

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO  
TECNOLÓGICA PAULA SOUZA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE MARÍLIA ESTUDANTE RAFAEL  
ALMEIDA CAMARINHA**

**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

**CARINA CORBES  
LILIAN FARIA RUSSO GOMES DA SILVA**

**CAFÉ FERMENTADO: REVISÃO**

**MARÍLIA/SP  
1º SEMESTRE/2021**

# **CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE MARÍLIA ESTUDANTE RAFAEL  
ALMEIDA CAMARINHA**

**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

**CARINA CORBES  
LILIAN FARIA RUSSO GOMES DA SILVA**

**CAFÉ FERMENTADO: REVISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia de Marília para obtenção do Título de Tecnólogo(a) em Alimentos.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Dorta.

**MARÍLIA/SP  
1º SEMESTRE/2021**

# RESUMO

## CAFÉ FERMENTADO: REVISÃO

O café é uma das bebidas mais consumidas no mundo; e o Brasil é destaque mundial como o maior produtor e exportador desta *commodity*. Embora o país possua uma cadeia altamente consolidada em nível global, mudanças tecnológicas estão em constante evolução, visando a melhoria e elevação da qualidade final da bebida para atender aos mercados mais exigentes. As interações entre os fatores edafoclimáticos, as formas de fermentação, secagem, armazenagem e torrefação implicam nos resultados sensoriais, que são exercidos pelos Q-Graders de café; na qual afetam o preço final do produto. Tais fatores são inerentes aos processos de fermentações que ocorrem nos frutos, sendo que as fermentações podem conferir notas especiais de aroma, fragrância e acidez, bem como prejudicar a qualidade, quando não controlada de modo adequado. Com isso, o objetivo deste trabalho foi realizar revisão sobre a fermentação controlada do café; colocando-os na categoria de especiais e sua importância no mercado nacional e internacional. Esta revisão bibliográfica baseou-se no levantamento de dissertações, teses e artigos publicados recentemente. A busca retrospectiva se limitou a trabalhos acadêmicos publicados em inglês, português e espanhol, que realizaram estudos envolvendo a pesquisa e desenvolvimento sobre cafés especiais e a influência de diferentes tipos de fermentação sobre o aspecto sensorial; microbiológico e físico-químico. O uso de culturas iniciadoras selecionadas para a fermentação do café pode atuar na redução do tempo de fermentação e na inibição de crescimento de micro-organismos indesejáveis, bem como na produção de compostos que exaltem a qualidade sensorial. A redução do período de permanência dos frutos em solo decorrente da degradação mais intensa da mucilagem pelos micro-organismos permite um processamento de maior volume dos frutos no estágio cereja em menor tempo. Mais estudos visando o desempenho e otimização dessas culturas iniciadoras na fermentação deverão ser continuados, com o propósito de avaliar a capacidade de fermentação do café de isolados *in vivo*, além de obter cepas que proporcionem melhores resultados em variedades distintas de cafés e tipos de processamento.

Palavras-chave: Cafés especiais. Perfil sensorial. Fermentação do café. Culturas iniciadoras em café. Microbiota do café.

# ABSTRACT

## FERMENTED COFFEE: REVIEW

Coffee is one of the most consumed drinks in the world; and Brazil is a world leader as the largest producer and exporter of this *commodity*. Although the country has a highly consolidated chain on a global level, technological changes are constantly evolving, aiming at improving and raising the final quality of the drink to meet the most demanding markets. The interactions between the edaphoclimatic factors, the forms of fermentation, drying, storage and roasting imply in the sensory results, which are exercised by the coffee Q-Graders; which affect the final price of the product. Such factors are inherent to the fermentation processes that take place in the fruits, and fermentations can confer special notes of aroma, fragrance and acidity, as well as impair quality, when not properly controlled. With that, the objective of this work was to carry out a review on the controlled fermentation of coffee; placing them in the category of specials and their importance in the national and international market. This bibliographic review was based on the survey of dissertations, theses and articles published recently. The retrospective search was limited to academic papers published in English, Portuguese and Spanish, which carried out studies involving research and development on specialty coffees and the influence of different types of fermentation on the sensory aspect; microbiological and physical-chemical. The use of selected starter cultures for the fermentation of coffee can act in reducing the fermentation time and in inhibiting the growth of undesirable microorganisms, as well as in the production of compounds that enhance the sensory quality. The reduction of the period of permanence of the fruits in the soil due to the more intense degradation of the mucilage by the microorganisms allows a processing of a larger volume of the fruits in the cherry stage in less time. Further studies aiming at the performance and optimization of these starter cultures in fermentation should be continued, with the purpose of evaluating the fermentation capacity of coffee from isolates *in vivo*, in addition to obtaining strains that provide better results in different varieties of coffee and types of processing.

Keywords: Special coffees. Sensory profile. Fermentation of coffee. Starter cultures in coffee. Microbiota of coffee.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>7</b>
2.1 HISTÓRICO.....	7
2.2 ASPECTOS ECONÔMICOS.....	9
2.3 CAFÉS ESPECIAIS.....	12
2.4 FERMENTAÇÃO DO CAFÉ E SEUS PROCESSAMENTOS.....	14
2.5 MICROBIOTA NATURAL DO CAFÉ E CULTURAS INICIADORAS.....	20
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O café (*Coffea*) foi descoberto há mais de mil anos na Etiópia. Segundo uma lenda, um pastor denominado Kaldi observou que suas cabras ficavam agitadas ao comer os frutos de um determinado arbusto, que se acredita ser um cafeeiro (DURÁN *et al.*, 2017). O café é uma das bebidas mais consumidas no mundo, sendo um dos maiores *commodities* do Brasil. Duas espécies imperam o mercado mundial: *Coffea arabica* (arábica) e *Coffea canephora* robusta, conhecido popularmente por conilon (FREITAS, 2018; KALSCHNE *et al.*, 2018).

O líquido é conhecido por seu efeito estimulante em decorrência da presença de uma substância denominada cafeína. Existem outros constituintes químicos presentes no grão, bem como os ácidos clorogênicos, ao qual possuem potencial antioxidante, onde reflete de modo significativo no organismo ao combater espécies reativas do oxigênio (ERO) (ALVES; CASAL; OLIVEIRA, 2009; DURÁN *et al.*, 2017).

Ao decorrer dos anos com o crescente consumo de café, tornou-se um estímulo no setor agrícola (VILELA, 2011). A qualidade do café é influenciada por diversos fatores, dentre eles, as condições edafoclimáticas, micro-organismos presentes no solo e nas plantas e o manejo da lavoura, genética da planta e fatores tecnológicos adotados desde o plantio até a etapa de pós-colheita (ARAÚJO, 2018; PEREIRA, 2017).

O segmento dos cafés especiais iniciou na década de 1970, sendo que se diferenciam dos demais pelo elevado padrão de qualidade, cuidados na colheita, aspectos dos grãos, tipo de preparo, origem dos plantios e cultivares (ALVARENGA, 2010; FIGUEIREDO, 2010). Os cafés especiais apresentam significativa expressão de aroma e sabor após a torra e não possuem nenhum tipo de defeito. Um café exclusivo é sinônimo de café fino que apresente alguma característica que o diferencie dos outros, bem como o sabor remanescente abaunilhado floral, achocolatado, entre outros (FIGUEIREDO, 2010; PAIVA, 2005).

Após a conclusão da colheita, os grãos podem ser separados conforme o estágio de maturação, onde irá conferir homogeneidade ao lote. A forma de processamento pós-colheita dos grãos impacta nas características sensoriais da bebida. Atualmente, há três formas distintas de realizar a fermentação do café. Por via seca, também denominada de café natural, via úmida (descascado e

desmucilado) e via semisseca (despolpado) (BRESSANI, 2017; ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012; FREITAS, 2018; SILVA *et al.*, 2008). Independentemente da fermentação realizada, irá ocorrer alterações físico-químicas nos grãos, tais como redução no teor de água e açúcares e a formação de precursores de aroma e de sabor (VAAST *et al.*, 2005).

Atualmente no Brasil, há numerosas diligências sendo realizadas por meio de instituições de ensino e pesquisa voltadas ao estudo do café, onde se visa a sustentabilidade, o aprimoramento da produtividade e a competitividade internacional do agronegócio. É necessário a perquisição nos aspectos biotecnológicos, agronômicos e químicos para ocorrer intercessão direta direcionada aos grãos de café (DURÁN *et al.*, 2017).

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sobre a fermentação controlada do café os colocando na categoria de especiais.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 HISTÓRICO

Um das bebidas com destaque mundial é o café, sendo uma das mais consumidas no mundo por conter características sensoriais distintas e marcantes, além de ser um estimulante com propriedades benéficas ao organismo quando consumido moderadamente (FREITAS, 2018; PEREIRA, 2017).

Conforme Pereira (2017) e Ukers (1935) apesar da crença na figura mitológica que envolve o personagem Kaldi, há relatos científicos que indicam que a origem do café foi descoberta na Abissínia, e é possível que os Árabes tenham sido responsáveis pela disseminação da produção e do consumo, uma vez que o fruto foi levado para a Península Arábica, que se estendeu ao longo dos trópicos. Entretanto, os etíopes iniciaram seu consumo na forma de fruto. Alimentavam-se de sua polpa doce, por vezes macerada ou a misturavam em banha para refeição e produziam um suco, o qual fermentado se transformava em bebida alcoólica (UKERS, 1935).

O avanço da expansão se manteve lento até o século XVI, pois os árabes tinham ciúmes em razão do poder industrial do café. A expansão da cultura cafeeira no mundo é complexa. Não existe um consenso sobre o volume de produção nas zonas produtivas entre os séculos XV e XVI. Sabe-se que os holandeses introduziram o café no Suriname em 1718. No Brasil, a rubiácea chegou em 1727. Por volta de 1730 os Ingleses levaram as plantas para a Jamaica e, em 1740, missionários da Espanha introduziram o café nas Filipinas. Em 1748, Don José Antonio Gelabert introduziu o café em Cuba com sementes transportadas de Santo Domingo e, entre 1750 a 1760, o café atingiu a Guatemala (UKERS, 1935).

Após 1825 houve um crescimento significativo; em 1840 a produção mundial foi de, aproximadamente, 200.000 toneladas. Em 1860 o volume aumentou para mais de 330.000 toneladas com destaque para algumas novidades na composição geográfica da oferta. Primeiro, o aparecimento da colônia holandesa de Java e do Império do Brasil como os grandes produtores mundiais de café (MARQUESE, 2015; PEREIRA, 2017).



O café foi extremamente importante no desenvolvimento socioeconômico do Brasil, tempo áureo da cafeicultura em que os homens ostentavam ampla riqueza ocasionado pelo café, sendo produzidos pela mão de obra escrava sobre os cafezais formados nos diversos estados e províncias do país.

Acredita-se que o café foi introduzido no Brasil em 1727 no estado do Pará com sementes provenientes da Guiana Francesa. Segundo a história, o então Governador do Grão-Pará e Maranhão, João da Maia Gama, ouvira falar do grande valor comercial do café. Decidiu enviar o sargento-mor Francisco Mello Palheta para uma viagem àquele país vizinho para resolver problemas de delimitação territorial e trazer o café para o Brasil. Após Palheta, concluir a missão, retornou ao Brasil com sementes e mudas de café e as cultivou em Belém do Pará. Posteriormente, expandiu-se em pequenas plantações para os estados vizinhos. Em 1774 o café foi encaminhado do Maranhão para o Rio de Janeiro; do Rio os cafezais se expandiram pelos contrafortes da Serra do Mar. Em 1825 alcançou o Vale do Paraíba, ao qual englobam os Estados de São Paulo e Minas Gerais (MATIELLO *et al.*, 2010; PEREIRA, 2017).

