3. Cafeína, ácido clorogênico e trigonelina

Os níveis de cafeína, ácido clorogênico (ácido 5-cafeoilquínico (5-CQA)) e trigonelina foram determinados por cromatografia líquida alta eficiência com detecção por UV, com 3 repetições, conforme descrito a seguir:

2.2.3.3.1. Preparo da amostra

À amostra (5 mL) foram adicionados 1g de óxido de magnésio e 50 mL de água deionizada. A seguir a mistura foi aquecida e deixada em ebulição por 15 minutos, seguida de resfriamento em banho de água fria. Após atingida a temperatura ambiente, o extrato foi filtrado e avolumado para 100 mL. O extrato foi então filtrado através de membrana (0,45 μm) para injeção no cromatógrafo.

2.2.3.3.2. HPLC

As análises foram realizadas usando um HPLC Shimadzu (Kyoto, Japan) equipado com uma bomba quarternária LC-20AT (vazão de 1 mL/min), um desgaseificador em linha, um injetor Rheodyne 7725i (Rohnert Park, CA, EUA; loop de amostra de 20 μL) e um detector de arranjo de diodos SPDM20A (detecção em 272 nm para cafeína e trigonelina e 324 nm para 5-CQA). Os dados foram adquiridos e processados com o software LC solution. Para

separação, utilizou-se uma coluna C18 (Lichrosphere 100, 250 9 4 mm, tamanho de partícula de 5 µm; Merck, Darmstadt, Alemanha) e um gradiente de fase móvel constituída de A: acetonitrila e B: água (ajustada para pH 2,7 com ácido fosfórico) + 1 g/L de NaH₂PO₄. O gradiente foi programado: de 0 a 25 min a 8% de A, 25 a 30 min rampa até 80% de A, 30 a 35 min a 80% de A, 35 a 40 min a 8% de A, 40 a 45 min 8% de A. Os picos de cafeína, trigonelina e 5-CQA nas amostras foram identificados comparando-se o tempo de retenção com o dos padrões e pelo seu espectro UV (200-400 nm), que também foram utilizados para verificar a pureza da dos picos.

2.2.4. Análise de dados

2.2.4.1. Cálculo da porcentagem de extração

A porcentagem de extração foi definida como a porcentagem em massa de sólidos solúveis com relação à massa (g) da amostra de café torrado e moído utilizada (Parenti et al, 2014).

2.2.4.2. Cálculo da eficiência de extração

O índice utilizado para comparar as amostras foi a eficiência de extração, que pode ser definida como a razão da massa de café torrado e moído que passa para a xícara e a massa de café torrado e moído utilizada para preparo da bebida. É medida em mg/g de café torrado e moído (Clarke & Vitzhum, 2008 em Angeloni, Guerrini, Masella, Bellumori, Daluiso, Parenti & Innocenti, 2019).

2.2.4.3. Análise estatística

Os dados obtidos nas análises físico-químicas foram avaliados por teste de Anova e Tukey, e posteriormente foi realizada análise de componentes principais (ACP) e a análise de agrupamentos hierárquicos sobre as componentes principais (HCPC). Os dados da análise sensorial foram avaliados estatisticamente por análise Anova-Welch e teste de média de Games-Howell para comparação de médias. O tratamento estatístico e a

análise dos dados foram realizados utilizando o programa XLSTAT versão 2016.03.35937 e os gráficos obtidos pelo programa R versão 3.6.1 (2019-07-05).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização das amostras de cafés em cápsulas

Os resultados obtidos para as análises de ponto de torra e granulometria estão apresentados na Tabela 1. Como pode ser observado, quanto ao grau de torra lido no espectrofotômetro Agtron, houve diferenças significativas entre as amostras. Quanto ao ponto de torra através do Disco Agtron, as amostras A1, B1, B2, C1, C2 e D1 apresentaram torra média e as amostras A2 e D2 apresentaram torra escura. Quanto à análise da granulometria, houve diferença significativa ($p < 0,05$) na porcentagem de retenção nas peneiras nº 16, 20, 30 e fundo, no entanto todas as amostras apresentaram maior retenção no fundo e, portanto foram classificadas como granulometria fina.

Tabela 1. Resultados obtidos nas análises de granulometria e ponto de torra das amostras de cafés em cápsulas.

Amostra	Grau de torra*	Ponto de torra*	Granulometria** (% retenção)					Classificação
		Disco nº/Grau	Peneira nº 12	Peneira nº 16	Peneira nº 20	Peneira nº 30	Fundo	
A1	40,4 d	55 média	0,0 (0,0) a	0,0 (0,0) c	0,1 (0,0) e	0,5 (0,1) e	99,4 (0,1) a	Fina
A2	36,7 e	45 escura	0,0 (0,0) a	0,0 (0,0) c	0,5 (0,1) cd	0,5 (0,0) e	99,0 (0,1) a	Fina
B1	54,9 a	65 média	0,1 (0,0) a	0,0 (0,0) c	0,4 (0,1) de	1,6 (0,3) de	97,9 (0,4) a	Fina
B2	47,3 c	65 média	0,0 (0,1) a	0,1 (0,1) c	0,4 (0,1) de	1,3 (0,1) e	98,2 (0,2) a	Fina
C1	52,1 b	65 média	0,0 (0,0) a	0,0 (0,0) c	0,7 (0,0) c	4,6 (0,4) cd	94,6 (0,3) a	Fina
C2	54,2 ab	65 média	0,1 (0,0) a	0,0 (0,0) c	0,4 (0,1) de	1,6 (0,3) de	97,9 (0,4) a	Fina
D1	47,0 c	65 média	3,6 (5,7) a	0,8 (0,4) b	2,4 (0,1) b	8,1 (1,1) b	85,2 (4,1) b	Fina
D2	37,4 e	45 escura	0,2 (0,0) a	2,0 (0,3) a	3,0 (0,1) a	12,2 (1,1) a	82,6 (0,8) b	Fina

* Média de três leituras **Média (desvio padrão) de três avaliações.

Para cada avaliação (coluna), valores seguidos de letras iguais não diferem significativamente entre si ao nível de erro de 5% (Teste de Tukey).

Tabela 2. Resultados obtidos nas análises de Peso Líquido, Umidade, Tempo de preparo da bebida, Vazão e Volume da crema.

Amostra	Peso declarado na embalagem (g)	Peso líquido medido no café em pó (g)	Umidade (g/100g)	Tempo de preparo (s)	Vazão (g/s)	Volume da crema (mL)
A1	5,0	5,18 (0,04) f	2,9 (0,1) c	14,0 (1,1) de	2,49 (0,27) bc	12,2 (1,1) b
A2	5,5	6,02 (0,04) e	2,8 (0,1) c	21,4 (1,4) c	1,56 (0,16) e	13,7 (0,7) a
B1	6,0	6,06 (0,04) e	3,4 (0,1) a	14,7 (0,9) de	3,00 (0,19) a	12,0 (1,1) b
B2	7,5	7,57 (0,08) b	3,2 (0,0) b	12,1 (1,2) e	2,23 (0,15) cd	9,8 (0,5) c
C1	8,0	8,09 (0,08) a	2,6 (0,0) d	25,5 (2,5) b	2,18 (0,20) d	14,0 (1,2) a
C2	8,0	8,16 (0,06) a	2,4 (0,0) e	35,3 (3,8) a	1,63 (0,09) e	14,0 (1,4) a
D1	6,7	6,57 (0,09) d	1,5 (0,0) g	25,0 (0,0) b	1,35 (0,09) e	11,5 (0,5) b
D2	6,7	6,70 (0,11) c	1,4 (0,0) g	25,0 (0,0) b	1,49 (0,16) e	12,8 (0,8) ab
Espresso gourmet	-	-	3,5 (0,0) a	15,8 (2,7) d	2,04 (0,39) d	7,0 (0,7) d
Espresso superior	-	-	1,7 (0,0) f	13,1 (0,6) e	2,71 (0,24) ab	1,3 (1,3) e

* Resultados expressos como média (desvio padrão) em 10 repetições.

** Para cada avaliação (coluna), valores seguidos de letras iguais não diferem significativamente entre si ao nível de erro de 5% (Teste de Tukey).

A Tabela 2 mostra os pesos declarados na embalagem e os resultados médios obtidos nas análises de peso líquido, tempo de preparo da bebida, vazão e volume da crema. Os pesos declarados na embalagem variam de acordo com o fabricante. O que mais se assemelha com a quantidade de pó utilizado para uma xícara de café espresso, é a marca C (8g). O fabricante D tem uma propoção similar ao espresso, pois o volume esperado da xícara para este fabricante é menor (35mL). Para os fabricantes A e B a quantidade de pó utilizada varia de cápsula para cápsula, de acordo com o tipo de cápsula. Pela análise de peso líquido, todas as cápsulas continham em média pelo menos o valor declarado na embalagem, com exceção da cápsula D1 cujo valor médio foi ligeiramente menor.

Os pesos líquidos, ou seja, as quantidades de pó em cada cápsula, variaram em média de 5,18 a 8,16 g, se mostrando significativamente diferentes entre si ao nível de erro de 5%. Todas as marcas apresentaram diferença entre os tipos avaliados, com exceção da marca C. As cápsulas da marca C apresentaram os maiores pesos líquidos, enquanto os menores foram da marca A. Todas as cápsulas continham em média no mínimo o valor declarado na embalagem, com exceção da cápsula D1 cujo valor médio foi ligeiramente menor.

Quanto à umidade do pó, os valores médios obtidos variaram de 1,4 a 3,5%. O maior valor foi observado para a amostra Espresso Gourmet, 3,5%. Esta amostra não diferiu significativamente da cápsula B1, com 3,4%, ao nível de erro de 5%. As amostras com menor teor médio de umidade, 1,4% e 1,5% foram as das cápsulas da marca D, que não diferiram significativamente entre si, ao nível de erro de 5%, e diferiram das demais. Nota-se que para cada máquina, as cápsulas 1 e 2, mesmo sendo diferentes, possuem teores de umidade próximos entre si.

Estes valores estão de acordo tanto com a legislação do Estado de São Paulo que estabelece padrões mínimos de qualidade para café torrado e moído de qualidade tradicional, superior e gourmet; quanto com a legislação brasileira. Ambas definem que o teor de umidade do pó de café deve ser de no

máximo de 5,0%. (São Paulo, 2007 a; São Paulo, 2007 b; São Paulo, 2010; Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2005).

A cápsula B2 apresentou o menor tempo de preparo, em média 12,1 segundos, e não diferiu significativamente das cápsulas A1 e B1, que apresentaram, em média, tempo de preparo entre 14,0 e 14,7 segundos, ao nível de erro de 5%. O maior tempo médio foi observado na cápsula C2, de 35,3 segundos, que diferiu significativamente de todas as demais, ao nível de erro de 5%.

Quanto à vazão, expressa em gramas por segundo, houve em média variação de 1,35 g/s, para a cápsula D1, a 3,00g/s, para a cápsula B1. As amostras C2 (1,63g/s), A2 (1,56 g/s), D2 (1,49 g/s) e D1 (1,35 g/s), foram as que apresentaram os menores valores médios de vazão e não diferiram entre si significativamente, ao nível de erro de 5%. Como era de se esperar, as cápsulas que apresentaram menor vazão foram as que apresentaram maior tempo de preparo das bebidas.

Percebe-se que as cápsulas da marca A apresentaram grande diferença no tempo de preparo e na vazão, mesmo sendo extraídas na mesma máquina. A1 teve menor tempo de extração e maior vazão, mesmo ambas utilizando a mesma máquina para extração. Há vários fatores que podem ter influenciado. O peso líquido do produto pode influenciar, pois se há maior quantidade de café torrado e moído, a tendência é que a água demore mais tempo para passar por ele, pois há maior superfície de contato. Nota-se que a cápsula A2 demorou mais tempo que a cápsula A1. Ambas apresentaram granulometria fina, mas a cápsula A2 apresentou um peso líquido 16% maior que o da cápsula A1. Com a maior quantidade de pó, a água demorou maior tempo de penetração e por isso o tempo de extração foi maior.

Em relação ao volume da crema os valores médios obtidos variaram entre 1,3 e 14,0 mL. Os maiores valores obtidos, 14,0 mL, foram observados para as cápsulas C1 e C2 e cápsula A2, com 13,7 mL, que não diferiram significativamente entre si, ao nível de erro de 5% e também não diferiram da cápsula D2, com volume de 12,8 mL. O menor valor obtido foi 1,3mL para a amostra superior extraída em máquina de café espresso convencional, e diferiu significativamente de todas as outras, ao nível de erro de 5%. Assim, é possível

notar que as amostras de café em cápsula produziram bebidas com crema de maior volume quando comparadas as amostras de café espresso convencionais.

Quanto à análise de persistência da crema, todas as amostras em cápsulas e a amostra gourmet extraída em máquina de café espresso convencional, apresentaram tempo superior a 5 minutos. A amostra superior extraída em máquina de café espresso convencional foi a única que apresentou tempo de persistência da crema inferior a 1 minuto, provavelmente pelo fato de ser uma amostra já comercializada como café torrado e moído, e sua granulometria, mesmo sendo classificada como fina, não é tão fina quanto a granulometria normalmente utilizada para preparo de café espresso (Gloess et al, 2013).

3.2. Análise Sensorial

Na Tabela 3 são mostrados os resultados para a análise da qualidade global das bebidas obtidas.

Tabela 3. Resultados obtidos na análise sensorial descritiva.

Amostra	Qualidade global
A1	7,2 (0,2) b
A2	6,0 (0,6) c
B1	7,3 (0,3) ab
B2	6,2 (0,4) c
C1	7,2 (0,6) ab
C2	6,5 (0,5) c
D1	7,3 (0,8) ab
D2	6,1 (0,7) c
Espresso gourmet	7,5 (0,2) a
Espresso superior	6,3 (0,2) c

* Resultados expressos como média (desvio padrão) em 3 repetições.

* Valores seguidos de letras iguais não diferem significativamente entre si ao nível de erro de 5% (Teste de Tukey).

De acordo com os resultados obtidos, a maior média foi obtida pela amostra Espresso Gourmet e esta não diferiu significativamente das cápsulas B1, C1 e D1. A cápsula A1 também não diferiu significativamente de B1, C1 e D1. As demais amostras de cápsulas não diferiram significativamente entre si e não diferiram da amostra Espresso Superior.

3.3. Análises Físico-químicas

Os resultados médios para a porcentagem de extração, teor de sólidos solúveis e pH das bebidas obtidas são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados médios obtidos para porcentagem de extração, teor de sólidos solúveis e pH das bebidas obtidas.

Amostra	% de Extração	Sólidos Solúveis (g/mL)	pH
A1	20,43 (0,40) cd	1,02 (0,02) cd	5,32 (0,01) de
A2	24,91 (1,15) a	1,25 (0,06) a	5,46 (0,04) c
B1	21,93 (0,97) bcd	1,10 (0,05) bcd	5,34 (0,04) d
B2	23,44 (0,79) ab	1,17 (0,04) ab	5,46 (0,01) c
C1	23,55 (0,60) ab	1,18 (0,03) ab	5,33 (0,03) d
C2	23,46 (0,76) ab	1,17 (0,03) ab	5,56 (0,01) b
D1	23,00 (1,70) abc	1,15 (0,08) abc	5,29 (0,02) de
D2	22,44 (0,80) abc	1,12 (0,04) abc	5,66 (0,04) a
Espresso gourmet	21,05 (0,72) bcd	1,05 (0,04) bcd	5,20 (0,01) f
Espresso superior	19,75 (0,59) d	0,99 (0,03) d	5,25 (0,02) ef

* Resultados expressos em média (desvio padrão) em 3 repetições.

* Para cada avaliação (coluna), valores seguidos de letras iguais não diferem significativamente entre si ao nível de erro de 5% (Tukey).

