



PEDRO HENRIQUE ASSIS SOUSA

**CONSERVAÇÃO DE CAFÉS ESPECIAIS EM AMBIENTE
REFRIGERADO: ESTUDO TÉCNICO E ECONÔMICO**

**LAVRAS – MG
2020**

PEDRO HENRIQUE ASSIS SOUSA

**CONSERVAÇÃO DE CAFÉS ESPECIAIS EM AMBIENTE REFRIGERADO:
ESTUDO TÉCNICO E ECONÔMICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Dra. Sttela Delyzette Veiga Franco da Rosa
Orientadora

Dr. Renato Elias Fontes
Coorientador

**LAVRAS – MG
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha
Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados
informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Sousa, Pedro Henrique Assis.

Conservação de cafés especiais em ambiente refrigerado: estudo
técnico e econômico. / Pedro Henrique Assis Sousa. - 2020.

93 p. : il.

Orientadora: Sttela Delyzette Veiga Franco da Rosa.

Coorientador: Renato Elias Fontes.

Dissertação (Mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2020.

Bibliografia.

1. *Coffea arábica* L. 2. Qualidade Sensorial. 3. Viabilidade
econômica. I. Rosa, Sttela Delyzette Veiga Franco da. II. Fontes,
Renato Elias. III. Título.

PEDRO HENRIQUE ASSIS SOUSA

**CONSERVAÇÃO DE CAFÉS ESPECIAIS EM AMBIENTE REFRIGERADO:
ESTUDO TÉCNICO E ECONÔMICO**

**SPECIAL COFFEE CONSERVATION IN A COOLED ENVIRONMENT:
TECHNICAL AND ECONOMIC STUDY**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 12 de fevereiro de 2020.

Dr. Gerson Silva Giomo	IAC
Dr. César Elias Botelho	EPAMIG
Dr. Renato Elias Fontes	UFLA

Dra. Sttela Delyzette Veiga Franco da Rosa
Orientadora

**LAVRAS – MG
2020**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pelas bênçãos e pelas oportunidades que tem me proporcionado ao longo da vida.

Aos meus pais, Rogério de Fátima Sousa e Maria de Lourdes Assis Sousa e a minhas irmãs Tatiane e Marcelle.

Agradeço, em especial, à minha orientadora, Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa, e a meu coorientador, Dr. Renato Elias Fontes, pela paciência, dedicação, ensinamento, amizade, confiança e apoio.

Aos professores do Setor de Sementes, João Almir Oliveira, Édila Vilela de Resende von Pinho, Renato Mendes Guimarães, Maria Laene Moreira de Carvalho, Heloísa Oliveira dos Santos, Everson Carvalho e Raquel Pires, pelos ensinamentos e conhecimentos transmitidos.

Ao pesquisador da EPAMIG, Marcelo Ribeiro Malta, pelas contribuições ao longo do trabalho.

À professora Luísa Figueiredo, docente da Universidade Federal de Lavras, pelas contribuições na execução do trabalho.

Aos produtores de café, O'Coffee Fazenda Nossa Senhora Aparecida, Fazenda Samambaia e Fazenda Alto Paranaíba States, pela imprescindível cooperação, com a doação dos cafés especiais utilizados nesta pesquisa.

À Cool Seed Indústria e Comércio de Equipamentos Agrícolas Ltda., na pessoa do sócio diretor-presidente, Francisco Ayala, pela cessão da câmara para armazenagem dos cafés em diferentes temperaturas, durante todo o período de realização das pesquisas.

Aos pós-graduandos do Setor de Sementes, em especial, a pós-doutoranda Stefânia Vilas Boas Coelho, pela ajuda no trabalho.

Aos bolsistas de iniciação científica e aos estagiários do Laboratório, em especial, ao Fernando, pelo auxílio na execução dos trabalhos.

Aos queridos amigos do laboratório, que foram essenciais, durante o curso e me proporcionaram momentos de muita alegria, ao longo desta trajetória.

Aos familiares, pelo apoio, principalmente à minha avó materna Nair Gaspar de Abreu, pelo carinho e apoio.

Aos funcionários do laboratório de sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, Jaqueline, Geraldo, Dalva, Rose e demais que auxiliaram nas pesquisas.

À universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura pela oportunidade

de realização do trabalho

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gérias (FAPEMIG) pela concessão da bolsa de estudos. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pelo financiamento das análises laboratoriais.

À Marli, secretária do programa de pós-graduação do Departamento de Agricultura, pela atenção e ajuda.

A todos que, de algum modo, contribuíram para a realização deste trabalho,

MUITO OBRIGADO !

RESUMO

A comercialização do café depende de sua qualidade, sendo que seu valor varia significativamente com a melhoria dos seus atributos qualitativos. A qualidade se tornou um fator cada vez mais importante, o que levou ao surgimento e valorização do mercado de cafés especiais. Tem sido demonstrado que baixas temperaturas do ar, na armazenagem e a manutenção do exocarpo (casca) e do endocarpo (pergaminho), além de diminuir a incidência e o desenvolvimento de microrganismos, é eficaz na preservação e conservação das características qualitativas dos grãos. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi investigar a viabilidade técnica e econômica do armazenamento, em ambiente com controle da temperatura e em condições não controladas, de cafés especiais de diferentes pontuações e diferentes regiões produtoras. Cafés Natural e Cereja Descascado (CD) ou Desmucilado de produtores de três importantes regiões foram armazenados, na forma íntegra ou beneficiada, sob ar refrigerado, a 15°C, ou em condições não controladas, sob temperatura média de 25°C. Os cafés foram avaliados, por meio de análise sensorial e testes de condutividade elétrica, durante o armazenamento, aos 0, 3, 6, 9 e 12 meses. Além do estudo técnico, também foi realizada análise do custo operacional da tecnologia de refrigeração, ao longo do armazenamento. Os ganhos financeiros obtidos com a manutenção da qualidade dos cafés armazenados sob baixas temperaturas foi comparado com o custo operacional da refrigeração. Conclui-se que cafés especiais com pontuação acima de 84 pontos, na análise sensorial, conforme protocolo da SCA, têm a qualidade reduzida, quando armazenados em ambiente sem controle da temperatura, podendo perder as características de café especial. O armazenamento refrigerado propicia a manutenção da qualidade, principalmente, dos café especiais de maior pontuação. A qualidade dos cafés especiais é melhor preservada, quando os grãos são armazenados na forma íntegra, sem beneficiamento, tanto em ambiente com temperatura controlada como sem este controle. O armazenamento sob refrigeração é economicamente vantajoso, durante o período de seis e de doze meses, para café Natural e para o café CD ou Desmucilado, ambos armazenados na forma beneficiada. Para os cafés especiais, processados por via úmida, armazenados na forma íntegra (pergaminho ou coco), sem beneficiamento, a refrigeração é eficiente na manutenção da qualidade sensorial, garantindo a classificação como cafés especiais, mas o custo operacional da tecnologia deve ser avaliado.

Palavras chave: *Coffea arábica* L. Qualidade Sensorial. Armazenamento. Viabilidade econômica.

ABSTRACT

The coffee trade depends on coffee quality; value varies significantly along with improvement in coffee qualitative attributes. Quality has become an increasingly important factor, which has led to the emergence of the specialty coffee market and the value attributed to it. It has been shown that the low air temperatures in storage and maintaining the exocarp (natural coffee, in coconut) and endocarp (in parchment, depulped) not only decrease the incidence and development of microorganisms but are also effective in conservation of the qualitative traits of the coffee beans. Thus, the aim of this study was to investigate the technical and economic feasibility of storing specialty coffees, with different scores and from different growing regions, in an environment under controlled temperature and under non-controlled ambient conditions. Natural coffee and pulped natural coffee or demucilaged coffee in whole form or in hulled form from three important coffee growing regions were stored under refrigerated air at 15°C or under non-controlled conditions with a mean temperature of 25°C. The coffees were evaluated through sensory analysis and electrical conductivity tests throughout the storage period at 0, 3, 6, 9, and 12 months. In addition to the technical study, an operational cost analysis of the refrigeration technology was carried out during storage. The financial gain obtained from maintaining the quality of coffee stored at low temperatures was compared with the operational cost of refrigeration. Results showed reduction in the quality of specialty coffees with a score above 84 points in sensory analysis, according to the SCA protocol, when stored in the environment without temperature control; they can lose classification as specialty coffee. Refrigerated storage allows quality to be maintained, especially for the specialty coffees with the highest scores. The quality of specialty coffees is best conserved when the beans are stored in whole form, without hulling, both in the controlled temperature environment and in the non-controlled environment. Refrigerated storage is economically advantageous over a period of six and twelve months for natural coffee, and for CD or demucilaged coffees, both stored in the hulled form. For wet processed specialty coffees stored in whole form (parchment or dry cherry), without hulling, refrigeration is efficient in maintaining sensory quality, ensuring classification as specialty coffees, but the operational cost of the technology should be assessed.

Keywords: *Coffea arabica* L. Sensory Quality. Storage. Economic viability.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Pontuação final, ao longo do período de armazenamento, na análise sensorial do café natural (A) e desmucilado (B), íntegro ou beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 1 (O'Coffee Fazenda Nossa Senhora Aparecida).38
- Figura 2 - Pontuação final, ao longo do armazenamento, na análise sensorial do café natural (A) e desmucilado (B), íntegro ou beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 2 (Fazenda Samambaia).42
- Figura 3 - Pontuação final, ao longo do armazenamento, na análise sensorial do café natural (A) e desmucilado (B), íntegro ou beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 3 (Fazenda Alto Paranaíba).45
- Figura 4 - Valores de condutividade elétrica do café natural (A) e desmucilado (B), íntegro ou beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, dos 3 produtores.50
- Figura 5 - Variação do preço pago pela saca de café especial, para o café Natural beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 1.....58
- Figura 6 - Comparação entre os ganhos com a manutenção da qualidade do café Natural beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado, e os custos operacionais da refrigeração, por saca, do produtor 1.59
- Figura 7 - Variação do preço pago pela saca de café especial, para o café Natural beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 2.....59
- Figura 8 - Comparação entre os ganhos com a manutenção da qualidade dos cafés naturais beneficiados, armazenados em ambiente refrigerado, e os custos operacionais da refrigeração, por saca, do produtor 2.59
- Figura 9 - Variação do preço pago pela saca de café especial, para o café natural beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 3.....61

Figura 10 - Comparação entre os ganhos com a manutenção da qualidade dos cafés naturais beneficiados, armazenados em ambiente refrigerado, e os custos operacionais da refrigeração, por saca, do produtor 3.	61
Figura 11 - Variação do preço pago pela saca de café especial, para o café Desmucilado beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 1.....	64
Figura 12 - Comparação entre os ganhos com a manutenção da qualidade dos cafés Desmucilados beneficiados, armazenados em ambiente refrigerado, e os custos operacionais da refrigeração, por saca, do produtor 1.	64
Figura 13 - Variação do preço pago pela saca de café especial, para o café CD beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 2.....	65
Figura 14 - Comparação entre os ganhos com a manutenção da qualidade dos cafés cereja CD beneficiados, armazenados em ambiente refrigerado, e os custos operacionais da refrigeração, por saca, do produtor 2.	66
Figura 15 - Variação do preço pago pela saca de café especial, para o café CD beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 3.....	66
Figura 16 - Comparação entre os ganhos com a manutenção da qualidade dos cafés cereja CD beneficiados, armazenados em ambiente refrigerado, e os custos operacionais da refrigeração, por saca, do produtor 3.	67
Figura 17 - Variação do preço pago pela saca de café especial, para o café Natural em coco, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, dos três produtores.....	71
Figura 18 - Variação do preço pago pela saca de café especial, para o café em pergaminho, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, dos três produtores.	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala de classificação, baseada na nota final da análise sensorial, segundo protocolo da SCA.	31
Tabela 2 – Equações das regressões: pontuação final na análise sensorial do café natural (A) e desmucilado (B), íntegro ou beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 1 (O’Coffee Fazenda Nossa Senhora Aparecida).....	39
Tabela 3 - Pontuação final na análise sensorial do café natural, do produtor 1 (O’Coffee Fazenda Nossa Senhora Aparecida), em função da temperatura de armazenamento e tipo de beneficiamento.....	40
Tabela 4 – Equações das regressões: pontuação final na análise sensorial do café natural (A) e desmucilado (B), íntegro ou beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 2 (Fazenda Samambaia).....	42
Tabela 5 - Pontuação final na análise sensorial do café natural, do produtor 2 (Fazenda Samambaia), em função da temperatura de armazenamento e tipo de beneficiamento.....	43
Tabela 6 – Equações das regressões: pontuação final na análise sensorial do café natural (A) e desmucilado (B), íntegro ou beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 3 (Fazenda Alto Paranaíba).	46
Tabela 7 - Pontuação final na análise sensorial do café natural, do produtor 3 (Fazenda Nossa Senhora Aparecida), em função da temperatura de armazenamento e tipo de beneficiamento.....	46
Tabela 8 – Cálculo do custo operacional fixo ao longo do período de armazenamento. .	52
Tabela 9 - Cálculo do custo com mão de obra e reparos, que incorporam o custo variável total, ao longo do período de armazenamento.	52
Tabela 10 - Custo da etapa do resfriamento dinâmico, de acordo com os dados fornecidos pela empresa..	53
Tabela 11 - Custo da etapa de climatização, de acordo com os dados fornecidos pela empresa.	53

Tabela 12 - Custo das etapas de resfriamento dinâmico e climatização, fornecido pela empresa, ao longo dos 12 meses de armazenamento.....	54
Tabela 13 - Custo operacional do equipamento, incluindo todas as variáveis e etapas, fornecido pela empresa, ao longo dos 12 meses de armazenamento.....	54
Tabela 14 - Custo operacional total, por saca, para o período de 6 e 12 meses de armazenamento.	55
Tabela 15 - Preços médios pagos pela saca de café especial, de acordo com suas pontuações.	56
Tabela 16 - Pontuações e preços médios pagos pela saca de café especial, para o café Natural beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, dos 3 produtores.	57
Tabela 17 - Pontuações e preços médios pagos pela saca de café especial, para o café CD ou desmucilado (primeiro produtor) beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, dos 3 produtores.	63
Tabela 18 - Pontuações e preços médios pagos pela saca de café especial, para o café natural em coco, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, dos 3 produtores.....	69
Tabela 19 - Pontuações e preços médios pagos pela saca de café especial, para o café em pergaminho, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, dos 3 produtores.....	73

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	Importância da cafeicultura.....	17
2.2	Cafés especiais e as novas exigências do mercado.....	18
2.3	Fatores que afetam a qualidade do café.....	19
2.3.1	Processamento do café.....	20
2.3.2	Beneficiamento.....	22
2.3.3	Técnicas de armazenamento.....	23
2.4	Análises utilizadas para a avaliação da qualidade do café.....	24
2.4.1	Análises fisiológicas.....	25
2.4.2	Análise sensorial.....	26
2.5	Custo operacional do uso do resfriamento durante o armazenamento de cafés especiais.....	27
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1	Caracterização do experimento.....	29
3.2	Análise técnica: avaliação da qualidade dos cafés.....	30
3.2.1	Análise sensorial.....	30
3.2.2	Avaliação fisiológica.....	31
3.2.3	Delineamento estatístico.....	31
3.3	Estudo econômico-financeiro.....	32
3.3.1	Obtenção dos dados.....	32
3.3.2	Estudo de caso econômico-financeiro.....	33
3.3.3	Descrição e operacionalização das variáveis.....	33
3.3.3.1	Custo Operacional Total.....	34
3.3.3.2	Custo operacional variável (CopV).....	35
3.3.3.3	Custo Médio (CMe).....	35
3.3.3.3.1	Levantamento do preço pago às sacas de cafés especiais.....	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1	Estudo técnico: análise sensorial.....	37
4.1.1	Produtor 1: O'Coffee Fazenda Nossa Senhora Aparecida.....	37
4.1.2	Produtor 2: Fazenda Samambaia.....	41
4.1.3	Produtor 3: Fazenda Alto Paranaíba States.....	44
4.2	Estudo técnico: Condutividade elétrica.....	48
4.3	Estudo econômico-financeiro.....	51
4.3.1	Levantamento dos custos.....	51
4.3.1.1	Custos Operacionais.....	51
4.3.1.2	Custo operacional fixo – Equipamento (CopF).....	51
4.3.1.3	Custo operacional variável – Equipamento (CopV).....	52
4.3.1.4	Custo Operacional – Equipamento.....	54
4.3.1.5	Custo Médio (CMe).....	55
4.3.1.6	Custo operacional total – 6 meses e 1 ano.....	55
4.3.2	Levantamento das receitas com a venda do café armazenado sob refrigeração - preços pagos pelas sacas.....	56
4.3.3	Análise econômica do café Natural beneficiado.....	57
4.3.4	Análise econômica do café processado via úmida beneficiado.....	62
4.3.5	Análise econômica do café Natural íntegro (em coco).....	67
4.3.6	Análise econômica do café Despulpado íntegro (em pergaminho).....	72

5	CONCLUSÕES	76
	REFERÊNCIAS	77
	ANEXO A - Tabelas das análises de variância dos dados de pontuação final na análise sensorial	84
	ANEXO B - Resultados da análise sensorial dos cafés fornecidos pela empresa produtora dos cafés, O'Coffee Fazenda Nossa Senhora Aparecida.....	87
	ANEXO C - Resultados da análise sensorial dos cafés fornecidos pela empresa produtora dos cafés, Fazenda Samambaia.....	89
	ANEXO D - Resultados da análise sensorial dos cafés fornecidos pela empresa produtora dos cafés, Fazenda Alto Paranaíba States.....	91
	ANEXO E - Estudo de custos para um sistema de resfriamento dinâmico e climatização para armazenagem de café.....	92

1 INTRODUÇÃO

O café é um dos produtos mais consumidos no mundo, sendo uma das principais commodities agrícolas. Em 2019, a produção mundial de café registrou 174,5 milhões de sacas produzidas. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial dessa commodity, sendo Minas Gerais o principal estado produtor. Embora a diversidade seja bastante significativa, apenas *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre são cultivadas comercialmente, representando praticamente a totalidade do café produzido no mundo (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Café, 2019).

Os valores obtidos, por ocasião da comercialização do café, são influenciados pela qualidade do produto, cuja remuneração é maior diante da melhor qualidade química e sensorial dos grãos. A mudança, no perfil do consumidor de café, tem proporcionado o aumento na busca por cafés com melhores atributos sensoriais e técnicas de preparo da infusão, deixando para trás o consumo de café apenas pela cafeína que é oferecida. Sendo assim, a qualidade se tornou um fator cada vez mais importante.

Os atributos da qualidade inicial do café dependem das condições de cultivo, dos métodos da pós-colheita, do armazenamento e variáveis ambientais, conferindo alterações em suas características sensoriais, bioquímicas e físicas. Por isso, o armazenamento é considerado essencial, para a manutenção da qualidade do produto final, além de suprir demandas na entressafra e, conseqüentemente, propiciar melhores preços ao produtor.

O armazenamento de café no Brasil, tradicionalmente, é realizado em ambiente não controlado, em sacos de juta ou ráfia e, por ser de fácil adaptabilidade ao comércio de pequena escala, garante a individualização dos lotes e é de fácil inspeção. Entretanto, quando dispostos em armazéns sem controle das condições do ambiente, favorece e acelera a alteração na qualidade do produto.

Tem sido demonstrado, por meio de pesquisas, que baixas temperaturas do ar na armazenagem, além de diminuir a incidência e o desenvolvimento de microrganismos, é eficaz na preservação e conservação das características qualitativas iniciais de grãos e sementes (PARAGINSKI et al., 2014; JAQUES, 2018). O armazenamento em ambiente refrigerado poderá contribuir, para a redução da deterioração dos grãos de café, permitindo a manutenção da qualidade, durante o armazenamento, e a oferta no mercado em um período de entressafra, possibilitando maior retorno financeiro ao produtor.

Ressalta-se, ainda, que a qualidade do café, no início do armazenamento, também, irá influenciar na sua conservação, uma vez que cafés de maior pontuação têm seus constituintes

químicos e estrutura melhor preservados que cafés de mais baixas pontuações, os quais podem apresentar maior deterioração, comportando-se de formas diferenciadas.

Assim, o objetivo nesta pesquisa foi testar, em cafés especiais de diferentes pontuações, metodologia de armazenamento sob condições de ar refrigerado, comparando aos grãos armazenados em condições de ambiente não controlado. Além dos estudos relacionados à qualidade dos grãos, com avaliação sensorial e fisiológica, será também realizada uma análise do custo operacional da utilização da tecnologia de resfriamento na conservação dos cafés especiais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da cafeicultura

O café é uma planta dicotiledônia da família Rubiaceae e do gênero *Coffea*. Apesar de existirem inúmeras espécies conhecidas, apenas a *Coffea arabica* L. e a *Coffea canephora* Pierre possuem importância econômica na cadeia produtiva. Por ser uma bebida com sabores e nuances característicos, o café é um dos produtos mais difundidos no Brasil e no mundo, sendo o Brasil, os Estados Unidos da América, o Japão e a União Europeia os principais consumidores (CONAB, 2019).

Segundo dados da Embrapa, a produção mundial de café, em 2019, alcançou 174,5 milhões de sacas, sendo 104 milhões de café arábica (60% do total produzido) e 70,5 milhões do café robusta, 40% do total. Os principais países competidores do Brasil, em volume produzido, são o Vietnã, importante produtor de café robusta e a Colômbia, conhecida por produzir cafés arábica de alta qualidade. Esses três países, no último ano, representaram 60,1% da produção total mundial (EMBRAPA, 2019).

A safra brasileira de café alcançou uma produção de 49,31 milhões de sacas de 60 quilos, em 2019, 20% a menos que a safra recorde em 2018. A redução na produção, em relação ao ano de 2018, deve-se principalmente à influência da bienalidade negativa do café arábica, que representa 70% do total de café produzido no país, restando os outros 30% para o café robusta. Outro fator que pode ter influenciado na queda da produção é a ligeira diminuição da área destinada à produção, 1,2% a menos que em 2018 (CONAB, 2019). Em 2020, estima-se uma produção média de 60 milhões de sacas no país, sendo 43,2 a 45,93 milhões de sacas de café arábica e 13,95 a 16,04 milhões de sacas de café Conilon (CONAB, 2020).

No Brasil, Minas Gerais é o principal estado produtor, com uma estimativa média de 31 milhões de sacas em 2020. As principais regiões produtoras dentro do estado são o Sul de Minas, o Cerrado Mineiro e a Zona da Mata Mineira. Além de Minas Gerais, destaca-se o Espírito Santo, importante produtor de café conilon, seguido de São Paulo (CONAB, 2020).

A cafeicultura é uma das principais fontes de renda para o Brasil, e o país tem se destacado desde o final do século XIX como o maior produtor e exportador de café. A participação de mercado do produto brasileiro, nas exportações mundiais de café, avançou de 20%, ao final da década de 1980 (HOMEM DE MELO, 1994), para 40,1% em 2019 (INFORME ESTATÍSTICO DO CAFÉ, 2019).

Além da participação na produção mundial, a cafeicultura é uma atividade presente em pelo menos 1900 municípios brasileiros, com 300 mil produtores, ocupando uma área de 2 milhões de hectares aproximadamente (MAPA, 2018). Apesar do protagonismo da cafeicultura brasileira, na produção mundial, os produtores devem ficar atentos às novas demandas mundiais. A qualidade de um produto é um fator fundamental à conquista de novos mercados.