Com os sucessivos marcos históricos ocorridos no Brasil, Pereira (2017) descreve que a proibição do tráfico negreiro em 1850, a abolição da escravatura em 1888, o crescimento da mão de obra assalariada e a Proclamação da República em 1889, a cafeicultura brasileira suspendeu o ciclo tradicional. Com isso, houve um aumento do fluxo de imigrantes para trabalhar nas fazendas dos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. O impulso econômico brasileiro é caracterizado por uma nova variedade e abertura de capitais. O café estava estabilizado no mundo como uma bebida prestigiada e o Brasil participava de forma significativa desse mercado. O café foi o elemento principal do Brasil durante o século XIX (PEREIRA, 2017; SIMONSEN, 2005).

Conforme Furtado (2005), na última década do século XIX a oferta de produção brasileira não apresentou dificuldades, pois a produção asiática foi drasticamente prejudicada por doenças que destruíram os cafezais. A produção brasileira alcançou em 1901-02 16,3 milhões de sacas.

Zylbersztajn, Farina e Santos (1993) descrevem que ao longo de décadas, o café foi a atividade econômica mais importante da nação; com isso recebeu a denominação de “ouro verde brasileiro”. Conforme o Conselho dos Exportadores de Café do Brasil [201?] o fruto trouxe prosperidade aos cafeicultores, que construíram

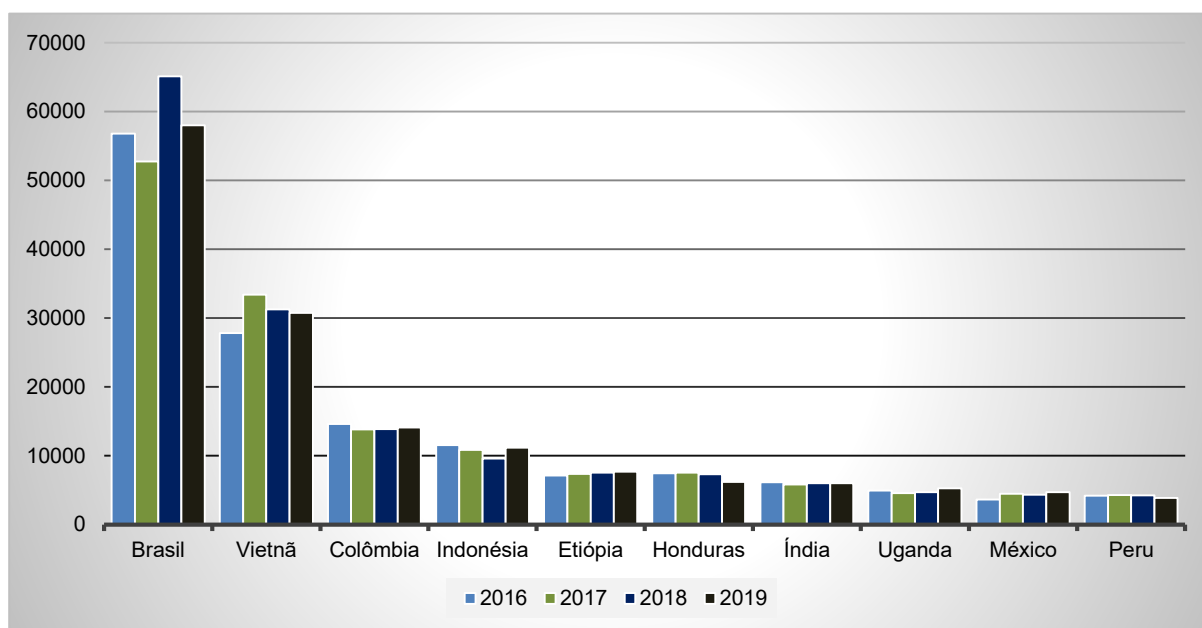
prédios arquitetônicos, como mansões e teatros com o estilo arquitetônico europeu. Durante um bom tempo, o café brasileiro mais conhecido no mundo era o café tipo Santos. Em 1922 foi inaugurada Bolsa do Café de Santos, idealizada para funcionar não somente como uma bolsa de valores, mas também como um banco para incentivar e garantir a produção da *commodity*.

O ápice do ciclo do café persistiu até a queda da Bolsa de Nova Iorque em 1929, onde obrigou o governo federal a queimar mais de 71 mil sacas de café. Os especialistas acreditam que essa quantia na época era suficiente para garantir o consumo mundial durante três anos. O episódio levou a uma repaginação do mapa da cafeicultura brasileira, que hoje está presente em quinze estados (CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL, [201?]).

A partir de 1960 o café foi precedido pelo setor industrial e deixou de ser o produto notório da balança comercial, o que configurou uma perda expressiva no desempenho da *commodity* na economia brasileira; com isso, houve perda do interesse econômico e político (FURTADO, 2005).

## **2.2 ASPECTOS ECONÔMICOS**

A demanda mundial por café no ano cafeeiro de 2018/19 foi extremamente promissor, visto que o consumo mundial cresceu 4,3%, para 168,7 milhões de sacas, bem acima da média de longo prazo de cerca de 2%. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café (gráfico 1), seguido por Vietnã, Colômbia e Indonésia (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ, 2020).

**Gráfico 1 - Produção de safra por país (milhões de sacas de 60Kg)**

Fonte: Adaptado da ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ (2020)

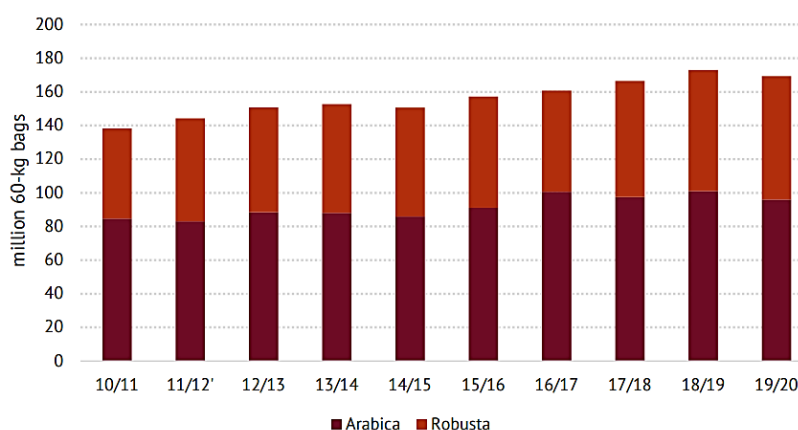
A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2020) informa que a safra de 2020 foi marcada pela presença do efeito da bienalidade positiva (especialmente no café arábica) em quase todas as regiões produtoras do país. Essa influência reflete diretamente nos resultados de produtividade média e ajuda a explicar os valores superiores obtidos nesse ciclo. Além disso, as melhorias no manejo da cultura, investimentos em tecnificação, uso de materiais genéticos com maior potencial produtivo são alguns dos fatores fundamentais que estão diretamente relacionados aos ganhos de rendimento. No geral, a produtividade média, nessa safra, chegou a 33,48 scs/ha, representando incremento de 23,1% em relação à temporada passada, que foi de bienalidade negativa.

A safra de 2020 foi ótima no quesito produção, com um volume total colhido de mais de 63,08 milhões de sacas beneficiadas, sendo 27,9% superior ao resultado obtido em 2019; um recorde dentro da série histórica nacional de produção de café (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2020).

Estima-se que em 2019/20 a produção mundial de café foi de 169,34 milhões de sacas, 2,2% menor em comparação com 2019, pois a produção de Arábica diminuiu 5%, para 95,99 milhões de sacas e a de Robusta aumentou 1,9%, para 73,36 milhões. Calcula-se que o consumo mundial diminuiu 0,5%, para 167,81 milhões de sacas, em decorrência da pandemia da Covid-19, pois continua a

pressionar a economia global, onde limita de forma drástica o consumo fora de casa (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ, 2020). O gráfico 2 representa a produção mundial de café nos últimos dez anos e o quadro 1 as exportações do Brasil entre 2016 a 2020.

**Gráfico 2 - Produção global de café**



Fonte: ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ (2020)

**Quadro 1 - Exportações brasileiras de café no período de novembro entre 2016 a 2020**

Período (jan/nov)	volume em sacas de 60 Kg						Exportações Totais de Café (sacas 60Kg)	Receita Cambial US\$ FOB Mil	Preço Médio (US\$ / saca)	Receita Cambial R\$ FOB Mil
	Café Verde			Café Industrializado						
	Robusta	Arábica	Total Café Verde	Torrado & Moído	Solúvel	Total Café Industrializado				
2016	569.276	26.884.731	27.454.007	28.283	3.526.194	3.554.477	31.008.484	4.857.341,0	156,65	16.977.915,1
2017	249.582	24.525.716	24.775.298	24.199	3.103.349	3.127.548	27.902.846	4.750.286,1	170,24	15.121.305,7
2018	2.311.944	25.949.878	28.261.822	17.650	3.354.674	3.372.324	31.634.146	4.599.510,6	145,40	16.720.322,8
2019	3.613.780	30.303.360	33.917.140	24.224	3.685.797	3.710.021	37.627.161	4.714.370,7	125,29	18.530.845,8
2020	4.542.074	31.542.471	36.084.545	20.283	3.682.478	3.702.761	39.787.306	5.031.109,3	126,45	25.952.175,3
Var. % 2020 x 2019	25,7%	4,1%	6,4%	-16,3%	-0,1%	-0,2%	5,7%	6,7%	0,9%	40,0%

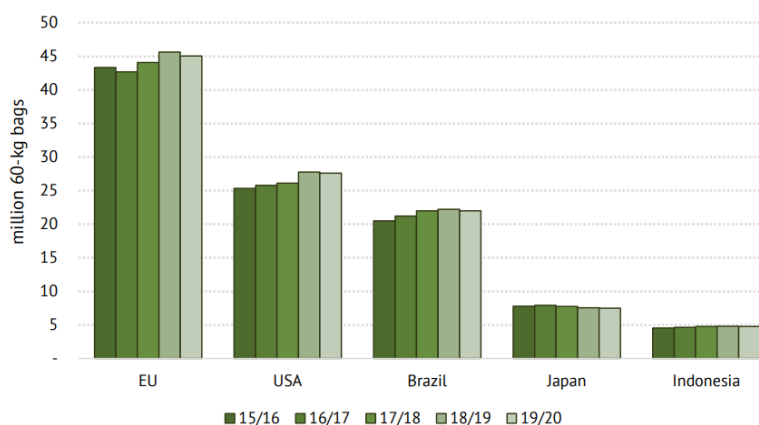
Fonte: Adaptado do CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL (2020)

Nota: Sacas 60 Kg/US\$ FOB Mil.

De acordo com a ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ (2020) em comparação com o ano cafeeiro anterior, o ritmo da demanda nos cinco países que mais consomem a bebida, ao qual representam 63,7% do consumo global, foi consideravelmente mais lento em 2019/20 (gráfico 3). Após dois anos de crescimento, o consumo na União Europeia é estimado em 45,04 milhões de sacas, 1,3% abaixo do ano passado. Nos Estados Unidos, o segundo maior consumidor mundial, espera-se que a demanda tenha caído 0,6%, para 27,58 milhões de sacas,

enquanto no Brasil, o terceiro maior consumidor mundial, estima-se que ela diminuiu 0,9%, para 22 milhões. No Japão, acredita-se que a demanda foi de 7,5 milhões de sacas, 0,8% menos que em 2018/19. Já na Indonésia, estima-se que ela caiu 1%, para 4,75 milhões.