Considerando a porcentagem de extração, os valores variaram entre 19,75 e 24,91 %, sendo que o maior valor foi obtido para a cápsula A2, e esta não diferiu significativamente das cápsulas B2, C1, C2, D1 e D2. O menor valor foi obtido na amostra de Café Espresso de qualidade global Superior. Esta amostra não diferiu do Café Espresso de qualidade global Gourmet e da cápsula B1. Os valores obtidos estão próximos do obtido por Angeloni et al, 2019, para café espresso, que foi de $22,59 \pm 1,51$ % e dos obtidos por Parenti et al, 2014, que foram $21,1 \pm 0,6$ % para o café espresso e $24,2 \pm 0,9$ e $25,1 \pm 0,7$ % para os cafés em cápsulas (Angeloni et al, 2019; Parenti et al, 2014).

Quanto aos sólidos solúveis, os valores seguiram a mesma tendência da porcentagem de extração, conforme esperado. Os valores variaram entre 0,99 e 1,25 g/mL. O maior valor foi obtido para a cápsula A2, que não diferiu das cápsulas B2, C1, C2, D1 e D2. O menor valor foi obtido na amostra de Café Espresso de qualidade global Superior, que não diferiu do Café Espresso de qualidade global Gourmet e da cápsula B1.

Com relação ao pH, os valores variaram de 5,20 a 5,66, sendo o maior valor obtido pela cápsula D2, que diferiu significativamente de todas as demais amostras e o menor valor foi obtido pelo Café Espresso Gourmet, que não diferiu significativamente do Café Espresso Superior.

Os resultados médios para a concentração (mg/mL) e eficiência de extração (mg/g) de cafeína, ácidos clorogênicos (5-CQA) e trigonelina das bebidas obtidas são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Cafeína, ácido clorogênico (5-CQA) e trigonelina em bebidas de café e as respectivas eficiências de extração (mg/g de pó).

Extração	Cafeína (mg/mL)	Eficiência de extração de Cafeína (mg/g)	5-CQA (mg/mL)	Eficiência de extração de 5-CQA (mg/g)	Trigonelina (mg/mL)	Eficiência de extração de Trigonelina (mg/g)
A1	0,92 (0,06) f	6,16 (0,41) f	0,62 (0,03) f	0,09 (0,00) c	0,30 (0,01) e	2,03 (0,05) e
A2	2,11 (0,07) d	12,75 (0,45) cd	1,09 (0,21) de	0,18 (0,03) c	0,42 (0,03) e	2,57 (0,18) e
B1	1,78 (0,14) e	12,89 (1,03) cd	1,30 (0,10) cd	0,18 (0,01) c	0,66 (0,10) d	4,77 (0,73) c
B2	3,51 (0,03) a	13,43 (0,12) cd	2,01 (0,07) b	0,53 (0,02) c	0,97 (0,03) c	3,72 (0,12) d
C1	3,54 (0,07) a	21,92 (0,43) a	2,62 (0,06) a	0,42 (0,01) c	1,02 (0,02) bc	6,30 (0,13) b
C2	3,23 (0,07) b	20,84 (0,47) a	1,88 (0,00) b	0,02 (0,00) c	0,04 (0,00) f	7,12 (0,23) ab
D1	2,58 (0,11) c	14,25 (0,61) c	2,17 (0,11) ab	0,39 (0,02) c	0,89 (0,02) c	4,94 (0,23) c
D2	3,12 (0,10) b	18,13 (0,61) b	1,11 (0,07) de	0,19 (0,01) c	0,74 (0,03) d	4,30 (0,12) cd
Espresso gourmet	2,80 (0,04) c	12,13 (0,16) d	1,72 (0,07) bc	7,45 (0,30) a	1,83 (0,01) a	7,93 (0,04) a
Espresso superior	2,09 (0,06) d	9,06 (0,26) e	0,67 (0,40) ef	2,89 (1,74) b	1,15 (0,11) b	4,97 (0,46) c

* Média (desvio padrão) de três avaliações

** Para cada avaliação (coluna), valores seguidos de letras iguais não diferem significativamente entre si ao nível de erro de 5% (Teste de Tukey).

Quanto à concentração de cafeína, foi possível observar diferenças significativas entre as amostras. A concentração variou de 0,92 a 3,54 mg/mL, sendo o maior valor obtido pela cápsula C1, que não diferiu significativamente da cápsula B2 e o menor valor foi obtido pela cápsula A1, que diferiu significativamente de todas as demais. Já para a eficiência de extração de cafeína, os valores variaram de 6,16 a 21,92 mg/g, sendo o maior valor observado na cápsula C1, que não diferiu significativamente da cápsula C2, e o menor valor foi observado na cápsula A1, que diferiu significativamente de todas as demais. Angeloni et al, 2019, encontraram valores entre 1,43 e 4,10 mg/mL para concentração de cafeína e para eficiência de extração de cafeína, valores variando de 5,76 a 17,40 mg/g, em diferentes métodos de obtenção de café espresso, valores próximos aos obtidos no atual estudo. Parenti et al, 2014, encontraram valores 2,14 e 2,31 mg/mL para concentração de cafeína em café espresso e dois métodos de cafés em cápsulas (Angeloni et al, 2019; Parenti et al, 2014).

Com relação à concentração de ACG, especificamente o 5-CQA, também foi possível observar diferenças significativas entre as amostras. Os valores variaram entre 0,62 e 2,62 mg/mL, sendo o maior valor obtido pela cápsula C1, que não diferiu significativamente da cápsula D1, e o menor valor foi obtido na cápsula A1, que não diferiu significativamente da amostra Café Espresso Gourmet. Já quanto a eficiência de extração de ACG, os valores variaram entre 0,02 e 7,45 mg/g. O maior valor foi observado na amostra Café Espresso Gourmet, que diferiu significativamente de todas as demais. A amostra Café Espresso Superior apresentou o segundo maior valor e diferiu significativamente de todas as outras amostras. O menor valor foi observado na cápsula C2, que não diferiu significativamente das demais amostras em cápsula. Ou seja, foi observado um baixo valor de eficiência de extração de ACG em todas as amostras de cafés em cápsulas, o que indica que máquinas de cápsulas podem não ter muita eficiência de extração de 5-CQA. Estudos posteriores e mais aprofundados seriam necessários para confirmar esta observação. Angeloni et al, 2019, encontraram concentrações de ACG, especificamente o 5-CQA, entre 1,56 e 4,80 mg/mL em amostras de café espresso, estando um pouco maiores do que os encontrados neste estudo. Já Parenti et al, 2014, encontraram valores entre 2,27 e 2,59 mg/mL em amostras de café espresso e duas amostras de cafés em cápsulas, para o 3-CQA + 5-CQA. Quanto à eficiência de extração de 5-CQA, eles encontraram valores entre 6,32 e 18,91 mg/g em amostras de café espresso, valores que também foram maiores que os encontrados no estudo atual, estando neste estudo somente o Café Espresso Gourmet dentro dessa faixa (Angeloni et al, 2019; Parenti et al, 2014).

Quanto à concentração de trigonelina, também foi observada diferença significativa entre as amostras. Os valores variaram entre 0,04 e 1,83 mg/mL, sendo o maior valor observado no Café Espresso Gourmet, que diferiu de todas as demais amostras. O segundo maior valor foi obtido também pela amostra de Café Espresso, porém de qualidade Superior, e este não diferiu da cápsula C1. O menor valor foi observado na cápsula C2, que diferiu de todas as demais amostras. Parenti et al, 2014, encontraram valores de concentração de trigonelina entre 1,22 e 1,32 mg/mL, para amostras de café espresso e cafés

em cápsulas. Neste estudo os valores mais próximos foram observados nas amostras de café espresso. Quanto à eficiência de extração de trigonelina, os valores variaram entre 2,03 e 7,93 mg/g. Angeloni et al, 2019 não estudaram a eficiência de extração de trigonelina e não foi encontrado nenhum outro estudo até o momento que apresentasse este parâmetro para comparação (Angeloni et al, 2019; Parenti et al, 2014).

3.4. *Análise de Agrupamentos Hierárquicos sobre as Componentes Principais (HCPC)*

Na Figura 1 é mostrada a Análise de Agrupamentos Hierárquicos para as amostras de café utilizadas. Para análise dos dados, foi considerada distância euclidiana e método de Ward como o método de aglomeração. É possível observar que foram formados quatro grupos: um com as amostras Espresso Superior e A1; um com as amostras A2, B1, B2, D1 e D2; um somente com a amostra Espresso Gourmet; e o último com as amostras C1 e C2.

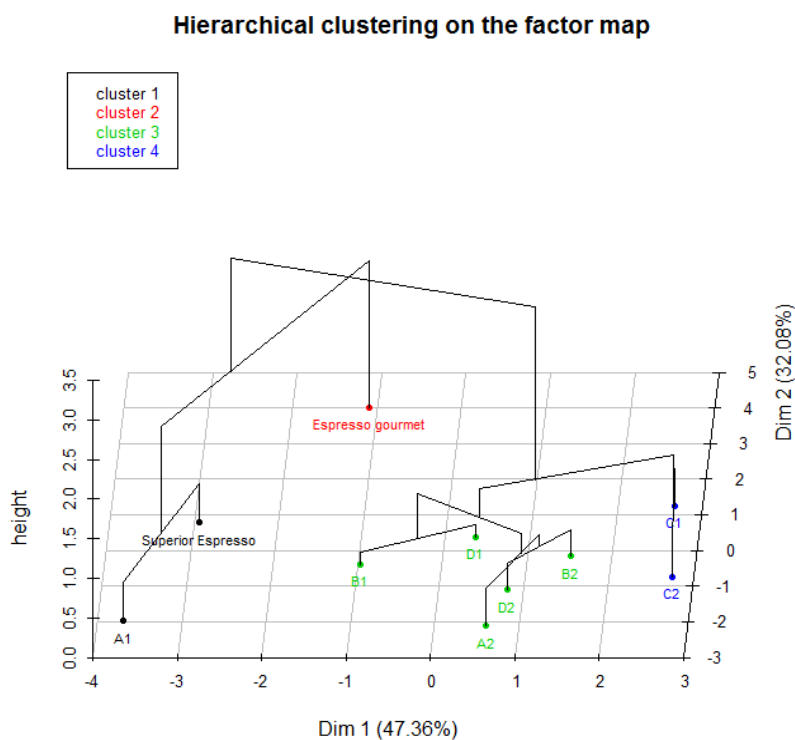


Figura 1. Análise de agrupamentos hierárquicos das amostras de bebida do café analisadas.

Para obter o gráfico da Figura 1, primeiramente realizou-se a análise de componentes principais, considerando os dados de concentração de cafeína, trigonelina e ACG, eficiência de extração de cafeína, trigonelina e ACG, sólidos solúveis, porcentagem de extração, pH e qualidade global. A Figura 2 mostra o gráfico da Análise de Componentes Principais. 79,44% da variância total está explicada nas componentes F1 (47,36%) e F2 (32,08%). Em seguida, sobre esta análise foi realizada a análise de agrupamentos hierárquicos considerando os dados de concentração de cafeína, trigonelina e ACG, eficiência de extração de cafeína, trigonelina e ACG, sólidos solúveis, porcentagem de extração e pH. A Figura 3 mostra o gráfico de dispersão das pontuações fatoriais nos eixos um e dois.

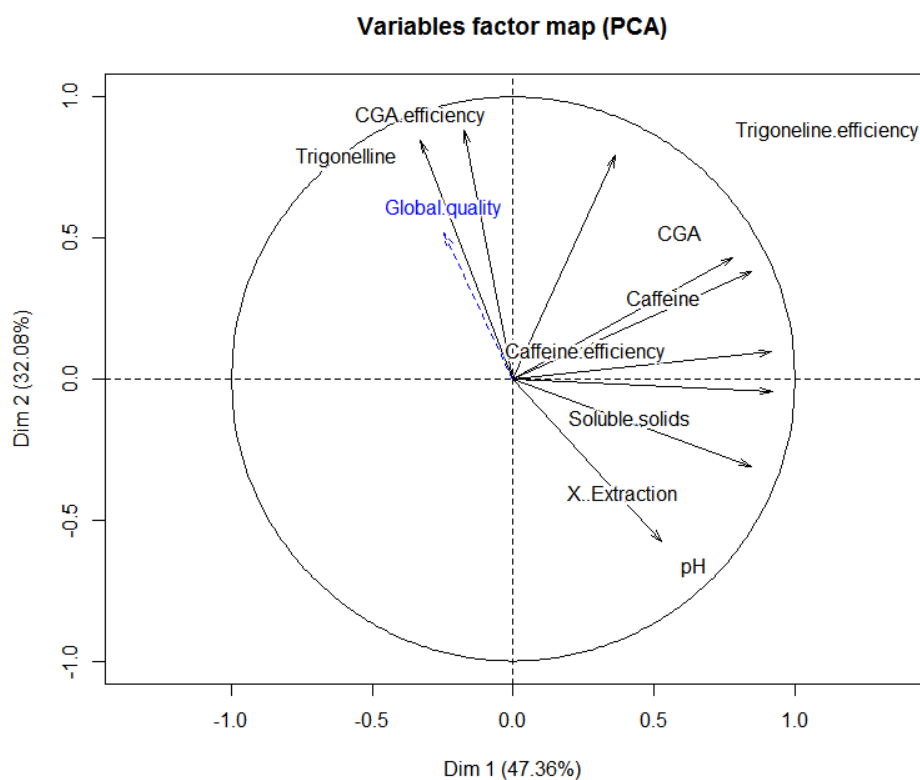


Figura 2. Análise de Componentes Principais

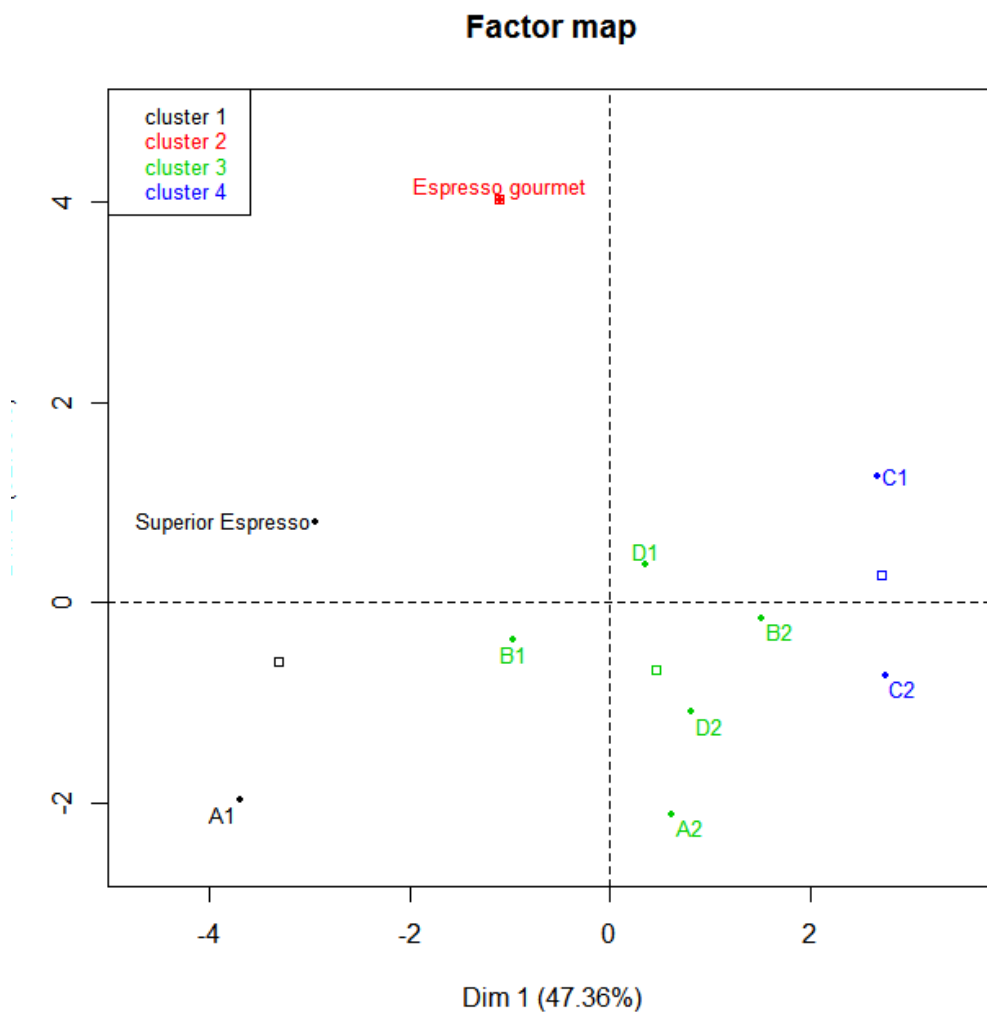


Figura 3. Dispersão das pontuações fatoriais nos eixos um e dois, com a formação dos agrupamentos

Analisando as Figuras 2 e 3, é possível observar a amostra Espresso Gourmet se isolou das demais e se aproximou dos vetores qualidade global, concentração de trigonelina e eficiência de extração de ACG (5-CQA), sendo a amostra que apresentou maiores valores nestas análises. Esta amostra está em sentido oposto ao vetor pH, sendo a amostra que obteve o menor valor nesta análise. As amostras Espresso Superior e A1 se aproximaram e estão mais distantes dos vetores cafeína (mg/mL) e 5-CQA (mg/mL) e pelas análises físico-químicas, estas amostras obtiveram os menores valores nestas análises. As amostras A2, B1, B2, D1 e D2, ficaram próximas dos vetores pH e porcentagem de extração. As amostras C1 e C2 também tenderam a se aproximar nesta análise, e ficaram mais próximas dos vetores eficiência de

extração de cafeína, concentração de cafeína, sólidos solúveis e concentração de ACG (5-CQA). Assim, foi observado que no geral houve uma tendência em agrupar as amostras de acordo com o tipo de extração, sendo que as amostras das máquinas B e D se mostraram com propriedades semelhantes.