2.2 Cafés especiais e as novas exigências do mercado

O valor final do café produzido pelo produtor é dado de acordo com a qualidade final da bebida, que pode ser influenciada pelos processos pós-colheita, como, por exemplo, a temperatura de armazenagem dos grãos e umidade do armazém. A concorrência no mercado mundial promoveu a diferenciação na produção de cafés de acordo com as características dos diferentes mercados consumidores. A demanda por cafés especiais está relacionada às mudanças no padrão de consumo que foram fatores determinantes para o início do segmento de cafés especiais (ZAIDAN et al., 2016).

A demanda por cafés com qualidade superior tem provocado um processo de “descomoditização”, em que o preço dos cafés de alta qualidade tem sido negociado, de acordo com suas características sensoriais, algo mais próximo do vinho e que ocorre na forma de apreciação. Essas novas demandas do mercado consumidor fazem com que a qualidade seja um fator cada vez mais importante, pois as características sensoriais são o padrão básico da concorrência. O consumidor busca conhecer todas as características e propriedades da bebida e prepará-la da melhor forma para que realce seu sabor. Essas mudanças, nos hábitos dos consumidores de café, representam a “terceira onda”, em que o café é consumido pela sua qualidade e não apenas pela cafeína que fornece (SILVA; GUIMARÃES, 2012).

Apesar de todos os cafés com pontuações acima de 80,00 pontos serem classificados como especiais, existe uma diferenciação da qualidade do produto dentro da categoria de cafés especiais. Cafés com pontuações entre 80,00 e 84,00 pontos são classificados como “muito bons”, aqueles com pontuação acima de 85,00 pontos são classificados como “excelentes” e aqueles com pontuação acima de 90,00 pontos como “excepcionais”. Sendo assim, eles possuem características diferenciadas e são valorizados por isso (DI DONFRANCESCO; GUTIERREZ GUZMAN; CHAMBERS, 2014). Andrade et al. (2015), Borrella, Mataix e Carrasco-Gallego (2015) e Guimarães (2016) também observaram que a utilização de cafés especiais de alta qualidade é característica valorizada na Terceira Onda.

Segundo Saes e Spers (2006), um dos fatores responsáveis pela mudança na forma como o produto era negociado foi o fim do tabelamento de preços em 1992. Segundo esses autores, isso possibilitou aos produtores mostrarem ao mercado consumidor que o café não é um produto homogêneo, variando de acordo com sua qualidade. Entretanto, no Brasil, a produção de cafés especiais não era tão expressiva na época e, durante um longo período, o país foi conhecido internacionalmente por produzir somente café convencional, investindo pouco na produção de cafés diferenciados (GONÇALVES, 2018). Por anos, os produtores de café cultivaram e colheram os grãos de modo tradicional e os vendiam de acordo com a cotação do dia, ou seja, o preço de mercado. Porém os produtores começaram a perceber que teriam um retorno financeiro maior se diferenciasssem os seus produtos (BBC, 2015).

Hoje, o Brasil se destaca na produção de cafés especiais e continua investindo nesse segmento, cuja demanda cresce a cada ano (GONÇALVES, 2018). Segundo a Associação Brasileira de Cafés Especiais - BSCA, a demanda por cafés especiais cresceu, em média, 21% ao ano, no período entre 2012 a 2018. O mesmo estudo apontou que só no ano de 2018 o mercado de cafés especiais movimentou cerca de R\$ 2,6 bilhões. Em relação à produção bruta, o país atingiu a marca de 10 milhões de sacas produzidas, em 2018, das quais nove milhões foram somente para a exportação. O restante foi consumido no mercado interno (BSCA, 2018).

Grande parte do sucesso, na produção brasileira de cafés especiais, deve-se ao clima, altitude e tipos de solo propícios para o desenvolvimento das lavouras, garantindo características peculiares ao café e sabores únicos (distinto de um café convencional), com bebidas de aroma diferenciado, de origem rara ou exótica (GONÇALVES, 2018). Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC, 2019), os apreciadores de café continuam consumindo o produto sob as mais diferentes formas, em função da melhoria da qualidade, o que tem contribuído para o crescimento contínuo da demanda por cafés especiais.

2.3 Fatores que afetam a qualidade do café

O valor comercial do café está diretamente relacionado à sua qualidade. A qualidade da bebida está associada a diversos aspectos, como a composição química do grão, determinada por fatores genéticos, culturais e ambientais; o processo de preparo e conservação do grão, que intervém na ação da umidade e da temperatura; a torração e o preparo da infusão, que modificam a constituição química do grão, modificação esta sempre relacionada à composição original do grão cru (ALPIZAR & BERTRAND, 2004; BORÉM, 2008; CARVALHO et al., 1994; LEITE, 1991; FARAH et al., 2006; PIMENTA et al., 2008).

Além dos cuidados na lavoura, o produtor deve ficar atento aos processos de pós-colheita: processamento, beneficiamento e armazenamento para manter a qualidade do café colhido. Grãos armazenados estão sujeitos a alterações físicas, fisiológicas e bioquímicas, e a principal técnica, para a sua conservação, durante o período de armazenamento, é reduzir a atividade metabólica, por meio da secagem, além da redução da temperatura no armazém (SATH et al., 2012). Os cuidados com a colheita e o manejo pós-colheita são fundamentais, para a manutenção da qualidade do grão e, conseqüentemente, para o aumento do lucro do cafeicultor (FAVARIN et al., 2004).

2.3.1 Processamento do café

Existem dois tipos de processamento dos grãos de café, por via úmida e por via seca. No processamento por via úmida, são utilizados métodos mecânicos para realizar o processamento dos grãos e origina três tipos de café: o café descascado, em que é retirado mecanicamente o exocarpo (casca) e o mesocarpo parcialmente; o café desmucilado, em que é retirado o exocarpo e todo o mesocarpo (mucilagem); e o café despulpado, em que é retirado o exocarpo e o mesocarpo totalmente por fermentação biológica. Em relação aos cafés processados por via seca (café natural), os grãos são submetidos à secagem com todos os seus componentes (exocarpo, mesocarpo e endocarpo), normalmente, em terreiros (BORÉM, 2008).

O tipo de processamento interfere na composição química dos grãos de café e, em consequência, na qualidade final da bebida (BYTOF et al., 2005; SELMAR, 2006). Cafés naturais apresentam maiores quantidades de sólidos solúveis e açúcares (VILELA et al., 2002), promovendo o aumento da doçura da bebida e a formação de bebidas mais encorpadas. Sendo assim, quando comparados aos processados por via úmida, cafés naturais normalmente apresentam bebidas mais doces e encorpadas (ILLY, VIANI, 1995).

Em relação aos processos fisiológicos, cafés naturais geralmente apresentam qualidade fisiológica inferior aos processados por via úmida (ALVES, 2013; MALTA et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2012; ROSA et al., 2013; TAVEIRA et al., 2012). Um dos possíveis fatores que explicam essa diferença é que a presença do exocarpo, nos grãos de café natural, promove maior resistência às trocas de energia dentro da massa dos grãos, durante a secagem e, conseqüente, promove maior tensão nas membranas da estrutura celular dos grãos (SATH et al., 2014). Além disso, por possuírem um teor de água maior que os grãos despulpados, os naturais ficam expostos ao ar de secagem por um período maior, expondo o endosperma e o embrião a danos térmicos mais severos, o que favorece a degradação das membranas celulares.

(ALVES, 2013; SAATH et al., 2012; TAVEIRA et al., 2012). Entretanto, em ambos os processamentos, os grãos de cafés permanecem viáveis (CLÉVES, 1998; HUXLEY, 1964) e possuem processos metabólicos ativos (SELMAR et al., 2005, 2006).

O processo de germinação é induzido durante o processamento do café (BYTOF et al., 2007; SELMAR et al., 2006), ocorrendo maior expressão de substâncias relacionadas ao processo germinativo em grãos processados por via úmida (SELMAR et al., 2006). Decorrente dessa maior expressão, ocorre maior consumo de substâncias de reserva presentes nos grãos. Essas substâncias de reserva influenciam na qualidade final da bebida, pois são as precursoras do sabor e aroma formados no café torrado. Dessa forma, em grãos processados por via úmida, parte dos açúcares formados no processo germinativo já foram consumidos, sendo uma das possíveis causas da diferença na doçura das bebidas formadas com cafés naturais e cafés despulpados (ABREU, 2015).

A coloração dos grãos também é um fator bastante influenciado pelo tipo de beneficiamento dos grãos armazenados. Como o café processado por via úmida está mais sujeito aos danos mecânicos, pode ocorrer o aumento da coordenada cromática L , que está relacionada à luminância dos grãos e indica maior branqueamento. Entretanto cafés processados por via úmida geralmente apresentam valores menores das coordenadas a e b , afastando da coloração vermelho-amarelo indesejável nos grãos e indicando uma coloração verde-azulada, característica de grãos de boa qualidade (CORRÊA et al., 2002).

Além disso, em diversas pesquisas, têm sido demonstrados que grãos de café processados por via úmida apresentam menor variação na coloração, durante o período de armazenamento, quando comparados aos processados por via seca. Avaliando os parâmetros de cor e a qualidade fisiológica e sensorial de grãos de café, Abreu et al. (2015) constataram que a intensidade das cores verde e azul e a luminância dos grãos de café são afetadas pelos métodos de processamento, beneficiamento e condições de armazenamento. Cafés despulpados apresentam coloração verde mais intensa em comparação aos cafés naturais.

Alterações na cor dos grãos de café podem ocorrer, durante o armazenamento, e fatores como danos sofridos pelo produto, luz, umidade relativa, teor de água, tempo de armazenagem e tipo de embalagem devem ser considerados. Afonso Júnior; Corrêa (2003) observaram este comportamento em grãos de café independentemente do tipo de processamento empregado, se natural ou despulpado. Esses autores constataram que grãos de café processados por via úmida apresentam menor variação na coloração quando comparados aos grãos obtidos por via seca, até oito primeiros meses de armazenamento. (AFONSO JÚNIOR; CÔRREA, 2003).

2.3.2 Beneficiamento

De maneira geral, o beneficiamento de grãos de café é composto pelas etapas de recebimento, limpeza, descascamento e seleção preliminar. Essas etapas são realizadas em máquinas denominadas conjugadas, responsáveis por remover as partes constituintes dos frutos do café (exocarpo, mesocarpo e endocarpo), restando apenas o café em grão (ABREU, 2015).

O beneficiamento propriamente dito ocorre no descascador, constituído por rotor, discos laterais, faca regulável e vazadeiras. O grão é descascado pela pressão mecânica gerada entre a rotação do rotor e a inclinação das facas contra as vazadeiras, eliminando a casca e liberando o grão. Essa operação pode causar danos mecânicos aos grãos, por meio de trincas, ou danos latentes, pelo grande atrito gerado entre os grãos e os componentes da máquina descascadora de café (ABREU, 2015). Os danos mecânicos gerados no processo de beneficiamento podem provocar a perda da qualidade dos grãos e a desestruturação das membranas celulares. Além disso, podem acelerar o processo de “branqueamento” dos grãos ao longo do armazenamento (AMORIM, 1978; SELMAR; BYTOF; KNOPP, 2008).

Segundo Godinho et al. (2000) e Selmar et al. (2008), grãos de café beneficiados são mais susceptíveis ao branqueamento, durante o armazenamento, que os grãos não beneficiados, independentemente do tipo de processamento utilizado. Essas alterações são observadas pela redução da intensidade das cores verde e azul com o aumento do tempo de armazenamento. A presença do pericarpo em cafés armazenados em coco exerce uma função protetora, prevenindo alterações na coloração dos grãos quando comparados aos cafés beneficiados (GODINHO et al., 2000; SELMAR; BYTOF; KNOPP, 2008).

Além das alterações na coloração, também podem ocorrer alterações fisiológicas nos grãos, influenciadas pelo beneficiamento. Em trabalhos de pesquisas, têm sido demonstrados maiores valores de lixiviação de potássio em grãos beneficiados comparados aos armazenados em coco, ao longo do armazenamento (GODINHO et al., 2000). Entretanto os valores de lixiviação de potássio apresentam um aumento semelhante, em cafés armazenados em pergaminho ou beneficiados, quando acondicionados em embalagens permeáveis (COELHO et al., 2001; NOBRE et al., 2007).

Em se tratando da viabilidade de sementes, Selmar et al. (2008) observaram a perda total da viabilidade de sementes armazenadas, beneficiadas após seis meses de armazenamento. Já o café em pergaminho permaneceu viável por 12 meses.

Alguns autores relatam uma relação direta entre a queda da viabilidade de sementes e a queda da qualidade sensorial. Rendón, Salva e Bragagnolo (2013) pesquisaram o

comportamento de sementes beneficiadas e, após três meses de armazenamento, observaram que a viabilidade das sementes diminuiu de maneira acelerada até o nono mês de armazenamento, acompanhada da queda da qualidade sensorial. Os danos mecânicos provocados no beneficiamento representam uma das teorias que os autores utilizam, para explicar esses resultados, uma vez que eles podem provocar lesões imediatas e latentes, que posteriormente podem se tornar a causa do rápido declínio da viabilidade dos grãos.

SELMAR ET AL. (2008) relataram que a presença da casca (pericarpo) e do pergaminho (endocarpo) também são importantes na proteção do endosperma contra a oxidação de proteínas e lipídios, favorecendo a manutenção da qualidade dos grãos.

Contudo mais pesquisas devem ser realizadas, para explicar a influência da refrigeração sobre os diferentes processamentos dos cafés, ao longo do armazenamento.

2.3.3 Técnicas de armazenamento

Segundo Borém (2008), o método de armazenamento é classificado de acordo com o manuseio do produto e o tipo de acondicionamento, sendo o armazenamento a granel correspondente àquele em que o café é estocado e manuseado sem sacaria e o armazenamento convencional em sacarias. Independentemente do tipo, o objetivo do armazenamento é a manutenção da qualidade inicial do café colhido, permitindo sua comercialização e distribuição adequada aos mercados consumidores.

Além do armazenamento em sacos de juta, vêm sendo utilizadas embalagens denominadas big-bags, com capacidade de até 1.200 kg, para o armazenamento de cafés no Brasil (BORÉM, 2008). Todavia esses tipos de embalagem permitem interações entre os grãos de café e o ar ambiente, provocando variações no teor de água e, normalmente, a perda da qualidade.

Durante o armazenamento convencional, além da alteração no teor de água dos grãos armazenados, podem ocorrer ataques de fungos e insetos. O próprio metabolismo dos frutos secos (natural ou em pergaminho) ou do café beneficiado resulta em alterações químicas, físicas e sensoriais (COELHO, PEREIRA, VILELA, 2001; GODINHO et al., 2000; LOPES et al. 2000; VILELA et al., 2000).

Fatores como a qualidade inicial dos grãos armazenados, temperatura e umidade relativa do galpão de armazenamento, estágio de maturação, tempo e tipo de armazenamento, influenciam na preservação da qualidade do café armazenado (ALVES et al., 2003; BORÉM, 2008; DEVILLA, 2002; NOBRE et al., 2007).

Além desses fatores, o teor de água também exerce grande influência na temperatura da massa de grãos dentro de um armazém (KHANKARI et al., 1994). Variações climáticas podem promover a formação de gradientes de temperatura na massa de grãos. Diferenças de temperatura entre o armazém e o ambiente externo, juntamente com o gradiente de temperatura, formado na massa de grãos, podem provocar a ocorrência de correntes convectivas no interior dos silos e armazéns, induzindo à migração de umidade das áreas de alta para baixa temperatura. A migração da umidade para dentro do armazém pode favorecer o desenvolvimento insetos, fungos e bactérias; agentes atuantes na deterioração de grãos armazenados (BROOKER et al., 1992; GONG et al., 1995).

Em virtude de o fato da manutenção da qualidade dos grãos armazenados estar relacionada, dentre outros fatores, ao teor de água e temperatura do ambiente (DEVILLA, 2002), o armazenamento refrigerado surge como uma alternativa para o controle desses fatores.

O armazenamento refrigerado corresponde à retirada de calor de um ambiente, para reduzir a temperatura até o nível desejado e pode ser utilizado para o controle das condições de temperatura e umidade (SAATH et al., 2014). A refrigeração pode ser eficaz na conservação de produtos, uma vez que promove a diminuição da respiração da massa de grãos, retardando as alterações enzimáticas, químicas e o processo de senescência, sendo eficaz na conservação de características desejáveis dos produtos. Isso ocorre pelo fato de os produtos agrícolas estarem sujeitos aos processos fisiológicos e patológicos, em função direta com a temperatura e umidade relativa do ar de armazenagem (ASHRA, 1994). Com o controle das condições do ar de armazenagem, é possível reduzir o processo de deterioração, mantendo a qualidade do produto armazenado (BRACKETT, 1987).

A técnica de refrigeração, para a manutenção da qualidade de alimentos, é utilizada principalmente na pós-colheita de frutas e hortaliças (MALGARIM; CANTILLANO; TREPTOW, 2007). Entretanto trabalhos têm demonstrado a viabilidade técnica do armazenamento de grãos. Resultados de estudos (ABREU, 2015; PARAGINSKI et al., 2014) têm comprovado que a redução da temperatura da massa de grãos, abaixo de 15 °C, tem sido eficiente na manutenção da qualidade dos produtos agrícolas, diminuindo o processo de deterioração e aumentando o período de armazenamento.

2.4 Análises utilizadas para a avaliação da qualidade do café

O valor comercial do café está relacionado à análise sensorial e às características da bebida. Contudo existem várias outras análises que podem ser realizadas para a avaliação da

qualidade dos grãos. Sendo assim, para maior confiabilidade dos dados da análise sensorial, outras análises complementares podem ser utilizadas.

2.4.1 Análises fisiológicas

Recentes pesquisas têm demonstrado uma relação entre a qualidade fisiológica e as análises sensoriais, de modo que grãos com alta qualidade fisiológicas apresentaram melhores qualidades sensoriais (OLIVEIRA, 2010; SAATH, 2010; TAVEIRA et al., 2012; FREITAS, 2013; ABREU, 2015). As condições da lavoura, operações de pós-colheita e as condições do armazenamento influenciam na qualidade de grãos de café, assim como também influenciam na qualidade das sementes, ou seja, nos atributos fisiológicos e em sua capacidade em germinar e formar uma nova planta. As alterações na qualidade fisiológica podem ser confirmadas por testes, como o de germinação, condutividade elétrica e lixiviação de potássio. (ABREU, 2015).

Os grãos com membranas danificadas e mal estruturas lixiviam maior quantidade de solutos e apresentam maiores índices de lixiviação de potássio e condutividade elétrica (KRZYZANOWSKY et al., 1991). O rompimento e a desorganização da membrana citoplasmática promovem o extravasamento dos ácidos graxos localizados no interior das células. O extravasamento desses solutos pode resultar em produtos prejudiciais à qualidade sensorial do café, pelas reações oxidativas ou catalíticas formadas (BORÉM, 2008).

Em pesquisas sobre as alterações na condutividade elétrica e lixiviação de potássio, durante o armazenamento de grãos de café, vários autores concluíram que ocorre maior deterioração das membranas celulares com o aumento do tempo de armazenamento, aumentando significativamente a quantidade de íons lixiviados (Rigueira et al., 2009; Nobre et al., 2007; Corrêa et al., 2003; Coelho et al., 2001; Silva et al., 2001; ABREU, 2015).

Saath (2010) observou que grãos de café apresentam altos valores de condutividade elétrica, após armazenamento de 12 meses, quando comparados às avaliações realizadas antes do armazenamento. Também observou que existe uma relação inversa entre os valores de condutividade elétrica e os valores da análise sensorial.

Avaliando a condutividade elétrica de grãos de café armazenados em pergaminho, Rigueira et al. (2009) observaram maiores valores de condutividade elétrica, após cinco meses de armazenamento, em temperatura de 25°C, enquanto grãos armazenados a 15°C apresentaram valores constantes. Os valores de potássio lixiviado foram significativamente menores dos grãos armazenados a 15°C, quando comparados à condição de armazenamento convencional, sem controle de temperatura.

2.4.2 Análise sensorial

Quando se ingere um alimento, a avaliação sensorial é realizada por meio da interação dos órgãos dos sentidos, principalmente gosto e olfato. O resultado dessa interação é uma sensação usada para medir a qualidade dos alimentos (PAIVA, 2005). Segundo Moraes (1993), as análises sensoriais são baseadas em respostas aos estímulos levados ao cérebro, por impulsos nervosos, quando se ingere um alimento. Nosso cérebro interpreta essas sensações, cujas dimensões são de gosto ou desgosto, qualidade, intensidade, extensão e duração.

Na análise de cafés especiais, cuidados devem ser tomados quanto à temperatura de preparo das bebidas, pois variações nos atributos qualitativos podem ocorrer, ressaltando ou anulando determinada característica (PAIVA, 2005). Os atributos são doçura, fragância/aroma, acidez, corpo, uniformidade, sabor, sabor residual, xícara limpa, balanço e impressão global.

Cafés finos são degustados sem a adição de açúcar e podem ser apreciados quanto à doçura. O amargor deve ser equilibrado ou leve, quando se apresenta forte, pode ser em consequência de uma torra exagerada. Já o aroma está relacionado à experiência e à prática do provador, principalmente quanto ao olfato, e pode variar de aromas suaves a intensos. São características de bons cafés o aroma perceptível, lembrando aromas florais, cítricos, frutados, dentre outros. A acidez é uma característica percebida nas laterais da língua e é desejável até certo ponto. O “corpo” da bebida é uma característica relacionada à sensação de preenchimento e à permanência na cavidade bucal do degustador; está relacionado à percepção de volume na boca, podendo variar de leve a encorpado. O sabor residual, como o próprio nome sugere, representa o sabor que permanece na boca, após a degustação da bebida. Em suma, o sabor do café é a sensação causada pela percepção dos compostos químicos da bebida (PAIVA, 2005).

Para identificar com precisão a qualidade da bebida do café, o provador precisa possuir habilidades olfativas e gustativas, diferenciando as características e nuances de cada bebida (ILLY, 2002). Quando as pessoas são utilizadas como instrumentos de medida, é necessário o controle dos métodos descritivos, assim como das influências externas que possam comprometer a precisão da análise, reduzindo a chance de erros (TEIXEIRA, 1995).

Atualmente, têm sido adotados métodos de análises sensoriais descritivas, pelas quais os provadores atribuem notas a cada atributo sensorial da bebida. Entre esses métodos, destaca-se o proposto pela Specialty Coffee Association (SCA). O protocolo da SCA estrutura-se em uma análise sensorial descritiva quantitativa da bebida, realizada por uma equipe de provadores treinados, que faz o uso da escala não estruturada de 0 a 10 cm, para a avaliação da fragrância

do pó, corpo da bebida, aroma, amargor, defeitos, sabor, sabor residual, adstringência (HOWELL, 1998).

2.5 Custo operacional do uso do resfriamento durante o armazenamento de cafés especiais

A análise econômica é indispensável na avaliação de novas tecnologias, pois o cafeicultor só adotará uma tecnologia se essa for viável economicamente. Dentro da análise econômica de uma nova tecnologia, devem-se considerar os ganhos líquidos que ela trará ao setor produtivo, assim como seu custo de armazenagem.

Na cafeicultura, é muito importante a análise dos custos de produção, pois permite uma avaliação técnica e econômica da empresa, para se conhecer os recursos mais importantes, assim como os onerosos e os necessários. Além disso, a análise econômica auxilia o cafeicultor na tomada de decisões, reduzindo as chances de erro e promovendo maior crescimento do seu negócio (FONTES, 2001).