**Gráfico 3 - Demanda nos cinco maiores consumidores de café (milhões de sacas de 60Kg)**



Fonte: ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ (2020)

Em agosto de 2020 as exportações mundiais de café diminuíram 7,5% em relação a agosto de 2019, onde reduziu para 10,04 milhões de sacas (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ, 2020). O declínio da demanda ocorre por meio da alta dos preços em meses recentes. Além disso, as perspectivas do crescimento econômico global continuam em estado desfavorável.

### 2.3 CAFÉS ESPECIAIS

As empresas do ramo alimentício e de bebidas cresce com o passar dos anos e aprimora seu processo produtivo devido aos consumidores mais exigentes e à concorrência no mercado exterior, ao qual se preocupa cada vez mais com a qualidade, a saúde dos clientes e as questões ambientais e sociais. Os consumidores estão mais criteriosos com a qualidade, onde valorizam as propriedades intrínsecas dos bens de consumo (ALVARENGA, 2017; FIGUEIREDO, 2010). Conforme Borém (2008) o mercado valoriza atributos higiênico-sanitários e sensoriais do produto, além dos aspectos relacionados à

proteção ambiental e à valorização social na produção de cafés especiais, o que gera valor agregado ao produto.

Figueiredo (2010) descreve que o segmento dos cafés especiais surgiu a partir de 1970, época em que havia uma crise de consumo norte-americano. Um grupo de indústrias fundou a Specialty Coffee Association of América (SCAA), com o propósito de estimular a produção e o consumo de cafés especiais. Os especialistas acreditam que esse efeito foi um meio de driblar preocupações relacionadas à produção e/ou apenas para acrescentar valor ao produto. As indústrias seguem padrões internacionais, que são referências estabelecidas por especialistas altamente qualificados para cafés especiais, baseadas em testes científicos que estabelecem valores e intervalos de valores para o café (SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA - SCAA, [201?]).

Segundo a SCAA [201?] e Alvarenga (2017) os cafés são considerados especiais quando apresentam pontuação igual ou superior a 80 pontos, sendo a nota final resultante do somatório dos atributos sensoriais avaliados. Os cafés especiais diferenciam-se dos demais pelo alto padrão de qualidade, cuidados na colheita, aspectos dos grãos, história, tipo de preparo, origem dos plantios e cultivares. Podem também incluir parâmetros que diferenciam e se relacionem à sustentabilidade econômica, ambiental e social da produção, de modo a promover maior equidade entre os elos da cadeia produtiva. A rastreabilidade e a incorporação de serviços também são fatores de eminência (FIGUEIREDO, 2010).

Os cafés especiais apresentam significativo potencial de expressão de aroma e sabor após a torra e não apresentam qualquer tipo de defeito. Para ser considerado especial, o café deve apresentar um caráter distinto na xícara e ser notavelmente bom, pois, caso apresente um bom aspecto físico, mas, após a torra, o café não for extraordinariamente aromático e agradável ao paladar, poderá deixar de ser um café especial. Um café exclusivo é sinônimo de café fino ou de qualidade superior que apresente alguma característica que o diferencie dos outros, bem como o sabor remanescente floral, cítrico, achocolatado, entre outros (FIGUEIREDO, 2010; PAIVA, 2005).

A microbiota presente de modo natural no café é diversificada e possui influência significativa na qualidade da bebida especial, bem como a degradação de compostos nos grãos pela excreção de metabólitos, como ácidos orgânicos, que são absorvidos para o interior dos grãos (BRESSANI, 2017; EVANGELISTA *et al.*,

2014). O efeito da fermentação com os micro-organismos resulta em diferentes tipos de bebidas com características diversificadas nos quesitos de corpo, aroma, acidez e adstringência (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012). Logo, culturas iniciadoras possuem potencial na fermentação do café, com significativo aperfeiçoamento do controle da etapa de fermentação e melhora da qualidade sensorial.

De acordo com o tipo de processamento, a população microbiana de cada grupo pode ser alterada (SILVA *et al.*, 2000, SILVA *et al.*, 2008; VILELA *et al.*, 2010). O uso de micro-organismos auxilia na retirada da mucilagem, na qual facilita a secagem do grão, além de produzir os metabólitos que se difundem para o interior dos grãos e reagem com substâncias responsáveis pelo sabor da bebida. O efeito da cultura microbiana durante a etapa de fermentação natural permite agilizar o processo e melhorar a qualidade do produto (BRESSANI, 2017; SILVA *et al.*, 2008).

## **2.4 FERMENTAÇÃO DO CAFÉ E SEUS PROCESSAMENTOS**

A etapa de processamento, também conhecida como fermentação, ocorre após a colheita e a secagem ocorre de forma concomitante. O objetivo da fermentação em todos os métodos de processamento é remover a mucilagem (LEE *et al.*, 2015) até a diminuição do teor de água ao final da secagem dos frutos de café. É importante salientar que as enzimas contidas nos frutos são insuficientes para degradar totalmente a mucilagem. Dessa forma, é necessário que exista o crescimento microbiano que possa produzir enzimas específicas necessárias para hidrolisar a pectina presente na mucilagem (SILVA *et al.*, 2012).

O tempo necessário para esta etapa irá depender do tipo de fermentação realizada. Contudo, invariavelmente do processamento realizado, irá ocorrer alterações físico-químicas nos grãos, tais como redução no teor de água e açúcares e a formação de precursores de aroma e de sabor (VAAST *et al.*, 2005). Considerando esse processo uma complexa e delicada relação com o aroma, o controle inadequado na etapa de fermentação pode acarretar um impacto negativo.

O processamento é uma etapa essencial na obtenção de um café de qualidade e requer atenção específica, ao qual irá enaltecer a qualidade da bebida (BRESSANI, 2017; SIQUEIRA; ABREU, 2006). O processamento dos grãos de café é iniciado na colheita. Porém, os fatores que influenciam a qualidade devem ser considerados desde o plantio. A colheita deve ser feita quando a maior parte dos

frutos estiverem maduros, a fim de evitar a presença de grãos imaturos (verdes), pretos e ardidos, onde impacta diretamente na qualidade do café (BORÉM, 2008).

Como dito anteriormente, o processamento ou fermentação possui a finalidade de remoção da mucilagem para reduzir o conteúdo de água até alcançar umidade entre 10% e 12% e deve ser realizado após a colheita para evitar fermentações indesejáveis que estimulam a produção de ácidos butírico e propiônico, onde comprometem a qualidade da semente (CHALFOUN; FERNANDES, 2013; LEE *et al.*, 2015). Contudo, quando a fermentação ocorre de forma controlada, esta possui potencial efeito sobre a formação de compostos benéficos, favorecendo o aroma e sabor do café (BRESSANI, 2017). Desta forma, os grãos já processados (cafés crus) podem ser armazenados durante meses, sem ocorrer alterações significativa do sabor (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2009). As enzimas contidas nesses frutos não são suficientes para degradar completamente a mucilagem. Com isso é necessário que exista um crescimento microbiano que possa produzir enzimas (poligalacturonases e pectina liases) necessárias para hidrolisar a pectina presente na mucilagem (SILVA *et al.*, 2012).

Há três formas distintas de realizar o processamento do café. Por via seca, também chamado de café natural, via úmida (descascado e desmucilado) e via semiseca (despolpado) (BRESSANI, 2017; ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012; SILVA *et al.*, 2008).

No processamento por via seca, os frutos são secos com todas as partes que os constituem, dando origem aos cafés denominados coco, de terreiro ou natural (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012; SILVA, 2012). Ribeiro (2018) esclarece que este método é o mais antigo e simples de processamento do café, sendo que este processamento implica que o fruto do café seja seco íntegro (polpa, pergaminho e grão) muitos países com chuvas escassas e longos períodos de estiagem e sol utilizam este método. Cerca de 90% do café arábica produzido no Brasil é processado por este método.

Os frutos colhidos em diversos estádios de maturação (verde, cereja, uva passa e seco), podem ou não ser lavados, e devem, preferencialmente, ser separados, de modo que aprimore a qualidade do café, e espalhados em camadas finas que varia entre 05 a 08 centímetros em terreiros de cimento ou terreiros suspensos, sendo amontoados a noite e revolvidos periodicamente durante o dia ao longo de 10 a 25 dias de secagem ao sol, para que ocorra a fermentação



microbiana de forma natural. Durante o período de secagem, a fermentação microbiana que ocorre pode influenciar na qualidade final do produto. Normalmente, a fermentação do fruto inteiro produz uma bebida que possui corpo, é doce, suave e complexa (SCHWAN; WHEALS, 2003; SILVA, 2012; SILVA *et al.*, 2008).

A qualidade dos cafés produzidos através da via seca requer condições naturais favoráveis, como a temperatura, umidade, precipitações além dos detalhes que possibilitam um bom manejo de processamento. Há uma probabilidade significativa de ocorrência de fermentações durante o processo, ao qual podem ser benéficas para os grãos. Com isso, quanto menor o tempo entre a maturação e a secagem, menor será a incidência de fermentações indesejáveis (ALVES, 2019; MATIELLO *et al.*, 2016). É importante ressaltar que a qualidade inferior de cafés processados por via seca é geralmente resultante da presença de frutos em diferentes estádios de maturação e/ou ausência de cuidados na condução dos processos. A presença da casca e o elevado teor de açúcares na mucilagem aumentam os riscos de fermentações prejudicando a qualidade do café (BORÉM, 2008; PAIVA, 2010). A falta de um manejo adequado, durante a colheita, processamento e secagem resultam em cafés de pior qualidade.

Ao longo do processo ocorrem vários tipos de fermentações, dentre os quais se destacam a láctica, acética, butírica e propiônica. Em condições favoráveis são observados os dois primeiros tipos de fermentações citados (MATIELLO *et al.*, 2016). Conforme Pimenta (2003), a fermentação láctica ou alcoólica é caracterizada pelo cheiro de álcool etílico, desejável fornecendo atributos sensoriais que valorizam a bebida no atributo de acidez. Entretanto, a fermentação acética que ocorre posterior a fermentação láctica, produz metabólitos nocivos a qualidade do produto, sendo notada pelo odor característico. Em ambientes que possuem invernos frios e secos, a probabilidade de obtenção de floradas e frutos em estágios de maturações mais homogêneos é superior, onde favorece a produção de bebidas com maior corpo e aroma desejáveis. As bebidas que são provenientes de cafés processados através da via seca, são dotadas de maiores teores de sólidos solúveis e açúcares redutores, conferindo mais corpo e dulçor suave a bebida (ALVES, 2019; MATIELLO *et al.*, 2016; SILVA, 2019). O processamento por via seca dá origem aos cafés denominados “coco”.