4. CONCLUSÃO

Foi possível observar que as diferentes máquinas produzem bebidas com características diferentes e também que há diferenças entre as extrações de cápsulas de uma mesma marca. A amostra de café espresso superior praticamente não teve formação de crema e quando teve se desfez rapidamente, o que possivelmente se deve a esta ser uma amostra de café torrado e moído, ou seja, de granulometria mais fina do que a indicada para extrair bebida de café espresso. Quanto à qualidade global, observou-se que existem diferentes qualidades de bebidas de café que podem ser obtidas utilizando-se cafés em cápsulas. As cápsulas A1, B1, C1 e D1 se aproximaram de qualidade global gourmet e as cápsulas A2, B2, C2 e D2 foram classificadas com qualidade global superior. As cápsulas em geral apresentaram maior tempo de preparo da bebida, volume de crema e pH, porcentagem de extração e teor de sólidos solúveis expressos em g/mL de bebida além de menor eficiência de extração de ACG e menores concentrações de cafeína e trigonelina, em relação a bebida de café espresso convencional superior e gourmet, ao nível de erro de 5%. A cápsula A1 foi a que mais se assemelhou à amostra Superior Espresso e, embora a amostra Gourmet Espresso tenha apresentado tendência a se isolar, as amostras Superior Espresso e A1 foram as que mais se aproximaram dela. Através da análise HCPC foi possível observar que em geral as amostras tiveram uma tendência em ser agrupadas de acordo com os tipos de extração, ou seja, com as máquinas que foram utilizadas para o preparo, sendo que as bebidas preparadas pelas máquinas B e D apresentaram extrações semelhantes. O café torrado e moído utilizado no preparo da bebida do café tem grande influência na qualidade da bebida, uma vez que parâmetros como granulometria, torra, qualidade do grão utilizado,

blends utilizados, entre outros, tem maior impacto na qualidade da bebida do café do que o método de extração utilizado.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (2005). Resolução da Diretoria Colegiada RDC Nº. 277, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para café, cevada, chá, erva-mate e produtos solúveis. Publicada no Diário Oficial da União nº 184, de 23 de setembro de 2005).
- Agtron Inc. Agtron coffee roast E-10-CP owners manual: special applications abridged spectrophotometer. USA: Agtron Inc., [s.d]. 15 p.
- Angeloni, G., Guerrini, L., Masella, P., Bellumori, M., Daluiso, S., Parenti, A., Innocenti, M. (2019). What kind of coffee do you drink? An investigation on effects of eight different extraction methods. *Food Research International*, 116, 1327-1335. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.022>.
- Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC) (2016). Norma de Qualidade para Cafés em Cápsulas (Monodoses). Revisão 01 de 18/05/2016. <<http://abic.com.br/certificacao/capsula/norma-e-regulamento/>>. Accessed 15 April 2019.
- Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC) (2018). Indicadores da Indústria de Café 2018. <<http://abic.com.br/brasil-maior-produtor-mundial-de-cafe-exporta-3515-milhoes-de-sacas-com-media-mensal-de-292-milhoes-de-sacas-em-2018/>>. Accessed 18 September 2019.
- Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC) a. (2019). Brasil - maior produtor mundial de café - exporta 35,15 milhões de sacas com média mensal de 2,92 milhões de sacas em 2018. <<http://abic.com.br/brasil-maior-produtor-mundial-de-cafe-exporta-3515-milhoes-de-sacas-com-media-mensal-de-292-milhoes-de-sacas-em-2018/>>. Accessed 18 September 2019.
- Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC) b. (2019). Tipos de preparo. <http://abic.com.br/o-cafe/dicas-do-cafe/tipos-de-preparo/>. Accessed 06 June 2019.
- Euromonitor International (2017). Tendências do Mercado de cafés em 2017. <http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/consumo/tendencias_do_mercado_cafe_2017.pdf>. Accessed 15 December 2018

- Gloess, A. N., Schonbachler, B., Klopprogge, B., D'Ambrosio, L., Chatelain, K., Bongartz, A., Strittmatter, A., Rast, M. Yeretizian, C. (2013). Comparison of nine common coffee extraction methods: instrumental and sensory analysis. *European Food Research Technology*, 236, 607-627. <https://doi.org/10.1007/s00217-013-1917-x>.
- Howell, G. (1998). SCAA Universal Cupping Form & How to use it. *10th Annual Conference & Exhibition "Peak of Perfection"- Presentation Handouts*. Denver-Colorado, 17-21.
- Latimer Junior, G. W. (2012). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 19th ed.: AOAC, 2012. Chapter 30. Met. 973.21, p. 05.
- Lingle, T.R. (1986). *The coffee cupper's handbook*. Systematic Guide to the Sensory Evaluation of Coffee's Flavor, Second Edition, Washington, D.C. ISBN 1-882552-00-8.
- Lingle, T. R. (1996). *A Systematic Guide to Coffee Preparation*. Califórnia. Specialty Association of America. Chapter 5 – Grind, p:27-29.
- Parenti, A., Guerrini, L., Masella, P., Spinelli, S., Calamai, L. (2014). Comparison of espresso coffee brewing techniques. *Journal of Food Engineering*, 121, 112-117. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.08.031>.
- São Paulo (Estado) a. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. (2007). Resolução SAA nº 30 de 22 de junho de 2007. Norma de padrões mínimos de qualidade para café torrado em grão e torrado e moído - característica especial: café superior. Diário Oficial do Estado de São Paulo. Executivo Seção I, São Paulo, 117 (117).
- São Paulo (Estado) b. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. (2007). Resolução SAA nº 31 22 de junho de 2007. Norma de padrões mínimos de qualidade para café torrado em grão e torrado e moído - característica especial: café gourmet. Diário Oficial do Estado de São Paulo. Executivo Seção I, São Paulo, 117 (117).
- São Paulo (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. (2010). Resolução SAA nº 19 de 05 de abril de 2010. Norma de padrões mínimos de qualidade para café torrado em grão e torrado e moído – característica:

café tradicional. Diário Oficial do Estado de São Paulo. Executivo Seção I, São Paulo, 120 (66).

Viana, L. F. C. (2014). O savoir-faire das cafeterias na extração de cafés especiais: rotinas e processo de valoração. Brasília, DF. <http://repositorio.unb.br/handle/10482/15876>

Wang X, William, J., Fu, Y., Lim, L. (2016). Effects of capsule parameters on coffee extraction in single-serve brewer. *Food Reasearcher International*, 89, 797-805. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.09.031>

CAPÍTULO 4: CONSUMERS' PERCEPTION OF DIFFERENT BREWED COFFEE EXTRACTIONS USING THE SORTING TECHNIQUE

Juliana Lustosa **Ferini**^a; Michele Veiga **Morales**^a; Thaís Araújo **da Silva**^a;
Juliana Rocha Mendes **Pedreira**^a; Nathália Tiyo de **Godoy**^a; Aline de Oliveira
Garcia^a; Silvia Amélia Verdiani **Tfouni**^a

^a Food Science and Quality Center, Institute of Food Technology (Ital),
Campinas-SP, Brazil.

O artigo foi submetido à revista Food Quality and Preference

ABSTRACT– This study investigated the characteristics of coffee brewing methods under the consumer's perspective, through the Sorting technique, assuming that the consumer may not perceive the differences between coffee capsules and espresso coffee extractions. In the first assessment, the assessors watched videos explaining the different coffee brewing methods. Ten extraction methods were studied, as follows: paper filter, cloth strainer, Italian coffee maker, French press, electric coffee maker, espresso, and capsule coffee machines (A, B, C, and D brands), forming two larger groups and subgroups. In the second assessment, the study investigated the consumers' ability to sort the samples according to their sensory quality characteristics or the brewing methods used. For that, the acceptability and quality of brewed coffee were evaluated, aimed to find a possible relationship between the quality of brew according to the consumer's opinion (good or bad) and the overall quality of brewed coffee. Ten samples were evaluated, as follows: one espresso coffee with Superior designation, one espresso coffee with Gourmet designation, and eight coffee capsule samples. The assessors were asked to sort the samples into groups and to evaluate each group for their preference concerning the coffee quality, and to select the descriptors that characterized the samples according to the CATA method (Check all that apply). The results showed that the sorting technique is suitable for measuring the consumers' perceptions and how they perceive similarities and differences between different brewed coffees, what was improved by the association with CATA analysis.

Keywords: Coffee, Extraction, Capsules, Sorting, CATA, Consumer.

.

*Corresponding author: Food Science and Quality Center, Institute of Food Technology (Ital), Av. Brasil, 2880, Jd. Chapadão, 13070-178, Campinas-SP, Brazil

Tel +551937431809

e-mail address: juliana.ferini@ital.sp.gov.br (J.L.Ferini)

1. INTRODUCTION

Coffee is one of the most consumed beverages in the world due to its complex composition of aromas and flavors. The phenolic compounds present in coffee beans have antioxidant properties with health benefits, due to its reducing-oxidizing properties and chelating activities that act on free radicals and prevent transition metals to act as oxidation promoters (Abrahão, Pereira, Duarte, Lima, Alvarenga & Ferreira, 2010).

A careful procedure is required to prepare coffee, as this step is responsible for the production of a high-quality coffee beverage. The preparation consists of extracting the flavor and aroma of roasted and ground coffee using hot water and has cultural variants that determine different preparation processes, which should follow some basic rules for obtaining a good coffee. The addition of hot water to roast and ground coffee is a process called infusion, and it can be by filtration, percolation, pressing or pressure (also called as espresso), thus obtaining different types of beverages (Associação Brasileira da Indústria do Café - ABIC, 2017).

The coffee capsules system has gained popularity, mainly due to its practicality. According to the Euromonitor International report, the Brazilian coffee capsules consumption was 0.9% of total coffee consumption in 2017, with a projection of reaching 1.1% by 2021. Despite being a small percentage, coffee capsules have a high added value with important dissemination throughout the country (Parenti, Guerrini, Masella, Spinelli & Calamai, 2014, Euromonitor International, 2017).

The Brazilian coffee quality program (PQC), introduced by the Brazilian Coffee Industry Association (ABIC), allows the classification of coffee beverages through a sensory evaluation performed by a trained panel in accredited laboratories. The brewed coffee is classified according to an overall quality scale as Traditional, with an average score between 4.5 and 5.6; Superior, with an average score between 6.0 and 7.2; and Gourmet, with an average score above 7.3 (Associação Brasileira da Indústria do Café - ABIC, 2019).

Various sensory evaluation methods have been used to understand consumer preferences and optimize products, including the Check All That Apply (CATA) and Sorting methods. CATA is a widely used method consisting of a list of attributes to describe the product under study, and consumers can select those they consider appropriate for describing such products (Valentin, Chollet, Lelievre & Abdi, 2012). The Sorting method consists of a data collection procedure, in which the assessors sort the samples into groups based on similarity or differences between samples. Sorting is based on free categorization and aims to present the spatial structure of each product, as well as the interpretation of underlying dimensions. The Sorting matrix is analyzed by the multidimensional scaling (MDS), which is used to visualize distances between objects in a small dimensional space. In MDS, each object is represented by a point on the map, distributed in such a way that objects located close to each other are perceived as being similar, while objects perceived as different are located far from each other (Chollet, Valentin & Abdi, 2014).

Cartier et al (2006) investigated the efficiency of Sorting methods as an alternative to the quantitative descriptive analysis to obtain a sensory map of foods. The authors studied whether Sorting with a trained panel would have similar results when compared to quantitative descriptive analysis. The results showed that the Sorting method combined with verbalization led to a significant and consistent sensory mapping of the product, regardless of the level of training of the assessors (Cartier, Rytz, Lecomte, Poblete, Krystlik, Belin & Martin, 2006).

Therefore, the objective of the present study was to investigate, through the Sorting method, different coffee beverages obtained from various extraction methods, concerning their similarity from the consumer's perception, how consumer can sort the brewed coffees according to the overall quality or extraction method and whether they can find a similarity between coffee capsules and espresso coffees.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. MATERIAL

Ten different coffee extraction machines or devices were used, namely paper filters 102# and 103#, cloth strainer, 400 mL Italian coffee maker, 250 mL French-press coffee maker, 700 mL electric coffee maker with reusable basket paper coffee filter holder and 102# coffee paper filter, espresso coffee machine with a set for preparing two cups simultaneously and four brands of capsule coffee machine (A, B, C, and D).

For the preparation of the beverages, Superior roasted and ground coffee, Gourmet roasted coffee, 2 coffee capsules from brand A (A1 and A2), 2 coffee capsules from brand B (B1 and B2), 2 coffee capsules from brand C (C1 and C2), and 2 coffee capsules from brand D (D1 and D2) were used. Each coffee capsule brand was previously evaluated by a trained team for overall quality classification according to the Coffee Quality Program (PQC) of the Brazilian Coffee Industry Association (ABIC). The samples were coded as 1 and 2 according to their overall quality, representing the designation Gourmet and Superior, respectively (ABIC, 2019).

2.2. METHODS

2.2.1 Preparation of brewed coffee

2.2.1.1 Paper filter

A reusable basket paper coffee filter holder and a 103# coffee paper filter were used for the extraction. The brewed coffee was prepared using 50g of roasted and ground coffee and 500 mL of mineral water at 92-96 °C.

2.2.1.2. Cloth Strainer

The extraction was done directly in a cloth strainer, using 50g of roasted and ground coffee and 500 mL of mineral water at 92-96 °C.

2.2.1.3. Italian coffee maker

The brewed coffee was prepared using 40g of roasted and ground coffee, which was placed in the metal container of the Italian coffee maker, using 400mL of mineral water. The coffee maker was boiled until obtaining the beverage.

2.2.1.4. French pressing

The brewed coffee was prepared using 25g of roasted and ground coffee, which was placed inside the French press reservoir, using 250 mL of mineral water at 92-96 °C, followed by manual stirring for 2 minutes. Then, the lid was placed on the French press and the plunger on the top of the pot was partially pushed down about 2 cm, kept at rest for 30 seconds, and then slowly pushed down to prevent the coffee powder from setting out the liquid phase of the beverage.

2.2.1.5. Electric coffee maker

The extraction was done using 50g of roasted and ground coffee placed on the 102# coffee paper filter and 500 mL of mineral water in the electric coffee maker reservoir for brewing.

2.2.1.6. Espresso Coffee Machine

The procedure was carried out according to the manufacturer's instructions. Gourmet roasted coffee (ground at the time of preparation) and Superior roasted and ground coffee were used.

