



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS – CCAE/UFES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

RODRIGO DA SILVA DIAS

**QUALIDADE SENSORIAL DA BEBIDA DO CAFÉ ARÁBICA (*COFFEA ARABICA*
L.) ARMAZENADO EM DIFERENTES EMBALAGENS E TEMPOS.**

ALEGRE/ES

2022

RODRIGO DA SILVA DIAS

**QUALIDADE SENSORIAL DA BEBIDA DO CAFÉ ARÁBICA (*COFFEA ARABICA*
L.) ARMAZENADO EM DIFERENTES EMBALAGENS E TEMPOS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito à obtenção do título de Mestre em Agronomia na área de concentração Agronomia.

Orientador: Prof. D.Sc. José Carlos Lopes

Coorientadores: Prof.D.Sc. Adésio Ferreira

Prof. D.Sc. Rodrigo Sobreira Alexandre

ALEGRE/ES

2022

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

D541q Dias, Rodrigo da Silva, 1979-
Qualidade sensorial da bebida do café arábica (coffea arabica L.) armazenado em diferentes embalagens e tempos. / Rodrigo da Silva Dias. - 2022.
90 f. : il.

Orientador: José Carlos Lopes.

Coorientador: Rodrigo Sobreira Alexandre.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

I. Lopes, José Carlos. II. Alexandre, Rodrigo Sobreira. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 63

RODRIGO DA SILVA DIAS

**QUALIDADE SENSORIAL DA BEBIDA DO CAFÉ ARÁBICA (*COFFEA ARABICA*
L.) ARMAZENADO EM DIFERENTES EMBALAGENS E TEMPOS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito à obtenção do título de mestre em Agronomia na área de concentração em Fitotecnia.

Aprovada em 30 de junho de 2022.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. D.Sc. José Carlos Lopes
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof. D.Sc. Adésio Ferreira
Universidade Federal do Espírito Santo
Coorientador

Prof. D.Sc. José F. Teixeira do Amaral
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador Interno

Prof. D.Sc. Rodrigo Sobreira Alexandre
Universidade Federal do Espírito Santo
Coorientador

D.Sc. Cesar Abel Krohling
Examinador Externo

D.Sc. Rogério Carvalho Guarçoni
Examinador Externo

DEDICATÓRIA

A Deus;

Aos meus pais, Gláucia Auxiliadora Silva Dias e Tarciso Justino Dias. Irmãos Reginaldo da Silva Dias e Ricardo da Silva Dias, as cunhadas Marcia da Silva e Carla Guarnier, aos sobrinhos Jheniffer Silva Dias e Arthur Guarnier Dias;

À minha companheira Josiane Barbosa, pelo apoio e carinho;

Aos amigos e familiares que me apoiaram nessa conquista.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e saúde que me proporcionaram condições da realização dessa etapa e ascensão em mais um degrau na carreira profissional.

Aos meus pais, Gláucia Auxiliadora Silva Dias e Tarciso Justino Dias, pela educação, ensinamentos e todo apoio incondicional ao longo da minha vida pessoal e profissional.

Aos meus irmãos, Reginaldo da Silva Dias e Ricardo da Silva Dias, que, juntamente com suas respectivas esposas Márcia Silva Dias, Carla Guarnier e meus sobrinhos Jheniffer Silva Dias e Arthur Guarnier Dias, por serem sempre presentes apoiando e contribuindo com meus projetos de vida.

À minha companheira, Josiane Maria Barbosa por toda dedicação e apoio ao longo dessa caminhada e realização desse sonho.

Aos Professores José Carlos Lopes, Adésio Ferreira e Rodrigo Sobreira Alexandre, pelas orientações e por todos os conhecimentos científicos compartilhados comigo ao longo desse período.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, na pessoa de seu Coordenador, o Professor José Francisco Teixeira do Amaral pela oportunidade na obtenção do título de mestre em Agronomia.

À Banca Avaliadora, que além dos Orientadores, foi composta pelo Professor José Francisco Teixeira do Amaral – Coordenador do PPGA e pelos Doutores Cesar Abel Krohling e Rogério Carvalho Guarçoni – Pesquisadores do INCAPER, pelas contribuições, sugestões e ensinamentos a mim transmitidos.

Ao amigo Brenner Sartori e toda família do Sr. Jonas Sartori, que abriram as portas da propriedade apoiando, acreditando e sendo mais que parceiros, o que permitiu a realização do experimento.