O processamento por via úmida é muito utilizado para o café arábica, na Colômbia, América Central e no Havaí (SILVA *et al.*, 2008). Bressani (2017) explica

que neste tipo de processamento ocorre a retirada total da casca e da polpa e retirada parcial da mucilagem. As sementes são submetidas ao processo de fermentação realizado em tanques com um grande volume de água para a retirada do restante da mucilagem que ficou aderida ao pergaminho. São necessárias etapas de lavagem, despulpamento, fermentação (eliminação da mucilagem), lavagem e secagem em terreiro e/ou secadores rotativos. A mucilagem residual é degradada através da fermentação e geralmente ocorre em até 48 horas (SILVA, 2012). Então os grãos são lavados com água limpa e secos em terreiros e/ou secadores rotativos (LEE *et al.*, 2015). Os micro-organismos presentes durante o processamento de café utilizam a mucilagem como nutriente durante a fermentação (EVANGELISTA *et al.*, 2015).

A fermentação por via úmida ocorre de forma natural em tanques de concreto. O sistema mais usado é a de forma retangular com um fundo inclinado, usado tanto como um tanque e meio de transporte para a saída do café. O tamanho é dependente da capacidade de produção da fazenda, pois o tanque deve ser preenchido rapidamente para evitar fermentações indesejáveis e heterogeneidade entre o primeiro e último grão a ser fermentado. O café deve ser recoberto com água limpa e, durante a fermentação, a mucilagem é hidrolisada por enzimas endógenas produzidas por micro-organismos naturalmente presentes nos frutos do café (BRANDO, 2009; RIBEIRO, 2018; VAAST *et al.*, 2005). O tempo de fermentação pode variar entre 06 até 72 horas, isso vai depender de fatores externos, como a temperatura ambiente. Temperaturas entre 25 °C a 30 °C aceleram o processo e a remoção de mucilagem é mais rápida. A fermentação é finalizada quando toda a mucilagem é removida (BRANDO; BRANDO, 2015; BRANDO, 2009). De acordo com Ribeiro (2018) esse processamento sofreu mudanças apenas nos últimos 30 anos, pois esse método gera uma vasta quantidade de produtos residuais no ambiente aquático. A reconversão de algumas tecnologias tem sido feita para uma nova abordagem ecológica que requer menos uso de água e menor dano ambiental (BRANDO; BRANDO, 2015; BRANDO, 2009).

Segundo Pereira (2017) é visto que o processamento via úmida propicia sabores semelhantes entre os cafés que adotam essa tecnologia, possuindo característica de serem ligeiramente mais ácidos que os cafés naturais, doçura média, corpo médio e equilíbrio entre os outros atributos. Porém, variações dentro do sistema via úmida podem alterar a qualidade da bebida. Esse tipo de

fermentação utilizando o método natural da Colômbia, proporciona um café com maior acidez, melhor retrogosto e corpo, quando comparado com outras técnicas (PEREIRA, 2017; QUINTERO, 1999). Gonzalez-Rios *et al.* (2007) verificaram que a retirada da mucilagem por meio do processamento via úmida proporcionou cafés com mais atributos e características de frutado, floral e caramelo. Já a remoção mecânica da mucilagem proporcionou bebidas mais neutras e secas.

Siqueira e Abreu (2006) descrevem que a acidez presente no café é um atributo importante para a análise sensorial, visto que sua intensidade varia conforme o estágio de maturação dos frutos, local de origem, tipo de colheita, forma de processamento, tipo de secagem e condições climáticas durante a colheita e secagem. Complementar à acidez do café, o pH é um indicativo de eventuais transformações dos frutos de café, como as fermentações desejáveis ou indesejáveis que ocorrem na pré ou pós-colheita. Os cafés obtidos por via úmida possuem acidez mais elevada do que os cafés processados por via seca.

No quadro 2 verifica-se as variações do processamento por via úmida com o uso da variedade Arábica.

**Quadro 2 - Diferenças básicas entre os sistemas de fermentação**

Métodos	Fermentação espontânea	Fermentação induzida	Tempo de fermentação (horas)	Degradação da mucilagem	Uso de água na fase de fermentação	Perfil Sensorial
Cereja despulpado	Sim	-	12 a 48	Sim	Sim	Diverso
Cereja desmucilado	Sim	-	12 a 36	Sim	Sim	Diverso
Cereja descascado	Sim	-	-	-	-	Adocicado
Fermentação Induzida	-	Sim	36 a 120	Sim	Sim	Alcoólico e/ou Frutado

Fonte: Adaptado de Pereira (2017)

O processamento adotado após a colheita pode ser determinante para a formação do perfil sensorial, físico-químico e cromatográfico que o café irá possuir, indicando que o controle de processo constitui em uma fase indispensável no pós-

colheita. Pereira (2017) concluiu que os cafés processados por via úmida demonstram potencial de qualidade em todos os critérios sensoriais, situando-se dentro da classificação de cafés especiais pela metodologia da SCAA. Segundo o autor, os métodos mais promissores em valores absolutos para as três faixas: baixa, média e alta são: fermentação com leveduras (*Yeast Fermentation*) para as faixas de 774 e 788 metros de altitude; fermentação espontânea com água: *Washed/Semi-dry*, na faixa intermediária de 893 a 907 metros e fermentação espontânea com água: *Washed/Semi-dry*, nas duas faixas de 1004 e 1033 metros. Para regiões de altitudes mais baixas, onde naturalmente a qualidade tende a ser desfavorecida, a tecnologia de fermentação com cultura de levedura *Saccharomyces cerevisiae* sp. mostrou-se promissora, com potencial de melhoria de qualidade dos cafés.

O processamento semiseco se originou no Brasil nos anos 90 e é também chamado de “cereja descascado”. A utilização do café cereja despulpado foi uma alternativa para resolver o problema da mistura de frutos maduros e imaturos encontrados no processamento natural e agilizar a secagem. O processamento semiseco visa a separação de cafés cereja maduros dos imaturos quando não é feita a colheita seletiva (BRANDO; BRANDO, 2015)

Os frutos de café são despulpados e a fermentação ocorre diretamente sob o sol em terreiro e/ou secadores rotativos (VILELA *et al.*, 2010). Os frutos são descascados e a mucilagem pode ou não ser removida (TARZIA; SCHOLZ; de OLIVEIRA, 2010). A secagem visa diminuir a umidade dos grãos para 11% a 12%. Após, o café é armazenado em locais com umidade e ventilação adequados, a fim de não ocorrer alteração de qualidade (BORÉM, 2008). O resultado deste processo consiste em uma bebida com corpo mais acentuado e perfil sensorial semelhante a fermentação natural (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL, 2017).

No processamento semiseco, Vilela *et al.* (2010) isolaram e identificaram espécies de bactérias como *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Enterobacter agglomerans*, *Bacillus cereus* e *Klebsiella pneumoniae*. Posteriormente, em um estudo realizado por Evangelista e colaboradores (2014b) as bactérias ácido lácticas mais abundantes encontrado em estudos da diversidade em café cereja processado pela via semi-seca são *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc citreum*, *Leuconostoc pseudomesenteroides*, *Lactobacillus plantarum* e *Weissella soliforam*.

Neste processo originam-se três tipos de café: quando ocorre a remoção mecânica da casca e a mucilagem é removida por fermentação biológica, obtém-se

o café despulpado; quando há remoção física da casca e parte da mucilagem, tem-se o café cereja descascado (CD). Por último, quando é removido a casca e a mucilagem, adquire-se o café desmucilado (BORÉM, 2008; BRESSANI, 2017; OLIVEIRA, 2015; VILELA, 2011).

## 2.5 MICROBIOTA NATURAL DO CAFÉ E CULTURAS INICIADORAS

Especialmente no mesocarpo mucilaginoso o café maduro contém açúcares simples, polissacarídeos, minerais, proteínas, lipídeos, entre outros compostos, que constituem um excelente meio de cultura para o desenvolvimento de leveduras, fungos filamentosos e bactérias (ANGÉLICO, 2008; AMORIM; SILVA, 1968), que produzem suas próprias enzimas e agem sobre os componentes químicos da mucilagem, principalmente sobre os açúcares, ao qual há fermentação com produção de álcool que é desdobrado em ácido láctico, ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico e outros ácidos carboxílicos.

A mucilagem, quando degrada pela fermentação, permite a disseminação de micro-organismos produtores de enzimas, tais como poligalacturonase (PG) que catalisa a hidrólise de ligações 1,4-glicosídicas em ácido poligalacturônico; pectina liase (PL) que atua na catalisação e dissociação da pectina com liberação de ácidos galacturônicos insaturados. A terceira enzima é pectina metilesterase (PME) responsável pela desesterificação do grupo metoxila da pectina formando ácido péctico e metanol (AGATE; BHAT, 1966; MASOUD; JESPERSEN, 2006; SILVA *et al.*, 2012).

Os micro-organismos estão presentes naturalmente em todas as etapas de pré e pós-colheita e influenciam diretamente a qualidade do produto. Os grãos de café possuem naturalmente precursores necessários para gerar aromas e sabores típicos durante a torrefação. Mas, a microbiota natural presente durante a fermentação/secagem confere aromas especiais na bebida. O conhecimento das espécies microbianas dominantes no café e no processamento é extremamente relevante para obtenção de bebidas de qualidade (VILELA *et al.*, 2010). Ribeiro (2018) explica que a biodiversidade microbiana do café varia em número e espécie, depende da variedade de café, propriedades físicas e químicas do epicarpo, método de processamento e fatores ambientais da região em que são cultivadas.

Leveduras foram identificadas como potenciais culturas iniciadoras, tais como *Saccharomyces* sp., *Pichia* sp. e *Candida* sp. que mostraram uma melhor atividade da enzima pectinolítica para a degradação eficiente da mucilagem durante a fermentação (SILVA *et al.*, 2012).

Estirpes de *Pichia anomala* e *Pichia kluyveri* foram utilizadas como culturas iniciadoras juntamente com bactérias ácido lácticas em fermentação de café e demonstraram capacidade de inibir o crescimento de fungos filamentosos produtores de micotoxinas (MASSAWE; LIFA, 2010).

Ribeiro *et al.* (2017) compararam duas cepas de *Saccharomyces cerevisiae* (CCMA 0200 e CCMA 0543) durante a fermentação em café por via semiseca e verificaram que a cepa CCMA 0543 apresentou maior persistência do inóculo e uma composição bioquímica mais favorável no café verde e na bebida

Ao utilizarem bactérias ácido lácticas selecionadas como culturas iniciadoras no processamento de café por via úmida, Pereira *et al.* (2016) constataram que a estirpe *Lactobacillus plantarum* LPBR01 reduziu o tempo de fermentação para 12 horas e aumentou a formação de compostos aromáticos voláteis nas bebidas com distintas notas sensoriais, quando comparado ao controle. Os autores evidenciaram que as bactérias ácido lácticas também possuem potencial para serem culturas iniciadoras em café fermentado por via úmida. Cepas de *Lactobacillus plantarum* se mostraram capazes de produzir ácidos orgânicos e ésteres que aprimoram as características sensoriais do café. Outro efeito benéfico efetuado pelas bactérias ácido lácticas foi contra cepas de fungos ocratoxigênicos, como *Aspergillus westerdijkiae* por cepas de *Lactobacillus brevis*.

O uso de culturas iniciadoras na fermentação do café é uma alternativa economicamente viável para obter um café diferenciado, com valor adjunto ao produto, ao qual mantém o controle e padronização sobre a fermentação (EVANGELISTA *et al.*, 2015; PEREIRA *et al.*, 2014; RIBEIRO, 2018).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Esta revisão bibliográfica baseou-se no levantamento de dissertações, teses e artigos publicados recentemente; principalmente nos últimos cinco anos, utilizando como bases de dados: Google Acadêmico, Scielo e Lilacs. A busca retrospectiva se limitou a trabalhos acadêmicos publicados em inglês, português e espanhol, que realizaram estudos envolvendo a pesquisa e desenvolvimento sobre cafés especiais e a influência de diferentes tipos de fermentação sobre o aspecto sensorial; microbiológico e físico-químico. As palavras utilizadas nas bases de dados foram: “cafés especiais”, “processamento do café”, “culturas iniciadoras em café”, “microbiota do café”.