2.2.1.7. Capsule Coffee Machine

The extraction was done in the respective capsule coffee machine, according to the manufacturer's instructions.

2.2.2 Analysis

2.2.2.1 Sorting of coffees obtained by different brewing methods

The sensory evaluation was performed using 36 volunteers, who consume and prepare coffee at least once a month, 24 female and 12 male, aged between 18 and 60 years, belonging to social classes A, B, and C, according to the Brazil Criteria of Economic Classification (ABEP, 2018).

In a room with fluorescent light, ten different coffee brewing machines or devices were arranged side by side, including paper filter, cloth coffee strainer, Italian coffee maker, French press, electric coffee maker, espresso, and four capsule coffee machines. Each method received a three-digit code and was arranged for each evaluator in a randomized order. A short video of the brewing methods was presented to the assessors using a tablet. In addition, photos of the extracted beverages were placed in front of each coffee maker, to provide a range of options for consumers' assessment, and the coffee capsules were placed in front of the respective machines.

Data were collected on paper sheets. The assessors were instructed to sort the ten brewing methods into groups, according to the similarity and differences between them. It was also informed there was no minimum or a maximum number of clusters, and no fixed amount of brewing methods for each group, emphasizing that the brewing methods should not be repeated in the groups.

Each assessor performed the test individually. They were also asked to complete a demographic questionnaire on coffee consumption and to fill out a free and informed consent form about their participation, which could be discontinued at any time.

2.2.2.2 Sorting of espresso coffees and coffee capsules

In the second assessment, 118 espresso coffee consumers, aged from 18 to 65 years, belonging to social classes A, B, and C, according to the Brazil Criteria of Economic Classification (ABEP, 2018), with a monthly consumption

of espresso or coffee capsules, were recruited to evaluate 10 brewed coffees obtained by the conventional espresso method or capsule coffee machines.

The test was performed in booths under fluorescent illumination, equipped with the Compusense Cloud system. The samples were coded with three-digit numbers and arranged for each consumer according to the balanced complete block design. The brew volumes prepared automatically by the machines were offered to the consumers. In the case of machine D, an extraction time of 25 seconds was used. All preparations were performed to represent household consumption.

Before serving the samples, the consumers were asked about their preferences for sugar, sweetener, or pure coffee, thus using 5 g of sugar per sample (before the extraction) or 5 drops of sweetener composed of sodium saccharin and sodium cyclamate. Disposable stick stirrers were offered along with the samples to allow a homogeneous mixture of coffee and sugar or sweetener before the evaluation.

After tasting the samples, consumers were asked to create at least two groups and at most five groups of samples. Mineral water was offered along with the samples for palate cleansing.

After completing the first step, consumers were asked to answer quality questions for each group, according to a five-point scale (5 = very good /premium product, 3 = regular/standard product, 1 = very bad/ low-quality product). They were also asked to classify the preferences, according to a nine-point hedonic scale (9 = liked very much, 5 = neither liked nor disliked and 1 = disliked very much).

Finally, the CATA descriptive analysis was applied to each group, using a list of 26 attributes, and consumers were asked to choose the descriptors that characterized the products. To raise the CATA descriptors, a discussion was conducted in a focus group with 5 consumers to choose the descriptors from the Coffee Tasters Flavor Wheel that represented the samples studied (Specialty Coffee Association - SCA, 2016). The attributes raised were: sweet, acid, bitter, astringent, nut/hazelnut, chocolate, weak, strong, characteristic coffee flavor, floral/fruity, smoke/tobacco, burnt, caramel, herb/tea, full-bodied, off-flavor, spice/black pepper/nutmeg, consistent crema, thin crema, no crema,

creamy (mouthfeel), chemical/woody/ medicinal, watery, foaming/large bubble crema, light crema, and dark crema.

2.2.3. Statistical analysis

Sorting data were evaluated by a similarity matrix and multidimensional scaling (MDS). ANOVA and Tukey's test was used for quality and hedonic scale data ($p < 0.05$). Cochran test was used for CATA data. All analyses were performed using the program XLSTAT version 2016.03.35937.

For the MDS, a Kruskal stress model was considered, with dimensional space of 2 to 4, random start configuration with 5 repetitions, using the convergence criterion of 0.00001 and a maximum number of iterations of 500. For the CATA findings, the Cochran's test was applied to each sensory descriptor based on chi-square distances.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Sorting of different brewing methods

Figures 1 and 2 show the characteristics of the consumers, regarding age, frequency of coffee consumption, time of consumption, and types of coffee consumed.

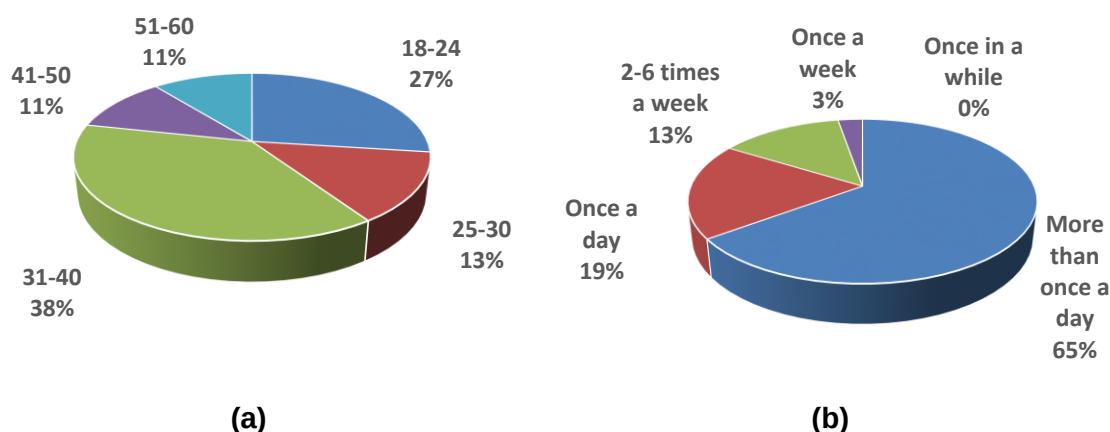
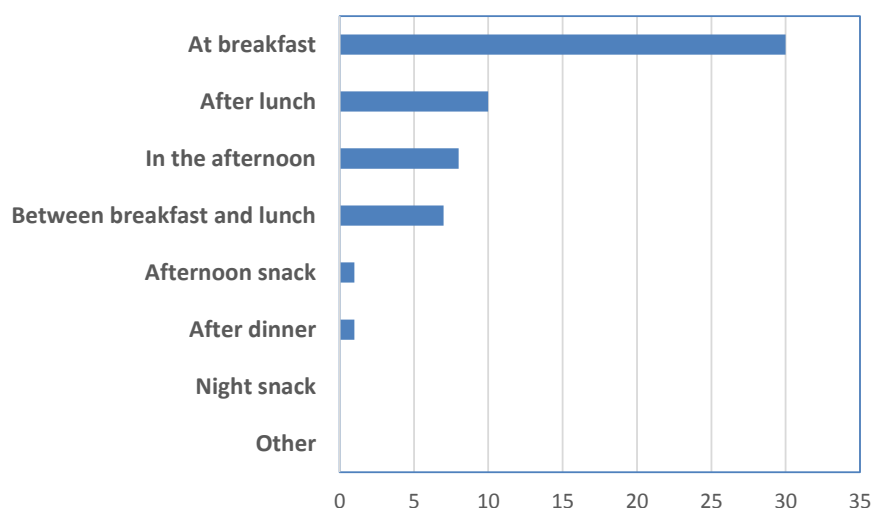
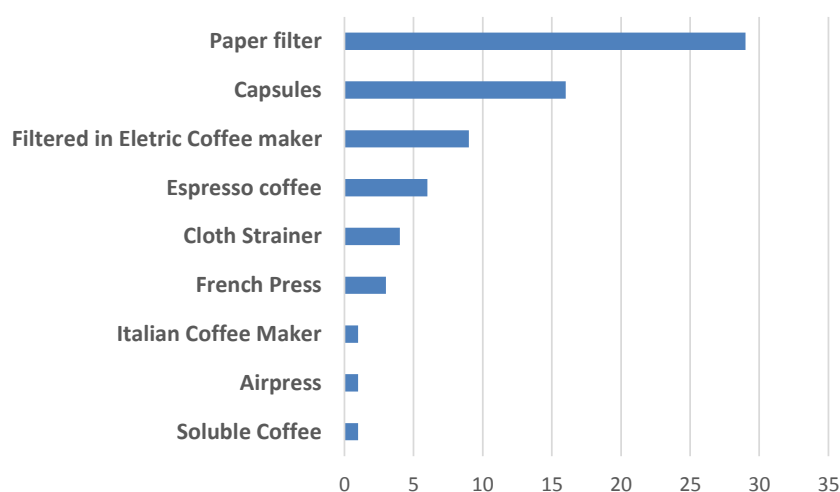


Figure 1. Age (a) and frequency of coffee consumption (b) as reported by the consumers' group.



(a)



(b)

Figure 2. Moment of consumption (a) and types of coffee consumed (b) as reported by the consumers' group.

Figure 3 shows the sorting analysis for similarity, and the closer to 100%, the closer the perception between the brewing methods, and the lower the value, the more distinct the consumer's perception. Different colors were used on the scale, as follows: **green** = very close (above 72%), **yellow** = moderately close (47 to 71%), **red** = not very close (22 to 46%), **grey** = not too far (11 to 21%) and **black** = too far (below 10%).

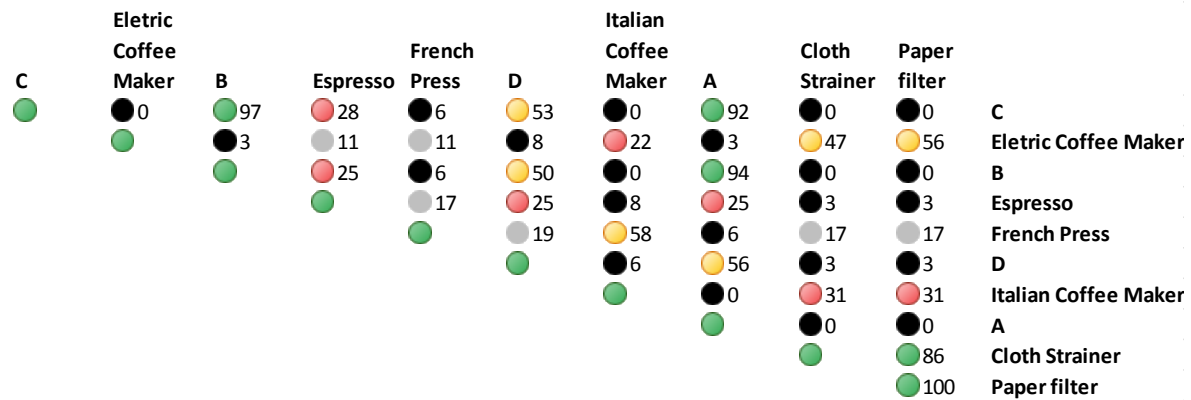


Figure 3. Sorting analysis for similarity.

Figure 4 presents the multidimensional scaling analysis (MDS). In MDS, the greater the distance between two points, the greater the dissimilarity between them (Kruskal & Wish, 1978). According to Kruskal (1964), stress is a natural measure of adjustment, which measures how well any setting fits the data and set with the least stress is desired. In this study, data were well adjusted, that is, it was well represented in two dimensions, once the Kruskal stress value was 0.145 (Kruskal, 1964).

As can be seen in Figure 4, ellipses were drawn to show the clusters according to the similarity in Figure 3, to facilitate the visualization of samples with greater similarity. The most well-known capsule coffee machines (A, B, and C) were grouped very close to each other, as well as the cloth strainer and paper filter extractions. It is observed that the extraction in the capsule coffee machine D is located close to the other capsule coffee machines at a moderately close distance, as well as the electric coffee maker is close to the cloth strainer and paper filter extractions, while the French press is close to Italian coffee maker. The Espresso coffee machine was rated as less close to the capsule coffee machines, and the Italian coffee maker is less close to the electric coffee maker, the cloth strainer, and paper filter extraction.

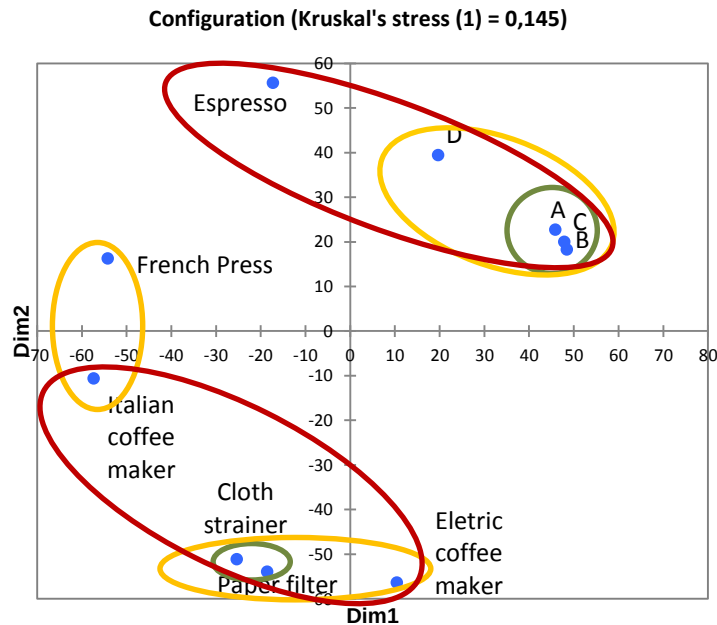


Figure 4. Multidimensional Scaling (MDS)

The characteristics defined for each group were distributed for each brewing method. Consumers have made a distinction between the extraction methods with a paper filter, cloth strainer, French press, and Italian coffee maker and the methods using electric coffee maker, espresso coffee, and capsule coffee machines.

Some consumers have highlighted a need to control the volume of water and the amount of coffee powder for the filtration methods. In the case of capsule coffee machines, the capsule defined the amount of powder, with no need for consumer interference. Regarding the automatic machines, all of them selected the water volume automatically.

Paper filter, cloth strainer, and electric coffee extractions, as well as French press and Italian coffee methods, were considered simple, cheap, traditional, home-made and time-consuming extractions, besides allowing obtaining great amounts of brewed coffee, except for the French press and Italian coffee maker, which were considered non-traditional by some consumers.

In turn, both espresso and capsule coffee systems were considered high-cost methods, and consumers associated the capsule coffee machines with the ease of preparation, practicality, speed, and modernity, which justify the added

value of the extraction method. In addition, consumers reported that some capsule coffee machines can be used for the preparation of other beverages rather than brewed coffee.

The beverages extracted from the capsule coffee and espresso coffee machines were characterized as strong, full-bodied, and espresso-like beverages. The beverage prepared by the French press method was also characterized by the descriptors creamy, strong, and full-bodied. The brewed coffees made using paper filter or cloth strainer extraction were described as mild and weak.

After the results of the first step, with sorting of espresso and capsule coffees, the second step was performed with samples extracted by these extraction methods.

3.2. Sorting of espresso coffees and coffee capsules

Figure 5 presents the characteristics of the group of 118 consumers who participated in the second step of the study, for the evaluation of 10 brewed coffee samples extracted by the conventional espresso and capsule coffee machines.