Ao amigo Fabiano Tristão Alixandre, que além de um grande companheiro de vida, foi durante esse período, companheiro nas aulas, na estrada e na execução do trabalho.

Aos amigos Douglas Gonzaga de Souza, Higor Macette e Ricardo Dias Alixandre, por terem me apoiado ao longo de todo período de realização deste projeto, desde a elaboração do pré-projeto a execução do experimento.

Aos amigos Eduardo Págio Melo, Rondinélío Sartori, Pedro Henrique Sartori e Sr. Evaldo Vieira de Melo da empresa Prove Café/Bourbon Specialty Coffees, pelo apoio na realização das avaliações sensoriais ao longo do experimento.

Às empresas Pantera e SuperBag, que cederam as embalagens para realização do experimento.

Enfim, a todos que participaram de forma direta e indireta na execução de todas as fases de realização do projeto.

“Aqueles que passam por nós, não vão
sós, não nos deixam sós. Deixam um
pouco de si, levam um pouco de nós”.

Antoine de Saint-Exupéry

BIOGRAFIA

RODRIGO DA SILVA DIAS, filho de Tarciso Justino Dias e Gláucia Auxiliadora Silva Dias, nasceu em 16 de janeiro de 1979, em Afonso Cláudio, estado do Espírito Santo. Técnico Agrícola com Habilitação em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Alegre – EAFA em 1996. Engenheiro Agrônomo pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo – CCA/UFES em Alegre/ES em 2003. Em agosto de 2020 iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, atualmente Agronomia, pelo Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo – CCAE/UFES, defendendo a dissertação para a obtenção do título de Mestre em Agronomia na área de concentração em Agronomia em 30 de junho de 2022.

RESUMO

O estado do Espírito Santo destaca-se nacional e internacionalmente na produção de cafés especiais, sendo o café arábica a principal fonte de renda de mais de 80% das propriedades da região serrana do Espírito Santo, gerando aproximadamente 150 mil empregos diretos e indiretos, em que o café arábica é cultivado por 53 mil famílias em 48 dos 78 municípios do estado. A manutenção da qualidade física e sensorial é um dos grandes desafios dos cafeicultores da região de montanhas, e devido às características edafoclimáticas e à falta de condições adequadas de armazenamento, o café poderá perder características qualitativas, tanto físicas, quanto sensoriais, dificultando a comercialização e acarretando prejuízos aos cafeicultores. Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de diferentes tipos de embalagens e do tempo de armazenamento na qualidade física e sensorial da bebida do café arábica (*Coffea arabica* L.). O trabalho foi realizado nas condições do cafeicultor, na propriedade da família Sartori, na comunidade da Bateia, Zona Rural do município de Castelo/ES. Os frutos foram colhidos manualmente em peneiras quando atingiram mais de 80% de maturação, acondicionados em sacaria de ráfia, mantidos à sombra por até seis horas e conduzidos à unidade de processamento por via-úmida. Após o beneficiamento obteve-se o café cereja degomado em caixa e encaminhado à secagem. O processo de secagem foi realizado em terreiro de concreto coberto com lonas plásticas branco-leitosas de 150 micras, de acordo com as recomendações do INCAPER (2009) para produção de cafés especiais, até os grãos atingirem $11\% \pm 1$ de umidade (base úmida – b.u.), ideal para armazenamento e submetidos aos tratamentos com os grãos em pergaminho. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados com três repetições, no esquema de subparcelas no tempo, sendo as parcelas compostas pelos tratamentos (1. embalagens de Ráfia; 2. embalagens de Ráfia com Castanha; 3. embalagens de Ráfia com GrainPro®; 4. embalagens de Juta; 5. embalagens de Juta com Castanha; 6. embalagens de Juta com GrainPro®). As subparcelas foram compostas pelos tempos de armazenamento 0, 30, 90, 180, 270 e 365 dias. As parcelas foram compostas por 35 kg grãos de café em pergaminho do cultivar Catuaí IAC-81, armazenados nas condições do produtor (tulha de madeira sem controle de temperatura, umidade, ventilação e luminosidade) a 865 metros de altitude por período de um ano. As amostras para as avaliações de umidade, análise sensorial e condutividade elétrica foram coletadas após 30, 90, 180, 270 e 365 dias de armazenamento. Os resultados obtidos ao final do período de armazenamento, permitiram concluir que as embalagens com alta barreira de proteção são eficientes para armazenar café em pergaminho nas condições analisadas.

Palavras-Chave: Acondicionamento; Análise sensorial; Condutividade elétrica; Cafés especiais.