De acordo com Andrade (1994), não é possível que o cafeicultor não tenha preocupações com seu custo de produção, pois ele exerce uma atividade altamente competitiva e de risco. Segundo o mesmo autor, o cafeicultor deve ter um perfil de empresário, não importando o tamanho do sua firma, mas, sim, sua eficiência. Os preços praticados, no seguimento dos cafés convencionais, sem diferenciação dos produtos, são praticados de acordo com a bolsa de mercadorias, como a *ICE futures* e a BM&F Bovespa, e os produtores são tomadores de preço, ou seja, somente conseguem aumentar sua margem de lucro se fizerem uma gestão eficiente dos recursos utilizados na produção. Por isso, a análise dos custos de produção é tão importante.

Em contrapartida, se o produtor adotar estratégias de diferenciação de seus produtos, representadas pela produção de cafés especiais, sua empresa pode alcançar maiores retornos econômicos. Isso é possível, pois ele estará produzindo um café com alto valor agregado, o que reduz a sensibilidade do preço do consumidor e permite que sua empresa pratique margens de lucro acima da média (PORTER, 1998).

Por exemplo, no concurso da qualidade chamado Cup of Excellence – Brazil, um lote de seis sacas originário da cidade de Patrocínio – MG, cerrado mineiro, foi vendida a R\$ 55.500,00 a saca de 60kg, no ano de 2017 (Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos, Apex, 2017). No ano de 2016, o lote campeão, na categoria cereja descascado, foi vendido em leilão por R\$ 18.921,67 a saca de 60 kg, café originário de Piatã – BA, na região da chapada diamantina (APEX, 2016).

O Cup of Excellence – Brazil é um concurso desenvolvido pela BSCA juntamente com a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos. Concursos de qualidade têm por objetivo promover internacionalmente os cafés brasileiros e posicionar o país como fornecedor de grãos de alta qualidade (BSCA, 2020). Os cafés premiados citados anteriormente foram os campeões, ou seja, os preços pagos por eles estão acima da média das demais sacas. Entretanto mostram que é possível o produtor atingir lucros expressivos.

Segundo Gonçalves (2018), no segmento de cafés especiais, é necessário que o produtor aloque os recursos disponíveis (capital, terra, mão de obra) e consiga repassar esses valores ao mercado no momento da negociação. A estratégia adotada deve refletir o produto final e justificar os investimentos realizados, no momento da venda dos lotes.

Nesse contexto, a refrigeração é uma técnica que permite a manutenção da qualidade dos grãos, ao longo do armazenamento, refletindo no produto final, que é a qualidade da bebida. A tecnologia surge como uma alternativa, para a manutenção da qualidade sensorial, reduzindo as perdas que são geradas, ao longo do armazenamento, sem controle das condições ambientais. Sendo assim, é necessário um estudo econômico para avaliar o custo da tecnologia e para investigar até que ponto é financeiramente vantajoso manter os grãos refrigerados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do experimento

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal de Lavras, Laboratório Central de Sementes (Departamento de Agricultura) e Laboratório de Ciências dos Alimentos (Departamento de Ciência de Alimentos) e na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, Laboratório de Pós-Colheita.

Foram realizados dois estudos, sendo o primeiro de análise técnica, para a avaliação da qualidade dos cafés armazenados, em ambiente refrigerado ou não refrigerado, e o segundo estudo de análise de viabilidade econômico-financeira do uso da refrigeração.

Os cafés utilizados, nos estudos de viabilidade técnica, foram fornecidos por três unidades produtoras, O'Coffee Fazenda Nossa Senhora Aparecida, da região da Alta Mogiana, cidade de Pedregulho (SP); Fazenda Samambaia, da região do Sul de Minas Gerais, cidade de Santo Antônio do Amparo; e Fazenda Alto Paranaíba States, da região do Alto Paranaíba, cidade de Patrocínio (MG); importantes regiões produtoras de café no Brasil. Para cada empresa produtora de café, foi realizado um estudo de caso separadamente.

Os cafés especiais do tipo natural, cereja descascado (CD) ou desmucilado, armazenados em condição refrigerada (13-15 °C) e em ambiente não controlado (temperatura ambiente) foram comparados, avaliando-se a qualidade sensorial e fisiológica. Parte do café natural e parte do café CD ou desmucilado foram beneficiadas, totalizando então quatro tipos diferentes: natural íntegro, natural beneficiado, CD (ou desmucilado) íntegro, CD (ou desmucilado) beneficiado. Os cafés foram armazenados, por período de um ano e, a cada três meses, foram retiradas amostras de cada tratamento, para serem submetidas à determinação do teor de água e à avaliação da qualidade, por meio das análises descritas no tópico 3.2.

Os cafés armazenados, em ambiente convencional, foram armazenados em galpões sem controle de umidade e temperatura, em sacos de juta empilhados em cima de paletes, simulando o armazenamento convencional. Já o café armazenado, em ambiente refrigerado, passou por duas etapas de resfriamento e foi armazenado em um ambiente com temperatura entre 13 °C e 15 °C.

Dos cafés fornecidos pelo primeiro produtor, o café natural apresentou pontuação inicial de 82,50 pontos e o cereja descascado e desmucilado (via úmida) pontuação inicial de 82,00 pontos. Do segundo produtor, o café natural apresentou pontuação inicial de 83,00 pontos e o cereja descascado 83,50 pontos. Já do terceiro produtor o café natural tinha 84,00 pontos e o

cereja descascado 83,50 pontos. A avaliação destes cafés foi realizada na origem, conforme apresentados nos Anexos B, C e D.

Sintetizando os tratamentos, os cafés das três unidades produtoras foram analisados quanto aos seguintes fatores: tipo de café (natural e CD ou desmucilado), beneficiamento (íntegro e beneficiado), temperatura ambiente (ambiente refrigerado, com 13-15 °C e ambiente natural sem controle de temperatura) e tempo de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 meses).

Paralelamente ao estudo de qualidade sensorial, foi realizado um estudo de viabilidade econômico-financeira do armazenamento refrigerado dos cafés especiais, submetidos aos diferentes processamentos, por período de um ano. Foram levantados os custos da refrigeração e os preços médios pagos pelas diferentes pontuações no mercado de café.

3.2 Análise técnica: avaliação da qualidade dos cafés

3.2.1 Análise sensorial

Os cafés recebidos dos produtores foram, novamente, submetidos à avaliação sensorial, no início da pesquisa. Isso foi feito, para que os resultados das análises, durante todo o período de armazenamento, fossem oriundas dos mesmos degustadores. A análise sensorial foi realizada na Sancoffee Cooperativa dos Produtores de Cafés Especiais de Santo Antônio do Amparo – Brazilian Estate Coffee Ltda, por três provadores treinados e certificados como *Q-grader*, utilizando o protocolo da Associação de Cafés Especiais (SCA). As análises foram realizadas, de acordo com a metodologia proposta por Lingle (2001), para a avaliação sensorial de cafés especiais, com atribuição de notas para fragrância/aroma, acidez, doçura, corpo, uniformidade, sabor, sabor residual, xícara limpa, balanço e impressão global. A torra utilizada foi moderadamente leve, com coloração correspondente a 58 pontos da escala Agtron, para o grão inteiro e 63 pontos, para o grão moído, com tolerância de ± 1 ponto.

A torra foi realizada em 100g de grãos de café, monitorando-se a temperatura para que o tempo de torração não fosse inferior a oito minutos ou superior a 12 minutos. Todas as amostras foram torradas com antecedência mínima de 12 horas à degustação. O resultado final da avaliação sensorial foi obtido, de acordo com a escala de pontuação da SCA, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Escala de classificação, baseada na nota final da análise sensorial, segundo protocolo da SCA.

Pontuação	Descrição especial	Classificação
90-100	Exemplar	<i>Specialty Rare</i> (Especial Raro)
85-89,99	Excelente	<i>Specialty Origin</i> (Especial Origin)
80-84,99	Muito bom	<i>Premium</i>
< 80	Abaixo da qualidade Specialty	Abaixo de <i>Premium</i>

Fonte: Classificação SCA – Faixas de qualidade.

Em cada avaliação sensorial, foram degustadas cinco xícaras de café representativas de cada amostra, realizando-se uma sessão de análise sensorial para cada repetição, totalizando três repetições por tratamento. Os resultados finais da avaliação sensorial foram constituídos pela soma de todos os atributos.

3.2.2 Avaliação fisiológica

Condutividade elétrica

A condutividade elétrica dos grãos crus foi determinada adaptando-se a metodologia proposta por Krzyzanowsky et al. (1991). Foram utilizados 50 grãos de cada parcela, os quais foram pesados com precisão de 0,001g e imersos em 75 ml de água destilada no interior de copos plásticos de 180 mL de capacidade. Os recipientes permaneceram em estufa regulada para 25°C, por cinco horas, procedendo-se à leitura da condutividade elétrica da solução de embebição, em aparelho Digimed CD-20. Com os dados obtidos, foi calculada a condutividade elétrica, expressando-se o resultado em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de grãos.

3.2.3 Delineamento estatístico

Produtores e tipos de processamento foram isolados, sendo utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2x5, com dois tipos de beneficiamento (beneficiado e íntegro), duas condições de armazenamento (refrigerado e ambiente sem controle de temperatura) e cinco tempos de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 meses), totalizando vinte tratamentos. Para as análises sensoriais, foram realizadas três repetições e para as análises de condutividade elétrica duas repetições.

3.3 Estudo econômico-financeiro

3.3.1 Obtenção dos dados

A presente pesquisa visa analisar a relação entre custos e benefícios de se armazenar cafés especiais em ambiente refrigerado. Para isso, utiliza-se a metodologia de estudo de caso. No estudo de caso realizado neste trabalho, avaliou-se o custo operacional da etapa de armazenamento de cafés especiais em ambiente refrigerado. Utilizando-se estudos de caso, é possível investigar as diferenças entre os insumos utilizados e os resultados alcançados entre os dois sistemas, armazenamento convencional e refrigerado.

Zelaya de Chévez (1998) enfatiza que o estudo de caso não pode ser considerado uma técnica que analisa o indivíduo em sua unicidade, mas é uma tentativa de abranger o tema que se está pesquisando. Alencar (1999) afirma que, quando a amostra não é estatística, o estudo de caso deve ser usado, pois o pesquisador pode realizar sua entrevista com maior profundidade.

Os dados foram coletados, por meio de entrevistas realizadas com as três unidades produtoras de café, O'Coffee Fazenda Nossa Senhora Aparecida, Fazenda Samambaia e Fazenda Alto Paranaíba States, considerando fatores que incorporam a quantidade de sacas de cafés especiais produzidas, o local do armazenamento, dimensões do galpão, tipo de sacaria, dentre outros.

A principal razão que motivou a escolha dessas três unidades produtoras foi a região a que elas pertencem, permitindo uma análise de cafés produzidos em regiões importantes no cenário da produção de cafés especiais do Brasil.

Além das unidades produtoras, o estudo de caso também foi utilizado para o levantamento do custo da refrigeração junto à Cool Seed Indústria e Comércio de Equipamentos Agrícolas Ltda., empresa fornecedora do equipamento de refrigeração, considerando aspectos como o custo inicial de aquisição do refrigerador e o consumo de energia elétrica.

O método de estudo de caso foi escolhido para realizar esta pesquisa por ser adequado à complexidade do caso apresentado, visto que foram coletados dados referentes às três unidades produtoras e à empresa fornecedora do equipamento de refrigeração. Além disso, este método mostrou-se adequado por considerar dados quantitativos reais oriundos dos participantes, o que fornece realidade à pesquisa e permite uma análise prática do objeto de estudo.

Segundo informações dos produtores e da empresa de refrigeração, o objetivo principal da possível mudança para o armazenamento refrigerado é agregar valor ao produto, permitindo maior retorno financeiro da atividade.

3.3.2 Estudo de caso econômico-financeiro

De acordo com as entrevistas realizadas, levantou-se o dado médio de estocagem de 10.500 sacas de 60 quilos de cafés especiais na safra anterior. Sendo assim, a análise econômica e o estudo de viabilidade do armazenamento refrigerado foram realizados para essa estimativa de estocagem.

Para esta quantidade armazenada, foi adotado como padrão um galpão com dimensões de 45 m X 15 m X 6 m, totalizando 4.050 m³, para armazenar essa quantidade de sacas e instalar o equipamento de refrigeração.

Considerando as entrevistas realizadas junto aos produtores e os inúmeros tipos de armazéns existentes, neste trabalho foi abordado apenas um padrão de infraestrutura: galpões com dimensões de 45 m X 15 m X 6 m, isolados termicamente, com capacidade de armazenar 10.500 sacas de 60 quilos.

Considerando que os produtores de cafés especiais já possuem seus armazéns, com dimensões e capacidade de armazenamento compatíveis ao padrão adotado neste estudo, seria necessário isolá-los termicamente e instalar os equipamentos indicados pela empresa fornecedora da tecnologia, para viabilizar a refrigeração. Portanto, os custos que incorporam esse estudo foram fornecidos pela empresa fabricante da tecnologia de refrigeração, com base nos dados de armazenagem coletados das entrevistas realizadas junto aos produtores.

3.3.3 Descrição e operacionalização das variáveis

A análise dos custos operacionais é importante, pois representa o desembolso monetário necessário por parte da empresa, para a sua recomposição, incluindo as depreciações dos recursos fixos e gastos com insumos (FONTES, 2001).

3.3.3.1 Custo Operacional Total

O custo operacional total é formado pelo custo operacional fixo (CopF), que correspondem à depreciação, e o custo operacional variável (CopV), constituído pelas despesas ao longo do processo produtivo. Sendo assim, pode-se obter o custo operacional total (CopT):

$$\mathbf{CopT = CopFT + CopVT}$$

Sendo:

CopT = custo operacional total.

CopF = custo operacional fixo total.

CopV = custo operacional variável total.

Custo operacional fixo (CopF)

O cálculo do custo operacional fixo do equipamento de refrigeração foi realizado pelo somatório dos custos necessários à operação que tem duração superior ao curto prazo, ou seja, ultrapassam um período agrícola. Incorporam-se ao CopF do equipamento o valor do bem novo, representado pela sigla Vn e o valor residual ou valor final do bem, representado pela sigla Vr. Além dos valores do bem, a vida útil do equipamento também é considerada no cálculo, representada pela sigla Vu.

De acordo com a teoria econômica, quando se trata de equipamentos como o objeto da pesquisa, deve-se considerar uma vida útil de 10 anos. Ao final desse ciclo, o equipamento esgotará seus recursos e será necessária a aquisição de um novo equipamento, sem ganhos com a venda no final da vida útil. Sendo assim, adotou-se também um valor residual zero.

A fórmula utilizada nos cálculos é dada por:

$$\mathbf{CoF = (Vn - Vr) / Vu}$$

Sendo:

CopF = custo operacional fixo.

Vn = valor do bem novo.

Vr = valor residual do bem.

Vu = Vida útil do bem.

3.3.3.2 Custo operacional variável (CopV)

O cálculo do custo operacional variável foi realizado pelo somatório dos custos necessários na operação que correspondem ao curto prazo, ou seja, não ultrapassam um período agrícola. A energia elétrica necessária para o funcionamento do equipamento incorpora-se a esse custo. O consumo de energia elétrica do equipamento foi fornecido pelo fabricante. Já o preço da energia foi levantado junto à Companhia Energética de Minas Geras – CEMIG em Janeiro de 2020, para a região em estudo (área agrícola).

Custos eventuais, como problemas no equipamento, troca de peças, assistência técnica e deslocamentos dos técnicos, também foram considerados no cálculo. De acordo com os dados do fabricante, alguns reparos são necessários, ao longo da safra agrícola, sendo adotado um valor médio anual.

3.3.3.3 Custo Médio (CMe)

O custo médio representa a divisão do custo desejado pela quantidade de produto produzida em um determinado ciclo estudado. O custo médio é importante nas comparações do bem. Sendo assim, foi realizado o cálculo do custo médio do armazenamento refrigerado por saca, levantado junto à empresa fornecedora do equipamento. Representa neste estudo o valor de uma saca armazenada.

3.3.3.3.1 Levantamento do preço pago às sacas de cafés especiais

Segundo a teoria econômica, um mercado pode ser classificado em: concorrência perfeita, concorrência monopolística, oligopólio e monopólio, dependendo de suas características. A produção rural se aproxima da concorrência perfeita, principalmente, porque os agentes são tomadores de preço, ou seja, sua oferta e demanda, isoladas, não são capazes de alterar o preço pelo grande número de agentes na cadeia produtiva (FONTES, 2001). Pode-se afirmar que os preços são determinados livremente pelo equilíbrio entre oferta e demanda, se o mercado for competitivo, como ocorre no mercado de cafés convencionais e que os compradores e os produtores poderão ter condições de estabelecer um preço, caso o mercado apresente algum desequilíbrio, como ocorre na oferta de cafés especiais.

Considerando esse contexto, os preços pagos pelas sacas foi levantado junto à fazenda Sertãozinho, localizada no município de Botelhos - MG, em parceria com a *Bourbon Specialty*

Coffees, empresa exportadora de cafés especiais, localizada em Poços de Caldas – MG. A fazenda Sertãozinho há 19 anos comercializa seus lotes de cafés especiais, de acordo com os preços médios pagos por faixa de pontuação.

Vale ressaltar que os valores pagos às sacas de cafés especiais podem alterar, de acordo com as características das bebidas, marketing do produto, o próprio desequilíbrio do mercado e outros fatores. Portanto, para fins práticos desta pesquisa, foram utilizados os referidos preços médios por faixa de pontuação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estudo técnico: análise sensorial

De acordo com a análise de variância dos resultados da avaliação sensorial, houve interação significativa dos fatores estudados, ou seja, beneficiamento, condições de armazenamento e períodos de armazenamento (ANEXO A), nos três estudos de caso realizados, ou seja, para os cafés especiais dos três produtores. Os resultados dos estudos de caso serão apresentados separadamente.

4.1.1 Produtor 1: O'Coffee Fazenda Nossa Senhora Aparecida

Dos resultados da análise sensorial dos cafés do produtor 1 (FIGURA 1 e TABELA 3), observa-se uma redução da pontuação e, conseqüentemente, da qualidade da bebida, ao longo do armazenamento dos grãos dos cafés, tanto dos naturais como dos desmucilados. Entretanto, no armazenamento em ambiente refrigerado, essa redução é menos drástica que em ambiente sem controle de temperatura.

Para o café natural (FIGURA 1A), nota-se que a refrigeração foi benéfica, para a manutenção da pontuação e da qualidade sensorial do café beneficiado ou não beneficiado (em coco), apesar de apresentarem uma pequena redução da pontuação, ao longo dos 12 meses de armazenamento. Observa-se que os grãos beneficiados, armazenados sob refrigeração, apresentaram uma pequena redução da qualidade sensorial, de 84,66 pontos, no início do armazenamento, para 83,83 ao final dos 12 meses (TABELA 3). A pontuação de 83,83, no final do período, apresentou-se como a segunda melhor média no período estudado (0,3,6,9 e 12 meses), sendo menor apenas que a pontuação do início do armazenamento. Já os grãos beneficiados armazenados sob condição ambiente (próximo a 25°) apresentaram 84,00 pontos, no início do armazenamento, reduzindo para 80,50, no final dos 12 meses, sendo a última a pior média no período estudado. Sendo assim, a redução da pontuação foi maior nos grãos armazenados, na condição ambiente, em detrimento dos grãos armazenados sob refrigeração.

Também foi analisada a qualidade sensorial dos grãos armazenados na forma íntegra (em coco) e observou-se uma redução de 85,66 pontos, na primeira avaliação, para 84,16 pontos, ao final dos 12 meses. Entretanto os grãos armazenados sob condição ambiente passaram de 83,33 pontos para 80,00 pontos ao final dos 12 meses. Portanto, muito embora todos os cafés tenham sofrido uma redução na qualidade, durante o período de armazenamento,

aqueles armazenados em coco sob refrigeração apresentaram uma redução menor na qualidade sensorial que os grãos armazenados na condição ambiente.

Figura 1 - Pontuação final, ao longo do período de armazenamento, na análise sensorial do café natural (A) e desmucilado (B), íntegro ou beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 1 (O'Coffee Fazenda Nossa Senhora Aparecida).

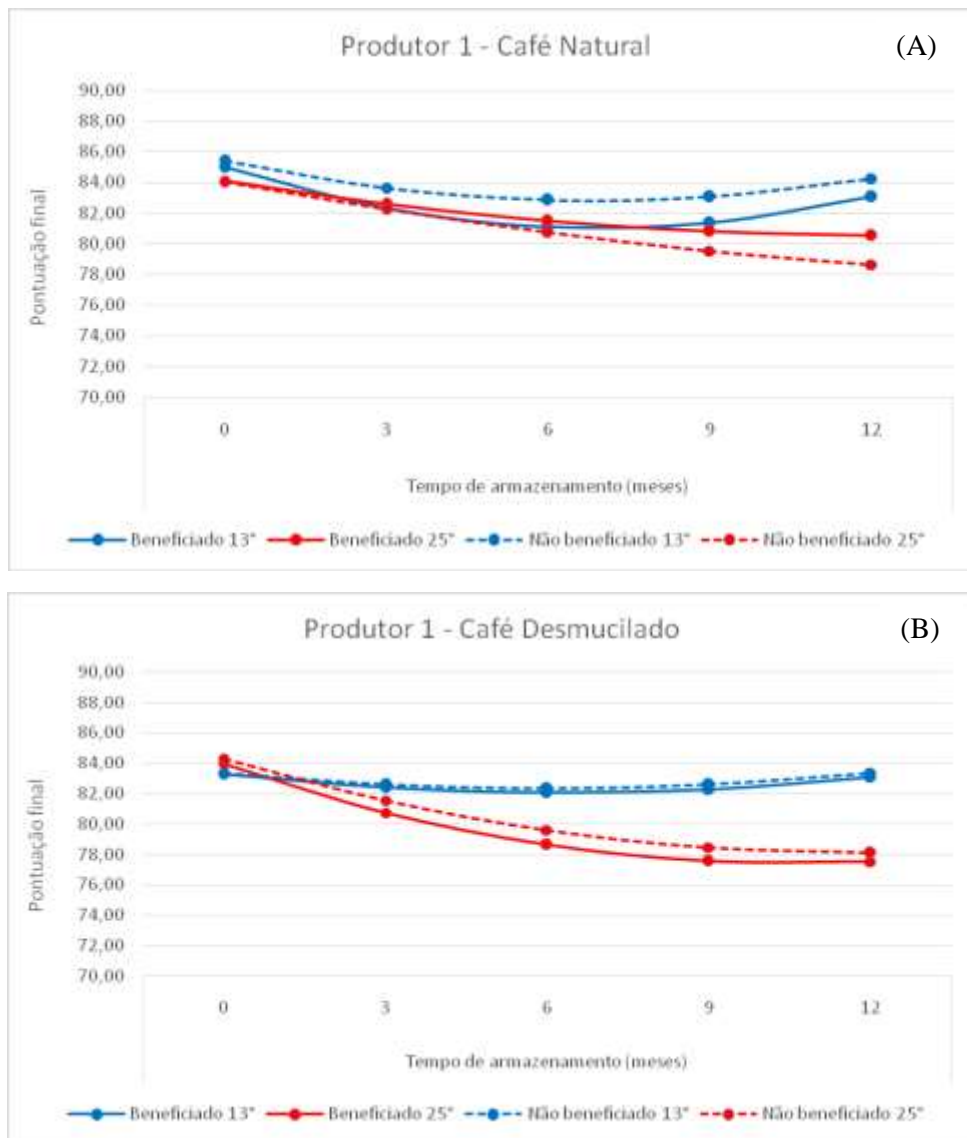


Tabela 2 – Equações das regressões: pontuação final na análise sensorial do café natural (A) e desmucilado (B), íntegro ou beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 1 (O’Coffee Fazenda Nossa Senhora Aparecida).