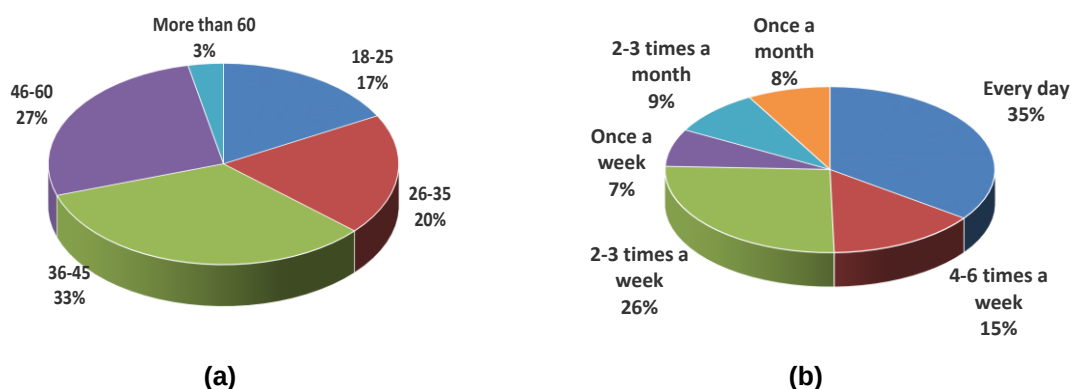


Figure 5. Age (a) and frequency of consumption of espresso or capsule coffees (b) as reported by the consumers' group.

Figure 6 shows the similarity matrix. The higher the percentage of citations, the closer the perception of similarity between samples, and the lower the percentage, the more distinct the samples. To facilitate data visualization, the values were identified with colors to indicate the proximity between samples:

- green = very close (more than 32%)
- yellow = moderately close (27 to 31%)
- red = little bit closer (17 to 26%)
- gray = little bit distant (10 to 16%)
- black = very distant (below 9%)

A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	Espresso Gourmet	Espresso Superior	
●	● 23	● 40	● 29	● 25	● 25	● 23	● 30	● 14	● 25	A1
	●	● 28	● 35	● 25	● 24	● 28	● 29	● 16	● 26	A2
		●	● 21	● 37	● 40	● 19	● 25	● 7	● 12	B1
			●	● 20	● 23	● 27	● 28	● 25	● 33	B2
				●	● 49	● 22	● 25	● 9	● 14	C1
					●	● 25	● 19	● 15	● 21	C2
						●	● 32	● 18	● 22	D1
							●	● 28	● 27	D2
								●	● 38	Espresso Gourmet
									●	Espresso Superior

Figure 6. Sorting Analysis of espresso and capsule coffee samples for similarity.

Figure 7 presents the multidimensional scaling analysis (MDS), which sorts the samples into groups: B1, C1, and C2 (Group T); B1 and A1 (Group V); D1 and D2 (Group W); Superior espresso and Gourmet espresso (Group X); Superior espresso and B2 (Group Y); and A2 and B2 (Group Z). These groups were formed according to the results in Figure 6, in which the samples with a percentage above 32% were considered to be very close, and ellipses were drawn to visualize the samples with the highest similarity. The groups were appointed to facilitate discussion.

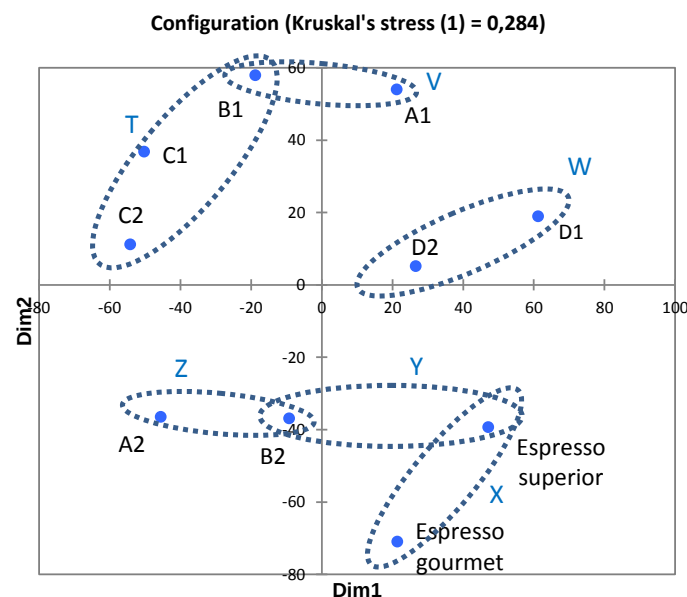


Figure 7. Multidimensional Scaling (MDS).

As shown in Figure 7, Kruskal's stress was 0.284, which is considered a high value, i.e. the setting does not explain data very well. Therefore, the CATA analysis was performed with 26 descriptors, of which 12 well explained the differences between samples, according to the characteristics in Table 1. The high Kruskal stress values in the sorting data may be due to the use of different criteria to cluster the samples, as well as the fact that coffee samples from different groups have similar characteristics. For example, the samples B2 and D2, both characterized by CATA as strong, were sorted into distinct groups (Z, Y, and W). The Correspondence Analysis of CATA data in Figure 8 clearly explains the sample characterization, with an 88% explanation.

Table 1. Frequency attributes of CATA analysis

Attributes	Samples									
	C2	C1	B1	A1	D1	D2	Superior espresso	Gourmet espresso	B2	A2
Acid	10.2 a	11.9 a	10.2 a	10.2 a	11.9 a	14.4 a	20.3 ab	32.2 b	18.6 ab	11.0 a
Bitter	24.6 a	26.3 abc	22.0 a	25.4 ab	42.4 c	33.9 abc	43.2 c	41.5 bc	41.5 bc	36.4 abc
Weak	26.3 b	22.0 ab	24.6 b	22.9 ab	15.3 ab	21.2 ab	18.6 ab	13.6 ab	12.7 ab	9.3 a
Strong	33.1 a	35.6 a	34.7 a	38.1 ab	40.7 ab	38.1 ab	36.4 a	40.7 ab	55.1 b	48.3 ab
Burnt	16.1 abc	18.6 abc	11.0 a	16.1 ab	28.8 bc	23.7 abc	30.5 c	26.3 abc	25.4 abc	23.7 abc
Characteristic coffee flavor	35.6 b	32.2 ab	37.3 b	31.4 ab	29.7 ab	25.4 ab	19.5 a	17.8 a	27.1 ab	34.7 b
Full-bodied	25.4 ab	27.1 ab	33.1 b	25.4 ab	26.3 ab	22.0 ab	11.9 a	21.2 ab	28.0 b	30.5 b
Off flavor	17.8 ab	12.7 a	9.3 a	16.1 ab	21.2 abc	21.2 abc	33.1 c	30.5 bc	20.3 abc	16.1 ab
Consistent crema	23.7 c	22.0 bc	21.2 bc	15.3 abc	11.0 abc	9.3 ab	7.6 ab	4.2 a	12.7 abc	18.6 bc
No crema	1.7 a	1.7 a	2.5 a	4.2 ab	2.5 a	3.4 ab	13.6 b	10.2 ab	6.8 ab	0.8 a
Creamy (mouthfeel)	23.7 c	22.0 bc	23.7 bc	24.6 c	17.8 abc	16.9 abc	5.1 a	9.3 ab	14.4 abc	19.5 bc
Chemical / woody / Medicinal	4.2 a	6.8 ab	3.4 a	5.9 ab	6.8 ab	8.5 ab	15.3 b	15.3 ab	7.6 ab	6.8 ab
Sample group (defined by MDS)	T	T	T V	V	W	W	X	X Y	Z Y	Z

* Results expressed as a percentage of citations. For each attribute, values followed by equal letters do not differ significantly from each other at the 5% level by the Tukey's test.

According to Table 1, significant differences ($p < 0.05$) were found in 12 of 26 espresso coffee descriptors. The attributes sweet, astringent, nuts/hazelnut,

chocolate, floral/fruity, smoke/tobacco, caramel, herb/tea, spice/black pepper/ nutmeg, thin crema, watery, foaming/large bubble crema, and light crema did not exhibited a high frequency of citation, and did not discriminate the samples, thus they were not considered. In a study with wines, Alencar et al (2019) used a list of 17 attributes and found significant differences ($p < 0.05$) between 7 of them (Alencar, Ribeiro, Barone, Barros, Marques & Behrens, 2019).

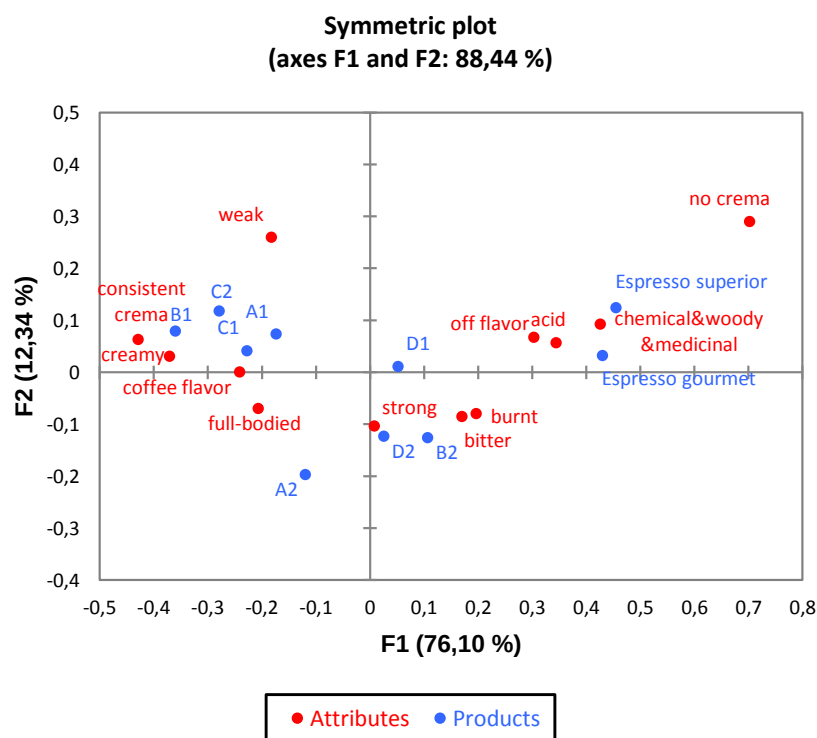


Figure 8. Correspondence Analysis Map of CATA descriptors

As can be seen in Table 1 and Figure 8, the samples A1, B1, C1, and C2 were characterized by the attributes weak, consistent crema, creamy, characteristic coffee flavor and full-bodied. The sample A2 was characterized by the attributes characteristic flavor, full-bodied, and strong flavor. The samples D2 and B2 were characterized by strong, bitter, and burnt. The sample D1 was characterized by the descriptors strong, bitter, burnt, and off-flavor. The Superior espresso was characterized by the descriptor no crema. Both Superior and Gourmet espresso were characterized by the descriptors chemical/woody/ medicinal, acid, and off-flavor.

Table 2 shows the results of consumers' responses about the preference of the products (acceptability) and the quality of samples.

Table 2. Acceptability of samples and sample quality according to the consumers' opinion.

Groups	Sample	Acceptability*	Sample quality*
T	C2	5.9 (1.9) ab	3.5 (1.0) a
T	C1	5.8 (2.1) ab	3.4 (1.0) ab
T V	B1	6.1 (2.0) a	3.5 (1.0) a
V	A1	5.9 (2.1) ab	3.5 (1.1) a
W	D1	5.2 (2.3) b	3.1 (1.1) bc
W	D2	5.2 (2.2) b	3.2 (1.1) ab
X	Espresso		
	Superior	4.3 (2.3) c	2.7 (1.2) c
X Y	Espresso		
	Gourmet	4.2 (2.3) c	2.7 (1.2) c
Z Y	B2	5.4 (2.3) ab	3.2 (1.1) ab
Z	A2	5.7 (2.2) ab	3.3 (1.1) ab

* Results expressed as mean (standard deviation) of 118 evaluations. For each attribute, means followed by equal letters do not differ significantly from each other at the 5% level by the Tukey's test.

The sample B1 from groups T and V had the higher acceptance, with an average corresponding to “liked slightly”, with no significant difference with the other samples from these groups and those from group Z. The samples from group W presented scores close to “neither liked nor disliked”, with no differences from each other and groups T and V (except the sample B1) and Z. Finally, the samples from group X obtained scores close to “disliked slightly” and differed from all the other samples.

Regarding the sample quality, consumers associated the coffee quality and their preferences. The samples from groups T and V presented the highest quality scores, with means between “good” and “regular”, with no significant difference between them and between the samples from group Z. The samples from group W obtained intermediate scores, while the samples from group X were considered low-quality samples, with means between “regular” and “bad”.

The samples identified with the number 1 were previously classified by the trained panel as Gourmet, while the samples with the number 2 were classified as Superior. It is noted that consumers did not associate the quality in their own perception of the overall quality of the beverage. The Gourmet sample was considered a low-quality sample, with quality similar to the Superior

samples. This result is further evidence that consumers associated quality with acceptability.

Thus, consumers did not perceive the similarity between espresso and coffee capsule samples. In general, coffee capsules had higher acceptability and were considered as higher quality beverages when compared to Espresso coffee, probably due to the growing consumption of this type of product. Only the coffee capsule B2 was sorted with Espresso coffee and was characterized as an acidic, bitter, and strong beverage, with less consistent crema. CATA results showed that the characteristics that less resembled espresso coffee were weak, characteristic coffee flavor, full-bodied, consistent crema, and creamy mouthfeel, and the samples B1, C2, and A2 most differentiated from espresso coffees.

Figure 9 shows the plot of principal coordinate analysis. By positioning the acceptance vector, it can be stated that the acceptance was higher in the presence of the attributes full-bodied, consistent crema, creamy and characteristic coffee flavor. The samples A1, B1, C1, and C2 presented these characteristics.

In contrast, lower acceptance scores were observed for the samples presenting the attributes strong, bitter, burnt, no crema, acid, off-flavor, and chemical/woody/medicinal. The Superior and Gourmet espressos presented these characteristics.

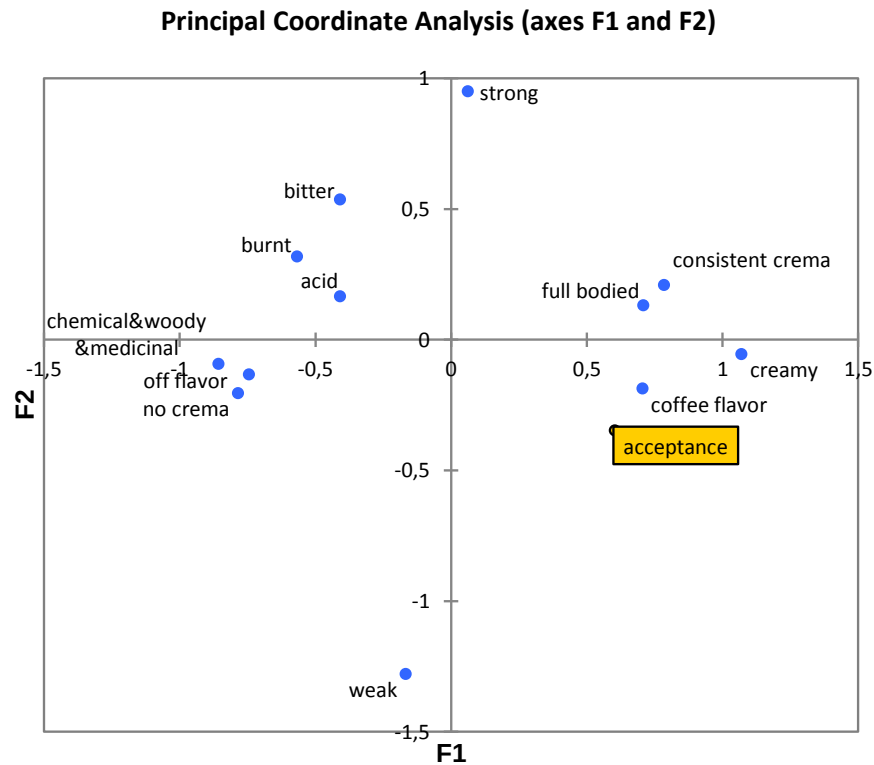


Figure 9. Principal Coordinate plot

Brand et al (2018) studied the combination of sorting and quality scoring to investigate the relationship between the sensory attributes and quality scores to identify drivers of wine quality factors. However, the study was conducted with 24 wine industry professionals, who were trained in using a 20-point quality scoring scale. A trained panel has a different sensory point of view when compared to consumers. In the current study, consumers associated the quality with preferences, despite the efforts of ABIC to explain the quality attributes for coffee consumers. Brand et al (2018) reported that the sorting method is a relatively easy tool that does not require sensory training and can be performed by both experts and newcomers (Brand, Kidd, Van Antwerpen, Valentin, Naes & Nieuwoudt, 2018).