ABSTRACT

The state of Espírito Santo stands out nationally and internationally in the production of specialty coffees, with Arabica coffee being the main source of income for more than 80% of the properties in the mountainous region of Espírito Santo, generating approximately 150 thousand direct and indirect jobs, in that arabica coffee is grown by 53 thousand families in 48 of the 78 municipalities in the state. The maintenance of physical and sensorial quality is one of the great challenges for coffee growers in the mountain region, and due to the soil and climate characteristics and the lack of adequate storage conditions, the coffee may lose qualitative characteristics, both physical and sensorial, making it difficult to market and causing damage to coffee growers. The objective of this work was to evaluate the effects of different types of packaging and storage time on the physical and sensory quality of arabica coffee (*Coffea arabica* L.) beverage. The work was carried out under the conditions of the coffee grower, on the property of the Sartori family, in the community of Bateia, Rural Area of the municipality of Castelo/ES. The fruits were manually harvested in sieves when they reached more than 80% of maturation, packed in raffia sacks, kept in the shade for up to six hours and taken to the wet processing unit. After processing, cherry coffee was degummed in a box and sent to drying. The drying process was carried out on a concrete terrace covered with 150 micron milky white plastic sheets, according to INCAPER (2009) recommendations for the production of specialty coffees, until the beans reached $11\% \pm 1$ moisture (wet basis). – b.u.), ideal for storage and subjected to treatments with parchment grains. The experiment was carried out in a randomized block design with three replications, in a time subplot scheme, with the plots composed of treatments (1. Raffia packages; 2. Raffia packages with Castanhal; 3. Raffia packages with GrainPro®; 4. Jute packaging; 5. Jute packaging with Castanhal; 6. Jute packaging with GrainPro®). The subplots were composed by storage times 0, 30, 90, 180, 270 and 365 days. The plots consisted of 35 kg of parchment coffee beans of the Catuaí IAC-81 cultivar, stored under the producer's conditions (wooden bin without temperature, humidity, ventilation and light control) at 865 meters of altitude for a period of one year. Samples for moisture assessment, sensory analysis and electrical conductivity were collected after 30, 90, 180, 270 and 365 days of storage. The results obtained at the end of the storage period allowed us to conclude that packages with a high protection barrier are efficient for storing coffee in parchment under the conditions analyzed.

Keywords: Storage; Sensory analysis; Electric conductivity; Specialty coffees.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da realização do experimento.....	32
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Médias mensais das temperaturas no local do experimento ao longo do período	33
Tabela 2 – Médias mensais da umidade relativa do ar no local do experimento ao longo do período	33
Tabela 3 – Descrição dos tratamentos avaliados	34
Tabela 4 – Especificação dos tipos de embalagens utilizadas no experimento.....	34
Tabela 5 – Escala de qualidade de acordo com metodologia SCA	39
Tabela 6 – Qualidade sensorial de bebida de café arábica	40
Tabela 7 – Contrastes avaliados.....	41
Tabela 8 – Contrastes das comparações de médias e de grupos de médias de cinco tempos de armazenamento 30, 90, 180, 270 e 365 dias, para a característica umidade.	48
Tabela 9 – Contrastes das comparações de médias e de grupos de médias de dois tempos de armazenamento 0 e 365 dias, para a característica umidade.	49
Tabela 10 – Contrastes das comparações de médias e de grupos de médias de cinco tempos de armazenamento 30, 90, 180, 270 e 365 dias, para a característica condutividade elétrica do exsudato dos grãos.....	55
Tabela 11 – Contrastes das comparações de médias e de grupos de médias de dois tempos de armazenamento 0 e 365 dias, para a característica condutividade elétrica do exsudato dos grãos.	57
Tabela 12 – Contrastes das comparações de médias e de grupos de médias de cinco tempos de armazenamento 30, 90, 180, 270 e 365 dias, para nota final de bebida. 60	
Tabela 13 – Contrastes das comparações de médias e de grupos de médias de dois tempos de armazenamento 0 e 365 dias, para nota final de bebida.	61

Tabela 14 – Equação de Regressão e Coeficiente de Determinação da condutividade elétrica do exsudato dos grãos, em seis tratamentos e em seis tempos de armazenamento.62

Tabela 15 – Equação de Regressão e Coeficiente de Determinação da nota final de bebida avaliadas em seis tratamentos e em seis tempos de armazenamento.63

Tabela 16 – Correlação de Pearson entre as características de nota final de bebida, de umidade e de condutividade elétrica do exsudato dos grãos.63