Fazenda Nossa Senhora Aparecida – Natural (A)		
Beneficiado 13°C	$y = 89,10 - 4,84x + 0,72x^2$	$R^2 = 58,98\%$
Beneficiado 25°C	$y = 86,10 - 2,18x + 0,21x^2$	$R^2 = 95,03\%$
Íntegro 13°C	$y = 88,10 - 3,21x + 0,49x^2$	$R^2 = 78,41\%$
Íntegro 25°C	$y = 86,17 - 2,28x + 0,15x^2$	$R^2 = 50,74\%$
Fazenda Nossa Senhora Aparecida – Desmucilado (B)		
Beneficiado 13°C	$y = 84,66 - 1,69x + 0,27x^2$	$R^2 = 15,16\%$
Beneficiado 25°C	$y = 88,13 - 4,74x + 0,52x^2$	$R^2 = 77,59\%$
Íntegro 13°C	$y = 84,66 - 1,57x + 0,26x^2$	$R^2 = 75,16\%$
Íntegro 25°C	$y = 87,80 - 3,91x + 0,39x^2$	$R^2 = 60,05\%$

Fonte: Do autor.

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados das avaliações sensoriais, em que são comparados os efeitos dos dois ambientes de armazenagem e da forma como os grãos foram armazenados, se na forma íntegra ou beneficiados. Tanto para o café natural como para o desmucilado, observa-se o benefício da armazenagem em ambiente refrigerado, principalmente com o avanço do tempo de armazenamento. Observou-se que, a partir do sexto mês de armazenamento, os cafés armazenados refrigerados apresentaram maior pontuação, independentemente do tipo de processamento e do beneficiamento. No entanto os cafés desmucilados armazenados, na condição ambiente, perderam a condição de cafés especiais, ao final do período de armazenamento, com pontuação de 78,50 para os armazenados beneficiados e 79,33 para os não beneficiados. Já o café natural, armazenados na forma íntegra ou beneficiada, ainda apresentaram pontuação de cafés especiais ao final do armazenamento.

Tabela 3 - Pontuação final na análise sensorial do café natural, do produtor 1 (O'Coffee Fazenda Nossa Senhora Aparecida), em função da temperatura de armazenamento e tipo de beneficiamento.

Produtor 1 – Café Natural			
Tempo de Armazenamento (meses)	Temperatura de Armazenamento	Beneficiamento	
		Beneficiado	Não beneficiado
0	13°C	84,66 Ba	85,66 Aa
	25°C	84,00 Aa	83,33 Ab
3	13°C	82,50 Aa	82,83 Aa
	25°C	83,00 Aa	83,00 Aa
6	13°C	82,50 Ba	83,50 Aa
	25°C	81,00 Bb	82,66 Ab
9	13°C	79,33 Bb	83,00 Aa
	25°C	81,00 Aa	76,16 Bb
12	13°C	83,83 Aa	84,16 Aa
	25°C	80,50 Ab	80,00 Ab
Produtor 1 - Café Desmucilado			
0	13°C	82,83 Aa	83,33 Aa
	25°C	83,16 Aa	83,50 Aa
3	13°C	82,83 Aa	82,50 Aa
	25°C	82,00 Aa	82,66 Aa
6	13°C	83,16 Aa	82,66 Aa
	25°C	79,33 Bb	81,00 Ab
9	13°C	80,33 Ba	82,16 Aa
	25°C	75,33 Ab	75,50 Ab
12	13°C	83,83 Aa	83,50 Aa
	25°C	78,50 Ab	79,33 Ab

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Ainda na Tabela 3, verifica-se que o beneficiamento do café Natural proporcionou uma queda na pontuação final, em relação aos grãos armazenados na forma íntegra, principalmente, no sexto mês de armazenamento, tanto em ambiente não refrigerado como sob temperatura de 13°C. Já para o café Desmucilado, redução significativa na pontuação do café armazenado, após beneficiamento, ocorreu no sexto mês em ambiente não controlado e no nono mês, em ambiente

refrigerado, indicando uma interação entre o beneficiamento e a temperatura de armazenamento dos grãos de café.

Comparando-se o efeito da temperatura, em cada período de armazenamento, observa-se uma vantagem do uso da refrigeração, a partir do sexto mês, para ambas as formas, em que o café Natural foi armazenado, com os grãos íntegros (em coco) ou beneficiados. Esse mesmo comportamento foi apresentado pelo café Desmucilado do primeiro produtor.

4.1.2 Produtor 2: Fazenda Samambaia

Em relação aos cafés oriundos do segundo produtor, observa-se também que ocorreu redução na qualidade sensorial, tanto do café natural como do cereja descascado, independentemente do ambiente, em que foram armazenados, por período de um ano. No entanto observa-se queda mais acentuada na qualidade, quando o armazenamento foi realizado em ambiente sem controle de temperatura (FIGURA 2 e TABELA 5). Os grãos de café natural, beneficiados e armazenados sob refrigeração, apresentaram pontuação de 85,83, no início do armazenamento, reduzindo para 84,33 pontos, ao final dos 12 meses. Já esse mesmo café, quando armazenado na condição de ambiente não controlado, apresentou maior redução da qualidade sensorial, passando de pontuação de 84,66, no início do armazenamento, para 81,16 no final dos 12 meses. Deste modo, os grãos beneficiados e armazenados sob refrigeração do segundo produtor também apresentaram uma redução da qualidade sensorial, entretanto uma redução menor que os grãos beneficiados armazenados na condição ambiente.

Foi observado maior efeito benéfico da refrigeração, no armazenamento dos cafés na forma íntegra, em coco. Esses grãos armazenados sob refrigeração, praticamente não apresentaram redução da qualidade sensorial, passando de 85,00 pontos, no início do armazenamento, para 84,66 pontos, ao final dos 12 meses. Já os grãos armazenados na condição ambiente apresentaram uma redução acentuada na qualidade sensorial, passando de 84,66 pontos, no início do armazenamento, para 77,50, pontos ao final dos 12 meses, não podendo, portanto serem comercializados como cafés especiais.

Figura 2 - Pontuação final, ao longo do armazenamento, na análise sensorial do café natural (A) e desmucilado (B), íntegro ou beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 2 (Fazenda Samambaia).

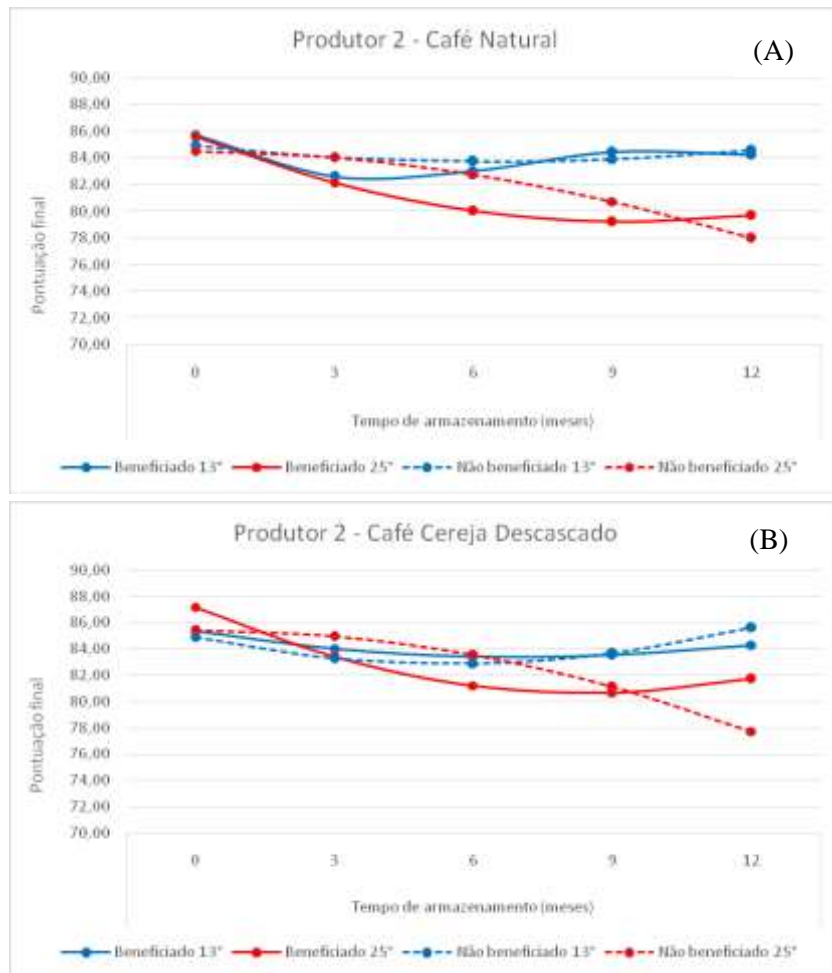


Tabela 4 – Equações das regressões: pontuação final na análise sensorial do café natural (A) e desmucilado (B), íntegro ou beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 2 (Fazenda Samambaia).

Fazenda Samambaia Natural		
Beneficiado 13°C	$y = 95,00 - 13,20x + 4,36x^2 - 0,43x^3$	$R^2 = 88,43\%$
Beneficiado 25°C	$y = 90,36 - 5,41x + 0,65x^2$	$R^2 = 58,28\%$
Íntegro 13°C	$y = 86,230 - 1,58x + 0,25x^2$	$R^2 = 57,43\%$
Íntegro 25°C	$y = 84,23 + 0,65x - 0,38x^2$	$R^2 = 91,46\%$
Fazenda Samambaia Cereja Descascado		
Beneficiado 13°C	$y = 87,43 - 2,41x + 0,36x^2$	$R^2 = 73,20\%$
Beneficiado 25°C	$y = 92,60 - 6,22x + 0,81x^2$	$R^2 = 71,11\%$
Íntegro 13°C	$y = 87,60 - 3,32x + 0,58x^2$	$R^2 = 68,20\%$
Íntegro 25°C	$y = 84,87 + 1,01x - 0,34x^2$	$R^2 = 89,56\%$

Fonte: Do autor.

Os efeitos do beneficiamento e do ambiente de armazenamento sobre a qualidade dos cafés do produtor 2 foram analisados, e os resultados constam da Tabela 5. Observa-se uma redução da qualidade sensorial dos grãos Cereja Descascado beneficiados e armazenados sob refrigeração, apresentando 85,66 pontos, no início do armazenamento e 84,00 pontos, ao final de 12 meses. Já os grãos armazenados na condição ambiente apresentaram 86,50 pontos, no início do armazenamento e 82,83 pontos, ao final de 12 meses. Sendo assim, os grãos beneficiados armazenados sob refrigeração apresentaram uma redução da qualidade sensorial, entretanto essa redução foi menor que os grãos armazenados na condição ambiente.

Em relação ao café Cereja Descascado armazenados na forma íntegra (em pergaminho), não houve redução na qualidade sensorial dos grãos submetidos à refrigeração, apresentando 85,00, pontos no início do armazenamento e 85,83, no final dos 12 meses. Já nos grãos armazenados na condição ambiente, houve uma acentuada redução da qualidade sensorial, passando de 86,00 pontos, no período inicial para 77,00 pontos, ao final de 12 meses.

Verifica-se também (TABELA 5) que houve efeito significativo da temperatura, com diferença significativa entre as pontuações do café Natural armazenado, após beneficiamento, em todos os períodos de avaliação. Já quando os cafés foram armazenados na forma íntegra (em coco), este efeito ocorreu, a partir do sexto mês de armazenamento. Já para o Café Cereja Descascado, as diferenças quanto à temperatura de armazenamento foram observadas, no nono mês, para os cafés armazenados, após beneficiamento e, na última época, para os armazenados na forma íntegra (em pergaminho).

Tabela 5 - Pontuação final na análise sensorial do café natural, do produtor 2 (Fazenda Samanbaia), em função da temperatura de armazenamento e tipo de beneficiamento.

(Continua)

Produtor 2 – Café Natural			
Tempo de armazenamento (meses)	Temperatura de armazenamento	Beneficiamento	
		Beneficiado	Não beneficiado
0	13°C	85,83 Aa	85,00 Aa
	25°C	84,66 Ab	84,66 Aa
3	13°C	82,16 Bb	83,66 Aa
	25°C	83,50 Aa	84,00 Aa
6	13°C	83,66 Aa	84,33 Aa
	25°C	81,66 Ab	81,83Ab

Tabela 5 - Pontuação final na análise sensorial do café natural, do produtor 2 (Fazenda Samanbaia), em função da temperatura de armazenamento e tipo de beneficiamento.

(Conclusão)

Tempo de armazenamento (meses)	Temperatura de armazenamento	Beneficiamento	
		Beneficiado	Não beneficiado
9	13°C	84,00 Aa	83,50 Aa
	25°C	75,66 Bb	82,00 Ab
12	13°C	84,33 Aa	84,66 Aa
	25°C	81,16 Ab	77,50 Bb
Produtor 2 – Café Cereja Descascado			
0	13°C	85,66 Aa	85,00 Aa
	25°C	86,50 Aa	86,00 Aa
3	13°C	83,50 Aa	82,66 Aa
	25°C	84,33 Aa	83,83 Aa
6	13°C	83,33 Aa	84,00 Aa
	25°C	82,50 Aa	83,16 Aa
9	13°C	84,16 Aa	82,83 Ba
	25°C	78,00 Bb	82,66 Aa
12	13°C	84,00 Ba	85,83 Aa
	25°C	82,83 Aa	77,00 Bb

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4.1.3 Produtor 3: Fazenda Alto Paranaíba States

Os cafés recebidos da Fazenda Alto Paranaíba States apresentaram as maiores pontuações, no início do armazenamento, tendo o natural acima de 88 pontos e o CD acima de 87 pontos (TABELA 7). O comportamento desses cafés, durante o armazenamento em ambiente refrigerado ou sem controle de temperatura, seja beneficiado ou na forma íntegra, foi semelhante aos cafés especiais de menores pontuações, recebidos dos produtores 1 e 2. Observa-se que, no café natural beneficiado, os grãos armazenados na condição refrigerada apresentaram uma pontuação inicial de 84,16 pontos para o início e 85,50 pontos ao final de 12 meses, sendo a última pontuação maior que as demais, não perdendo a qualidade, ao longo do armazenamento. Já os grãos naturais beneficiados, armazenados na condição do ambiente,

apresentaram uma pontuação de 88,66 pontos no início e 82,00 pontos ao final dos 12 meses, reduzindo sua qualidade. Esse resultado demonstra que o armazenamento sob refrigeração propicia a manutenção da qualidade sensorial dos cafés, sendo que a conservação é melhor em cafés de maiores pontuações.

Também foram observados efeitos benéficos da redução da temperatura, no café natural armazenado na forma íntegra, em coco. Nesses cafés, observa-se que os grãos armazenados na condição refrigerada apresentaram uma pontuação de 88,83 pontos, no início do armazenamento e 87,50, ao final dos 12 meses, apresentando uma pequena queda na pontuação. Já os grãos desse mesmo tipo, armazenados na condição ambiente, apresentaram uma pontuação de 88,00 pontos no início e 80,16 pontos, ao final de 12 meses, reduzindo acentuadamente sua qualidade sensorial.

Figura 3 - Pontuação final, ao longo do armazenamento, na análise sensorial do café natural (A) e desmucilado (B), íntegro ou beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 3 (Fazenda Alto Paranaíba).

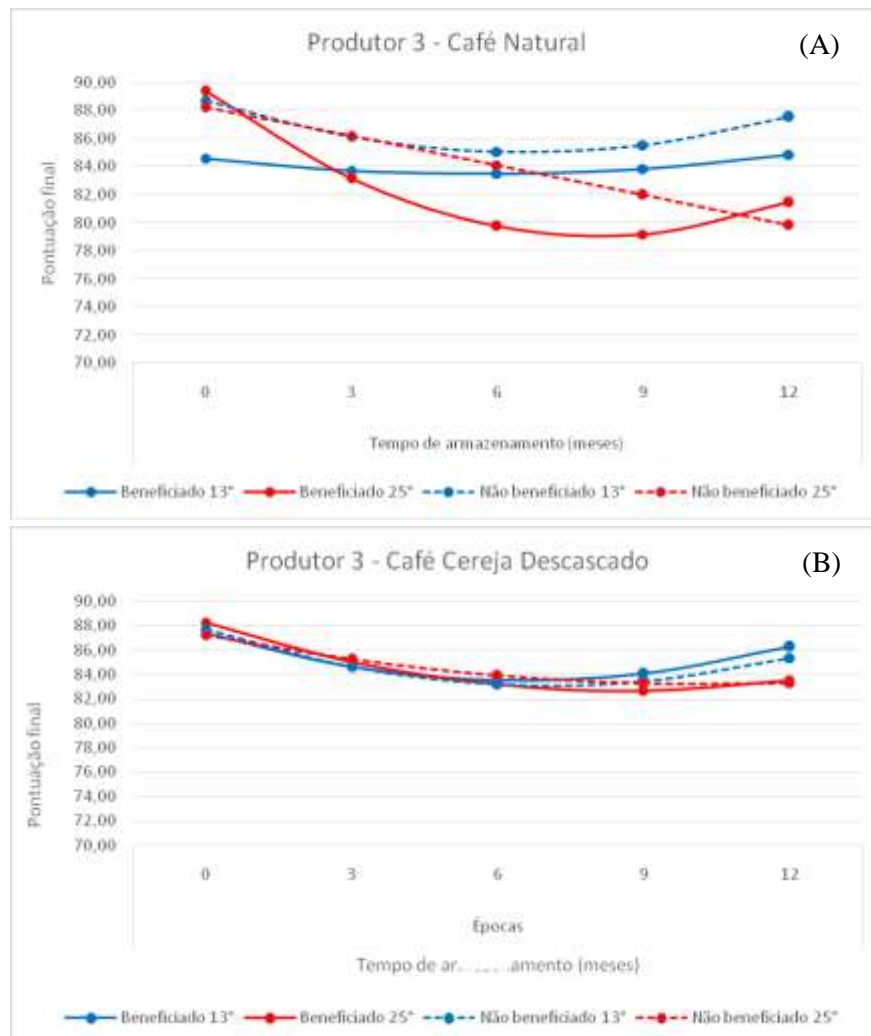


Tabela 6 – Equações das regressões: pontuação final na análise sensorial do café natural (A) e desmucilado (B), íntegro ou beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 3 (Fazenda Alto Paranaíba).

Fazenda Alto Paranaíba – Natural (A)		
Beneficiado 13°C	$y = 86,06 - 1,79x + 0,31x^2$	$R^2 = 26,94\%$
Beneficiado 25°C	$y = 98,43 - 10,48x + 1,41x^2$	$R^2 = 93,98\%$
Íntegro 13°C	$y = 92,83 - 4,87x + 0,76x^2$	$R^2 = 98,12\%$
Íntegro 25°C	$y = 90,20 - 1,95x - 0,02x^2$	$R^2 = 97,58\%$
Fazenda Alto Paranaíba - Cereja Descascado (B)		
Beneficiado 13°C	$y = 91,77 - 5,21x + 0,82x^2$	$R^2 = 99,19\%$
Beneficiado 25°C	$y = 92,83 - 5,24x + 0,68x^2$	$R^2 = 96,01\%$
Íntegro 13°C	$y = 92,50 - 5,60x + 0,83x^2$	$R^2 = 98,12\%$
Íntegro 25°C	$y = 89,96 - 3,05x + 0,34x^2$	$R^2 = 98,78\%$

Fonte: Do autor.

Os efeitos do beneficiamento e do ambiente de armazenamento sobre a qualidade dos cafés do produtor 3 foram analisados e os resultados constam da Tabela 7.

Tabela 7 - Pontuação final na análise sensorial do café natural, do produtor 3 (Fazenda Nossa Senhora Aparecida), em função da temperatura de armazenamento e tipo de beneficiamento.

(Continua)

Produtor 3 – Café Natural			
Tempo de armazenamento (meses)	Temperatura de armazenamento	Beneficiamento	
		Beneficiado	Não beneficiado
0	13°C	84,16 Bb	88,83 Aa
	25°C	88,66 Aa	88,00 Aa
3	13°C	84,33 Ba	85,83 Aa
	25°C	84,66 Ba	86,50 Aa
6	13°C	84,16 Ba	85,33 Aa
	25°C	79,33 Bb	84,50 Aa
9	13°C	82,33 Ba	85,50 Aa
	25°C	78,16 Bb	81,16 Ab
12	13°C	85,50 Ba	87,50 Aa
	25°C	82,00 Ab	80,16 Bb

Tabela 7 - Pontuação final na análise sensorial do café natural, do produtor 3 (Fazenda Nossa Senhora Aparecida), em função da temperatura de armazenamento e tipo de beneficiamento.

(Conclusão)

Tempo de armazenamento (meses)	Temperatura de armazenamento	Beneficiamento	
		Beneficiado	Não beneficiado
Produtor 3 – Café Cereja Descascado			
0	13°C	87,33 Aa	88,00 Aa
	25°C	88,33 Aa	87,16 Aa
3	13°C	84,66 Aa	84,00 Ab
	25°C	84,66 Aa	85,50 Aa
6	13°C	83,66 Aa	83,50 Aa
	25°C	83,83 Aa	83,66 Aa
9	13°C	83,83 Aa	83,66 Aa
	25°C	82,16 Ab	83,33 Aa
12	13°C	86,33 Aa	85,16 Aa
	25°C	83,66 Ab	83,33 Ab

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Também foram observados efeitos benéficos da redução da temperatura, no café Cereja Descascado, armazenados na forma íntegra (em pergaminho). Nestes cafés, armazenados sob refrigeração, a pontuação passou de 88,00 pontos, na primeira avaliação, no início do armazenamento, para 85,16 pontos, no final dos 12 meses. Já os cafés armazenados na condição ambiente apresentaram uma redução maior na pontuação, passando de 87,16 pontos, no início do armazenamento, para 83,33 pontos, ao final dos 12 meses, sendo a pior média no período estudado. Em relação ao café Cereja Descascado, os grãos beneficiados armazenados sob refrigeração também apresentaram pequena redução da pontuação, ao longo do armazenamento, indicando uma pontuação inicial de 87,33 pontos, no início, para 86,33 pontos ao final dos 12 meses. Já os armazenados na condição ambiente (25°) apresentaram uma pontuação de 88,33 pontos, no início do armazenamento e 83,66 pontos, ao final dos 12 meses de armazenamento. Esse resultado demonstra que o armazenamento sob refrigeração propicia manutenção da qualidade sensorial dos cafés cereja descascados beneficiados.

De acordo com esses resultados, fica demonstrado que o armazenamento refrigerado proporcionou a manutenção da qualidade sensorial dos grãos Naturais beneficiados do primeiro

e terceiro produtor, apresentando uma pequena redução para os grãos do primeiro produtor. Com a redução da temperatura do ambiente de armazenamento, essa queda na qualidade dos cafés especiais é menor que os grãos armazenados, em condição ambiente, sem controle de temperatura.

Em relação aos grãos armazenados na forma íntegra, em coco ou em pergaminho, observou-se também uma redução da qualidade sensorial ao longo do período de um ano. Entretanto, em todos os cafés, a redução foi menor, quando armazenados sob refrigeração que na condição ambiente, sem controle de temperatura. Esses resultados corroboram com outras pesquisas, nas quais também foi constatado que a refrigeração do ambiente de armazenamento é benéfica para a manutenção da qualidade sensorial dos grãos de café (RIGUEIRA et al., 2009; ROSA et al., 2013; ABREU, 2015).