Alcantara and Freitas-Sá (2018) studied the consumers' perceptions of roasted and ground coffees using another methodology, polarized sensory positioning (PSP). Consumers evaluated the overall difference between samples and references, followed by a verbal description of the sensory characteristics perceived for each sample. The samples were prepared in an

electric coffee maker. Consumers sorted the samples for overall quality, except for the sample with Gourmet designation that was sorted with the traditional samples, which was not performed in the present study. Those authors used another type of extraction, the electric coffee maker, while the present study used espresso and coffee capsule, which exhibit more intense flavor, thus confusing the consumers' evaluation. The consumers of this study also assessed the acceptability of coffees, which may have led to an association with coffee quality (Alcantara & Freitas-Sá, 2018).

4. CONCLUSION

The sorting analysis of different brewing methods allowed the understanding of consumers' perceptions of various coffee extraction methods, sorting them into two groups: one group represented by machines that produce espresso-like beverages, and another group representing drip coffees. The first stage of the study confirmed the hypothesis that consumers found no differences between coffee capsules and espresso coffee extraction. Thus, the sorting method proved to be an appropriate method to study the consumers' perception and the way they perceive the similarities and differences between different coffee beverages.

In the second stage, the sorting and CATA analysis used for espresso and coffee capsules allowed the understanding of the consumers' perception of the different samples. The consumers found visual differences, for example, different crema characteristics, and also other properties such as acidity or bitterness of the samples. Thus, the acceptability is related to the presence of several attributes including full-bodied, consistent crema, creamy, and characteristic coffee flavor. In addition, consumers associated the quality of coffee brew to their own preferences. At this stage, they did not sort espresso coffee and coffee capsules as being similar. Therefore, despite consumers visually consider the coffee capsules as similar to espresso, differences were observed when tasting the beverage.

Thus, the methods chosen in this study proved to be adequate to assess consumers' understanding of coffee capsule beverages. The consumers found

no similarity between capsule and espresso coffees and were efficient in noticing the differences between the coffee brews studied.

REFERENCES

- Abrahão, S. A., Pereira, R.G.F.A., Duarte, S.M.S., Lima, A. R., Alvarenga, D.J., Ferreira, E. B. (2010). Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*Coffea arabica* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, n. 2, p.414-420. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000200020>.
- Alcantara, M.; Freitas-Sá, D. G. C. (2018). Sensory profile of brazilian coffees based on consumer perception as an alternative to the conventional methods. *Coffee Science*, v. 13, n. 2, p. 257-266. <http://dx.doi.org/10.25186/cs.v13i2.1431>.
- Alencar, N. M. M.; Ribeiro, T. G.; Barone, B.; Barros, A. P. A.; Marques, A. T. B.; Behrens, J. H. Sensory profile and check-all-that-apply (cata) as tools for evaluating and characterizing syrah wines aged with oak chips. *Food Research International*, v. 124, p. 156-164. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.052>.
- Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. (ABEP) (2018). Critério de Classificação Econômica Brasil 2018. Retrieved from <http://www.abep.org/criterio-brasil>. Accessed: 19 June 2019.
- Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC) (2017). Dicas de preparação de café. Retrieved from <http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=39#1>. Accessed 25 April 2017.
- Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC) (2019). Certificação. Retrieved from <http://www.abic.com.br/certificacao>. Accessed 12 July 2019.
- Brand, J.; Kidd, M.; Van Antwerpen, L.; Valentin, D.; Naes, T.; Nieuwoudt, H. H. (2018). Sorting in combination with quality scoring: a tool for industry professionals to identify drivers of wine quality rapidly. *South African Journal of Enology and Viticulture*, v. 39, n. 2. <https://doi.org/10.21548/39-2-3203>.
- Cartier, R; Rytz, A.; Lecomte, A.; Poblete, F.; Krystlik, J.; Belin, E.; Martin, N. (2006). Sorting procedure as an alternative to quantitative descriptive analysis to obtain a product sensory map. *Food quality and preference* 17, n. 7-8, 562-571. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2006.03.020>.

- Chollet, S.; Valentin, D.; Abdi, H. (2014). Free sorting task. In: Varela, P.; Gaston, A. Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling. Boca Raton, FL, CRC Press.
- EuromonitorInternational (2017). Tendências do Mercado de cafés em 2017. <http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/consumo/tendencias_do_mercado_cafe_2017.pdf>. Accessed 15 December 2018
- Kruskal, J.; Wish, M. (1978). Multidimensional Scaling. Wbury Park, CA, Sage Publications.
- Kruskal, J. (1964). Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika* 29, 1–27. <https://doi.org/10.1007/BF02289565>
- Parenti, A., Guerrini, L., Masella, P., Spinelli, S., Calamai, L. (2014). Comparison of espresso coffee brewing techniques. *Journal of Food Engineering*, 121, 112-117. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.08.031>.
- Valentin, D.; Chollet, S.; Lelievre, M.; Abdi, H. (2012). Quick and dirty but still pretty good: a review of new descriptive methods in food science. *International Journal Of Food Science & Technology*, v. 47, n. 8, p.1563-1578. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03022.x>.

CONCLUSÕES

Este estudo partiu da observação do aumento do consumo de cafés em cápsulas e da hipótese que o consumidor reconhece que a bebida obtida por esse método seja similar ao café espresso convencional, por ser extraído de forma individual, sob alta pressão e possuir formação de crema. Por isso, foram avaliadas as características físico-químicas e sensoriais de amostras de café obtidas por diferentes métodos de extração. Primeiramente foram estudados diferentes métodos de extração da bebida do café partindo-se de amostras de café torrado e moído e café torrado em grãos conhecidas, para verificar como seriam as características físico químicas e sensoriais das bebidas obtidas. Com isso foi possível obter os índices de porcentagem de extração e eficiência de extração de cafeína, trigonelina e 5-CQA para então estudar como são extraídas as bebidas de cafés em cápsulas, uma vez que não é possível inserir café torrado e moído dentro das cápsulas para estudar isolar somente a extração das máquinas. No primeiro momento, observou-se que no café Espresso houve a maior eficiência de extração dos compostos cafeína, ácidos clorogênicos e trigonelina, sendo, portanto, uma melhor fonte de ingestão destes compostos. Ao comparar com cafés em cápsulas, as cápsulas se mostraram em geral com maior eficiência de extração de cafeína que o café espresso, porém menor eficiência de extração de 5-CQA, e a trigonelina variou com as marcas. As cápsulas A1 e B1 foram as que mais se assemelharam com a bebida do Superior de café espresso e embora a amostra Gourmet Espresso tenha apresentado tendência a se isolar, as que mais se aproximaram dela foram as cápsulas B2, C1 e D1. Observou-se que os parâmetros avaliados e a qualidade da bebida obtida vão depender mais do café torrado e moído utilizado no preparo do que do método utilizado para extração da bebida, uma vez que parâmetros como granulometria, torra, qualidade do grão utilizado, blends utilizados, entre outros, influenciam na bebida obtida. Sendo assim, para estudar as máquinas de café em cápsulas, seria necessário estudar com o mesmo café torrado e moído, o que não é possível. Através do estudo do consumidor, com amostras de café espressos e em cápsulas, foi observado que os consumidores relacionaram a qualidade das

bebidas de café com o quanto gostaram ou desgostaram delas. Eles não agruparam as amostras de café espresso com as de cápsulas nesta etapa, não percebendo estas amostras como similares. Assim, não foi confirmada a hipótese e pode-se dizer que a bebida obtida por café em cápsulas pode ser considerada como um novo método de extração, e não comparada ao café espresso convencional. Sugere-se estudar futuramente as características dos cafés torrados e moídos acondicionados nas cápsulas através de um único método de extração, como por exemplo, a filtração, para confirmar que o café torrado e moído ali contido influencia mais do que o método de extração em si.

ANEXOS

ANEXO 1 – MÉDIAS OBTIDAS NOS PERFIS DESCRITIVOS QUANTITATIVOS PARA OS DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DA BEBIDA

Amostra	Extração	Atributos									
		1. Fragrância	2. Aroma da bebida	3. Defeitos	4. Acidez	5. Amargor	6. Sabor	7. Sabor Residual	8. Adstringência	9. Corpo da bebida	10. Qualidade Global
Tradicional	Filtrado	5,4 (0,4)	5,0 (0,3)	4,7 (0,3)	2,9 (0,2)	5,4 (0,4)	4,8 (0,4)	4,8 (0,5)	5,3 (0,3)	5,3 (0,1)	5,0 (0,4)
	Coador de Pano	5,6 (0,5)	5,8 (0,5)	3,8 (0,8)	3,2 (0,6)	4,5 (0,4)	5,6 (0,6)	5,5 (0,5)	3,7 (0,5)	5,9 (0,3)	5,6 (0,6)
	Francesa	5,3 (0,6)	5,5 (0,6)	4,4 (0,9)	3,2 (0,6)	5,0 (0,5)	5,0 (0,7)	5,0 (0,7)	4,3 (0,7)	5,6 (0,6)	5,0 (0,7)
	Italiana	5,3 (0,6)	5,7 (0,7)	4,0 (0,8)	3,6 (0,7)	4,8 (0,4)	5,2 (0,6)	5,1 (0,6)	3,9 (0,6)	5,8 (0,8)	5,2 (0,7)
Superior	Filtrado	6,4 (0,3)	6,6 (0,3)	2,9 (0,3)	4,1 (0,3)	4,0 (0,4)	6,4 (0,3)	6,4 (0,3)	3,3 (0,2)	6,4 (0,2)	6,4 (0,3)
	Coador de Pano	6,2 (0,4)	6,3 (0,5)	3,2 (0,6)	3,9 (0,3)	4,0 (0,3)	6,3 (0,4)	6,3 (0,4)	3,3 (0,2)	6,2 (0,4)	6,4 (0,4)
	Francesa	6,1 (0,4)	6,4 (0,4)	3,1 (0,5)	4,1 (0,5)	4,2 (0,5)	6,3 (0,4)	6,2 (0,5)	3,5 (0,5)	6,2 (0,3)	6,2 (0,5)
	Italiana	6,3 (0,4)	6,5 (0,4)	3,1 (0,6)	4,2 (0,4)	4,3 (0,7)	6,2 (0,4)	6,1 (0,5)	3,5 (0,5)	6,3 (0,3)	6,1 (0,6)
Gourmet	Espresso	6,4 (0,3)	6,3 (0,3)	3,1 (0,3)	4,0 (0,3)	4,4 (0,3)	6,3 (0,3)	6,3 (0,3)	3,7 (0,3)	6,3 (0,2)	6,3 (0,2)
	Filtrado	7,3 (0,2)	7,2 (0,3)	2,0 (0,6)	4,7 (0,4)	3,1 (0,7)	7,3 (0,2)	7,3 (0,3)	2,7 (0,8)	6,5 (0,4)	7,4 (0,2)
	Coador de Pano	6,7 (0,3)	6,5 (0,5)	3,0 (0,4)	4,0 (0,4)	4,0 (0,3)	6,4 (0,4)	6,3 (0,4)	3,4 (0,2)	6,2 (0,3)	6,4 (0,5)
	Francesa	6,8 (0,4)	6,6 (0,4)	3,1 (0,3)	4,2 (0,3)	4,0 (0,4)	6,6 (0,4)	6,5 (0,5)	3,5 (0,4)	6,3 (0,2)	6,6 (0,4)
	Italiana	6,8 (0,5)	6,6 (0,4)	3,1 (0,5)	4,3 (0,3)	4,2 (0,5)	6,5 (0,5)	6,4 (0,6)	3,5 (0,6)	6,5 (0,2)	6,5 (0,5)
	Espresso	7,5 (0,4)	7,4 (0,2)	1,1 (0,2)	4,1 (0,3)	2,8 (0,3)	7,4 (0,2)	7,4 (0,2)	1,5 (0,5)	6,9 (0,2)	7,4 (0,2)

ANEXO 2 – MÉDIAS OBTIDAS NOS PERFIS DESCRITIVOS QUANTITATIVOS PARA OS DIFERENTES AMOSTRAS DE CAFÉ EM CÁPSULA

Amostra	Atributos													
	1. Fragrância	2. Intensidade da cor da crema	3. Consistência/persistência da crema	4. Brilho da crema	5. Aroma da bebida	6. Defeitos	7. Acidez	8. Amargor	9. Adstringência	10. Corpo	11. Sabor	12. Sabor Residual	13. Qualidade Global	14. Intensidade
A1	6,5 (0,4)	6,2 (0,7)	7,2 (0,4)	7,2 (0,5)	7,1 (0,2)	3,0 (0,3)	5,1 (0,6)	3,3 (0,4)	3,3 (0,4)	6,1 (0,3)	7,0 (0,3)	7,1 (0,2)	7,2 (0,2)	6,0 (1,4)
A2	6,0 (0,6)	7,2 (0,8)	6,9 (0,6)	7,4 (0,7)	6,4 (0,6)	4,2 (0,6)	4,2 (0,7)	4,5 (0,6)	4,2 (0,5)	5,5 (0,4)	6,0 (0,5)	6,0 (0,5)	6,0 (0,6)	8,0 (1,5)
B1	6,8 (0,4)	5,5 (0,7)	7,0 (0,5)	7,0 (0,5)	7,2 (0,3)	3,0 (0,3)	5,2 (0,4)	3,1 (0,5)	3,2 (0,3)	5,9 (0,5)	7,0 (0,3)	7,3 (0,2)	7,3 (0,2)	5,5 (0,8)
B2	6,3 (0,6)	6,5 (0,8)	6,2 (1,1)	6,8 (0,9)	6,7 (0,5)	4,0 (0,5)	4,8 (0,7)	4,3 (0,6)	4,1 (0,4)	5,8 (0,3)	6,2 (0,3)	6,2 (0,4)	6,2 (0,4)	7,6 (0,8)
C1	6,4 (0,5)	6,7 (0,7)	7,0 (0,6)	7,3 (0,8)	7,0 (0,3)	3,1 (0,5)	4,8 (0,4)	3,4 (0,5)	3,4 (0,5)	5,8 (0,4)	7,1 (0,3)	7,1 (0,4)	7,2 (0,3)	5,8 (1,0)
C2	6,1 (0,5)	7,0 (1,1)	7,6 (0,4)	7,4 (1,0)	6,7 (0,4)	3,9 (0,7)	4,2 (0,5)	4,0 (0,7)	3,8 (0,5)	5,7 (0,3)	6,6 (0,4)	6,6 (0,5)	6,5 (0,5)	7,3 (1,0)
D1	6,9 (0,6)	6,7 (0,5)	6,8 (0,6)	7,4 (0,7)	7,3 (0,5)	3,3 (0,4)	5,2 (0,3)	3,5 (0,6)	3,4 (0,3)	6,1 (0,3)	7,1 (0,5)	7,2 (0,5)	7,3 (0,7)	6,2 (0,9)
D2	5,7 (0,5)	6,3 (0,8)	6,9 (0,4)	7,2 (0,9)	6,4 (0,8)	4,1 (0,5)	4,1 (0,5)	4,3 (0,5)	3,9 (0,4)	5,6 (0,3)	6,1 (0,5)	6,1 (0,7)	6,1 (0,6)	7,9 (1,2)

NOME DO PROVADOR: _____ **DATA:** _____

A horizontal line with 10 vertical tick marks, labeled "Fraco" at the left end and "Forte" at the right end.