## **4 RESULTADOS**

Diversos pesquisadores avaliaram os efeitos da fermentação dos cafés sobre a bebida com diferentes tipos de processamento e/ou a adição de culturas iniciadoras no aspecto sensorial e físico-químico. Um resumo com as informações dos trabalhos analisados encontra-se no quadro 3.



**Quadro 3 - Diversidade de leveduras e bactérias com a fermentação de cafés sobre o aspecto sensorial**

Método de processamento	Local	Micro-organismos isolados	Análise sensorial	Referência
Úmido	Lavras, Minas Gerais	Leveduras: <i>Pichia fermentans</i> , <i>P. guilliermondii</i> , <i>P. caribbica</i> , <i>Hanseniaspora opuntiae</i> . <i>Candida glabrata</i> , <i>C. quercitrusa</i> , <i>Saccharomyces</i> sp.	Pontuações sensoriais mais elevadas para aroma frutado, amanteigado e fermentado	Pereira <i>et al.</i> (2014)
Úmido	Lavras, Minas Gerais	Leveduras: <i>Pichia fermentans</i>	Cafés de alta qualidade com características distintas; com percepção intensa do sabor abaunilhado e aroma floral	Pereira <i>et al.</i> (2015)
Úmido	Região Serrana do Espírito Santo	Levedura: <i>Saccharomyces cerevisiae</i> sp.	Em locais mais quentes os cafés possuem notas mais amadeiradas, de cereais e adstringentes ao paladar, enquanto em zonas mais extremas, as notas passam a variar com observações mais exóticas para a qualidade	Pereira (2017)
Úmido	Tanzânia	Leveduras: <i>Pichia kluyveri</i> , <i>P. anomala</i> , <i>Hanseniaspora uvarum</i> , <i>Candida pseudointermedia</i> , <i>Kluyveromyces marxianus</i> , <i>Issatchenkia orientalis</i> , <i>Torulaspota delbrueckii</i> , <i>Eremothecium coryli</i> .	-	Masoud <i>et al.</i> (2004)

Úmido	Região Serrana do Espírito Santo	Levedura: <i>Saccharomyces cerevisiae</i> sp. Bactéria: <i>Pediococcus acidilactici</i>	As fermentações dos cafés com as culturas <i>starters</i> promoveram melhoria na aceitação da bebida, especialmente quando utilizada a bactéria láctica <i>P. acidilactici</i>	Freitas (2018)
Úmido	Lavras, Minas Gerais	Bactérias: <i>Pantoea dispersa</i> ; <i>Cellulosimicrobium cellulans</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i>	As cepas apresentaram os melhores resultados em relação a produção de ácidos e maior mudança no perfil volátil durante a fermentação	Ribeiro (2018)
Semisseco	Lavras, Minas Gerais	Leveduras: <i>Pichia anomala</i> , <i>P. caribbica</i> , <i>Rhodotorula mucilaginosa</i> , <i>Saccharomyces</i> sp., <i>S. bayanus</i> , <i>S. cerevisiae</i> , <i>Torulasporea delbrueckii</i> , <i>Arxula</i> sp., <i>Candida ernobii</i> , <i>C. fukuyamaensis</i> , <i>C. membranifaciens</i> , <i>C. carpophila</i> , <i>Hanseniaspora uvarum</i> , <i>Kloeckera</i> sp., <i>Kluyveromyces</i> sp. Bactérias: <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>L. brevis</i> , , <i>Lactococcus lactis</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> .	-	Vilela <i>et al.</i> (2010)
Semisseco	Índia	Leveduras: <i>Saccharomyces</i> sp., <i>Shizosaccharomyces</i> sp. Bactérias: <i>Lactobacillus</i> sp., <i>Leuconostoc</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp., <i>Flavobacterium</i> sp., <i>Bacillus</i> sp.	O café fermentado de forma natural forneceu uma bebida com qualidade ligeiramente superior em comparação com o café processado por enzimas;	Velmourougane (2012)

			lavagem alcalina e lavagem mecânica	
Semisseco	Lavras, Minas Gerais	Leveduras: <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>Pichia caribbica</i> , <i>P. guilliermondii</i> Bactérias: <i>Bacillus cereus</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>B. subtilis</i> .	As leveduras inoculadas persistiram durante toda a fermentação e resultaram em uma bebida com boa qualidade sensorial com um sabor característico de caramelo e frutado	Silva <i>et al.</i> (2012) e Evangelista <i>et al.</i> (2014a, b)
Seco	Região Sul de Minas Gerais	Leveduras: <i>Arxula adenivorans</i> , <i>Pichia ofunaensis</i> , <i>P. acaciae</i> , <i>P. anomala</i> , <i>P. ciferii</i> , <i>P. jadinii</i> , <i>P. lynferdii</i> , <i>P. sydowiorum</i> , <i>Blastobotrys proliferans</i> , <i>Candida auringiensis</i> , <i>C. glucosophila</i> , <i>C. incommunis</i> , <i>C. paludigena</i> , <i>C. schatarii</i> , <i>C. vartiovaarae</i> , <i>Citeromyces matritensis</i> , <i>Geotrichum fermentans</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Saccharomycopsis fermentans</i> , <i>S. fibuligera</i> , <i>Schizosaccharomyces pombe</i> , <i>Sporopachydermia cereana</i> , <i>Trichosporonoides oedocephales</i> , <i>Williopsis saturnus</i> var. <i>sargentensis</i> . Bactérias: <i>Lactobacillus</i> sp., <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>E. aerogenes</i> , <i>E. sakazakii</i> , <i>E. gergoviae</i> , <i>Pseudomonas paucimobilis</i> , <i>P. pseudoalcaligenes</i> ,	-	Silva <i>et al.</i> 2000

		<p><i>P. cepacia</i>, <i>P. vesicularis</i>, <i>P. fluorescens</i>, <i>P. aeruginosa</i>, <i>Serratia liquefaciens</i>, <i>S. plymuthica</i>, <i>S. marcescens</i>, <i>Cedecea</i> sp., <i>Chromobacter violaceum</i>, <i>Citrobacter freundii</i>, <i>Flavobacterium odoratum</i>, <i>Hafnia alvei</i>, <i>Klebsiella oxytoca</i>, <i>K. ozaenae</i>, <i>Pasteurella haemolytica</i>, <i>Salmonella choleraesuis</i>, <i>S. enterica</i> var. <i>arizonae</i>, <i>S. paratyphi</i>, <i>Shigella dysenteriae</i>, <i>Tatumella ptyseos</i>, <i>Bacillus subtilis</i>, <i>B. cereus</i>, <i>B. anthracis</i>, <i>B. megaterium</i>, <i>B. stearothermophilus</i>, <i>B. laterosporus</i>, <i>Cellulomonas</i> spp., <i>Arthrobacter</i> spp., <i>Microbacterium</i> spp., <i>Brochothrix</i> spp., <i>Dermabacter</i> spp.</p>		
Seco	Lavras, Minas Gerais	<p>Leveduras: <i>Debaryomyces hansenii</i>, <i>D. polymorphus</i>, <i>D. polymorphus</i>, <i>Pichia guilliermondii</i>, <i>P. guilliermondii</i>, <i>P. burtonii</i>, <i>P. anomala</i>, <i>S. smithiae</i>, <i>P. Burtonii</i>, <i>P. sydowiorum</i>, <i>P. subpelliculosa</i>, <i>Candida saitoana</i>, <i>C. fermentati</i>, <i>C. membranifaciens</i>, <i>Stephanoascus smithiae</i>, <i>Saccharomyces cerevisiae</i>, <i>Arxula adenivorans</i>, <i>A. adenivorans</i>.</p> <p>Bactérias: <i>Enterobacter agglomerans</i>, <i>Yersinia</i> sp., <i>Arthrobacter</i>, <i>Bacillus cereus</i>, <i>B. megaterium</i>, <i>B.</i></p>	-	Silva et al. (2008)

		<i>subtilis</i> , <i>B. macerans</i> , <i>Acinetobacter</i> sp., <i>B. polymyxa</i> .		
Seco	Lavras, Minas Gerais	Leveduras: <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>Torulasporea delbrueckii</i> .	O tratamento com <i>S. cerevisiae</i> obteve a pontuação mais alta no teste de xícara, com notas de banana e caju; os outros tratamentos apresentaram sabor de amêndoa, caramelo e frutas amarelas suaves	Bressani (2017)
Seco	Coromandel, Minas Gerais	-	A pontuação final do café não foi afetada pelos diferentes períodos de fermentação. Mas, o período de fermentação afetou as características sensoriais dos cafés obtidos na microrregião de Coromandel. Cafés fermentados por 12 horas apresentaram acidez láctica e cafés fermentados por 24 horas apresentaram acidez fosfórica	Araújo (2018)

O processamento por via úmida proporciona bebidas com sabor levemente ácido e com dulçor intermediário, retrogosto adequado, além de corpo médio e notas balanceadas entre os demais atributos. Pereira *et al.* (2015) ao estudarem o potencial da *Pichia fermentans* como cultura iniciadora em café da variedade Catuaí pelo processamento por via úmida verificaram que a inoculação aumentou a produção de compostos de aroma volátil específicos (etanol, acetaldeído, acetato de etilo e acetato de isoamilo) e diminuiu a produção de ácido láctico durante o processo de fermentação. A análise sensorial das bebidas de café demonstrou que a utilização desta estirpe foi favorável para a produção de cafés de alta qualidade com obtenção da percepção de sabor intenso de baunilha e notas florais.

Vilela (2011) realizou a seleção de bactérias e leveduras pectinolíticas que podem ser utilizadas como culturas iniciadoras para a fermentação de frutos de café. Nesse estudo verificou-se que os isolados *Saccharomyces cerevisiae* UFLACN724 e 727, *Pichia guilliermondii* UFLACN731 e *Candida parapsilosis* UFLACN448 representaram potenciais culturas iniciadoras para a fermentação do café. Esses isolados apresentaram altas atividades de pectina liase em meio contendo casca e polpa de café, demonstrando sua capacidade de quebra da pectina presente no fruto com eficiência na utilização do substrato e produção de compostos orgânicos que incrementem a qualidade da bebida. A autora esclarece que o tempo de fermentação dos frutos de café é variável e depende do tipo de processamento utilizado. Com isso, sugerem-se os isolados *P. guilliermondii* UFLACN731 e *S. cerevisiae* UFLACN724 e 727 como possíveis culturas iniciadoras para a fermentação de cafés processados vias semisseca ou úmida, sendo o isolado *C. parapsilosis* UFLACN448 mais indicado para a fermentação de cafés processados por via seca.