ABREU (2015) observou, em suas pesquisas, que grãos armazenados em pergaminho tendem a manter a classificação de cafés especiais, quando armazenados sob refrigeração, até os oito meses de armazenamento. Isso indica que ocorreu a manutenção da qualidade sensorial dos grãos armazenados em pergaminho por um período maior, em detrimento dos grãos armazenados beneficiados. No presente estudo, os resultados da avaliação sensorial também comprovaram as vantagens do armazenamento dos cafés na forma íntegra, tanto o café natural como os descascados. Os dados desta pesquisa corroboram com esses resultados.

4.2 Estudo técnico: Condutividade elétrica

Para esta variável resposta, foi também verificada uma interação significativa dos três fatores analisados, beneficiamento, temperatura e tempo de armazenamento, para o café Natural e os cafés Cereja Descascado ou Desmucilado, dos três produtores. Na Figura 4, estão representados os efeitos destes fatores sobre a condutividade elétrica dos grãos, em que se observa aumento dos valores, com o avanço do período de armazenamento, período no qual ocorreu redução da qualidade sensorial dos cafés analisados.

No entanto não fica claro que esses efeitos negativos, nos sistemas de membranas dos grãos de café, os quais refletem maior lixiviação de solutos, no teste de condutividade elétrica, são maiores, quando os grãos de café são armazenados na forma beneficiada, em relação à forma íntegra e, também, quando são armazenados em temperatura mais elevada, comparado ao armazenamento refrigerado. Não se observou, portanto uma consistência dos resultados da condutividade elétrica, em relação aos efeitos do armazenamento sob refrigeração ou do armazenamento dos grãos na forma beneficiado ou íntegra, sobre a qualidade sensorial.

Prete (1992) observou, em suas pesquisas, uma correlação inversa entre a qualidade de bebida e os valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio, determinada nos exsudatos de grãos crus. Outros trabalhos detectaram alterações, nos valores de lixiviação de potássio e condutividade elétrica, ao longo do armazenamento, sendo que ocorreu uma maior deterioração das membranas ao longo do tempo de armazenagem (NOBRE et al., 2007; RIGUEIRA et al., 2009; RODRIGUES, 2009; SAATH et al., 2012; ABREU, 2015).

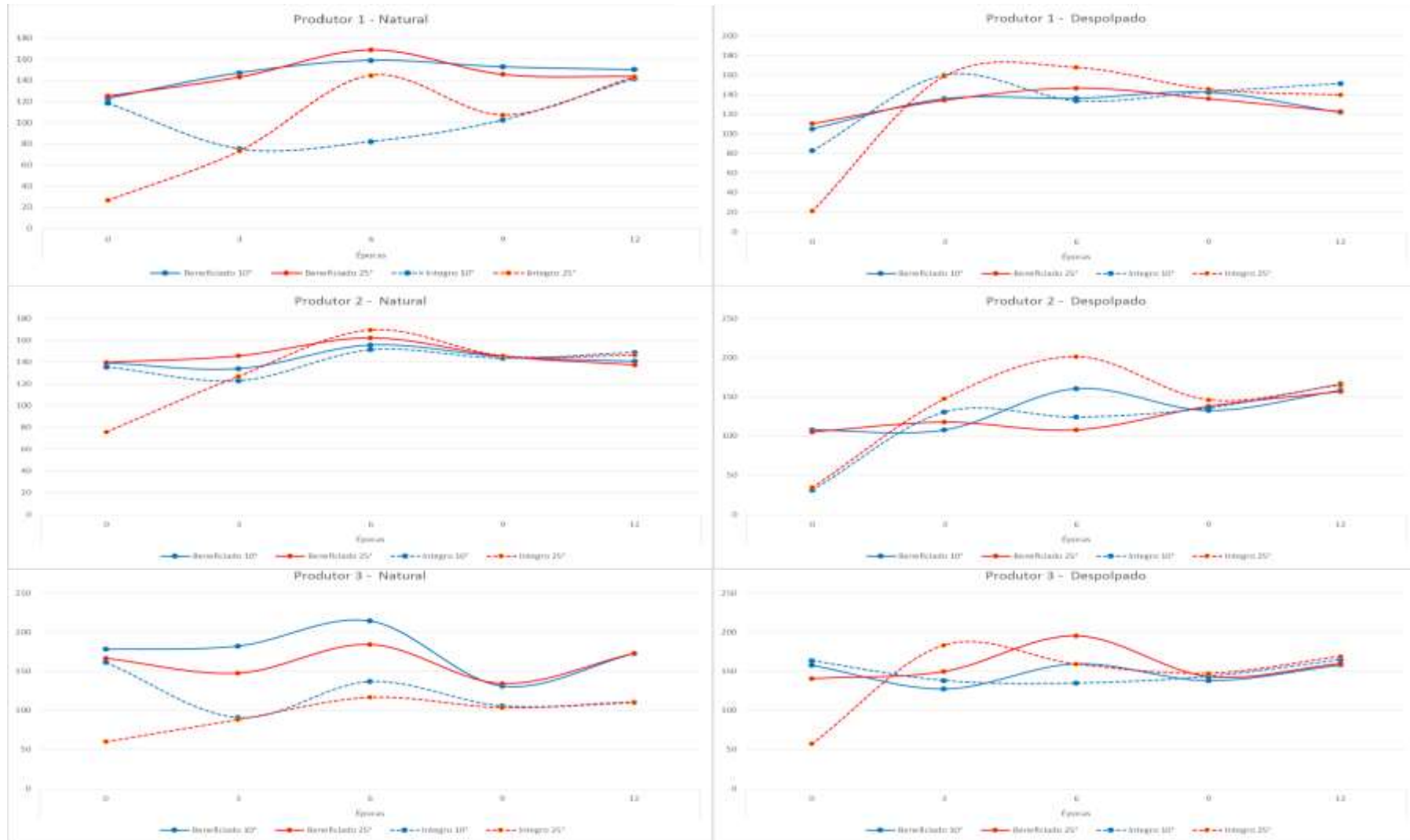
Apesar das pesquisas indicarem uma relação entre a qualidade sensorial e os valores de condutividade elétrica, nesta pesquisa, não se observou correlação entre a qualidade sensorial e os valores de condutividade elétrica, tampouco os efeitos benéficos da refrigeração nos valores de condutividade elétrica. Esses resultados corroboram com os estudos de Favarim et al. (2004) que também não constataram relação entre a qualidade sensorial e o teste de condutividade elétrica.

MALTA et al. (2005) determinaram que a presença de grãos defeituosos podem influenciar de maneira significativa nas determinações de condutividade elétrica e lixiviação de potássio de exsudatos de grãos. Sendo assim, o teste de condutividade elétrica pode ser influenciado por inúmeros fatores, e os resultados desta pesquisa não demonstraram uma relação entre a qualidade sensorial e os testes de condutividade elétrica.

Figura 4 - Valores de condutividade elétrica do café natural (A) e desmucilado (B), íntegro ou beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, dos 3 produtores.

(A)

(B)



Observa-se que os grãos naturais beneficiados apresentam maiores valores de condutividade elétrica, em relação aos grãos não beneficiados, para os produtores 1 e 3, em ambas as temperaturas de armazenagem. Esse fato pode ser explicado de os grãos beneficiados estarem mais sujeitos aos danos mecânicos sofridos no processo de beneficiamento, em comparação com os grãos não beneficiados.

4.3 Estudo econômico-financeiro

4.3.1 Levantamento dos custos

4.3.1.1 Custos Operacionais

Na simulação dos custos operacionais foram consideradas as condições estabelecidas no Anexo E, de 630 toneladas ou 10.500 sacas de 60 Kg de café, um armazém de 675 m² e altura de 6 m, temperatura média local de 28 °C e temperatura de resfriamento de 15°C. Para estas condições, segundo a empresa fornecedora do equipamento de refrigeração, para manter o café resfriado em temperatura de 15°C, são indicadas duas etapas do processo: o resfriamento dinâmico, realizado durante a operação de ensaque, antes da entrada dos grãos no armazém; e a climatização, que corresponde à injeção de ar frio no ambiente, para a manutenção da temperatura de 15°C. Além disso, considerou-se que a temperatura da massa de grãos era de 28 °C, antes do início do resfriamento dinâmico.

Considerando essas condições, foram estimados os cálculos de cada variável que compõe o custo total da refrigeração.

4.3.1.2 Custo operacional fixo – Equipamento (CopF)

Para o resfriamento prévio, ou resfriamento dinâmico, é necessária a utilização de um equipamento GCH 10, um SRF 05 e acessórios de ligação (Anexo E). Para a climatização do ambiente, é necessária a utilização de um CLM 10. O custo de todos esses equipamentos, de acordo com o fornecedor, é de R\$ 260.000,00.

Considerando a vida útil do equipamento de 10 anos e o valor residual como zero, a seguinte equação foi utilizada no cálculo do custo operacional fixo.

$$\text{CoFT} = \frac{(\text{R\$ } 260.000,00 - 0)}{10} = \text{R\$ } 26.000,00 \text{ ao ano ou R\$ } 2.166,67 \text{ ao mês.}$$

Também foram estimados os cálculos, para cada período de armazenamento e cada época de análise da qualidade do café, para fins comparativos, conforme Tabela 8.

Tabela 8 – Cálculo do custo operacional fixo ao longo do período de armazenamento.

Meses	CopF
0	R\$ 2.166,67
3	R\$ 6.500,00
6	R\$ 13.000,00
9	R\$ 19.500,00
12	R\$ 26.000,00

4.3.1.3 Custo operacional variável – Equipamento (CopV)

a) Custo com mão de obra e reparos

São consideradas as despesas com a troca de peças do equipamento, assistência técnica, o deslocamento de técnicos e demais custos adicionais podem surgir ao longo da safra agrícola. Sendo assim, foi fixado um valor padrão de R\$ 2.000,00 ao ano para eventuais reparos.

Tabela 9 - Cálculo do custo com mão de obra e reparos, que incorporam o custo variável total, ao longo do período de armazenamento.

Meses	CopV - MR
0	R\$ 166,67
3	R\$ 500,00
6	R\$ 1.000,00
9	R\$ 1.500,00
12	R\$ 2.000,00

b) Custo do resfriamento dinâmico

Para o resfriamento dinâmico, considerando o funcionamento diário do equipamento de oito horas, são necessários 26 dias para se resfriar 10.500 sacas de café de 60 quilos (Anexo E). O consumo de energia elétrica do equipamento é de 16,70 Quilowatts por hora (KW/h). O preço da energia elétrica utilizado no cálculo foi de R\$ 0,50 por KW/h, obtido junto à Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, para a zona rural. Vale ressaltar que esse valor é consideravelmente menor quando comparado à zona urbana.

$$\text{CopVT} = 26 \text{ (dias)} * 8 \text{ (horas/dia)} * 16,70 \text{ (kw/hora)} * 0,50 \text{ (reais/Kw)} = \text{R\$ } 1.736,80.$$

Tabela 10 - Custo da etapa do resfriamento dinâmico, de acordo com os dados fornecidos pela empresa.

CopV - Resfriamento Dinâmico	
Dias	26
Horas/Dia	8
Quilowatt/hora	16,70
Energia R\$ /KWh	0,50
Total (R\$)	1.736,80

c) Custo da climatização

Em se tratando do CopV da climatização, os gastos são mais elevados, pois nessa etapa do processo, é necessário manter o ambiente em temperatura máxima de 15 °C, ao longo de todo o período de armazenamento sob refrigeração, na safra agrícola. O equipamento injeta ar frio dentro do galpão de armazenamento, mantendo a temperatura desejável da massa de grãos.

De acordo com a empresa fornecedora do equipamento de refrigeração, seria necessário o modelo CLM 10, o consumo de energia elétrica do equipamento é de 15,50 KW/h. O custo da energia elétrica foi o mesmo estimado anteriormente, para o sistema dinâmico, entretanto, no processo de climatização, o equipamento deve ficar ligado 16 horas por dia, durante todos os dias do mês para manter o ambiente refrigerado nessa temperatura, considerando o desligamento automático ao longo do dia, quando a temperatura está amena.

Tabela 11 - Custo da etapa de climatização, de acordo com os dados fornecidos pela empresa.

CopV – Climatização	
Dias	30
Horas/Dia	16
KW/hora	15,5
Energia R\$ /KW	0,5
Total	3.720,00

Além do custo mensal, também foram levantados os custos, para todas as épocas de análises da qualidade do café (início, 3º mês, 6º mês, 9º mês e 12º mês), uma vez que os custos com a etapa de climatização é crescente ao longo dos meses.

Tabela 12 - Custo das etapas de resfriamento dinâmico e climatização, ao longo dos 12 meses de armazenamento.

Período (Meses)	CopV– Resfriamento dinâmico (R\$ /ano)		CopV - Climatização (R\$ /período)	
0	R\$	1.736,80	R\$	-
3	R\$	-	R\$	11.160,00
6	R\$	-	R\$	22.320,00
9	R\$	-	R\$	33.480,00
12	R\$	-	R\$	44.640,00

O CopV (Resfriamento dinâmico) é aplicado uma única vez ao ano, para resfriar os grãos antes do ensaque e entrada no armazém, portanto não varia ao longo dos meses. O CopV (climatização) e o CopV (mão de obra e reparos) aumentam, ao longo dos meses e quanto maior for o período armazenado, maior será o gasto com a refrigeração.

4.3.1.4 Custo Operacional – Equipamento

Considerando todas as variáveis que compõem o custo operacional total, foi realizado o estudo dos custos, em cada período da análise qualitativa dos cafés, até completar o período total de um ano de armazenamento. Os dados estão representados na Tabela 13.

Tabela 13 - Custo operacional do equipamento, incluindo todas as variáveis e etapas, fornecido pela empresa, ao longo dos 12 meses de armazenamento.

Período (Meses)	CopF	CopV - MR	CopV - Resf. Dinâmico	CopV - Climatização	Cop - Equipamento
0	R\$ 2.166,67	R\$ 166,67	R\$ 1.736,80	-	R\$ 4.070,14
3	R\$ 6.500,00	R\$ 500,00	-	R\$ 11.160,00	R\$ 18.160,00
6	R\$ 13.000,00	R\$ 1.000,00	-	R\$ 22.320,00	R\$ 36.320,00
9	R\$ 19.500,00	R\$ 1.500,00	-	R\$ 33.480,00	R\$ 54.480,00
12	R\$ 26.000,00	R\$ 2.000,00	-	R\$ 44.640,00	R\$ 72.640,00

Observando-se os dados da Tabela 13, verifica-se que o CopV da climatização, por consumir grande quantidade de energia elétrica, corresponde ao maior custo na operação do equipamento, aumentando ao longo do período de armazenamento. Entretanto essa característica possibilita alternativas ao produtor, como deixar seu café armazenado por um

período de seis meses e vender, na época de entressafra, quando os preços pagos no mercado estão acima da média.

Além disso, o produtor pode aumentar seu poder de barganha, deixando de ser um tomador de preço e passando a vender seu café quando julgar adequado. Em outras palavras, essa flexibilidade também pode ampliar a janela de comercialização dos cafés.

4.3.1.5 Custo Médio (CMe)

O custo operacional fixo (CopF), o custo operacional variável de mão de obra e reparos (CopV - MR), o custo operacional variável da etapa de resfriamento dinâmico (CopV – Resfri. Dinâmico), e o custo operacional variável da etapa de climatização (CopV- Climatização), no período de um ano, foram calculados sobre o total de sacas, sendo assim, foram divididos pelo número de sacas para encontrar o valor médio de cada saca. As conversões realizadas permitem uma análise comparativa. Os cálculos estão demonstrados abaixo:

- CopF: R\$ 26.000,00 ao ano/10.500 sacas = R\$ 2,48/saca/ano
- CopV - MR: R\$ 2.000,00 ao ano/10.5000 sacas = R\$ 0,19/saca/ano
- CopV - Resfriamento dinâmico: R\$ 1.736,80/10.500 sacas = R\$ 0,17/saca/ano
- CopV - Climatização: R\$ 44.640,00/10.500 sacas = R\$ 4,25/saca/ano

4.3.1.6 Custo operacional total – 6 meses e 1 ano

Para fins comparativos com a receita da venda do café refrigerado, utilizou-se os custos por saca constantes na tabela abaixo. Foi adotado o período de seis meses de armazenamento, que corresponde ao período de entressafra na cafeicultura, em que os preços pagos por saca no mercado podem estar acima da média. Adotou-se também o período de um ano de armazenamento, em que o safra agrícola se inicia novamente e é necessário retirar os cafés do ambiente refrigerado para alocar os cafés da nova safra.

Tabela 14 - Custo operacional total, por saca, para o período de 6 e 12 meses de armazenamento.

Custos	6 meses	1 ano
CopF - Equipamento	R\$ 1,24	R\$ 2,48
CopV - M.O. e reparos	R\$ 0,10	R\$ 0,19
CopV - Resfria. Dinâmico	R\$ 0,08	R\$ 0,17
CopV - Climatização	R\$ 2,13	R\$ 4,25
Total	R\$ 3,55	R\$ 7,09

4.3.2 Levantamento das receitas com a venda do café armazenado sob refrigeração - preços pagos pelas sacas

Os preços pagos nas exportações das sacas de cafés especiais, de acordo com sua pontuação, foram fornecidos pela Fazenda Sertãozinho, em parceria com a *Bourbon Specialty Coffees*, em uma tabela de preços médios por pontuação. Os preços médios foram fornecidos em dólar (US\$), e os valores foram ajustados para a cotação atual.

A cotação foi consultada, em 21 de Janeiro de 2020, que corresponde ao valor de R\$ 4,201, com base na bolsa de Nova York e dólar do dia. Os dados estão representados na Tabela 15.

Tabela 15 - Preços médios pagos pela saca de café especial, de acordo com suas pontuações.

Pontuação SCA	Preço em U\$/saca	Preço em R\$ /saca
80/81	U\$ 120,00	R\$ 504,00
82/83	U\$ 135,00	R\$ 567,00
84/85	U\$ 160,00	R\$ 672,00
86/87	U\$ 190,00	R\$ 798,00
88/89	U\$ 250,00	R\$ 1.050,00
90 +	U\$ 375,00	R\$ 1.575,00

Para os cafés que atingiram pontuação inferior a 80 pontos, na análise sensorial, deixando de ser cafés especiais, ao longo do armazenamento, foi considerada a cotação de uma saca convencional. As cotações das sacas convencionais foram realizadas junto à Cooperativa dos Cafeicultores de Guaxupé (COOXUPÉ), também realizada, em 21 de janeiro de 2020 e, para a bebida Dura Tipo 6, apresentou o valor de R\$ 495,00 a saca. Sendo assim, para os cafés que se tornaram convencionais, em alguma época de análise, não foram utilizadas as cotações da Tabela 15.

As pontuações nas análises sensoriais com números decimais foram arredondadas para pontuações inteiras, para a constituição dos preços. Pontuações com décimos iguais ou maiores que 0,50 foram arredondadas para uma pontuação acima. Pontuações com décimos menores que 0,50 foram arredondadas para uma pontuação abaixo. Por exemplo, um café de 83,89 pontos foi considerado um café de 84 pontos na tabela de preços. Todas as análises sensoriais foram realizadas com três repetições, sendo assim, números decimais são esperados.

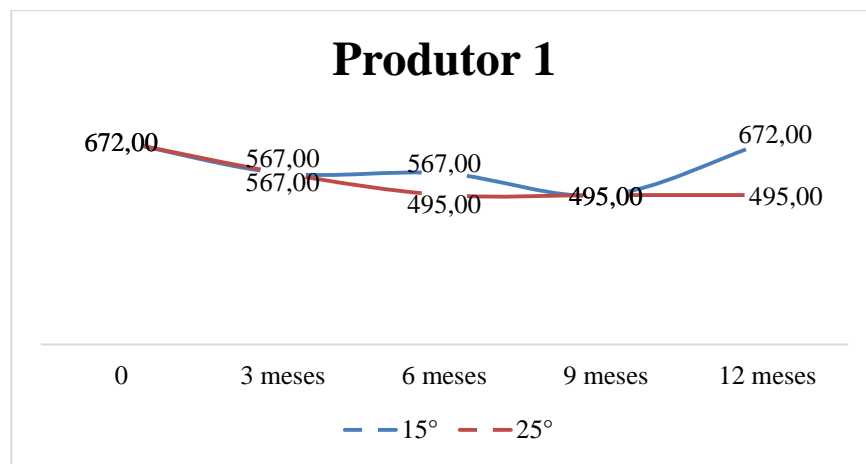
4.3.3 Análise econômica do café Natural beneficiado

Tabela 16 - Pontuações e preços médios pagos pela saca de café especial, para o café Natural beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, dos 3 produtores.

Produtores	Temp. (°C)	0		3 meses		6 meses		9 meses		12 meses	
		Pontuação	Preço - R\$	Pontuação	Preço - R\$	Pontuação	Preço - R\$	Pontuação	Preço - R\$	Pontuação	Preço - R\$
Produtor 1	15°	84,66	672,00	82,50	567,00	82,50	567,00	79,33	495,00	83,83	672,00
	25°	84,00	672,00	83,00	567,00	81,00	495,00	81,00	495,00	80,50	495,00
Produtor 2	15°	85,83	798,00	82,16	567,00	83,66	672,00	84,00	672,00	84,33	672,00
	25°	84,66	672,00	83,50	672,00	81,66	567,00	75,66	495,00	81,16	504,00
Produtor 3	15°	84,16	672,00	84,33	672,00	84,16	672,00	82,33	567,00	85,50	798,00
	25°	88,66	1050,00	84,66	672,00	79,33	504,00	78,16	495,00	82,00	567,00

Para os cafés Naturais beneficiados, foram analisadas as variações das pontuações da análise sensorial, ao longo do armazenamento e seus respectivos preços no mercado, de acordo com os preços por pontuação (TABELA 12). Os gráficos abaixo (FIGURAS 5, 7 e 9) demonstram o comportamento da variação dos preços, ao longo do armazenamento, para os três produtores. Foram comparados os preços pagos pelas sacas com o custo operacional do equipamento, para os 3 produtores.

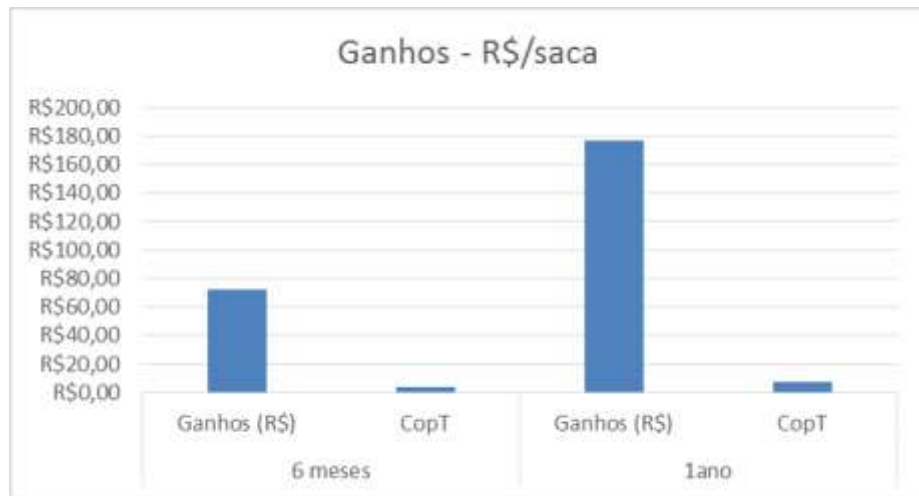
Figura 5 - Variação do preço pago pela saca de café especial, para o café Natural beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 1.