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
2. OBJETIVOS.....	20
2.1 Objetivo geral.....	20
2.2 Objetivos específicos	20
3. REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1. A Cafeicultura no Estado do Espírito Santo	21
3.2. A Colheita e a Qualidade do Café Arábica.....	22
3.3. Métodos de Processamento e a Qualidade do Café Arábica.....	23
3.4. Secagem e a Qualidade do Café Arábica	24
3.5. Análise Sensorial do Café Arábica.....	25
3.6. Armazenamento e a Qualidade do Café Arábica	26
3.7. Sacarias de Alta Barreira de Proteção	28
3.8. Condutividade Elétrica do Exsudato e a Qualidade do Café Arábica.....	29
3.9. Teor de Umidade dos Grãos e a Qualidade do Café Arábica	30
4. MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1. Caracterização do Experimento	32
4.2. Colheita do Café	35
4.3. Processamento do Café.....	35
4.4. Secagem do Café	35
4.5. Armazenamento do Café	36
4.6. Amostragem para Análise	36
4.7. Beneficiamento	36
4.8. Preparo das Amostras	37
4.9. Análise Sensorial	38
4.10. Análise de Umidade	40

4.11. Análise de Condutividade Elétrica (CE)	40
4.12. Análise Estatística	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.1. Avaliação dos Resultados de Umidade.....	44
5.1.1. Para o tempo de armazenamento de 30 dias	44
5.1.2. Para o tempo de 90 dias de armazenamento	45
5.1.3. Para o tempo de 180 dias de armazenamento	46
5.1.4. Para o tempo de 270 dias de armazenamento	46
5.1.5. Para o tempo de 365 dias de armazenamento	47
5.1.6. Comparação do teor de umidade dos grãos entre os tempos 0 e 365 dias de armazenamento	49
5.2. Avaliação dos Resultados de Condutividade Elétrica	50
5.2.1. Para o tempo de 30 dias de armazenamento	50
5.2.2. Para o tempo de 90 dias de armazenamento	51
5.2.3. Para o tempo de 180 dias de armazenamento	52
5.2.4. Para o tempo de 270 dias de armazenamento	53
5.2.5. Para o tempo de 365 dias de armazenamento	53
5.2.6. Comparação do teor de condutividade elétrica do exsudato dos grãos entre os tempos 0 e 365 dias de armazenamento	56
5.3. Avaliação dos Resultados de Nota Final de Bebida.....	57
5.3.1. Para o tempo de 30 dias de armazenamento	57
5.3.2. Para o tempo de 90 dias de armazenamento	57
5.3.3. Para o tempo de 180 dias de armazenamento	58
5.3.4. Para o tempo de 270 dias de armazenamento	59
5.3.5. Para o tempo de 365 dias de armazenamento	59
5.3.6. Comparação das Médias das Notas Finais de Bebida dos grãos entre os tempos 0 e 365 dias de armazenamento.....	61
6. CONCLUSÕES	64

7. REFERÊNCIAS.....	65
8. APÊNDICES	69

1. INTRODUÇÃO

A cafeicultura cumpre um papel fundamental e de extrema importância para a economia do País. No Brasil, a café é responsável pelo desenvolvimento das regiões onde é cultivado, além de ser gerador de emprego e renda tem grande significância na geração de receita com impostos arrecadados por estados e municípios. Na atualidade, o Brasil é o maior produtor e exportador de café em grãos verdes crus e o segundo maior consumidor mundial de café (COSTA, 2020).

O café arábica é a principal fonte de renda em 80% das propriedades rurais do estado do Espírito Santo (ES) que estão localizadas em terras frias e montanhosas com altitudes que variam de 500 a 1.200 m do nível do mar. O ES é o terceiro maior produtor de café arábica do Brasil, atrás apenas dos estados de Minas Gerais e São Paulo. Atualmente, existem 150 mil hectares de café arábica em produção no estado em mais de 26 mil propriedades, que estão presentes em 48 dos 78 municípios, gerando renda para 53 mil famílias na atividade, onde serão produzidas em média 4,2 milhões de sacas em 2022. A cafeicultura de arábica gera em torno de 150 mil empregos diretos e indiretos (IBGE, 2017; CONAB, 2022).

Ao longo dos anos a produção de cafés especiais, além da valorização do produto final, trouxe reconhecimento aos cafeicultores e à região. Recentemente, a Região das Montanhas do estado do Espírito Santo obteve o reconhecimento de Origem Certificada através da Indicação Geográfica – IG, na modalidade de Denominação de Origem – DO, que tem objetivo de melhorar a sustentabilidade da cafeicultura da região (DIAS et al., 2021).