Com o intuito de aperfeiçoar e controlar o processamento na fase via úmida, Pereira (2017) aplicou quatro formas de processamento por via úmida em seis estratos de altitude distintos, visando potencializar a qualidade da bebida e estimar melhores métodos para cada faixa de altitude, com base nos fatores edafoclimáticos e nos fatores de ordem de processamento. Os resultados sensoriais, físico-químicos e de compostos voláteis do café sofrem alterações em virtude do tipo de processamento que é empregado, sendo que para altitudes mais elevadas, fermentações espontâneas com água no método *Washed* ou fermentações espontâneas no método *Semi-dry*, mostram-se mais promissoras. O uso de cultura

de levedura *Saccharomyces cerevisiae* sp. ocasionou melhoria na qualidade do café em relação a todos os demais métodos, nas duas faixas de estudo com menor altitude, indicando potencial para melhoria da qualidade por meio da fermentação induzida. Os modelos de regressão para as análises sensoriais indicaram que o método de fermentação espontânea com água possui relação linear com a altitude para todos os atributos do protocolo da SCAA. Com base nos diferentes tipos de processamento e formas de emprego das fermentações, foi possível criar rotas sensoriais e a possibilidade de aprofundamento dos efeitos da fermentação induzida e espontânea em razão das diferentes faixas de altitude, o que demonstra que a altitude não é o único fator determinante da qualidade do café arábica em regiões de montanha. É notório a modificação da descrição das características dos cafés processados em diferentes áreas, indicando que nas zonas mais quentes os cafés possuem notas mais amadeiradas, de cereais e adstringentes ao paladar, enquanto em zonas mais extremas, as notas variam com observações mais exóticas para a qualidade.

Freitas (2018) avaliou o uso de leveduras e bactérias lácticas como culturas *starters* em processamento de café por via úmida. A pesquisadora concluiu que as cepas inoculadas *Saccharomyces cerevisiae* JP14 e *Pediococcus acidilactici* CCT 1622 representam potenciais culturas *starters* para a fermentação do café. Em geral, todas as fermentações apresentaram queda nas atividades de amilase, celulase e pectinase durante todo o processo fermentativo em todos os tratamentos e altitudes, mesmo assim demonstraram a capacidade de quebra de amido, celulase e pectina presentes nos grãos durante a fermentação com eficiência na utilização do substrato e produção de compostos que possivelmente incrementaram a qualidade final da bebida. O estudo também indicou que a altitude dos cafés colhidos na região Serrana do Espírito Santo não foi um fator determinante na qualidade da bebida. Entretanto, as fermentações dos cafés com as culturas *starters* promoveram melhoria na aceitação da bebida, especialmente quando utilizada a bactéria láctica *P. acidilactici* CCT 1622. O processamento por via úmida empregado de forma adequada foi suficiente para obtenção de uma bebida de qualidade, principalmente quando utilizados os inóculos, que produziram quantidades diferentes de compostos que possivelmente incrementaram a bebida.

Ao avaliar sensorialmente amostras de café Bourbon amarelo fermentadas por 12, 24, 36 e 48 horas, através da metodologia SCAA, Silva (2019) constatou

que os cafés fermentados por diferentes períodos apresentaram diferença significativa apenas para os atributos de sabor residual e acidez. Não houve diferença para aroma, sabor, corpo, uniformidade, equilíbrio, *clean cup*, doçura e aspecto geral. A autora explica que a ausência de diferença ocorre pela espontaneidade da fermentação do café. Os perfis sensoriais das amostras provenientes dos diferentes tempos de fermentação mostraram-se muito semelhantes, e os atributos que mais contribuíram com eles foram sabor residual, acidez, corpo e equilíbrio.

Pereira *et al.* (2019) experimentou a eficiência das técnicas de processamento via úmida com aplicação de fermentações espontâneas e induzidas com uso de *Saccharomyces cerevisiae*, associados a diferentes tempos de imersão em mosto de fermentação para avaliar a modificação dos perfis sensoriais do café conilon, a partir da aplicação de técnicas de fermentação. Os autores concluíram que os modelos de regressão para as análises sensoriais demonstram que o método de fermentação induzida com uso de *Saccharomyces cerevisiae* e a fermentação espontânea com água (*Washed*) possuem uma relação funcional e significativa para a nota global, em função do tempo de fermentação. Sendo observado aumento na qualidade dos cafés à medida que se aumentou o tempo de fermentação induzida e espontânea

Ribeiro (2018) verificou o efeito da qualidade do café com a inoculação de diferentes micro-organismos, além de estudar a composição de cafés fermentados pela via úmida com três variedades de café: Ouro amarelo, Mundo Novo e Catuaí vermelho, provenientes do Cerrado Mineiro e Sul de Minas Gerais. Segundo o autor, o ácido cítrico foi detectado em altas concentrações e as principais classes de voláteis encontradas foram ácidos, álcoois, aldeídos e hidrocarbonetos. O perfil sensorial demonstrou a presença de sensações de acidez (Ouro amarelo e Catuaí vermelho), amargor, chocolate e nozes (Mundo novo) e doçura (Catuaí vermelho). Algumas espécies foram testadas quanto a sua capacidade fermentativa para serem aplicadas como cultura iniciadora em café da variedade Catuaí vermelho, fermentado em via úmida. Algumas cepas como *Pantoea dispersa* CCMA 1203; *Cellulosimicrobium cellulans* 1186, *Leuconostoc mesenteroides* CCMA 1105 e *Lactobacillus plantarum* CCMA 1065 apresentaram os melhores resultados em relação a produção de ácidos e maior mudança no perfil volátil durante a



fermentação. Estas cepas são fortes indicadoras para serem utilizadas como culturas iniciadoras em café fermentado pela via úmida.

O processamento por via semiseca fornece bebidas com notas de corpo significativas e equilíbrio entre as características sensoriais (BRESSANI, 2017; OLIVEIRA, 2015; SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL, 2017; VILELA, 2011). Silva *et al.* (2012), selecionaram bactérias e leveduras pectinolíticas e avaliaram a performance fermentativa em meio contendo parte do mesocarpo do café com isolados de *Bacillus cereus*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Candida parapsilosis*, *Pichia caribbica*, *Pichia guilliermondii* e *Saccharomyces cerevisiae*. As cepas *S. cerevisiae* CCMA 0543, *P. guilliermondii* UFLACN731 e *C. parapsilosis* CCMA 0544 foram considerados candidatas promissoras para serem utilizadas como culturas iniciadoras em café. Em seguida, Evangelista *et al.* (2014a, b) testaram estas leveduras em café fermentado pela via seca e via semiseca. Os autores afirmam que as leveduras inoculadas persistem durante toda a fermentação e resultam em uma bebida com boa qualidade sensorial com um sabor característico de caramelo e frutado.

Ribeiro *et al.* (2017) compararam duas cepas de *Saccharomyces cerevisiae* (CCMA 0200 e CCMA 0543) durante a fermentação em café por via semiseca e concluíram que a cepa CCMA 0543 apresentou maior persistência do inóculo e uma composição bioquímica mais favorável no café verde e na bebida

Ao estudarem o efeito da fermentação pela via semiseca de grãos de café inoculados com fungo filamentosos e a interferência no perfil de compostos voláteis e não voláteis, Lee *et al.* (2016a, b) concluíram que a fermentação utilizando *Rhizopus oligosporus* induziu a mudanças positivas e significativas na composição de aromas em café verde e torrado.

Ao avaliar a relação de diferentes formas de processamento de pós-colheita de café conilon com a qualidade do produto, Teixeira (2011) concluiu que nas condições em que foi realizado o estudo, o café cereja descascado apresentou o menor tempo de secagem e o maior volume de café obtido por unidade de secagem, tanto em terreiro pavimentado de cimento quanto em secador; o processo de pós-colheita com maior rentabilidade é o cereja descascado com secagem em terreiro e a menor rentabilidade é do processo lavado com secagem em secador. O maior número de defeitos aparece no tratamento tradicional terreiro que não recebeu processamento, chamado natural e com secagem a céu aberto; e na escala

sensorial para café conilon, todos os cafés são classificados como recomendáveis para o consumo, sendo que os cerejas descascados em secador e em terreiro são classificados como *gourmet* e os demais tratamentos são superior.

O processamento por via seca resulta em uma bebida que possui corpo, dulçor suave e acidez moderada; na qual difere dos processamentos úmida e semisseca (SCHWAN; WHEALS, 2003; SILVA, 2012; SILVA *et al.*, 2008). Há autores que descreveram que os cafés oriundos de processamento via seca possuem qualidade inferior, quando comparados aos cafés processados por via úmida (ARRUDA *et al.*, 2011; BORÉM *et al.*, 2008; CORADI; BORÉM; OLIVEIRA, 2008). Porém, devido à complexidade dos fatores externos que determinam a qualidade do café, tais aspectos não podem estar diretamente relacionadas com o tipo de processamento pós-colheita. Condições climáticas adversas e a ausência de cuidados durante todo o processo podem prejudicar a qualidade do café (BORÉM *et al.*, 2008; ISQUIERDO *et al.*, 2012). Oliveira (2010), utilizando o protocolo de análise sensorial da SCAA para avaliar os atributos do café processados em diferentes tipos de processamento (via seca e via úmida) e diferentes métodos de secagem por provadores treinados concluiu que, independentemente do método de secagem, os cafés despulpados apresentaram melhores notas nos atributos sensoriais analisados.

Ao avaliar a qualidade da bebida após diferentes tipos de fermentação, Quintero (1999) utilizou provas descritivas quantitativas para classificar o produto quanto ao aroma, corpo, acidez e aparência. No processamento por via úmida obteve-se um café suave e de boa qualidade. Já no processamento por via seca o café estava fermentado e com odor desagradável. A autora concluiu que o tipo de processamento e secagem impactam diretamente na qualidade da bebida, conforme os métodos adotados.

Bressani (2017) avaliou a ação de leveduras inoculadas diretamente em diferentes métodos de inoculação (café cereja fermentado por via seca em terreiro suspenso) e em baldes durante 16 horas antes de ser levado para o terreiro suspenso para secagem ao sol. A autora constatou que todos os tratamentos com leveduras diretamente inoculadas apresentaram maiores concentrações de ácidos cítrico e málico quando comparados com o método em balde. As concentrações de cafeína, ácidos clorogênicos e trigonelina, variaram entre os métodos de inoculação. No total, 217 compostos voláteis foram identificados e todos os

tratamentos originaram cafés especiais, e o tratamento com *Saccharomyces cerevisiae* 0543 B obteve a pontuação mais alta no teste de xícara, com notas de banana e caju; os outros tratamentos apresentaram sabor de amêndoa, caramelo e frutas amarelas suaves. O tratamento com *Candida parapsilosis* CCMA 0544 inoculado diretamente foi melhor do que o mesmo tratamento inoculado em balde, e o tratamento com *Torulospora delbruekii* CCMA 0684 mostrou bons resultados para ambos os métodos utilizados.

Angélico (2008) verificou o efeito do ensacamento dos frutos de café antes da secagem sobre a microbiota fúngica e qualidade do café em diferentes estádios de maturação ensacados por até quatro dias antes da secagem e avaliou o comportamento dos diferentes estádios com relação a esse procedimento. Os resultados das análises microbiológicas mostraram que o ensacamento proporcionou variação na diversidade e na intensidade da microbiota fúngica nos diferentes estádios de maturação e favoreceu um maior desenvolvimento de uma levedura no estágio de maturação cereja que inibiu os fungos toxigênicos. No estágio passa/seco, o aumento no tempo de ensacamento favoreceu a ocorrência de *Aspergillus ochraceus* e *Aspergillus niger*. A classificação da bebida pela prova de xícara correlacionou com a quantidade de frutos infestados por leveduras. Todos os *Aspergillus ochraceus* produziram ocratoxina A. *Aspergillus niger var niger* e *Aspergillus flavus* não produziram micotoxinas. A levedura não promoveu alterações sobre o desenvolvimento de *Aspergillus niger var niger*, porém reduziu o crescimento micelial de *Aspergillus ochraceus*. A autora concluiu que o ensacamento promoveu perda de qualidade dos grãos a partir do primeiro dia.