Para o produtor 1, na temperatura de 15°C, observa-se uma redução da pontuação do café de 84,66 para 82,50 pontos, na análise sensorial, ao longo de seis meses de armazenamento. Isso implica uma redução do valor pago pela saca de R\$ 672,00 para R\$ 567,00. Entretanto, no café armazenado em temperatura ambiente, houve uma redução de 84,00 para 81,00 pontos na análise sensorial e o valor pago pela saca passou de R\$ 672,00 para R\$ 495,00. Comparando os valores pagos pelas sacas armazenadas, nos dois ambientes, aos seis meses de armazenamento, o valor diferencial pago pela saca refrigerada é R\$ 72,00 a mais que a saca armazenada sem refrigeração. Como esse valor é maior que o custo operacional total, aos seis meses (CopT = R\$ 3,55), é financeiramente vantajoso armazenar no ambiente refrigerado nessas condições.

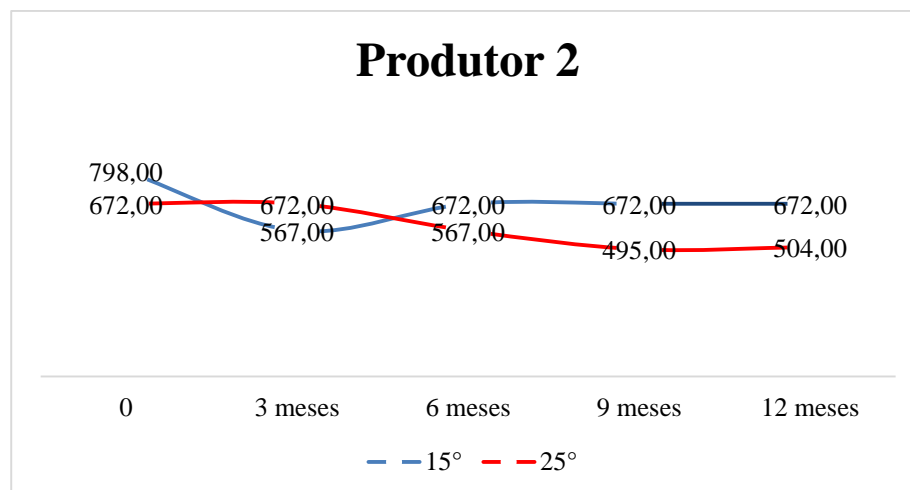
Em se tratando de um ano de armazenamento, a diferença entre os preços pagos pelas sacas é de R\$ 177. O custo operacional também é maior (CopT = R\$ 7,09), entretanto ainda assim é vantajoso financeiramente.

Figura 6 - Comparação entre os ganhos com a manutenção da qualidade do café Natural beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado, e os custos operacionais da refrigeração, por saca, do produtor 1.



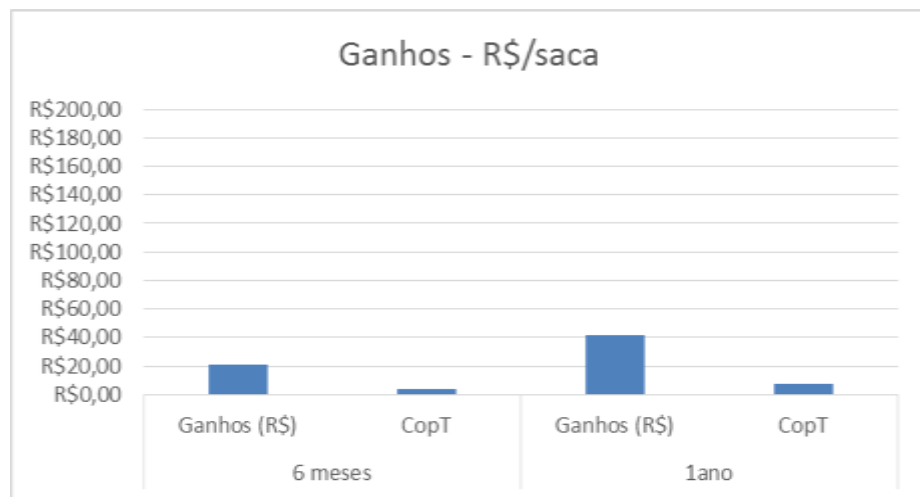
Para o produtor 2, observa-se uma redução da pontuação do café armazenado a 15°C de 85,83 para 83,66 pontos, ao longo de seis meses. Isso implica uma mudança do valor pago de R\$ 798,00 para R\$ 672,00, reduzindo R\$ 126,00. Já os cafés armazenados, em temperatura ambiente, houve uma redução de 84,66 para 81,66 pontos e o valor pago pela saca passou de R\$ 672,00 para R\$ 567,00, reduzindo R\$ 105,00. Como os valores iniciais são diferentes, deve-se considerar a diferença entre as reduções dos preços, nos dois ambientes, durante seis meses, que é R\$ 21,00 (R\$ 126,00 – R\$ 105,00). Como esse valor é maior que o custo operacional total (CopT = R\$ 3,55), é financeiramente vantajoso armazenar no ambiente refrigerado nessas condições.

Figura 7 - Variação do preço pago pela saca de café especial, para o café Natural beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 2.



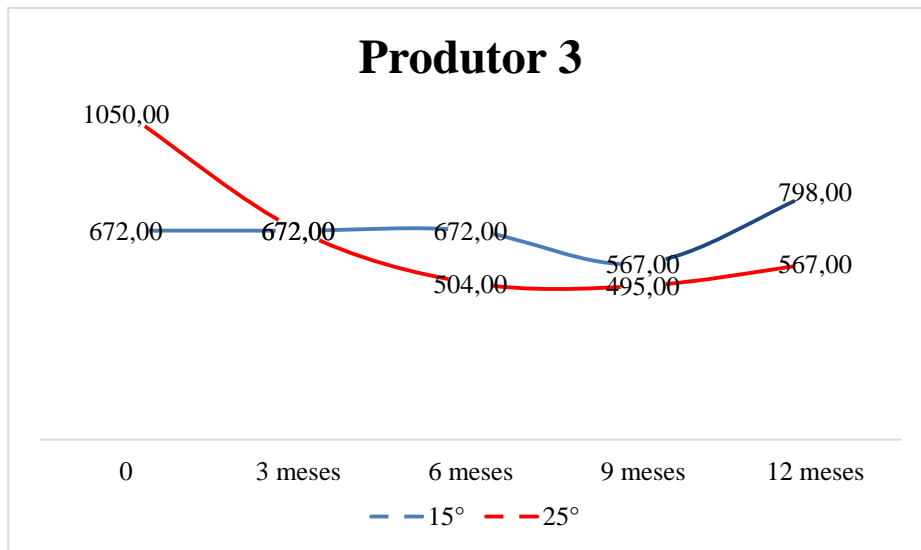
No decorrer de um ano de armazenamento, o café sob refrigeração reduz seu valor em R\$ 126,00, enquanto o café sob condições ambientes reduz seu valor em R\$ 168,00. Como a diferença (R\$ 42,00) ainda é maior que o CopT de um ano (R\$ 7,09), ainda é financeiramente vantajoso. Entretanto os ganhos são menores, em relação ao primeiro produtor.

Figura 8 - Comparação entre os ganhos com a manutenção da qualidade dos cafés naturais beneficiados, armazenados em ambiente refrigerado, e os custos operacionais da refrigeração, por saca, do produtor 2.



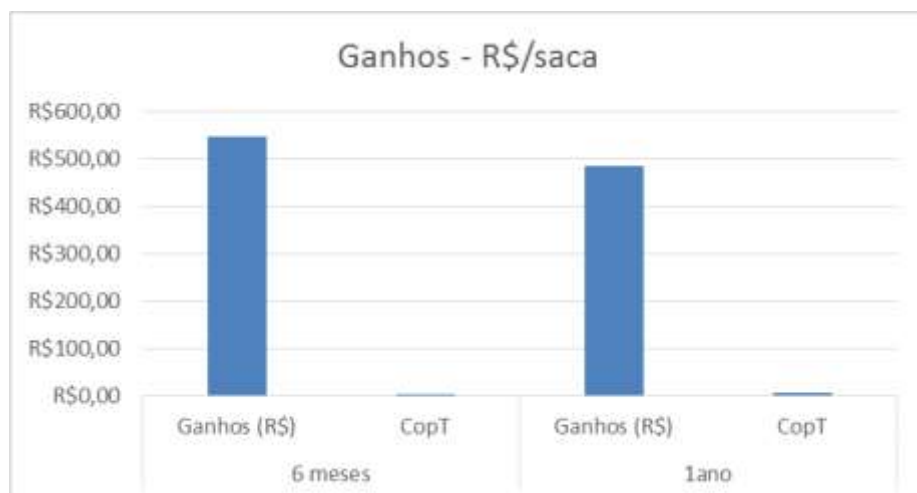
Para o produtor 3, o valor comercial do café refrigerado não varia ao longo de seis meses. Entretanto a pontuação final do café armazenado, na condição ambiente, varia de 88,66 para 79,33 pontos, reduzindo, consideravelmente, seu valor comercial em R\$ 546,00. Como o café sob refrigeração não teve variação de preço e a perda do valor da saca convencional (R\$ 546,00) é maior que o custo operacional de seis meses (R\$ 3,55), é consideravelmente vantajoso armazenar sob refrigeração.

Figura 9 - Variação do preço pago pela saca de café especial, para o café natural beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 3.



Durante um ano de armazenamento, o café refrigerado manteve sua qualidade, com um acréscimo no valor comercial ao final da safra. Já o café sob condição ambiente teve seu valor reduzido para R\$ 567,00. Como a diferença entre os valores pagos em um ano é maior que o CopT do mesmo período, é vantajoso o armazenamento refrigerado. A grande diferença dos ganhos com o custo operacional se deve ao fato do considerável declínio da qualidade do café armazenado no ambiente convencional.

Figura 10 - Comparação entre os ganhos com a manutenção da qualidade dos cafés naturais beneficiados, armazenados em ambiente refrigerado, e os custos operacionais da refrigeração, por saca, do produtor 3.



Sintetizando, para os três produtores, é vantajoso financeiramente manter o café natural beneficiado sob condições de refrigeração, tanto por seis meses quanto por um ano de armazenamento.

4.3.4 Análise econômica do café processado via úmida beneficiado

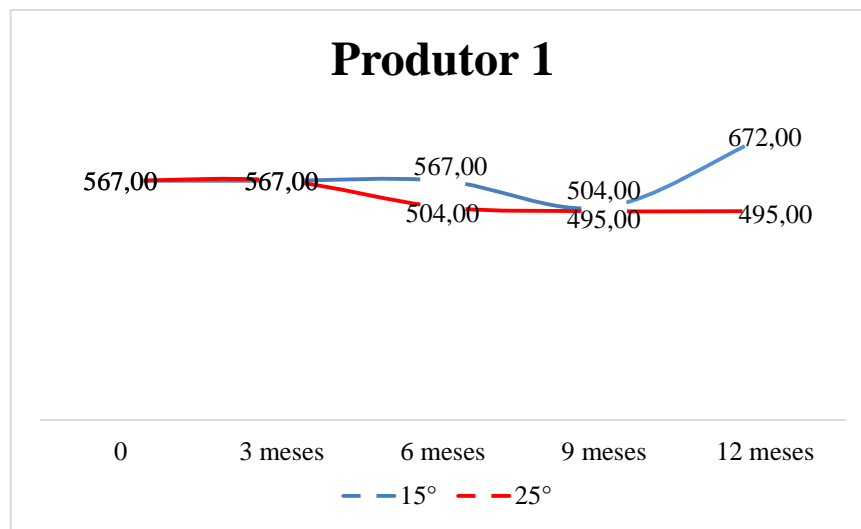
Para os cafés processados por via úmida beneficiados, também foram analisadas as variações das pontuações da análise sensorial, ao longo do armazenamento e seus respectivos preços no mercado, de acordo com a tabela de preços por pontuação (TABELA 12).

Tabela 17 - Pontuações e preços médios pagos pela saca de café especial, para o café CD ou desmucilado (primeiro produtor) beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, dos 3 produtores.

Produtores	Temp. (°C)	0		3 meses		6 meses		9 meses		12 meses	
		Pontuação	Preço - R\$	Pontuação	Preço - R\$	Pontuação	Preço - R\$	Pontuação	Preço - R\$	Pontuação	Preço - R\$
Produtor 1	15°	82,83	567,00	82,83	567,00	83,16	567,00	80,33	504,00	83,83	672,00
	25°	83,16	567,00	82,00	567,00	79,33	504,00	75,33	495,00	78,50	495,00
Produtor 2	15°	85,66	798,00	83,50	672,00	83,33	567,00	84,16	672,00	84,00	672,00
	25°	86,50	798,00	84,33	672,00	82,50	567,00	78,00	495,00	82,83	567,00
Produtor 3	15°	87,33	798,00	84,66	672,00	83,66	672,00	83,83	672,00	86,33	798,00
	25°	88,33	1050,00	84,66	672,00	83,83	672,00	82,16	567,00	83,66	672,00

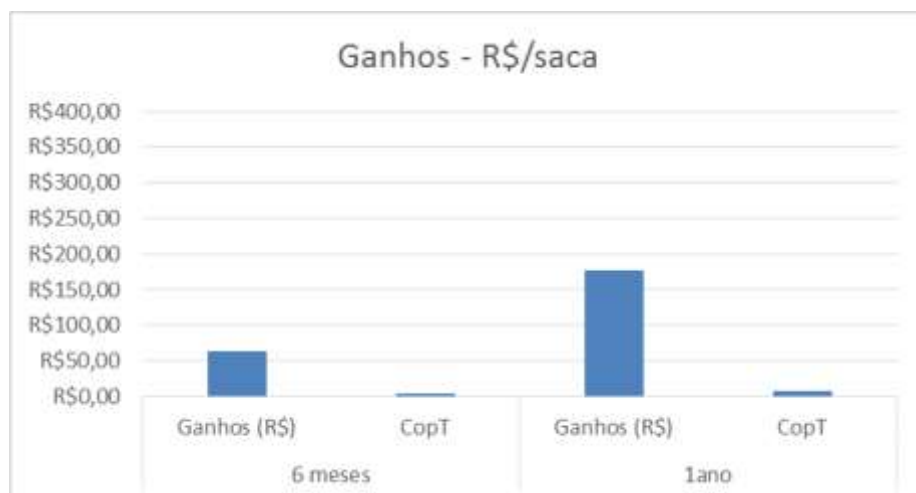
Os gráficos abaixo demonstram a variação dos preços, ao longo do armazenamento dos cafés, para os três produtores.

Figura 11 - Variação do preço pago pela saca de café especial, para o café Desmucilado beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 1.



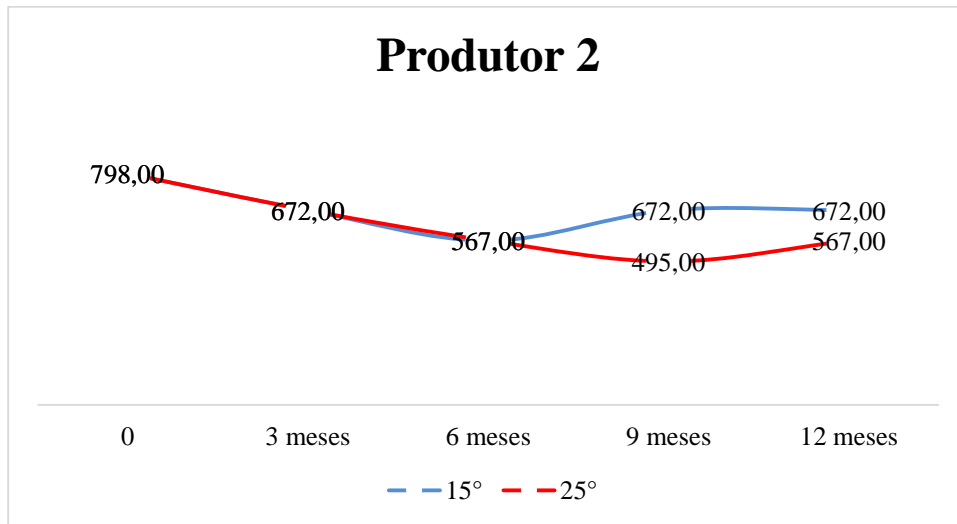
Para o primeiro produtor, houve uma variação de R\$ 63,00, no valor comercial das sacas armazenadas, por seis meses, nos dois ambientes. Como esse valor é maior que o CopT de seis meses (R\$ 3,55), é vantajoso armazenar sob refrigeração durante esse período. Em se tratando de um ano, a diferença nos preços pagos é ainda maior (R\$ 177,00). Considerando que o CopT de um ano é R\$ 7,09, a refrigeração também é vantajosa durante um ano.

Figura 12 - Comparação entre os ganhos com a manutenção da qualidade dos cafés Desmucilados beneficiados, armazenados em ambiente refrigerado, e os custos operacionais da refrigeração, por saca, do produtor 1.



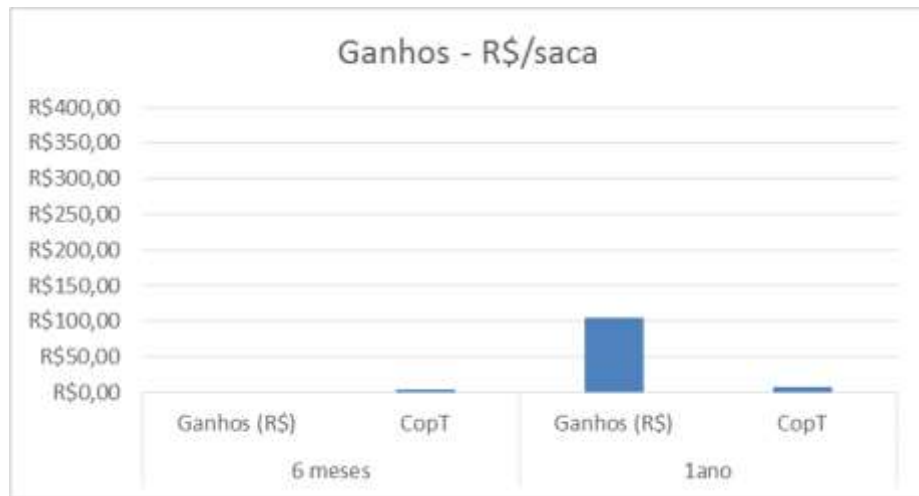
Para o segundo produtor, não houve diferença entre os preços pagos pelas sacas armazenadas, nos dois ambientes, no sexto mês de armazenamento.

Figura 13 - Variação do preço pago pela saca de café especial, para o café CD beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 2.



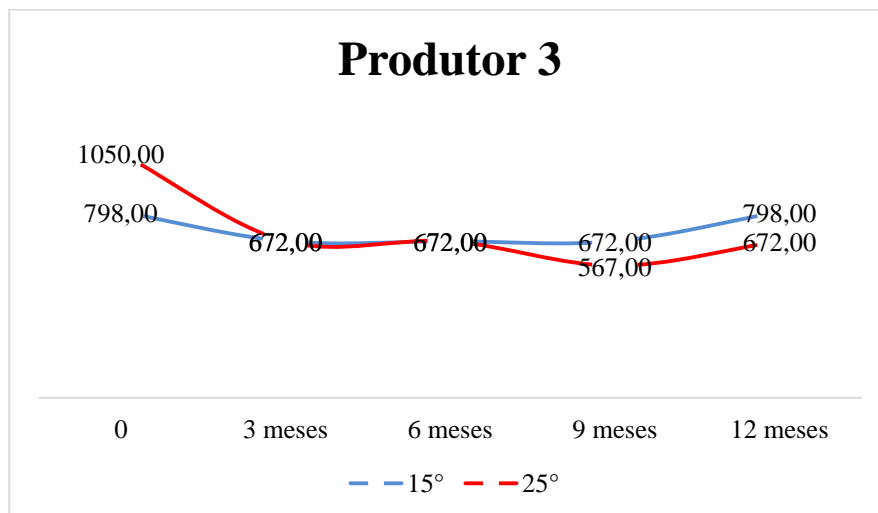
Ambas as sacas do ambiente refrigerado e convencional apresentaram o mesmo preço de mercado, aos seis meses, R\$ 567,00. Como o CopT no sexto mês é igual a R\$ 3,55, não é financeiramente vantajoso ao produtor armazenar sob refrigeração até o sexto mês, pois ele estará pagando para operar a refrigeração, sem receber ganhos adicionais. Entretanto, quando se trata de um ano de armazenamento, ocorre uma diferença de R\$ 105,00 entre o valor da saca armazenada sob refrigeração e a saca armazenada na condição de ambiente não controlado. Como esse valor é maior que o CopT de um ano (R\$ 7,09), é vantajoso manter o café armazenado sob refrigeração durante um ano.

Figura 14 - Diferença entre os ganhos com a manutenção da qualidade dos cafés cereja CD beneficiados, armazenados em ambiente refrigerado, e os custos operacionais da refrigeração, por saca, do produtor 2.



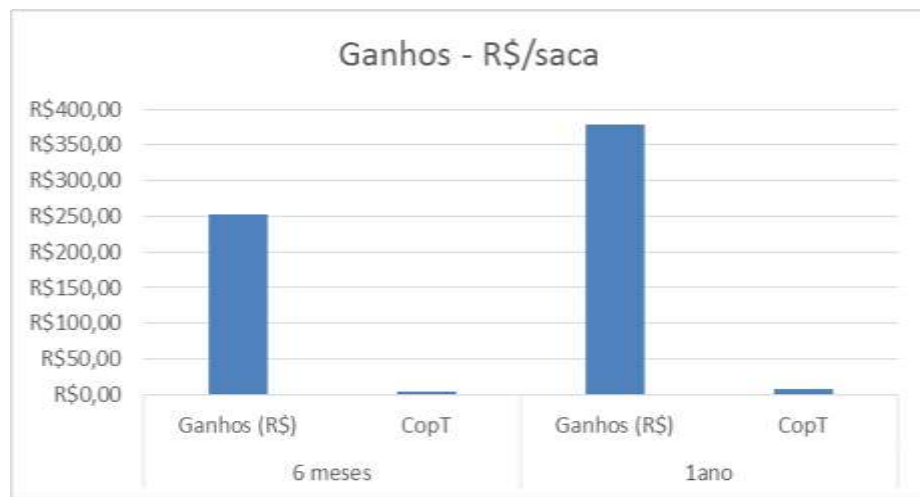
Para o terceiro produtor, há diferenças na qualidade inicial entre os dois ambientes. Portanto não é válido considerar apenas a diferença do valor da saca no sexto mês. Deve-se analisar a variação dos preços considerando a diferença inicial. Para o café refrigerado, houve uma redução de R\$ 126,00 no valor da saca, no sexto mês de armazenamento, quando comparado ao período inicial. Entretanto, no ambiente convencional, houve uma redução maior, R\$ 378, no mesmo período, pela mudança da pontuação de 88,33 para 83,66 pontos. Como a diferença entre as variações do preço R\$ 252,00 (R\$ 378,00 – R\$ 126,00) é maior que o CopT de seis meses (R\$ 3,55), é vantajoso manter refrigerado.

Figura 15 - Variação do preço pago pela saca de café especial, para o café CD beneficiado, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, do produtor 3.



No período de um ano, o café armazenado, no ambiente refrigerado, manteve sua qualidade e não houve variação do preço da saca. No armazenamento sob condição ambiente, o preço pago pela saca reduziu R\$ 378,00. Como esse valor é maior que o CopT de um ano, também é vantajoso manter a refrigeração durante esse período.

Figura 16 - Diferença entre os ganhos com a manutenção da qualidade dos cafés cereja CD beneficiados, armazenados em ambiente refrigerado, com os custos operacionais da refrigeração, por saca, do produtor 3.