No Brasil os grãos de cafés especiais, após a finalização do processo de secagem, nas pequenas propriedades é armazenado ainda em pergaminho nas sacarias de ráfia ou de juta e, para médias e grandes propriedades, após o beneficiamento e antes da comercialização, o café em grãos verdes crus é armazenado em sacarias de juta com 60 kg, que são dispostos sobre estrados de madeira em armazéns, que devido aos altos custos e a extensão no tamanho das estruturas, em sua maioria, não possuem nenhum tipo de controle das alterações do ambiente, ficando os grãos armazenados sujeitos as alterações nas condições climáticas. Sendo assim, as oscilações das condições ambientais podem acarretar

alterações no teor de umidade dos grãos levando à perda da qualidade final da bebida do café (BORÉM et al., 2007).

Diante ao exposto, a busca pela produção de grãos diferenciados e de qualidade superior é constante pelos produtores que buscam algum diferencial na comercialização, visando o atendimento às exigências do mercado mundial de cafés especiais. Por isso, a necessidade do uso de tecnologias que minimizem as perdas de qualidade física e sensorial de bebida durante o período de armazenamento (MALTA et al., 2020).

Durante o período de armazenamento os grãos de café sofrem inúmeras reações fisiológicas, químicas e bioquímicas que levam à perda da qualidade física e sensorial da bebida, causada principalmente pelo aumento do teor de umidade dos grãos e da temperatura de armazenagem (FREITAS et al., 2020).

Estudos científicos recentes têm demonstrado a eficiência de embalagens impermeáveis de alta barreira de proteção, na manutenção da qualidade física e sensorial dos cafés armazenados em pergaminho, em coco e beneficiados em grãos verdes crus, permitindo aumentar o período de armazenamento (BORÉM et al., 2013; BROISSIN et al., 2018; DONOVAN et al., 2019).

O armazenamento é um dos maiores desafios para a manutenção da qualidade dos cafés especiais produzidos na região de montanhas do estado do Espírito Santo, devido as condições inadequadas das unidades de armazenamento nas propriedades e das condições climáticas locais que favorecem a degradação da qualidade. Diante disso espera-se com esse trabalho identificar embalagens com maior eficiência e que possibilitem a manutenção da qualidade física e sensorial dos grãos de café ao longo do período de armazenagem, o que poderá permitir aos cafeicultores da região a melhoria na gestão da comercialização dos cafés. A tecnologia também permitirá a conservação da qualidade inicial dos grãos ao longo do processo de exportação, permitindo que os cafeicultores possam acessar mercados diferenciados com maior valor agregado.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Objetivou-se com esse trabalho analisar a eficiência na manutenção da qualidade física e sensorial dos grãos de café em pergaminho armazenados em diferentes tipos de embalagens com e sem alta barreira de proteção.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar o efeito do tempo de armazenamento sobre a qualidade física e sensorial dos grãos de café arábica;

Avaliar o efeito de diferentes tipos de embalagens sobre a qualidade física e sensorial dos grãos de café arábica;

Avaliar o efeito do teor de umidade dos grãos sobre a qualidade física e sensorial dos grãos de café arábica;

Avaliar a interação entre tempo de armazenamento e tipo de embalagem sobre a qualidade física e sensorial dos grãos de café arábica.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A Cafeicultura no Estado do Espírito Santo

A chegada do café arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo (ES) é datada no ano de 1820, no entanto, passou a ter maior expressividade e importância econômica em 1850 com o advento da imigração de alemães, espanhóis, portugueses e italianos, que vieram ocupar as terras do estado com o cultivo do café. Até o ano de 1962 o cultivo do café arábica tinha uma área de aproximadamente 500 mil ha em produção, mas com a ausência de tecnologias de manejo, nutrição e o extrativismo que levaram ao empobrecimento dos solos e com o aparecimento da ferrugem (*Hemileia vastatrix*), doença que causou desfolha e danos severos, foi decretado o plano de erradicação das lavouras através do Governo Federal, onde no estado até o ano de 1970 foram erradicados mais de 52% das lavouras. Conseqüentemente, a implantação de uma nova cafeicultura com base em orientações técnicas foi implantada no estado, principalmente na região das montanhas onde estão cultivadas lavouras que representam 48% da área de café arábica do ES (BITTENCOURT 1987; NUNEZ, 2016; IBGE 2017).