Ao pesquisar a mudança do perfil sensorial usando a fermentação induzida e avaliar o perfil sensorial dos cafés fermentados em comparação com processo via seca tradicional (café natural) de acordo com o *terroir* da região produtora, Araújo (2018) verificou que não houve resultado significativo da fermentação para aumento da pontuação dos cafés. Porém, houve mudança significativa dos perfis sensoriais diferenciando dos cafés obtidos na Região do Cerrado Mineiro com características de regiões vulcânicas destacando a acidez fosfórica e láctica enriquecendo os cafés da região e trazendo opções de comercialização dos cafés obtidos na região do cerrado mineiro, mudando o *terroir* da região do cerrado. A pontuação final do café não foi afetada pelos diferentes períodos de fermentação. Entretanto, o período de fermentação afetou as características sensoriais dos cafés obtidos na microrregião

de Coromandel na Região do Cerrado Mineiro. Cafés fermentados por 12 horas apresentaram acidez láctica e cafés fermentados por 24 horas apresentaram acidez fosfórica.

Vale (2019) estudou o perfil de interação entre a inoculação mista de *Pichia fermentans* YC5.2 e *Pediococcus acidilactici* LPBC161 e a modulação química de grãos de café maduros e imaturos. Houve um aumento do consumo de açúcar na polpa de café e a produção de metabólitos (ácido láctico, etanol e acetato de etila), evidenciando uma interação sinérgica positiva entre esses dois grupos microbianos. Sob outra perspectiva, quando se utiliza frutos imaturos de café, apenas a *Pichia fermentans* foi capaz de melhorar a formação de metabólitos durante a fermentação e afetar a composição volátil dos grãos de café. O autor explica que esse fenômeno pode ter ocorrido devido à alta exigência nutricional das espécies de bactérias ácido lácticas (BAL) e à baixa adaptabilidade em polpas de café imaturas. De qualquer forma, uma vez que os grãos de café imaturos geralmente contêm uma qualidade reduzida, pois a formação de precursores com sabor é incompleta, o metabolismo da levedura tem um grande potencial para adicionar qualidade e sabor a esses grãos. A análise química revelou uma composição volátil mais complexa dos grãos de café fermentados a partir do tratamento combinado em relação às inoculações puras e ao processo espontâneo. Os principais compostos afetados foram o benzeneacetaldeído, o 1-hexanol, o álcool benzílico, o 2-heptanol e o álcool feniletílico, que são relatados como importantes compostos na composição do aroma.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento tecnológico implementado nos processos pós-colheitas, a nota dos cafés especiais aumentou gradativamente. Os cultivares com melhoramento genético com redução na suscetibilidade as pragas e doenças, manejo eficiente e pós-colheita rigoroso foi possível obter cafés próximos da excelência. O Brasil, ao longo dos anos, foi reconhecido como uma potência na produção de cafés especiais, com cafezais de melhor qualidade e mais produtivos, graças ao desenvolvimento de variedades adeptas às condições edafoclimáticas, cultivadas através de um controle eficiente, associado a criação de novas tecnologias de processos. Todos esses feitos foram possíveis com apoio de pesquisadores, agricultores, profissionais da iniciativa pública e privada que, através do trabalho em conjunto, colocaram o Brasil em destaque internacional.

Os pesquisadores e cafeicultores estão mostrando que o uso de culturas iniciadoras selecionadas para a fermentação do café pode atuar na redução do tempo de fermentação e, conseqüentemente, na redução do crescimento de micro-organismos indesejáveis, bem como na produção de compostos que enalteçam a qualidade sensorial. O declínio do tempo de permanência dos frutos em solo cimentado decorrente da degradação mais intensa da mucilagem pelos micro-organismos permite um processamento de volume maior dos frutos no estádio cereja em menor tempo. Novos estudos visando o desempenho e otimização dessas culturas iniciadoras na fermentação deverão ser realizados, com o propósito de avaliar a capacidade de fermentação do café de isolados *in vivo*, além de obter cepas que podem proporcionar resultados melhores em diversas variedades de cafés e tipos de processamento. Estudos na identificação de compostos específicos produzidos por culturas iniciadoras também são de suma importância para aprofundar-se no conhecimento do processo fermentativo e do metabolismo dos micro-organismos selecionados.

## REFERÊNCIAS

AGATE, A. D.; BHAT, J. V. Role of pectinolytic yeasts in the degradation of mucilage layer of coffea robusta cherries. **Applied Microbiology**, [S.l.], v. 14, n. 2, p. 256-260, mar. 1966.

ALVARENGA, Sandra Torres. **Caracterização química e sensorial de cafés especiais do sul de Minas Gerais**. 2017. 120 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017. Disponível em: [http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9109/Tese\\_Sandra%20Torres%20Alvarenga.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9109/Tese_Sandra%20Torres%20Alvarenga.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 16 jan. 2021.

ALVES, Jair Júnior. **Café brasileiro de qualidade**. 2019. 98 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2019.

ALVES, Rita C.; CASAL, Susana; OLIVEIRA, Beatriz. Benefícios do café na saúde: mito ou realidade? **Química Nova**, [S.l.], v. 32, n. 8, p. 2169-2180, set. 2009. Disponível em: [http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol32No8\\_2169\\_30-RV08629.pdf](http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol32No8_2169_30-RV08629.pdf). Acesso em: 03 jan. 2020.

ANGÉLICO, Caroline Lima. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) em diferentes estádios de maturação e submetido a cinco tempos de ensacamento antes da secagem**. 2008. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008. Disponível em: [http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/2795/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_Qualidade%20do%20caf%C3%A9%20%28Coffea%20arabica%20L.%29%20em%20diferentes%20est%C3%A1dios%20de%20matura%C3%A7%C3%A3o%20e%20submetido%20a%20cinco%20tempos%20de%20ensacamento%20antes%20da%20secagem..pdf](http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/2795/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Qualidade%20do%20caf%C3%A9%20%28Coffea%20arabica%20L.%29%20em%20diferentes%20est%C3%A1dios%20de%20matura%C3%A7%C3%A3o%20e%20submetido%20a%20cinco%20tempos%20de%20ensacamento%20antes%20da%20secagem..pdf). Acesso em: 17 jan. 2021.

AMORIM, H. V. de; SILVA, D. M. Relationship between the polyphenol oxidase activity of coffee beans and the quality of the beverage. **Nature**, [S.l.], v. 219, n. 5152, p. 381-382, jul. 1968.

ARAÚJO, Guilherme Augusto de Freitas. **Novos processos de fermentação para potencializar o perfil sensorial dos cafés obtidos no município de Coromandel, MG**. 2018. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Cafeicultura) - Centro Universitário do Cerrado Patrocínio, Patrocínio, 2018. Disponível em: <http://www.unicerp.edu.br/ensino/cursos/cafeicultura/monografias/2018/NOVOSPROCESSOSDEFERMENTACAO.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2021.

ARRUDA, Neusa P. *et al.* Discriminação entre estádios de maturação e tipos de processamento de pós-colheita de cafés arábica por microextração em fase sólida e análise de componentes principais. **Química Nova**, [S.l.], v. 34, n. 5, p. 819-824, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v34n5/17.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2021.

BELITZ, Hans-Dieter; GROSCH, Werner; SCHIEBERLE, Peter. Coffee, Tea, Cocoa. **Food Chemistry**, [S.l.], p. 938-970, 2009.

BORÉM, Flávio Meira *et al.* Qualidade do café natural e despulpado após secagem em terreiro e com altas temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, [S.l.], v. 32, n. 5, p. 1609-1615, set./out. 2008. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542008000500038&lng=en&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542008000500038&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 16 jan. 2021.

BRANDO, C. H. J.; BRANDO, M. F. P. Methods of coffee fermentation and drying. In: SCHWAN, R. F.; FLEET, G. H. (Ed.). **Cocoa and coffee fermentations**. Florida, EUA: CRC Press, Taylor & Francis Group, p. 341-365, 2015

BRANDO, C. H. J. Harvesting and Green Coffee Processing. In: WINTGENS, J. N. (Ed.). **Coffee: growing, processing, sustainable production**. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Weinheim, Alemanha, p. 610-722, 2009.

BRESSANI, Ana Paula Pereira. **Avaliação química e sensorial de café Catuaí amarelo fermentado pelo processamento por via seca com inoculação de leveduras**. 2017. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

CHALFOUN, Sara Maria; FERNANDES, Ana Paula. Efeitos da fermentação na qualidade da bebida do café. **Revista Visão Agrícola**, [S.l.], n. 12, p. 105-108, jan./jul. 2013. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va12-qualidade-da-bebida01.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2021.

CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL (São Paulo). **Exportação**. [201?]. Disponível em: <https://www.cecafe.com.br/sobre-o-caffe/exportacao/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL (São Paulo). **Resumo das exportações de café**: novembro 2020. São Paulo: Cecafé, 2020. 19 p. Disponível em: <https://www.cecafe.com.br/publicacoes/relatorio-de-exportacoes/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasília). **Acompanhamento da safra brasileira**: café. 6. ed. Brasília: CONAB, 2020. 45 p. Disponível em: <https://www.cecafe.com.br/site/wp-content/uploads/2020/12/Safracafe-2020-20-21-4o-Levantamento-DEZ-20.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2021.

CORADI, Paulo C.; BORÉM, Flávio M.; OLIVEIRA, João A. Qualidade do café natural e despulpado após diferentes tipos de secagem e armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.l.], v. 12, n. 2, p. 181-188, abr. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n2/v12n02a11.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2021.

DURÁN, Carlos A. A. *et al.* Café: aspectos gerais e seu aproveitamento para além da bebida. **Revista Virtual de Química**, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 107-134, jan./fev. 2017. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v9n1a10.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2021.

ESQUIVEL, Patricia; JIMÉNEZ, Víctor M. Functional properties of coffee and coffee by-products. **Food Research International**, [S.l.], v. 46, n. 2, p. 488-495, maio 2012.

EVANGELISTA, Suzana Reis *et al.* Improvement of coffee beverage quality by using selected yeasts strains during the fermentation in dry process. **Food Research International**, [S.l.], v. 61, p. 183-195, jul. 2014a.

EVANGELISTA, Suzana Reis *et al.* Inoculation of starter cultures in a semi-dry coffee (*Coffea arabica*) fermentation process. **Food Microbiology**, [S.l.], v. 44, p. 87-95, dez. 2014b.

EVANGELISTA, Suzana Reis *et al.* Microbiological diversity associated with the spontaneous wet method of coffee fermentation. **International Journal of Food Microbiology**, [S.l.], v. 210, p. 102-112, out. 2015.

FIGUEIREDO, Luisa Pereira. **Perfil sensorial e químico de genótipos de cafeeiro Bourbon de diferentes origens geográficas**. 2010. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010. Disponível em: [http://www.s bicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6781/Dissertacao\\_Luisa%20Pereira%20Figueiredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.s bicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6781/Dissertacao_Luisa%20Pereira%20Figueiredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 16 jan. 2021.

FREITAS, Valdeir Viana. **Avaliação da fermentação do café arábica com uso de culturas starters**. 2018. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018. Disponível em: [http://www.s bicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/12457/Dissertacao\\_Valdeir%20Viana%20Freitas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.s bicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/12457/Dissertacao_Valdeir%20Viana%20Freitas.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 03 jan. 2021.