Sintetizando, para dois produtores foi vantajoso manter o café Despolpado sob refrigeração durante 6 meses. Para um produtor, produtor 2 que apresentou 83,33 pontos ao sexto mês (Tabela 17), não foi vantajoso no mesmo período. Em relação ao armazenamento no período de um ano, foi vantajoso para os três produtores, manter os cafés armazenados sob refrigeração.

4.3.5 Análise econômica do café Natural íntegro (em coco)

Os volumes ocupados no armazém para o café beneficiado e o café em coco são diferentes. Segundo Borém (2008), 100 litros de café em coco geram de 18 a 21 quilos de café beneficiado. Sendo assim, o volume ocupado no armazém é maior para o café em coco que o café beneficiado.

Além disso, o café em coco está envolto por todas as suas partes constituintes, ou seja, o exocarpo (casa), o mesocarpo (mucilagem) e o endocarpo (pergaminho). Não se conhece ao certo até que ponto isso pode influenciar na refrigeração, se seriam necessários equipamentos mais potentes, por exemplo.

Em razão dessas características, não foram realizadas análises sobre o custo operacional do armazenamento em coco em ambiente refrigerado. Os valores operacionais fornecidos pela empresa de refrigeração foram com base em sacas beneficiadas, de grãos crus, a fim de otimizar o espaço físico do armazém refrigerado do produtor. Portanto não se pode afirmar sobre a vantagem econômica nesse caso, pois não se conhece o custo.

Contudo as análises sobre as variações de pontuações e, conseqüentemente, de preço das sacas armazenadas foram realizadas, conforme Tabela 18.

Tabela 18 - Pontuações e preços médios pagos pela saca de café especial, para o café natural em coco, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, dos 3 produtores.

Produtores	Temp. (°C)	0		3 meses		6 meses		9 meses		12 meses	
		Pontuação	Preço - R\$	Pontuação	Preço - R\$	Pontuação	Preço - R\$	Pontuação	Preço - R\$	Pontuação	Preço - R\$
Produtor 1	15°	85,66	798,00	82,83	567,00	83,50	672,00	83,00	567,00	84,16	672,00
	25°	83,33	567,00	83,00	567,00	82,66	567,00	76,16	495,00	80,00	495,00
Produtor 2	15°	85,00	672,00	83,66	672,00	84,33	672,00	83,50	672,00	84,66	672,00
	25°	84,66	672,00	84,00	672,00	81,83	567,00	82,00	567,00	77,50	495,00
Produtor 3	15°	88,83	1050,00	85,83	798,00	85,33	672,00	85,50	798,00	87,50	1050,00
	25°	88,00	1050,00	86,50	798,00	84,50	672,00	81,16	504,00	80,16	504,00

Para todos os produtores, as sacas armazenadas em ambiente refrigerado apresentaram maiores valores no preço pago que as sacas armazenadas em condição ambiente. Apenas para o primeiro produtor a saca sob refrigeração desvalorizou, caindo de R\$ 798,00 para R\$ 672,00, devido ao deslocamento da pontuação de 85,66, no início do armazenamento, para 84,16 pontos ao final do ciclo. Para os demais, as sacas permaneceram com o mesmo valor, mesmo após 12 meses de armazenamento. As sacas armazenadas sob condição ambiente reduziram consideravelmente seus valores. Para o terceiro produtor, a saca desvalorizou de R\$ 1.050,00, no início do ciclo, para R\$ 504,00, após 12 meses de armazenamento, reduzindo o preço pago na metade. Os gráficos abaixo ilustram o comportamento ao longo do armazenamento.

Figura 17 - Variação do preço pago pela saca de café especial, para o café Natural em coco, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, dos três produtores.



Os ganhos com a manutenção da qualidade estão expostos na Figura 17. Entretanto novos estudos devem ser realizados, para investigar os custos da refrigeração do café em coco, para, assim, afirmar sobre a vantagem financeira nesse processo.

4.3.6 Análise econômica do café Despulpado íntegro (em pergaminho)

Segundo Borém (2008), 100 litros de café em pergaminho geram de 24 a 27 quilos de café beneficiado. Sendo assim, o volume ocupado no armazém é maior para o café em pergaminho que o café beneficiado.

Além disso, o café em pergaminho está envolto pelo endocarpo, que é o pergaminho e, da mesma forma que para o café em coco, não se conhece ao certo até que ponto isso pode influenciar na refrigeração, se seriam necessários equipamentos mais potentes, por exemplo.

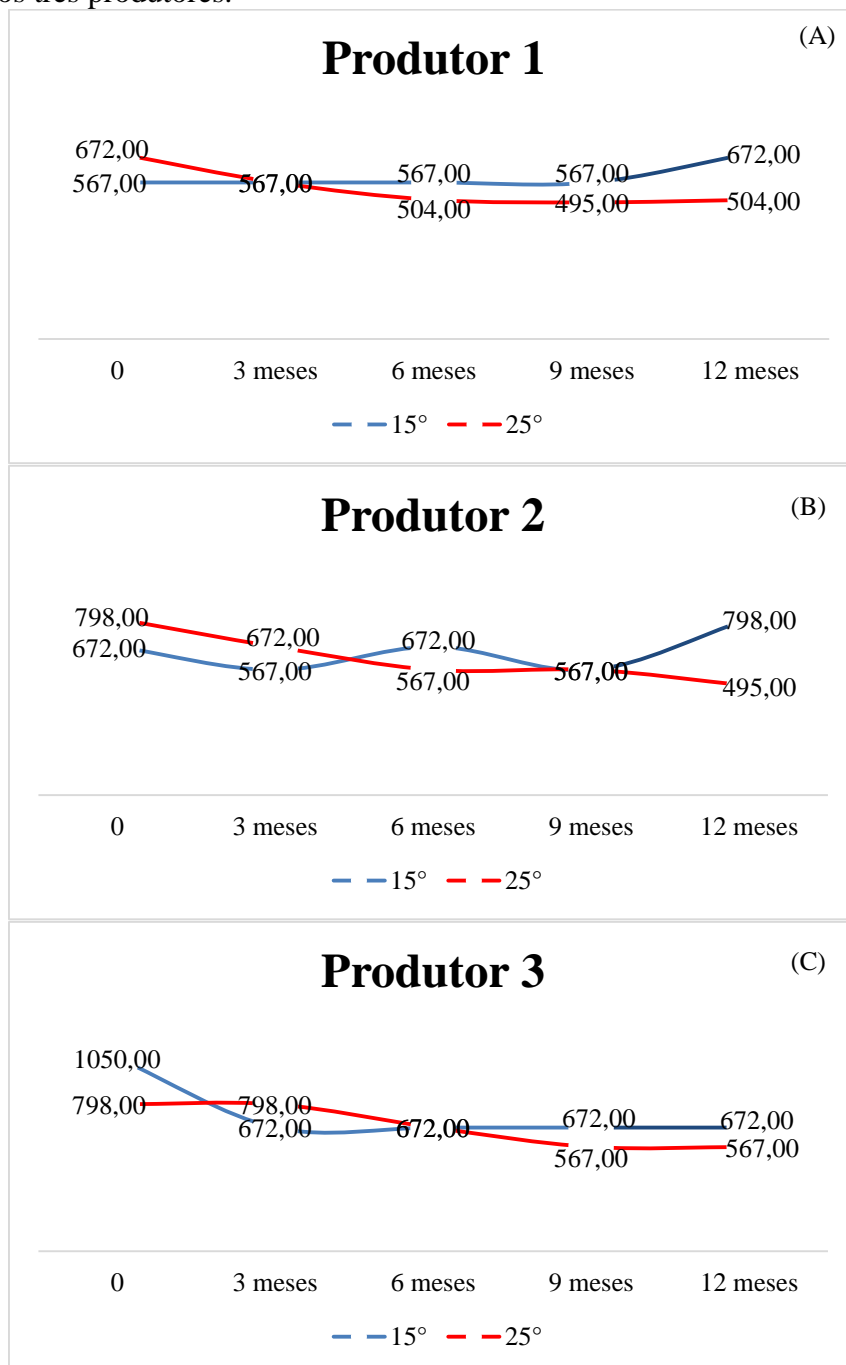
Em razão dessas características, não foram feitas análises sobre o custo operacional do armazenamento em pergaminho em ambiente refrigerado. Os valores operacionais fornecidos pela empresa de refrigeração são baseados em sacas beneficiadas, de grãos crus, a fim de otimizar o espaço físico do armazém refrigerado do produtor. Portanto, não se pode afirmar sobre a viabilidade econômica nesse caso, pois não se conhece o custo. Contudo as análises sobre as variações de pontuações e, conseqüentemente, de preço das sacas armazenadas foram realizadas, conforme Tabela 19.

Tabela 19 - Pontuações e preços médios pagos pela saca de café especial, para o café em pergaminho, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, dos 3 produtores.

Produtores	Temp. (°C)	0		3 meses		6 meses		9 meses		12 meses	
		Pontuação	Preço - R\$	Pontuação	Preço - R\$	Pontuação	Preço - R\$	Pontuação	Preço - R\$	Pontuação	Preço - R\$
Produtor 1	15°	83,33	567,00	82,50	567,00	82,66	567,00	82,16	567,00	83,50	672,00
	25°	83,50	672,00	82,66	567,00	81,00	504,00	75,50	495,00	79,33	504,00
Produtor 2	15°	85,00	672,00	82,66	567,00	84,00	672,00	82,83	567,00	85,83	798,00
	25°	86,00	798,00	83,83	672,00	83,16	567,00	82,66	567,00	77,00	495,00
Produtor 3	15°	88,00	1050,00	84,00	672,00	83,50	672,00	83,66	672,00	85,16	672,00
	25°	87,16	798,00	85,50	798,00	83,66	672,00	83,33	567,00	83,33	567,00

Para os dois primeiros produtores, os cafés armazenados sob condição ambiente atingiram pontuações abaixo de 80 pontos na análise sensorial com 12 meses, deixando de ser considerados cafés especiais. O armazenamento refrigerado manteve a qualidade dos grãos, chegando a elevar o valor comercial das sacas ao final do ciclo. Para o terceiro produtor, observa-se uma queda no valor das sacas em ambos os ambientes.

Figura 18 - Variação do preço pago pela saca de café especial, para o café em pergaminho, armazenado em ambiente refrigerado ou em ambiente sem controle de temperatura, dos três produtores.



Os ganhos com a manutenção da qualidade foram apresentados, entretanto novos estudos devem ser realizados para investigar os custos da refrigeração do café em pergaminho. Só assim se pode afirmar sobre a vantagem financeira nesse processo.

5 CONCLUSÕES

Cafés especiais com pontuação acima de 84 pontos, na análise sensorial, têm a qualidade inicial reduzida, quando armazenados em ambiente sem controle da temperatura, podendo perder as características de cafés especiais.

O armazenamento, em condições de ar refrigerado, propicia a manutenção da qualidade, principalmente dos café especiais com maior pontuação.

A qualidade dos cafés especiais é melhor preservada, quando os grãos são armazenados, na forma íntegra, sem beneficiamento, tanto em ambiente com temperatura controlada como sem este controle.

A refrigeração do ar de armazenagem é financeiramente vantajosa, durante o período de doze meses, para o café Natural e CD ou Desmuciolado, dos três produtores.

A refrigeração do ar de armazenagem é financeiramente vantajosa, durante o período de seis meses, para o café Natural e CD ou Desmucilado, de dois produtores.

Para os cafés especiais, tipo Natural e CD ou Desmucilado, armazenados na forma íntegra, sem beneficiamento, a refrigeração é eficiente à manutenção da qualidade sensorial, garantindo a comercialização como cafés especiais, mas o custo operacional da tecnologia deve ser avaliado.

REFERÊNCIAS

- ABREU, G. F. de. **Aspectos sensoriais, fisiológicos e bioquímicos de grãos de café armazenados em ambiente refrigerado**, Lavras: UFLA, 2015. 162p. (Dissertação Mestrado em Engenharia Agrícola).
- ABREU, G. F. de.; PEREIRA, C. C.; MALTA, M. R.; CLEMENTE, ALINE. da. C. S.; COELHO, L. F. S.; ROSA, S. D. V. F. da.; Alterações na coloração de grãos de café em função das operações pós-colheita. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 4, p. 429 - 436, out./dez. 2015.
- AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C. Influência do tempo de armazenagem na cor dos grãos de café pré-processados por "via seca" e "via úmida". **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1268-1276, dez.2003.
- Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos – Apex-Brasil. **Café especial do brasil bate recorde mundial no leilão do COE pulped naturals**. Nov 2017. Disponível em: <http://www.apexbrasil.com.br/Noticia/CAFE-ESPECIAL- DOBRASIL-BATE-RECORDE-MUNDIAL-NO-LEILAO-DO-COE-PULPED- NATURALS>. Acesso em: 10/02/2019.
- Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos – Apex-Brasil. **Conheça o café campeão da Cup of Excellence**. Dez 2016. Disponível em: <http://www.apexbrasil.com.br/Noticia/CONHECA-O-CAFE-CAMPEAO-DA-CUP-OFEXCELLENCE>. Acesso em :17/08/2018.
- ALENCAR, E. **Introdução à metodologia de pesquisa social**. Lavras: UFLA, 1999. 105p.
- ALPIZAR, E.; BERTRAND, B. Incidence of elevation on chemical composition and beverage quality of coffee in Central America. In: INTERNATIONAL CONFERENCE IN COFFEE SCIENCE, 20., 2004, Bangalore. **Proceedings...** Bangalore-India: ASIC, 2004. 1 CD-ROOM.
- ALVES, G. E. **Cinética de secagem e qualidade do café para diferentes temperaturas e fluxos de ar**. 2013. 131 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícolas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- ALVES, W. M.; FARONI, L. R.; CORREA, P. C.; PARIZZI, F. C.; PIMENTEL, M. A. Influência do processamento e do período de armazenamento na perda de matéria seca em café (*Coffea arabica* L.) beneficiado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 7, p. 122-127, jul. 2003. Edição especial.
- AMORIM, H. V. **Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração da qualidade**. 1978. 85 p. Tese (Livre Docência em Bioquímica) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1978.
- ANDRADE, H. C. C. et al. Atribuição de sentidos e agregação de valor: insumos para o turismo rural em regiões cafeeicultoras. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v. 8, n.

2, p. 333-346, 2015.

ANDRADE, R. G. R. de. **A expansão da cafeicultura em Minas Gerais: da intervenção do estado a liberação do mercado**. Belo Horizonte: CEDEPLAR/FACE/UFMG, 1994. 164p. (Dissertação - Mestrado em Economia).

ASHRA, E. **Handbook: refrigeration systems and applications**. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating, Air-Conditioning Engineers, 1994. cap. 17, p. 9.

Associação Brasileira da Indústria de Café – ABIC. **Consumo brasileiro de café cresce 3,5%, revela pesquisa da ABIC**. Março. 2019. Disponível em: <http://abic.com.br/consumo-brasileiro-de-cafe-cresce-35-revela-pesquisa-da-abic/>. Acesso em: 05/03/2019.

BBC Brasil. GALLAS, Daniel. **Produtores brasileiros investem em café gourmet para escapar de oscilações na economia**. Out 2015. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/10/151009_cafe_gourmet_ab. Acesso em: 05/01/2020.

BORÉM, F. M. Armazenamento do café. In: BORÉM, F. M.; ISQUIERDO, E. P.; FERNANDES, S. M.; FERNANDES, M. (Ed.). **Armazenamento do café**. Lavras, MG: UFLA, 2008. 631 p.

BORÉM, F. M.; NOBRE, G. W.; FERNANDES, S. M.; PEREIRA, R. G. F. A.; OLIVEIRA, P. D. **Avaliação sensorial do café cereja descascado, armazenado sob atmosfera artificial e convencional**. Ciênc. agrotec. Lavras, v. 32, n. 6, p. 1724-1729, nov./dez., 2008.

BORRELLA, I.; MATAIX, C.; CARRASCO-GALLEGO, R. Smallholder farmers in the speciality coffee industry: opportunities, constraints and the businesses that are making it possible. **IDS Bulletin**, Brighton, v. 46, n. 3, p. 29-44, 2015.

BRACKETT, R. E. Microbiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Trumbull, v. 10, n. 3, p. 195-206, 1987.

Brazil Specialty Coffee Association – BSCA. **Sobre a BSCA**. 2018. Disponível em <http://bsca.com.br/index/home>. Acesso em: 07/01/2020.

Brazil Specialty Coffee Association – BSCA. **Sobre a BSCA**. 2020. Disponível em <http://bsca.com.br/index/home>. Acesso em: 10/09/2018.

BROOKER, D.B.; Bakker-Arkema, F.W.; Hall, C.W. **Drying and storage of grains and oilseeds**. New York: van Nostrand Reinhold, 1992. 450p.

BYTOF, G. et al. Influence of processing on the generation of –aminobutyric acid in green beans. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 220, n. 3/4, p. 245- 250, Mar. 2005.

BYTOF, G. et al. Transient occurrence of seed germination processes during coffee post-harvest treatment. **Annals of Botany**, London, v. 100, p. 61-66, 2007.

- CARVALHO, V. D. et al. Relação entre a composição físico-química dos grãos de café beneficiado e a qualidade da bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 445-449, mar. 1994.
- CLÉVES, S. R. **Tecnologia em beneficiado de café**. San José: Tecnicafé Internacional, 1998.
- COELHO, K. F.; PEREIRA, R. G. F. A.; VILELA, E. R. **Qualidade do café beneficiado em função do tempo de armazenamento e de diferentes tipos de embalagens**. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 22-27, 2001. Especial café.
- Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira café**. V.5 – Safra 2019 – N.4 – Quarto levantamento. Brasília, p. 1-44, dezembro 2019. Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Desktop/Mestrado/Dissertação/BoletimZdezembro.pdf. Acesso em: 10/12/2019.
- Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira café**. V.6 – Safra 2020 – N.1 – Primeiro levantamento. Brasília, p. 1-62, janeiro 2020. Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Desktop/Mestrado/Dissertação/BoletimZcafZjaneiroZ2020.pdf. Acesso em: 10/01/2020.
- CORRÊA, P. C. et al.; Efeito da temperatura de secagem na cor dos grãos de café pré-processados por “via seca” e “via úmida”. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, n. 5, p. 22-27, 2002. Edição Especial Café.
- CORRÊA, P. C.; AFONSO JÚNIOR, P. C.; SILVA, F. S.; RIBEIRO, D. M. Qualidade dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) durante o armazenamento em condições diversas. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa-MG, n. 7, p. 137-147, 2003. Especial Café.
- DEVILLA, I. A. **Simulação de deterioração e de distribuições de temperatura e teor de umidade em uma massa de grãos armazenados em silos com aeração**. Viçosa - MG: UFV, 2002. 97 p. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- DI DONFRANCESCO, B.; GUTIERREZ GUZMAN, N.; CHAMBERS, E. Comparison of results from cupping and descriptive sensory analysis of Colombian brewed coffee. **Journal of Sensory Studies**, v. 29, n. 4, p. 301- 311, Aug. 2014. Economia.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. **Safra mundial do ano- cafeeiro 2018-2019 atinge 174,5 milhões de sacas**. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/46165397/safra-mundial-do-ano-cafeeiro-2018-2019-atinge-1745-milhoes-de-sacas>. Acesso em: 10/01/2020.
- 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**, Oxford, v. 98, n. 2, p. 373-380, 2006.
- FAVARIN, J. L.; VILLELA, A. L. G.; MORAES, M. H. D.; CHAMMA, H. M. C. P.; COSTA, J. D.; NETO, D. D. Qualidade da bebida de café de frutos cereja submetidos a diferentes manejos pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p.

187-192, 2004 .

FONTES, R. E. **Estudo econômico da cafeicultura no sul de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2001. 107p. (Dissertação – Mestrado em Administração).

FREITAS, M. N. **Métodos fisiológicos e análise de imagem para avaliar a qualidade do café**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

GODINHO, R. P.; VILELA, E. R.; OLIVEIRA, G. A.; CHAGAS, S. J. R. Variações na cor e na composição química do café (*Coffea arabica* L.) armazenado em coco e beneficiado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa-MG, n. 1, p. 38-43, 2000. Edição Especial.

GONÇALVES, M. D. B. **Produção e consumo de café: uma análise do custo de oportunidade de produção de cafés especiais e convencionais**. 2018. 63p. Dissertação (Mestrado em Agronegócio). Escola de Economia de São Paulo - Fundação Getulio Vargas (FGV/EESP), São Paulo, 2018.

GONG, Z.X.; DEVAHASTIN, S.; MUJUMDAR, A.S. A two-dimensional finite element model for kiln-drying of refractory concrete. **Drying Technology**, New York, v.13, n.3, p.585-605, 1995.

GUIMARÃES, E. R. **Terceira Onda do Café: Base Conceitual e Aplicações**. 2016. 135 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

HOMEM DE MELO, F. Café brasileiro: não a um novo acordo internacional. **Estudos de Política Agrícola**, Brasília, n. 23, p. 29-40, ago. 1994.

HOWELL, G. **SCAA Universa cupping form & how to use it**. In: ANNUAL CONFERENCE & EXHIBITION “PEAK OF PERFECTION”, 10., 1998, Denver. Presentation Handouts... Denver-Colorado: [s.n.], 1998.

HUXLEY, P. A. Investigation on the maintenance of viability of robusta coffee seed in storage. **Proceedings International Seed Testing Association**, Vollebakk, v. 29, p. 423-444, 1964.

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso coffee: the chemistry of quality**. London: Academic, 1995. 253 p.

ILLY, E. A. A saborosa complexidade do café. **Scientific American**, New York, v. 286, n. 6, p. 48-53, June 2002.

INFORME ESTATÍSTICO DO CAFÉ. Disponível em <
<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/estatisticas> > Acesso em 20 dez. 2019.

JAQUES, L. B. A.; ELY, A.; HAREBERLIN, L.; MEDEIROS, E. P.; PARAGINSKI, R. T. Efeitos da temperatura e da umidade dos grãos de milho nos parâmetros de qualidade tecnológica. **Revista Eletrônica Científica da UERGS** , v. 4, n. 3, p. 409- 420, 23 out. 2018.

KHANKARI, K.K.; MOREY, R.V.; PATANKAR, S.V. Mathematical model for moisture diffusion in stored grain due to temperature gradients. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.37, n.5, p.1591-1604, 1994.

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

LEITE, I. P. **Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café (*Coffea arabica* L.)**. 1991. 131 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

LINGLE, T. R. **The coffee cupper's handbook**: systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. 3. ed. Long Beach: Specialty Coffee Association of America, 2001. 47 p.

LOPES, R. P.; HARA, T.; SILVA, J. S.; RIEDEL, B. Efeito da luz na qualidade (cor e bebida) de grãos de café beneficiados (*Coffea arabica* L.) durante a armazenagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 25, p. 9-17, 2000. Edição especial.

MALGARIM, M. B.; CANTILLANO, R. F. F.; TREPTOW, R. O.; Armazenamento refrigerado de laranjas cv. *Navelinaem* em diferentes concentrações de cera à base de carnaúba. **Acta Science Agronomy**, Maringá, v.29, n. 1, p. 99-105, 2007.

MALTA, M. R. et al. Alterações na qualidade do café submetido a diferentes formas de processamento e secagem. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 21 n. 5, p. 431-440, 2013.

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

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Café no Brasil**. Set. 2018. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politicaagricola/cafe/cafeicultura-brasileira>. Acesso em: 10/10/2018.

MORAES, M.A.C.M. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos. 8.ed. Campina** : UNICAMP, 1993. 93p. (Série Manuais).