0,0 4,5 6,0 7,3 10,0

NÃO RECOMENDÁVEL PARA FORNECIMENTO TRADICIONAL SUPERIOR GOURMET

Muito ruim Ruim Regular Bom Muito bom

ANEXO 4 – DESCRIÇÃO DE ATIBUTOS DA AVALIAÇÃO SENSORIAL DE CAFÉS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Atributo	Definição
Fragrância	Percepção olfativa causada pelos gases liberados do café torrado e moído, conforme os compostos aromáticos são inalados pelo nariz. Fraco: quando a percepção dos gases liberados lembra a café velho, perda de frescor. Forte: quando a percepção dos gases liberados lembra a café fresco altamente desejável, intenso.
Aroma característico da bebida	Percepção olfativa causada pelos voláteis liberados da bebida do café ainda quente, conforme são inalados pelo nariz e por via retronasal durante sua degustação. Fraco: quando a percepção dos voláteis lembra pouco a odor característico de café e indesejável devido a presença de odores estranhos (remédio, queimado, cinzas, resina). Forte: quando a percepção dos voláteis lembra a odor característico de bebida de café (nozes, cereal, malte, pão torrado, caramelo, chocolate) recém preparado e desejável.
Defeito	Defeitos percebidos na degustação da bebida do café produzida por impurezas e grãos defeituosos do café. Nenhum: bebida suave, fina, delicada, característico de café, livre de defeitos e impurezas. Intenso: odor e sabor intenso de terra, mofo, rançoso, borracha, tabaco, queimado, madeira, azedo, fermentado, conferidos pelos grãos defeituosos como ardido, preto e verde e impurezas como terra, areia, paus e cascas.
Acidez	Percepção causada por substâncias como ácido clorogênico, cítrico, málico e tartárico que produzem gosto ácido. Percebido nos lados posteriores da língua. Fraco: pouco ácido. Forte: muito ácido.
Amargor	Percepção de gosto causada por substâncias como cafeína, trigonelina, ácidos cafeína e quínico e outros compostos fenólicos que produzem o gosto amargo. É percebido no fundo da língua. Este gosto é considerado desejável até certo ponto. É afetado pelo grau de torração e pelo método de preparo da bebida. Quanto mais escuro o ponto de torra, mais amargo é o café. Fraco: pouco amargo. Forte: muito amargo.
Sabor Característico da bebida	Sensação causada pelos compostos químicos da bebida do café quando introduzida na boca. Fraco: quando a percepção é de bebida com perda de sabor de café, e com presença de sabor estranho do tipo, terra, fermentado, medicinal, oxidado, borracha queimada, herbáceo, etc. Forte: quando a percepção é de bebida com sabor característico de café e livre de sabores estranhos, lembrando a caramelo, chocolate, nozes, pão torrado.
Sabor Residual	Persistência da sensação de sabor após a ingestão da bebida de café. Fraco: quando a sensação residual é de queimado, indesejável necessitando chupar uma bala para tirar o gosto residual. Forte: quando a sensação residual é agradável, doce e ácida, limpa.
Corpo	É a percepção tátil de oleosidade, viscosidade na boca. Fraco: Significa que a bebida é rala, aguada, faltando consistência. Forte: Significa que a bebida é concentrada, viscosa.
Adstringência	É a sensação de secura na boca deixada após a sua ingestão. Fraco: Bebida suave, desce redondo. Forte: Bebida muito áspera, adstringente, desce quadrado.
Qualidade Global	É a percepção conjunta dos aromas da bebida e de seu grau de intensidade, sendo que quanto mais aromático, melhor a qualidade do café; dos sabores característicos do café; de um amargor típico, mas não o resultante da excessiva torra do grão (ou carbonização); da presença não preponderante do gosto dos grãos defeituosos (verdes escuros, pretos, ardidos) ou de sua inexistência, para o caso dos cafés gourmet; da inexistência do gosto característico de grãos fermentados, podres ou preto-verdes; do equilíbrio e da harmonia da bebida, tudo se traduzindo numa sensação agradável durante e após a degustação.

ANEXO 5 – MODELO DE QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA AVALIAÇÃO SENSORIAL DE CAFÉS EM CÁPSULAS

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE SENSORIAL DA BEBIDA DO CAFÉ EM CÁPSULAS

NOME DO PROVADOR: _____ DATA: _____

1. Fragrância (Pó)

Fraco										Forte

2. Intensidade da Cor (Crema)

Pouco										Muito

3. Consistência / Persistência
(Crema)

Pouco										Muito

4. Brilho (Crema)

Pouco										Muito

5. Aroma (Bebida)

Fraco										Forte

6. Defeito (Bebida)

Pouco										Muito

7. Acidez (Bebida)

Pouco										Muito

8. Amargor (Bebida)

Fraco										Forte

9. Sabor (Bebida)

Fraco										Forte

10. Sabor Residual (Bebida)

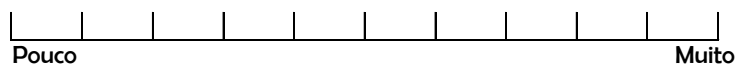
Fraco										Forte

11. Corpo (Bebida)

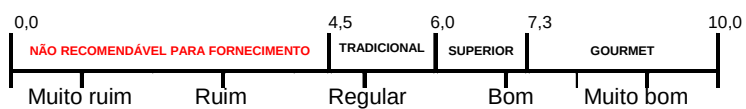
Pouco										Muito

ANEXO 6 – MODELO DE QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA AVALIAÇÃO SENSORIAL DE CAFÉS EM CÁPSULAS - CONTINUAÇÃO

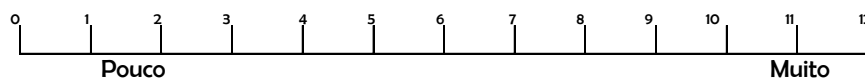
12. Adstringência (Bebida)



13. Qualidade Global



14. Intensidade



ANEXO 7 – DESCRIÇÃO DE ATRIBUTOS DA AVALIAÇÃO SENSORIAL DE CAFÉS EM CÁPSULAS

Atributo	Definição
Fragrância	Percepção olfativa causada pelos gases liberados do café torrado e moído, conforme a inalação dos compostos aromáticos. A intensidade da fragrância revela o frescor da amostra.
Intensidade da cor da Crema	Associado à cor da crema, quanto mais clara é a crema menos intensidade e quanto mais escura, mais intenso.
Consistência / Persistência	Associado à consistência da crema, quanto menos consistente e persistente a crema mais rápido ela dissipa deixando a bebida visível, quanto mais consistente e persistente a crema, mais tempo permanece na xícara, e a bebida não fica visível.
Brilho da Crema	Associado à qualidade da crema, quanto maior o tamanho das bolhas, mais rugoso, pouco brilho e opaco é crema. Muito brilho, indica que mais liso, brilhante e homogênea é a emulsão e as bolhas são menores e uniforme
Aroma da bebida	Percepção olfativa causada pelos voláteis liberados da bebida ainda quente.
Defeito	Defeitos associados à colheita e pós-colheita, como odor e sabor de terra, mofo, fermentado, associados à estocagem como velho, amadeirado, palha. Defeitos associados à torra, como verde, cozido, chamuscado, queimado e associados à estocagem após a torra como rançoso, oxidado, insípido. Café com excelente qualidade é aquele isento de defeitos.
Acidez	Percepção causada por substâncias como ácido cítrico, málico, tartárico, acético, que produzem gosto ácido. Quando é natural e desejável é chamado de ácido e quando natural e indesejável é chamado azedo.
Amargor	Percepção de gosto causada por substâncias como cafeína, trigonelina, ácidos cafêico e quínico e outros compostos que produzem o gosto amargo.
Sabor	Sensação causada pelos compostos químicos da bebida do café quando introduzida na boca.
Sabor Residual	Persistência da sensação de sabor após a ingestão da bebida de café.
Corpo	Percepção tátil de oleosidade, viscosidade na boca.
Adstringência	É a sensação de secura na boca deixada após a sua ingestão.
Qualidade Global	Percepção conjunta dos aromas da bebida e de seu grau de intensidade (sendo que quanto mais aromático, melhor a qualidade do café); dos sabores característicos do café; de um amargor típico mas não o resultante da excessiva torra do grão (ou carbonização); da presença não preponderante do sabor de defeitos de sabor e dos grãos defeituosos (verdes escuros, pretos, ardidos) ou de sua inexistência do sabor característico de grãos fermentados, podres ou preto-verdes; do equilíbrio e da harmonia da bebida, tudo se traduzindo numa sensação agradável durante e após a degustação.
Intensidade	Percepção de persistência de sabor agradável na boca, quanto mais persistente o sabor do café mais intenso será a bebida.

ANEXO 8 – FICHA DEMOGRÁFICA APLICADA NO ESTUDO DE SORTING DE CAFÉS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Nome: _____ Ramal: _____

PESQUISA SOBRE DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DA BEBIDA DO CAFÉ

Muito obrigada por participar de nossa pesquisa. Por favor, responda ao questionário abaixo.

1. Qual a sua faixa etária
() 18-24 () 25-30 () 31-40 () 41-50 () 51-60
2. Com que frequência você consome café?
() Mais de uma vez ao dia
() 1 vez ao dia
() 2 a 6 vezes por semana
() 1 vez por semana
() De vez em quando
3. Quais os horários que você consome café (cite todos os que você consome)
() café da manhã
() entre a manhã e o almoço
() após o almoço
() à tarde (a qualquer momento)
() no lanche da tarde
() após o jantar
() lanche da noite
() outro. Especifique: _____
4. Que tipos de extrações de café você costuma consumir
() Café coado em filtro de papel
() Café coado em cafeteira elétrica
() Café coado em coador de pano
() Café expresso
() Café de máquina de cápsulas. Indique qual(is): _____
() Café de cafeteira italiana ou moka
() Café de prensa francesa
() Outro tipo. Indique qual(is): _____
5. Quais marcas de cafés em cápsulas você consome
() Nespresso
() Três Corações
() Dolce Gusto
() Pilão
() Illy
() L'or
() Pelé
() Astro Café
() Orfeu
() Café do Ponto
() Não consumo café em cápsulas
() Outros. Indique: _____

ANEXO 9 – FICHA DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO SORTING DE CAFÉS OBTIDOS POR DIFERENTES TIPOS DE EXTRAÇÃO

Nome: _____ Ramal: _____

Você assistirá a 9 vídeos de 9 diferentes métodos de extração da bebida do café, bem como as fotos das xícaras com as bebidas preparadas. Por favor, agrupe abaixo os métodos de extração que você considera semelhantes de acordo com qualquer critério a sua escolha. Ao lado, descreva qual foi o critério utilizado para agrupá-los. Você pode montar quantos grupos você quiser e agrupar em cada grupo quantos métodos de extração desejar. Sinta-se a vontade para levar o tempo necessário.

Agradecemos sua participação!

Escreva sua resposta abaixo:

Grupos de métodos de extração	Descrição das características do método e do café que resulta deste método

ANEXO 10 – FICHA DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO SORTING DE CAFÉ EM CÁPSULAS

Sorting de café em cápsulas

Bem-vindos ao Lafise

Avaliação Sensorial

- Café Expresso –

1. Digite seu NOME e RAMAL:
2. Agora leia o Termo de Consentimento livre e esclarecido que você recebeu. Caso concorde com este, por favor assine a ficha impressa e clique na opção “OK” e “Próximo” para ir para a próxima página.
3. Qual sua faixa etária?
 - (1) 18-25
 - (2) 26-35
 - (3) 36-45
 - (4) 46-60
 - (5) Acima de 60
4. Com que frequência você costuma consumir CAFÉ EXPRESSO OU CÁPSULAS?
 - (1) Todos os dias
 - (2) 4 a 6 vezes por semana
 - (3) 2 ou 3 vezes por semana
 - (4) 1 vez por semana
 - (5) 2 ou 3 vezes ao mês
 - (6) Uma vez ao mês
5. Você receberá 10 amostras de CAFÉ
Por favor, prove todas as amostras e observe suas características. Em seguida, agrupe as amostras de acordo com as características que você observou formando de 2 a 5 grupos.
Use as fichas impressas (Grupo 1 a Grupo 5) que você recebeu para identificar os grupos formados.

ANEXO 10 – FICHA DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO SORTING DE CAFÉ EM CÁPSULAS (CONTINUAÇÃO)

Exemplo:

Clique e escreva o número do grupo e a sua principal característica

Grupo 1: aéreo

balão

avião

Grupo 2: marítimo

navio

barco

Grupo 3: motor

carro

trem

Add Label

bike

moto

Arraste a amostra para o grupo escolhido

Após formar os grupos (2 a 5) e identifica-los com as fichas impressas, por favor reproduza tais grupos abaixo arrastando o código da amostra para os quadrados.

A partir do terceiro grupo, para formar um novo arraste o código da amostra para o quadrado em branco.

Clique em Add Label, identifique o número do grupo e escreva a principal característica que você encontrou neste grupo de amostras.

1. Para cada grupo formado, por favor responda as seguintes questões:

Grupo 1:

- a) Considerando a aparência, odor, sabor e textura, indique o quanto você gostou das amostras do Grupo 1:
 - (9) Gostei muitíssimo
 - (8) Gostei muito
 - (7) Gostei
 - (6) Gostei pouco
 - (5) Não gostei nem desgostei
 - (4) Desgostei pouco
 - (3) Desgostei
 - (2) Desgostei muito
 - (1) Desgostei muitíssimo

**ANEXO 10 – FICHA DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO SORTING DE CAFÉ EM
CÁPSULAS (CONTINUAÇÃO)**

- a) Assinale quase das seguintes características você encontrou para as amostras do Grupo 1:
- (1) Doce
 - (2) Ácido
 - (3) Amargo
 - (4) Adstringente
 - (5) Nozes/Avelã
 - (6) Chocolate
 - (7) Fraco
 - (8) Sabor característico de café
 - (9) Floral/Frutas
 - (10) Fumaça/Fumo
 - (11) Forte
 - (12) Queimado
 - (13) Caramelo
 - (14) Herbáceo/Chá
 - (15) Encorpado
 - (16) Sabor estranho
 - (17) Tempero/Pimenta do Reino/Noz moscada
 - (18) Crema consistente
 - (19) Crema rala
 - (20) Sem crema
 - (21) Cremoso (na boca)
 - (22) Químico/Resinoso/Remédio
 - (23) Aguado/Ralo
 - (24) Crema espumosa/Com bolhas grandes
 - (25) Crema clara
 - (26) Crema escura
 - (27) Outro: _____
- b) Considerando a aparência, odor, sabor e textura, você diria que a qualidade dos cafés do Grupo 1 é:
- (5) Muito boa – produto Premium
 - (4) Boa
 - (3) Regular – produto Padrão
 - (2) Ruim
 - (1) Muito ruim – produto sem qualidade

ANEXO 10 – FICHA DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO SORTING DE CAFÉ EM CÁPSULAS (CONTINUAÇÃO)

Grupo 2:

a) Considerando a aparência, odor, sabor e textura, indique o quanto você gostou das amostras do Grupo 2:

- (9) Gostei muitíssimo
- (8) Gostei muito
- (7) Gostei
- (6) Gostei pouco
- (5) Não gostei nem desgostei
- (4) Desgostei pouco
- (3) Desgostei
- (2) Desgostei muito
- (1) Desgostei muitíssimo

b) Assinale quase das seguintes características você encontrou para as amostras do Grupo 2:

- (1) Doce
- (2) Ácido
- (3) Amargo
- (4) Adstringente
- (5) Nozes/Avelã
- (6) Chocolate
- (7) Fraco
- (8) Sabor característico de café
- (9) Floral/Frutas
- (10) Fumaça/Fumo
- (11) Forte
- (12) Queimado
- (13) Caramelo
- (14) Herbáceo/Chá
- (15) Encorpado
- (16) Sabor estranho
- (17) Tempero/Pimenta do Reino/Noz moscada
- (18) Crema consistente
- (19) Crema rala
- (20) Sem crema
- (21) Cremoso (na boca)
- (22) Químico/Resinoso/Remédio
- (23) Aguado/Ralo
- (24) Crema espumosa/Com bolhas grandes
- (25) Crema clara
- (26) Crema escura

Outro: _____

ANEXO 11 – PARECER: COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS

FACULDADE INTEGRADA
METROPOLITANA DE
CAMPINAS - METROCAMP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Mapeamento das características de cafés obtidos por diferentes métodos de extração

Pesquisador: JULIANA LUSTOSA FERINI

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 99273918.0.0000.5632

Instituição Proponente: SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO

Patrocinador Principal: SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.125.724

Apresentação do Projeto:

Neste estudo serão avaliadas as características físico-químicas e sensoriais de amostras de café obtidas por diferentes métodos de extração. Quanto às características físico-químicas, será verificado se existem diferenças no tempo de extração, volume e persistência da crema, sólidos solúveis, índice de refração, pH, teor de ácidos clorogênicos, cafeína e trigonelina na bebida. Também serão analisados os cafés das cápsulas quanto ao peso líquido, umidade, grau de torra e granulometria. Quanto às características sensoriais, será realizada análise descritiva do perfil das amostras, segundo as Resoluções SAA-19, de 5-4-2010, SAA-30, de 22-6-2007 e SAA-31, de 22-6-2007, para avaliar fragrância do pó, aroma da bebida, defeitos, acidez, amargor, sabor, sabor residual, adstringência e corpo, bem como também será classificada

a qualidade da bebida do café obtido, entre tradicional, superior e gourmet. Além disso, será feito um estudo qualitativo com consumidores para descrição e agrupamento do modo de preparo, bem como das amostras usando na entrevista a metodologia de sorting tanto para os diferentes tipos de extração quanto para as bebidas preparadas nas máquinas de cápsulas e expresso. Assim, ao final do projeto espera-se obter a caracterização e comparação das diferentes bebidas

Endereço: DOUTOR SALES DE OLIVEIRA 1/1751

Bairro: VILA INDUSTRIAL

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)4501-2722

CEP: 13.035-270

E-mail: lazaro.nunes@unimetrocamp.edu.br

ANEXO 11 – PARECER: COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS (CONTINUAÇÃO)

FACULDADE INTEGRADA
METROPOLITANA DE
CAMPINAS - METROCAMP



obtidas por diferentes métodos de extração da bebida do café.