FURTADO, Celso. **Formação econômica do Brasil**. 32. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2005. 256 p. Disponível em: <http://www.afoiceeomartelo.com.br/posfsa/autores/Furtado,%20Celso/Celso%20Furtado%20-%20Forma%C3%A7%C3%A3o%20Econ%C3%B4mica%20do%20Brasil.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2021.

GONZALEZ-RIOS, Oscar *et al.* Impact of “ecological” post-harvest processing on coffee aroma: II. roasted coffee. **Journal of Food Composition and Analysis**, [S.l.], v. 20, n. 3-4, p. 297-307, maio 2007.

ISQUIERDO, Eder Pedroza *et al.* Quality of natural coffee subjected to different rest periods during the drying process. **Ciência e Agrotecnologia**, [S.l.], v. 36, n. 4, p. 439-445, ago. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cagro/v36n4/08.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2021.



KALSCHNE, Daneysa Lahis *et al.* Steam pressure treatment of defective *Coffea canephora* beans improves the volatile profile and sensory acceptance of roasted coffee blends. **Food Research International**, [S.l.], v. 105, p. 393-402, mar. 2018.

LEE, Liang Wei *et al.* Coffee fermentation and flavor – an intricate and delicate relationship. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 185, p. 182-191, out. 2015.

LEE, Liang Wei *et al.* Modulation of coffee aroma via the fermentation of green coffee beans with *Rhizopus oligosporus*: I. green coffee. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 211, p. 916-924, nov. 2016a.

LEE, Liang Wei *et al.* Modulation of coffee aroma via the fermentation of green coffee beans with *Rhizopus oligosporus*: II Effects of different roast levels. **Food Chemistry**, v. 211, p. 925-936, nov., 2016b.

MARQUESE, Rafael de Bivar. As origens de Brasil e Java: trabalho compulsório e a reconfiguração da economia mundial do café na era das revoluções, c.1760-1840. **História (São Paulo)**, [S.l.], v. 34, n. 2, p. 108-127, jul./dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/his/v34n2/0101-9074-his-34-02-00108.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2021.

MASOUD, Wafa *et al.* Yeast involved in fermentation of *Coffea arabica* in East Africa determined by genotyping and by direct denaturing gradient gel electrophoresis. **Yeast**, [S.l.], v. 21, n. 7, p. 549-556, maio 2004.

MASOUD, Wafa; JESPERSEN, Lene. Pectin degrading enzymes in yeasts involved in fermentation of *Coffea arabica* in East Africa. **International Journal of Food Microbiology**, [S.l.], v. 110, n. 3, p. 291-296, ago. 2006.

MASSAWE, Godwin A.; LIFA, Sarah J. Yeasts and lactic acid bacteria coffee fermentation starter cultures. **International Journal of Postharvest Technology and Innovation**, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 41-82, 2010.

MATIELLO, J. B. *et al.* Processamento ou preparo pós colheita. In: Cultura do café no Brasil. Varginha: Futurama, 2016.

MATIELLO, José Braz *et al.* **Cultura de café no Brasil**: manual de recomendações. 2015. ed. Rio de Janeiro: SARC/PROCAFÉ, 2010. 548 p.

OLIVEIRA, Pedro Damasceno de. **Aspectos ultraestruturais e fisiológicos associados à qualidade da bebida de café arábica submetido a diferentes métodos de processamento e secagem**. 2010. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

OLIVEIRA, Pedro Damasceno de. **Qualidade e alterações estruturais do café arábica submetido a alternância da temperatura na secagem**. 2015. 135 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/126442/000844927.pdf?sequence=1>. Acesso em: 17 jan. 2021

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ (Londres). **Relatório sobre o mercado cafeeiro – setembro 2020**: ano cafeeiro de 2019/20 termina com excedentes. [S. l.]: OIC, 2020. 08 p. Disponível em: [http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/publicacoes\\_publicacoes\\_tecnicas/relatorio\\_oic\\_setembro\\_2020.pdf](http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/publicacoes_publicacoes_tecnicas/relatorio_oic_setembro_2020.pdf). Acesso em: 03 jan. 2021.

PAIVA, Elisângela Ferreira Furtado. **Análise sensorial dos cafés especiais do Estado de Minas Gerais**. 2005. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005. Disponível em: [http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2843/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_An%C3%A1lise%20sensorial%20dos%20caf%C3%A9s%20especiais%20do%20estado%20de%20Minas%20Gerais.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2843/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_An%C3%A1lise%20sensorial%20dos%20caf%C3%A9s%20especiais%20do%20estado%20de%20Minas%20Gerais.pdf). Acesso em: 16 jan. 2021.

PAIVA, Elisângela Ferreira Furtado. **Avaliação sensorial de cafés especiais**: um enfoque multivariado. 2010. 99 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010. Disponível em: [http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2844/1/TESE\\_Avalia%C3%A7%C3%A3o%20sensorial%20de%20caf%C3%A9s%20especiais%20um%20enfoque%20multivariado.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2844/1/TESE_Avalia%C3%A7%C3%A3o%20sensorial%20de%20caf%C3%A9s%20especiais%20um%20enfoque%20multivariado.pdf). Acesso em: 24 abr. 2021.

PEREIRA, Gilberto Vinícius de Melo *et al.* Conducting starter culture-controlled fermentations of coffee beans during on-farm wet processing: growth, metabolic analyses and sensorial effects. **Food Research International**, [S.l.], v. 75, p. 348-356, set. 2015.

PEREIRA, Gilberto Vinícius de Melo *et al.* Isolation, selection and evaluation of yeasts for use in fermentation of coffee beans by the wet process. **International Journal of Food Microbiology**, [S.l.], v. 188, p. 60-66, out. 2014.

PEREIRA, Gilberto Vinícius de Melo *et al.* Potential of lactic acid bacteria to improve the fermentation and quality of coffee during on-farm processing. **International Journal of Food Science and Technology**, [S.l.], v. 51, n. 7, p. 1689-1695, 24 maio 2016.

PEREIRA, Lucas Louzada *et al.* Construção de perfil sensorial para o café conilon fermentado. **Ifes Ciência**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 242-252, 2019.

PEREIRA, Lucas Louzada. **Novas abordagens para produção de cafés especiais a partir do processamento via-úmida**. 2017. 200 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/172705/001060261.pdf?sequence=1>. Acesso em: 03 jan. 2021.

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

QUINTERO, Gloria Inés Puerta. Influencia del proceso de beneficio en la calidad del cafe. **Centro Nacional de Investigaciones de Café**, [S.l.], v. 50, n. 1, p. 78-88, 1999.

RIBEIRO, Luciana Silva *et al.* Behavior of yeast inoculated during semi-dry coffee fermentation and the effect on chemical and sensorial properties of the final beverage. **Food Research International**, [S.l.], v. 92, p. 26-32, fev. 2017.

RIBEIRO, Luciana Silva. **Application of microorganisms for coffee fermentation**. 2018. 162 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018. Disponível em: [http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/29343/2/TESE\\_Application%20of%20microorganisms%20for%20coffee%20fermentation.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/29343/2/TESE_Application%20of%20microorganisms%20for%20coffee%20fermentation.pdf). Acesso em: 17 jan. 2021.

SCHWAN, R. F., WHEALS, A. E., Mixed microbial fermentation of chocolate and coffee. In: Boekhout, T.; Robert, V. (Ed). **Yeasts in Food: beneficial and detrimental aspect** Hamburg: Behr's Verlag, p. 426–459, 2003.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Café: cafés especiais**. Brasília: SENAR, 2017. 104 p. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/193-CAF%C3%89.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2021.

SILVA, Cristina Ferreira *et al.* Evaluation of a potential starter culture for enhance quality of coffee fermentation. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, [S.l.], v. 29, n. 2, p. 235-247, 28 set. 2012.

SILVA, Cristina Ferreira *et al.* Microbial diversity during maturation and natural processing of coffee cherries of *Coffea arabica* in Brazil. **International Journal of Food Microbiology**, [S.l.], v. 60, n. 2-3, p. 251-260, set. 2000.

SILVA, Cristina Ferreira *et al.* Succession of bacterial and fungal communities during natural coffee (*Coffea arabica*) fermentation. **Food Microbiology**, [S.l.], v. 25, n. 8, p. 951-957, dez. 2008.

SILVA, Tainara Andrade. **Avaliação sensorial de café bourbon amarelo fermentando pelo processamento semi anaeróbico**. 2019. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2019.

SIMONSEN, Roberto C. **História econômica do Brasil: 1500-1820**. 4. ed. Brasília: Senado Federal, Conselho Editorial, 2005. 589 p. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/1111/749413.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. Acesso em: 03 jan. 2021.

SIQUEIRA, Heloisa Helena de; ABREU, Celeste Maria Patto de. Composição físico-química e qualidade do café submetido a dois tipos de torração e com diferentes formas de processamento. **Ciência e Agrotecnologia**, [S.l.], v. 30, n. 1, p. 112-117, fev. 2006. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1413-70542006000100016&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1413-70542006000100016&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 16 jan. 2021.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA (SCAA) (Califórnia, Estados Unidos). **About SCA research**. [201?]. Disponível em: <https://sca.coffee/research?page=resources&d=statistic-and-reports>. Acesso em: 16 jan. 2021.

TARZIA, Andréa; SCHOLZ, Maria Brígida dos Santos; PETKOWICZ, Carmen Lúcia de Oliveira. Influence of the postharvest processing method on polysaccharides and coffee beverages. **International Journal of Food Science and Technology**, [S.l.], v. 45, n. 10, p. 2167-2175, 24 set. 2010.

TEIXEIRA, Marcos Moulin. **Influência dos diferentes processos de pós-colheita na agregação de valor do café conilon**. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2011.

UKERS, William H. **All about coffee**. 2. ed. Nova Iorque: The Tea & Coffee Trade Journal Company, 1935.

VAAST, Philippe *et al.* Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **Journal of The Science of Food and Agriculture**, [S.l.], v. 86, n. 2, p. 197-204, out. 2005.

VALE, Alexander da Silva. **Fermentação de café com o uso de culturas mista de *Pichia fermentans* e *Pediococcus acidilactici***: impacto na formação de compostos aromáticos. 2019. 44 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

VELMOUROUGANE, Kulandaivelu. Impact of natural fermentation on physicochemical, microbiological and cup quality characteristics of Arabica and Robusta coffee. **Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences**, [S.l.], v. 83, n. 2, p. 233-239, 5 dez. 2012.

VILELA, Danielle Marques *et al.* Molecular ecology and polyphasic characterization of the microbiota associated with semi-dry processed coffee (*Coffea arabica* L.). **Food Microbiology**, [S.l.], v. 27, n. 8, p. 1128-1135, dez. 2010.

VILELA, Danielle Marques. **Seleção *in vitro* de culturas iniciadoras para fermentação de frutos de café (*Coffea arabica* L.) processados via seca e semi-seca**. 2011. 80 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011. Disponível em: [http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6622/Tese\\_Danielle%20Marques%20Vilela.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6622/Tese_Danielle%20Marques%20Vilela.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 03 jan. 2021.

ZYLBERSZTAJN, Decio; FARINA, Elizabeth M. M. Q.; SANTOS, Rubens da Costa. **O sistema agroindustrial do café**: um estudo da organização do agribusiness do café visto como a chave da competitividade. Porto Alegre: Ortiz, 1993. 277 p.