OLIVEIRA, P. D. **Aspectos ultraestruturais e fisiológicos associados à qualidade da bebida de café arábica submetido a diferentes métodos de processamento e secagem**. 2010. 109 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

OLIVEIRA, P. D. et al. Aspectos fisiológicos de grãos de café, processados e secados de diferentes métodos, associados à qualidade sensorial. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 211-220, abr./jun. 2012.

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

PARAGINSKI, R.T. et al. Physicochemical and pasting properties of maize as affected by storage temperature. **Journal of Stored Products Research**, v.49, p.209-214, 2014.

PIMENTA, C. J.; PEREIRA, M. C.; CHALFOUN, S. M.; ANG...LICO, C. L.; CARVALHO, G. L. de; MARTINS, R. T. Composição química e avaliação da qualidade do café (*Coffea arabica* L.) colhido em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa-MG, n. 10, p. 29-35, 2008. Especial Café.

PORTER, M.E. **Estratégia competitiva**. 16ª edição. Editora Campus, 1998.

PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125 p. Thesis (PhD) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1992.

RENDÓN, M. Y.; SALVA, T. J. G.; BRAGAGNOLO, N. Impact of chemical changes on the sensory characteristics of coffee beans during storage. **Food Chemistry**, London, v. 147, p. 279- 286, 2013.

RIGUEIRA, R. J. de A.; LACERDA, F. A. F. de; VOLK, M. B. S.; CECON, P. R. Armazenamento de grãos de café cereja descascado em ambiente refrigerado. **Engenharia na Agricultura**, Jaboticabal, v. 17, n. 4, p. 323-333, jul./ago. 2009.

ROSA, S. D. V. F. et al. Aspectos fisiológicos de grãos de café armazenados em ambiente resfriado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, Salvador. **Anais...** Brasília: CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ, 2013.

RODRIGUES, A. P. L. **Avaliação dos constituintes voláteis do café submetido a diferentes tratamentos pós-colheita pela análise de suas características físicas, químicas e sensoriais**. 2009. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

SAATH, R. et al. Activity of some isoenzymatic systems in stored coffee grains. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 1, Feb. 2014.

SAATH, R. et al. Alterações na composição química e sensorial de café (*Coffea arabica*L.) nos processos pós colheita. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 27, n. 2, p. 96-112, 2012.

SAATH, R. **Qualidade do café natural e despulpado em diferentes condições de secagem e tempos de armazenamento**. 2010. 246 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2010.

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

SAES, M. S. M.; SPERS, E. E. **Percepção do consumidor sobre os atributos de diferenciação no segmento rural: café no mercado interno**. 2006. Lavras, MG. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87880307>. Acesso em: 10/12/2019.

SELMAR, D. et al. Germination of coffee seeds and its significance for coffee quality. **Plant Biology**, Stuttgart, v. 8, p. 260–264, 2006.

SELMAR, D.; BYTOF, G.; KNOPP, S. E. The storage of green coffee (*Coffea arabica* L.): decrease of viability and changes of potential aroma precursors. **Annals of Botany**, London, v. 101, n. 1, p. 31-38, 2008.

SELMAR, D. et al. Biochemical insights into coffee processing: quality and nature of green coffees are interconnected with an active seed metabolism. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 20., Bangalore, 2005. **Proceedings...** Paris: ASIC, 2005. p. 111-119.

SILVA, E. C.; GUIMARÃES, E. R. **A Terceira Onda do Consumo de Café**. 2012. Disponível em < <http://www.icafebr.com.br/publicacao/Terceira%20Onda.pdf> > Acesso em 10 jun. 2018.

SILVA, R. P. G.; VILELA, E. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; BORÉM, F. M. Qualidade de grãos de café (*Coffea arabica* L.) armazenados em coco, com diferentes níveis de umidade. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa - MG, v. 3, p. 03-10, 2001. Especial Café 3.

TAVEIRA, J. H. S. et al. **Perfis proteicos e desempenho fisiológico de sementes de café submetidas a diferentes métodos de processamento e secagem**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 47, n. 10, p. 1413 – 1554, out. 2012.

TAVEIRA, J. H. S. et al. Perfis proteicos e desempenho fisiológico de sementes de café submetidas a diferentes métodos de processamento e secagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 10, p. 1511- 1517, out. 2012.

TEIXEIRA, E. **Apostila de análise físico-sensorial**. Florianópolis, 1995. 105p.

VILELA, E. R.; CHANDRA, P. K.; OLIVEIRA, G. A. de Efeito da temperatura e umidade relativa no branqueamento de grãos de café. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa-MG, n. 1, p. 31-37, 2000. Edição Especial.

VILELA, T. C. et al. Composição química de grãos de café natural, despulpado, desmucilado e descascado: torração média. In: Simpósio de pesquisa cafeeira do Sul de Minas, 3., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p. 43-48.

ZAIDAN, Ú. R.; CORREA, P. C.; FERREIRA, W. P. M.; CECON, P. R. Ambiente e variedades influenciam a qualidade de cafés. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 2, p. 240 - 247, abr./jun. 2017.

ZELAYA DE CHEVEZ, M. L. **Processos de intervenção de programas de financiamento dirigido a agricultores familiares: um estudo no norte de Minas Gerais**. 1998. 196p. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1998.

ANEXO A - TABELAS DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA DOS DADOS DE PONTUAÇÃO FINAL NA ANÁLISE SENSORIAL

Tabelas das análises de variância dos dados de pontuação final na análise sensorial do café dos produtores de cafés especiais, submetidos ou não ao beneficiamento e armazenados por doze meses em ambiente refrigerado ou não refrigerado.

Produtor 1 (O'Coffee Fazenda Nossa Senhora Aparecida) – Café Natural

Arquivo analisado:

C:\Users\Usuario\Desktop\ocoffee natural.dbf

Variável analisada: PONTFINAL

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BENEFICIO	1	0.600000	0.600000	3.692	0.0618
TEMPERAT	1	45.066667	45.066667	277.333	0.0000
EPOCA	4	128.208333	32.052083	197.244	0.0000
BENEFICIO*TEMPERAT	1	17.066667	17.066667	105.026	0.0000
BENEFICIO*EPOCA	4	5.941667	1.485417	9.141	0.0000
TEMPERAT*EPOCA	4	28.308333	7.077083	43.551	0.0000
BENEFICIO*TEMPERAT*E	4	40.141667	10.035417	61.756	0.0000
erro	40	6.500000	0.162500		
Total corrigido	59	271.833333			
CV (%) =	0.49				
Média geral:	82.3333333		Número de observações:	60	

Produtor 1 (O'Coffee Fazenda Nossa Senhora Aparecida) – Café Desmucilado

Arquivo analisado:

C:\Users\Usuario\Desktop\sancoffee natural.dbf

Variável analisada: PONTFINAL

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BENEFICIO	1	3.037500	3.037500	7.755	0.0081
TEMPERAT	1	90.037500	90.037500	229.883	0.0000
EPOCA	4	99.941667	24.985417	63.793	0.0000
BENEFICIO*TEMPERAT	1	0.704167	0.704167	1.798	0.1875
BENEFICIO*EPOCA	4	34.858333	8.714583	22.250	0.0000
TEMPERAT*EPOCA	4	81.525000	20.381250	52.037	0.0000
BENEFICIO*TEMPERAT*E	4	47.775000	11.943750	30.495	0.0000
erro	40	15.666667	0.391667		
Total corrigido	59	373.545833			
CV (%) =	0.76				
Média geral:	82.8916667		Número de observações:	60	

Produtor 2 (Fazenda Samambaia) – Café Natural

Arquivo analisado:

C:\Users\Usuario\Desktop\sancoffee natural.dbf

Variável analisada: PONTFINAL

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BENEFICIO	1	3.037500	3.037500	7.755	0.0081
TEMPERAT	1	90.037500	90.037500	229.883	0.0000
EPOCA	4	99.941667	24.985417	63.793	0.0000
BENEFICIO*TEMPERAT	1	0.704167	0.704167	1.798	0.1875
BENEFICIO*EPOCA	4	34.858333	8.714583	22.250	0.0000
TEMPERAT*EPOCA	4	81.525000	20.381250	52.037	0.0000
BENEFICIO*TEMPERAT*E	4	47.775000	11.943750	30.495	0.0000
erro	40	15.666667	0.391667		
Total corrigido	59	373.545833			
CV (%) =	0.76				
Média geral:	82.8916667		Número de observações:	60	

Produtor 2 (Fazenda Samambaia) – Café Cereja Descascado

Arquivo analisado:

C:\Users\Usuario\Desktop\sancoffee despoldado.dbf

Variável analisada: PONTFINAL

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BENEFICIO	1	0.504167	0.504167	0.883	0.3530
TEMPERAT	1	30.104167	30.104167	52.737	0.0000
EPOCA	4	107.316667	26.829167	47.000	0.0000
BENEFICIO*TEMPERAT	1	0.204167	0.204167	0.358	0.5532
BENEFICIO*EPOCA	4	23.516667	5.879167	10.299	0.0000
TEMPERAT*EPOCA	4	82.583333	20.645833	36.168	0.0000
BENEFICIO*TEMPERAT*E	4	70.983333	17.745833	31.088	0.0000
erro	40	22.833333	0.570833		
Total corrigido	59	338.045833			
CV (%) =	0.91				
Média geral:	83.3916667		Número de observações:	60	

Produtor 3 (Fazenda Alto Paranaíba States) – Café Natural

Arquivo analisado:

C:\Users\Usuario\Desktop\grossi natural.dbf

Variável analisada: PONTFINAL

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BENEFICIO	1	60.000000	60.000000	139.806	0.0000
TEMPERAT	1	62.016667	62.016667	144.505	0.0000
EPOCA	4	219.125000	54.781250	127.646	0.0000
BENEFICIO*TEMPERAT	1	3.750000	3.750000	8.738	0.0052
BENEFICIO*EPOCA	4	18.958333	4.739583	11.044	0.0000
TEMPERAT*EPOCA	4	115.108333	28.777083	67.053	0.0000
BENEFICIO*TEMPERAT*E	4	40.708333	10.177083	23.714	0.0000
erro	40	17.166667	0.429167		
Total corrigido	59	536.833333			
CV (%) =	0.78				
Média geral:	84.3333333	Número de observações:	60		

Produtor 3 (Fazenda Alto Paranaíba States) – Café Cereja Descascado

Arquivo analisado:

C:\Users\Usuario\Desktop\grossi despoldado.dbf

Variável analisada: PONTFINAL

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BENEFICIO	1	0.204167	0.204167	0.405	0.5282
TEMPERAT	1	3.037500	3.037500	6.025	0.0186
EPOCA	4	146.208333	36.552083	72.500	0.0000
BENEFICIO*TEMPERAT	1	0.504167	0.504167	1.000	0.3233
BENEFICIO*EPOCA	4	2.525000	0.631250	1.252	0.3048
TEMPERAT*EPOCA	4	16.941667	4.235417	8.401	0.0001
BENEFICIO*TEMPERAT*E	4	5.558333	1.389583	2.756	0.0409
erro	40	20.166667	0.504167		
Total corrigido	59	195.145833			
CV (%) =	0.84				
Média geral:	84.7916667	Número de observações:	60		

**ANEXO B - RESULTADOS DA ANÁLISE SENSORIAL DOS CAFÉS FORNECIDOS
PELA EMPRESA PRODUTORA DOS CAFÉS, O'COFFEE FAZENDA NOSSA
SENHORA APARECIDA.**



**LAUDO DE AVALIAÇÃO FÍSICA E
SENSORIAL DE CAFÉ**

REFERENCIA Nº: 030/18
 PENEIRA: Bica Corrida
 TIPO DE PREPARO: Natural
 SACAS: 04
 ORIGEM: O'Coffee - Fazenda Nossaa Senhora Aparecida
 VARIEDADE: Catuaí Amarelo

Cupping	Grade
Aroma/Fragrance	7,25
Flavour	7,25
Acidity	7,50
Body	7,50
Balance	7,75
Aftertaste	7,50
Overall	7,75
Clean Cup	10,00
Sweetness	10,00
Uniformity	10,00
Score	82,50

CLASSIFICAÇÃO		
PENEIRA:	%	SACAS
#17/18:		
#16:		
#MK:		
#14/15:		
CATAÇÃO:		
TOTAL:		

TIPO:
 DEFEITOS:

Comentário: Fragrância e aroma suave, acidez balanceada, corpo amanteigado, sabor de caramelo, açúcar mascavo e chocolate.


 Rodrigo Aparecido Francisco
 Classificador/Degustador



LAUDO DE AVALIAÇÃO FÍSICA E SENSORIAL DE CAFÉ

REFERENCIA N°: 035/18
PENEIRA: Bica Corrida
TIPO DE PREPARO: Cereja Descascado e Desmucilado
SACAS: 04
ORIGEM: O'Coffee - Fazenda Nossa Senhora Aparecida
VARIIDADE: Catuaí Amarelo

Cupping	Grade
Aroma/Fragrance	7,00
Flavour	7,25
Acidity	7,50
Body	7,75
Balance	7,50
Aftertaste	7,50
Overall	7,50
Clean Cup	10,00
Sweetness	10,00
Uniformity	10,00
Score	82,00

CLASSIFICAÇÃO		
PENEIRA:	%	SACAS
#17/18:		
#16:		
#MK:		
#14/15:		
CATAÇÃO:		
TOTAL:		

TIPO:
DEFEITOS:


Comentário: Fragrância e aroma suave, acidez modera, moderado com sabor de nozes, avelã e chocolate.

Rodrigo Aparecido Francisco
 Classificador/Degustador

**ANEXO C - RESULTADOS DA ANÁLISE SENSORIAL DOS CAFÉS FORNECIDOS
PELA EMPRESA PRODUTORA DOS CAFÉS, FAZENDA SAMAMBAIA.**

NOME: João Marcos Botelho DATA DO RECEBIMENTO: DATA DA PROVA:		FAZENDA SAMAMBAIA			COR: VERDE ASPECTO: BOM TIPO: 4/7	UNIDADE: 100g CATAÇÃO: 15% DEFETOS: 120
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA: NATURAL (SR 5029)		TOTAL: 100				
CLASSIFICAÇÃO						
39	0	%	15	15	%	MRE: 15 %
38	8	%	14	7	%	Fundo: 3 %
37	23	%				
36	27	%				
35	30	%				
34	30	%				
33	30	%				
32	30	%				
31	30	%				
30	30	%				
29	30	%				
28	30	%				
27	30	%				
26	30	%				
25	30	%				
24	30	%				
23	30	%				
22	30	%				
21	30	%				
20	30	%				
19	30	%				
18	30	%				
17	30	%				
16	30	%				
15	30	%				
14	30	%				
13	30	%				
12	30	%				
11	30	%				
10	30	%				
9	30	%				
8	30	%				
7	30	%				
6	30	%				
5	30	%				
4	30	%				
3	30	%				
2	30	%				
1	30	%				
Fragraço: 10 Aroma: 9 Sabor: 8 Acidez: 7 Corpo: 6 Finalidade: 5 Equilíbrio: 4 Defeitos (subtrair): 3 Total: 2 Pontuação Final: 0.3		Nota:				

OBSERVAÇÕES: É um bom café, acidez média, corpo cremoso, dispora média alta, sabor caramelo, chocolate e finalização prolóngada.


 JOÃO MARCOS BOTELHO

NOME: João Marcos Bisaldu **FABRICA SAMAMBIBA**
DATA DO RECEBIMENTO: **IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA:** CEREJA OXIDACAO/08 11/07
DATA DA PROVA: **TIPO:** 5/S


COR: VERDE **UMIDADE:** 31,0%
ASPECTO: ROM **CATAÇÃO:** 8%
DEFEITOS: 6%

13 [3] %	12 [32] %	15 [12] %	MK [11] %	MOKA	3
18 [14] %	16 [25] %	14 [2] %	Funilo [7] %	Moka 11: Moka 10: Moka 09:	8 6 2

CLASSIFICAÇÃO TOTAL: 100


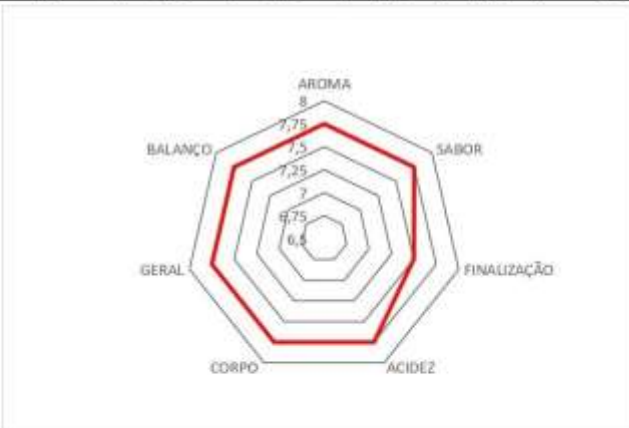
10	7.5	10	10	10	8	7.5	8	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	7.5	10	80,5
Intensidade	Intensidade	Sabor	Corpo	Equilíbrio	Fruitação	Equilíbrio	Final	Defeitos (subtraí)								
Secco	Quebra															
10	9	8	7	6	10	9	8	7	6	10	9	8	7	6	10	9
8	7	6	5	4	8	7	6	5	4	8	7	6	5	4	8	7
7	6	5	4	3	7	6	5	4	3	7	6	5	4	3	7	6
6	5	4	3	2	6	5	4	3	2	6	5	4	3	2	6	5
2 pontos-escuro	2 pontos-escuro	2 pontos-escuro	2 pontos-escuro	2 pontos-escuro	2 pontos-escuro	2 pontos-escuro	2 pontos-escuro	2 pontos-escuro	2 pontos-escuro	2 pontos-escuro	2 pontos-escuro	2 pontos-escuro	2 pontos-escuro	2 pontos-escuro	2 pontos-escuro	2 pontos-escuro
Intensidade	Intensidade	Sabor	Corpo	Equilíbrio	Fruitação	Equilíbrio	Final	Defeitos (subtraí)								
Alta	Alta															


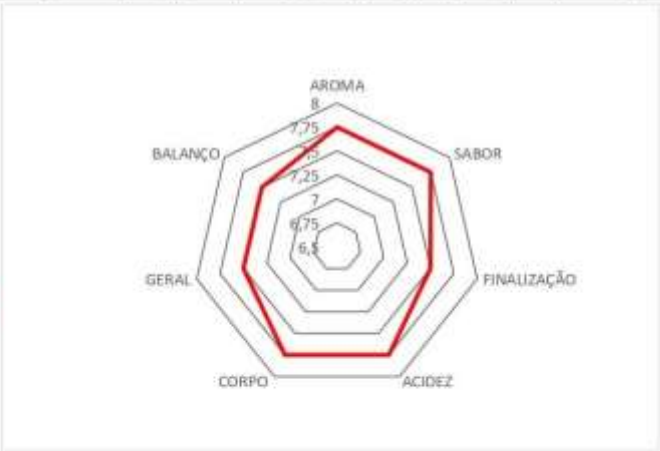
Observações: É um bom café, acidez média, encorpado, doçura média alta, sabor caramelo, frutado, final marcante.



JOÃO MARCOS BOTELHO

**ANEXO D - RESULTADOS DA ANÁLISE SENSORIAL DOS CAFÉS FORNECIDOS
PELA EMPRESA PRODUTORA DOS CAFÉS, FAZENDA ALTO PARANAÍBA
STATES.**

 Campos e Castro representações LTDA - CNPJ 14561496/0001-87 - End: R. Coronel Rabelo 1737 INSC - ISENTO - TEL: 34 99282-7699 ou 34 99204-1358							
PRODUTOR: JOSE CARLOS GROSSI							
FAZENDA: ALTO PARANAIBA STATES				N° DO LAUDO: 7			
ID. AMOSTRA: GR11721/1				QUANTIDADE DE SACAS: X			
VARIEDADE: X				Fully Washed			
PROCESSO:		X	natural	Bóia			
			CD	PROCESSO NÃO INFORMADO			
			Verde				
PENEIRA							
X	P/18	especial			X	Impurezas	
X	P/17	especial			X	CATA	
X	P/16	especial			X	FUNDO	
X	MK						
X	P/15	* especial					
X	P 15/13						
0% Peneiras							
AROMA	SABOR	FINALIZAÇÃO	ACIDEZ	CORPO	GERAL	BALANÇO	UNIF
7,75	7,75	7,5	7,75	7,75	7,75	7,75	10
XIC. LIMPA	DOÇURA						
10	10						
NOTA TOTAL							
84							
<p>SUCO DE UVA / VINHO / CARAMELO / DOCE / LIMPO</p> <p>ACIDEZ LIMPA FINALIZAÇÃO LEVE</p>							
							
<p align="center">PROVADOR: Marco Antônio de Castro Q - grader since 2004.</p>							
14/09/2018 13:51							

							
Campos e Castro representações LTDA - CNPJ 14561496/0001-87 - End: R. Coronel Rabelo 1737							
INSC - ISENTA - TEL: 34 99282-7699 ou 34 99204-1358							
PRODUTOR: JOSE CARLOS GROSSI							
FAZENDA: ALTO PARANAIBA STATES				N° DO LAUDO: 5			
ID. AMOSTRA: GR 11353/2				QUANTIDADE DE SACAS: X			
VARIEDADE: X				Fully Washed			
PROCESSO:		natural		Bóia		PROCESSO NÃO INFORMADO	
		CD					
		Verde					
PENEIRA							
X	P/18	especial					
X	P/17	especial			X		Impurezas
X	P/16	especial			X		CATA
X	MK				X		FUNDO
X	P/15	* especial					
X	P 15/13						
0% Peneiras							
AROMA	SABOR	FINALIZAÇÃO	ACIDEZ	CORPO	GERAL	BALANÇO	UNIF
7,75	7,75	7,5	7,75	7,75	7,5	7,5	10
XIC. LIMPA	DOÇURA						
10	10						
NOTA TOTAL							
83,5							
DOCE / FLORAL / AÇÚCAR MASCAVO / CHÁ MATE							
ACIDEZ CÍTRICA E LIMPA FINALIZAÇÃO LEVE ADS							
							
PROVADOR: Marco Antônio de Castro							
Q - grader since 2004.							
14/09/2018 13:47							

ANEXO E - ESTUDO DE CUSTOS PARA UM SISTEMA DE RESFRIAMENTO DINÂMICO E CLIMATIZAÇÃO PARA ARMAZENAGEM DE CAFÉ

1. Dados:

- Quantidade de produto: 630 toneladas ou 10.500 sacas de 60 kg
- Dimensões do armazém: 45 (m) x 15 (m) x 6 (m) (675 m² - 4.050 m³)
- Temperatura de entrada do café: 28°C
- Temperatura de armazenagem: 15°C

2. Dimensionamento

a. Resfriamento Dinâmico

Levando em consideração que o resfriamento será realizado em um período de 210 horas será necessário:

- 1 GCH 10
- 1 SRF 05
- Acessórios de ligação

b. Climatização

Considerando que o produto será previamente resfriado no sistema dinâmico, armazenado em blocos em armazém isolado termicamente necessitara de:

- 1 CLM 10

3. Custos

O investimento necessário para aquisição de equipamentos gira em torno de R\$ 260.000,00

O consumo de energia será aproximadamente o seguinte:

- Resfriamento Dinâmico

Consumo máximo de 16,7 kW por hora de funcionamento, sendo:

16,7 kW x 210 h = 3.507 kWh

- Climatização

Consumo máximo de 15,5 kW por hora de funcionamento sendo que neste caso deve ser considerado tempo de operação diária de 16 h, devido ao desligamento automático nos períodos de temperatura mais amena:

15,5 x 16 x 30 = 7.440 kWh/mês

Referente aos custos de manutenção considerar uma manutenção anual com valor de R\$ 2.000,00.