Continuação do Parecer: 3.125.724

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar as características físico-químicas e sensoriais de amostras de café obtidas por diferentes métodos de extração.

- Comparar as características físico-químicas e sensoriais de amostras de café obtidas em diferentes máquinas para cápsulas. - Comparar as características físico-químicas e sensoriais de amostras de café obtidas em diferentes máquinas para cápsulas com as amostras de café obtidas por outros sistemas de extração: cafeteira italiana, prensa francesa, filtração em coador de pano, filtração em coador de papel e pelo sistema convencional de café expresso. - Estudar a percepção dos consumidores quanto às similaridades das amostras de café obtidas pelos diferentes métodos de extração e avaliar a intenção de consumo de cada uma delas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Adequado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Adequado

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequado

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as pendências resolvidas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1132734.pdf	19/12/2018 09:51:40		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_extracao_cafe_3.docx	19/12/2018 09:51:21	Aline de Oliveira Garcia	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	TCLE_sorting_extracoes_cafe_revisado.docx	19/12/2018 09:51:04	Aline de Oliveira Garcia	Aceito

Endereço: DOUTOR SALES DE OLIVEIRA 1/1751

Bairro: VILA INDUSTRIAL

UF: SP

Telefone: (19)4501-2722

Município: CAMPINAS

CEP: 13.035-270

E-mail: lazaro.nunes@unimetrocamp.edu.br

**ANEXO 11 – PARECER: COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA COM
SERES HUMANOS (CONTINUAÇÃO)**

FACULDADE INTEGRADA
METROPOLITANA DE
CAMPINAS - METROCAMP



Continuação do Parecer: 3.125.724

Ausência	TCLE_sorting_extracoes_cafe_revisado.docx	19/12/2018 09:51:04	Aline de Oliveira Garcia	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_sorting_capsulas_degustacao_revisado.docx	19/12/2018 09:50:53	Aline de Oliveira Garcia	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_ADQ_revisado.docx	19/12/2018 09:50:38	Aline de Oliveira Garcia	Aceito
Outros	Autorizacao_coleta_dados.PDF	31/08/2018 11:20:53	Aline de Oliveira Garcia	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracao_de_responsabilidade_comissao_de_etica_metrocamp.pdf	31/08/2018 11:14:57	Aline de Oliveira Garcia	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_Infraestrutura.pdf	31/08/2018 11:14:39	Aline de Oliveira Garcia	Aceito
Folha de Rosto	Folha_rosto.PDF	20/07/2018 15:57:22	JULIANA LUSTOSA FERINI	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMPINAS, 30 de Janeiro de 2019

Assinado por:
LAZARO ALESSANDRO SOARES NUNES
(Coordenador(a))

Endereço: DOUTOR SALES DE OLIVEIRA 1/1751

Bairro: VILA INDUSTRIAL

CEP: 13.035-270

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)4501-2722

E-mail: lazaro.nunes@unimetrocamp.edu.br

ANEXO 12 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – MAPEAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DE CAFÉS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO - SORTING

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Mapeamento das características de cafés obtidos por diferentes métodos de extração

Você está sendo convidado a participar como voluntário de um estudo. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Se você não quiser participar ou retirar sua autorização, a qualquer momento, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo.

Justificativa e objetivos:

O café expresso é definido como a bebida obtida pela percolação de água quente sob pressão através do café torrado e moído compactado. Entre os métodos desenvolvidos para o preparo de café individual, similar ao expresso, o sistema de cápsulas vem ganhando destaque por ser um método prático, que torna fácil obter café de boa qualidade através da redução de variáveis durante o preparo e tem conquistado os consumidores que preparam café dentro do lar. Além disso, este sistema preserva a qualidade do café moído protegendo-o contra os processos de umidade e oxidação. Neste estudo serão avaliadas as características físico-químicas e sensoriais de amostras de café obtidas por diferentes métodos de extração. Assim, ao final do projeto espera-se obter a caracterização e comparação das diferentes bebidas obtidas por diferentes métodos de extração da bebida do café.

Procedimentos:

Os provadores irão avaliar diferentes métodos de extração da bebida do café. O entrevistado assistirá a vídeos de como as bebidas são extraídas, e então deverão agrupar amostras que consideram semelhantes de acordo com qualquer critério a sua escolha. Depois deverá descrever qual foi o critério utilizado para agrupá-los. Os provadores poderão montar quantos grupos quiserem e agrupar em cada grupo quantos métodos de extração desejar. O entrevistado receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e terá toda a liberdade para questionamento de qualquer dúvida e esclarecimento sobre a pesquisa a ser realizada durante o projeto, bem como poderá deixar de participar a qualquer momento, sem prejuízos.

Desconfortos e riscos:

- Você não deve participar deste estudo se tiver algum tipo de restrição ou aversão ao consumo café.
- O desconforto previsto para os participantes da pesquisa é o tempo necessário para a realização dos testes, estimado em 10 (dez) minutos.

Benefícios e ressarcimentos:

- As suas respostas, juntamente com as dos demais participantes, ajudarão aos pesquisadores a identificar a percepção de consumidores de café quanto aos diferentes tipos de extração da bebida.
- Você não receberá ressarcimento para participação nesta pesquisa. A participação ocorrerá durante a rotina normal de trabalho do participante ou sua visita ao departamento, não havendo necessidade de deslocamento ou despesas decorrentes dessa participação. Esclarecemos que sua participação é voluntária.

ANEXO 12 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – MAPEAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DE CAFÉS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO – SORTING (CONTINUAÇÃO)

- No caso de alguma ocorrência decorrente da pesquisa, você receberá assistência adequada integral e imediata, de forma gratuita através da rede pública de saúde (como exemplo no HC/UNICAMP), pelo tempo que for necessário. Neste contexto, você ainda terá a garantia ao direito à indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Sigilo e privacidade:

- Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação prestada será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Após a coleta de dados, os resultados serão codificados e na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.
- Em caso de dúvidas sobre o estudo, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável: **Juliana Lustosa Ferini**, Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos do ITAL; Av. Brasil, 2880, Campinas – SP; CEP 13070-178; tel (19) 3743-1809; e-mail: juliana.ferini@ital.sp.gov.br.

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

- O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

Responsabilidade do Pesquisador:

- Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP do **Centro Universitário UniMetrocamp | Wyden**, localizado no endereço Rua Dr. Sales de Oliveira, 1661 - Vila Industrial Campinas – SP, CEP: 13035-500, tel: (19) 4020-4900, perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Assinatura do responsável pela pesquisa: _____

Consentimento livre e esclarecido:

- Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, procedimentos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Assinatura do entrevistado: _____

ANEXO 13 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – MAPEAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DE CAFÉS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO - ADQ

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – PAINEL TREINADO

Mapeamento das características de cafés obtidos por diferentes métodos de extração

Você está sendo convidado a participar como voluntário de um estudo. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Se você não quiser participar ou retirar sua autorização, a qualquer momento, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo.

Justificativa e objetivos:

O café expresso é definido como a bebida obtida pela percolação de água quente sob pressão através do café torrado e moído compactado. Entre os métodos desenvolvidos para o preparo de café individual, similar ao expresso, o sistema de cápsulas vem ganhando destaque por ser um método prático, que torna fácil obter café de boa qualidade através da redução de variáveis durante o preparo e tem conquistado os consumidores que preparam café dentro do lar. Além disso, este sistema preserva a qualidade do café moído protegendo-o contra os processos de umidade e oxidação. Neste estudo serão avaliadas as características físico-químicas e sensoriais de amostras de café obtidas por diferentes métodos de extração. Assim, ao final do projeto espera-se obter a caracterização e comparação das diferentes bebidas obtidas por diferentes métodos de extração da bebida do café.

Procedimentos:

Participando do estudo você está sendo convidado a: realizar a análise em cabines individuais e receber diferentes amostras de cafés obtidos por diferentes métodos de extração da bebida. Todas as amostras foram obtidas comercialmente. O objetivo da análise sensorial com provador treinado é provar o café e avaliar os atributos: fragrância do pó, aroma da bebida, defeitos, acidez, amargor, sabor, sabor residual, adstringência e corpo e ao final atribuir uma nota de qualidade global e no caso de cafés em cápsulas também avaliar os atributos: intensidade da cor da crema, consistência/persistência da crema, brilho da crema e intensidade da bebida.

O entrevistado receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e terá toda a liberdade para questionamento de qualquer dúvida e esclarecimento sobre a pesquisa a ser realizada durante o projeto, bem como poderá deixar de participar a qualquer momento, sem prejuízos.

Desconfortos e riscos:

- Você **não** deve participar deste estudo se tiver algum tipo de restrição ou aversão ao consumo de café.
- O desconforto previsto aos participantes da pesquisa é a ingestão de grande quantidade de café e o tempo necessário para a realização dos testes, estimado em 10 (dez) minutos. Neste teste será solicitado que prove um pouco de cada amostra, não é necessário consumir até o fim de cada xícara.

Benefícios e ressarcimentos:

- As suas respostas, juntamente com as dos demais participantes, ajudarão aos pesquisadores a identificar a classificação da qualidade das bebidas do café obtidas pelos diferentes métodos de extração.

ANEXO 13 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – MAPEAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DE CAFÉS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO – ADQ (CONTINUAÇÃO).

- Você não receberá ressarcimento para participação nesta pesquisa. A participação ocorrerá durante a rotina normal de trabalho do participante, não havendo necessidade de deslocamento ou despesas decorrentes dessa participação. Esclarecemos que sua participação é voluntária.
- No caso de alguma ocorrência decorrente da pesquisa, você receberá assistência adequada integral e imediata, de forma gratuita através da rede pública de saúde (como exemplo no HC/UNICAMP), pelo tempo que for necessário. Neste contexto, você ainda terá a garantia ao direito à indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Sigilo e privacidade:

- Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação prestada será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Após a coleta de dados, os resultados serão codificados e na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.
- Em caso de dúvidas sobre o estudo, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável: **Juliana Lustosa Ferini**, Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos do ITAL; Av. Brasil, 2880, Campinas – SP; CEP 13070-178; tel (19) 3743-1809; e-mail: juliana.ferini@ital.sp.gov.br.

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

- O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

Responsabilidade do Pesquisador:

- Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP do **Centro Universitário UniMetrocamp | Wyden**, localizado no endereço Rua Dr. Sales de Oliveira, 1661 - Vila Industrial Campinas – SP, CEP: 13035-500, tel: (19) 4020-4900, perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Assinatura do responsável pela pesquisa: _____

Consentimento livre e esclarecido:

- Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, procedimentos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Assinatura do entrevistado: _____

ANEXO 14 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – MAPEAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DE CAFÉS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO – SORTING 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Mapeamento das características de cafés obtidos por diferentes métodos de extração

Você está sendo convidado a participar como voluntário de um estudo. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Se você não quiser participar ou retirar sua autorização, a qualquer momento, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo.

Justificativa e objetivos:

O café espresso é definido como a bebida obtida pela percolação de água quente sob pressão através do café torrado e moído compactado. Entre os métodos desenvolvidos para o preparo de café individual, similar ao espresso, o sistema de cápsulas vem ganhando destaque por ser um método prático, que torna fácil obter café de boa qualidade através da redução de variáveis durante o preparo e tem conquistado os consumidores que preparam café dentro do lar. Além disso, este sistema preserva a qualidade do café moído protegendo-o contra os processos de umidade e oxidação. Neste estudo serão avaliadas as características físico-químicas e sensoriais de amostras de café obtidas por diferentes métodos de extração. Assim, ao final do projeto espera-se obter a caracterização e comparação das diferentes bebidas obtidas por diferentes métodos de extração da bebida do café.

Procedimentos:

Os provadores irão avaliar bebidas do café extraídas através do método espresso convencional e através de máquinas para cafés em cápsulas. O entrevistado receberá as amostras, e então deverá agrupar as que considerar semelhantes de acordo com qualquer critério a sua escolha. Depois deverá descrever qual foi o critério utilizado para agrupá-los. Os provadores poderão montar quantos grupos quiserem e agrupar em cada grupo quantas amostras desejar.

O entrevistado receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e terá toda a liberdade para questionamento de qualquer dúvida e esclarecimento sobre a pesquisa a ser realizada durante o projeto, bem como poderá deixar de participar a qualquer momento, sem prejuízos.

Desconfortos e riscos:

- Você **não** deve participar deste estudo se tiver algum tipo de restrição ou aversão ao consumo café.
- O desconforto previsto aos participantes da pesquisa é a ingestão de grande quantidade de café e o tempo necessário para a realização dos testes, estimado em 10 (dez) minutos. Neste teste será solicitado que prove um pouco de cada amostra, não é necessário consumir até o fim de cada xícara.

Benefícios e ressarcimentos:

- As suas respostas, juntamente com as dos demais participantes, ajudarão aos pesquisadores a identificar a percepção de consumidores de café quanto aos diferentes tipos de extração da bebida.
- Você não receberá ressarcimento para participação nesta pesquisa. A participação ocorrerá durante a rotina normal de trabalho do participante ou sua visita ao departamento, não havendo necessidade de deslocamento ou despesas decorrentes dessa participação. Esclarecemos que sua participação é voluntária.

ANEXO 14 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – MAPEAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DE CAFÉS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO – SORTING 2 (CONTINUAÇÃO)

- No caso de alguma ocorrência decorrente da pesquisa, você receberá assistência adequada integral e imediata, de forma gratuita através da rede pública de saúde (como exemplo no HC/UNICAMP), pelo tempo que for necessário. Neste contexto, você ainda terá a garantia ao direito à indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Sigilo e privacidade:

- Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação prestada será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Após a coleta de dados, os resultados serão codificados e na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.
- Em caso de dúvidas sobre o estudo, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável: **Juliana Lustosa Ferini**, Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos do ITAL; Av. Brasil, 2880, Campinas – SP; CEP 13070-178; tel (19) 3743-1809; e-mail: juliana.ferini@ital.sp.gov.br.

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

- O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

Responsabilidade do Pesquisador:

- Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP do **Centro Universitário UniMetrocamp | Wyden**, localizado no endereço Rua Dr. Sales de Oliveira, 1661 - Vila Industrial Campinas – SP, CEP: 13035-500, tel: (19) 4020-4900, perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Assinatura do responsável pela pesquisa: _____

Consentimento livre e esclarecido:

- Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, procedimentos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Assinatura do entrevistado: _____