A cafeicultura é de extrema importância para o Espírito Santo como fonte de renda e geração de emprego, mais de 53 mil famílias tem no café sua principal fonte de renda. Para a safra de 2022 está estimado que o Brasil irá produzir mais de 55 milhões de sacas beneficiadas de 60 kg, sendo que aproximadamente 38,8 milhões de sacas serão de café arábica e desse montante, 4,2 milhões de sacas serão colhidos no Espírito Santo (CONAB 2021).

O café arábica no Espírito Santo é cultivado em terras mais altas e de topografia acidentada, com a altitude variando de 500 a 1.200 m. O estado é o terceiro maior produtor de café arábica do Brasil, ocupando, atualmente, uma área de aproximadamente 168 mil há, em 49 dos 78 municípios do estado, em mais de 26 mil propriedades, gerando mais de 150 mil empregos diretos e indiretos. Em mais de 80% dos municípios, a cafeicultura é a base da economia, levando desenvolvimento, apesar de ser de base familiar e cultivadas em pequenas propriedades, com área média abaixo de 10 ha por propriedade (NASCIMENTO et al., 2016; CONAB, 2021).

3.2. A Colheita e a Qualidade do Café Arábica

Com o início do processo de maturação, também acontece o aumento da atividade de respiração dos frutos do cafeeiro, além de alterações fisiológicas no metabolismo de ácidos e açúcares, na síntese de etileno e no metabolismo das substâncias que são as responsáveis pela modificação na cor da casca, como a deterioração da molécula de clorofila. Ocasionalmente níveis reduzidos de adstringência e na síntese de compostos voláteis, como por exemplo: os álcoois, os aldeídos, as cetonas e os ésteres (APARECIDO et al., 2018).

Os frutos de café com potencial máximo de maturação são a base para produção de cafés especiais. Ao atingir esse estágio os frutos apresentam maiores teores de açúcares, maior granação/peso com maior atividade de polifenoloxidasas e menores teores de cafeína, de compostos fenólicos e de lixiviação de potássio. Ao contrário do que acontece se forem colhidos frutos verdes ou fora do padrão ideal de maturação, que tem a tendência de apresentar baixa atividade da polifenoloxidase com menores teores de açúcares e peso, mas com altos níveis de compostos fenólicos totais. Portanto, a determinação do ponto máximo de maturação para o início da colheita, é um fator primordial para a produção de cafés especiais (FAGAN et al., 2011; PIMENTA, 2020).

Como o cafeeiro, de acordo com as condições climáticas na época da floração emite várias floradas, é comum que no período da colheita as plantas tenham frutos de diferentes estágios de maturação, para produção de cafés especiais deve ser priorizado a colheita dos frutos maduros, se for economicamente viável, a colheita deverá ser seletiva manual em peneiras ou panos, o que normalmente é mais viável para pequenos cafeicultores de base familiar, pois utilizam sua própria mão-de-obra, produzindo micro lotes de cafés especiais com alto valor agregado e de mercado diferenciado. Para cafeicultores de porte médio para grande, em que a colheita seletiva não tenha viabilidade econômica, é recomendável que a mesma seja feita através de derriça manual ou semimecanizada em panos ou peneiras quando os frutos apresentarem acima de 80% de maturação (BARBOSA et al., 2019; BORÉM et al., 2020).

Durante a colheita os frutos de café deverão ficar embalados em sacaria de ráfia e ao longo do dia, antes de serem transportados para unidade de beneficiamento, devem ser colocados na sombra em temperaturas mais amenas, se ficarem expostos ao sol e calor, o aumento da temperatura pode ocasionar fermentações indesejáveis. Os frutos originados de chão ou de varrição devem ser processados separados e não devem ser misturados no pós-colheita, pois devido o contato com o chão, certamente foi iniciado algum processo de deterioração desses frutos. Preferencialmente os frutos devem ser processados no mesmo dia em que foram colhidos, evitando assim perdas qualitativas na bebida (MALTA et al., 2020; PEREIRA et al., 2020).

3.3. Métodos de Processamento e a Qualidade do Café Arábica

O café arábica pode ser processado em duas formas diferentes, o processamento natural ou por via seca, onde os frutos, após a colheita, são levados à secagem integralmente com a casca (para produção de cafés especiais é recomendável pelo menos a lavagem do café, para retirada de frutos boias e impurezas) e o processamento por via-úmida, esse método tem variações e originam cafés diferentes sendo: O cereja descascado – CD, onde são retiradas a casca e parte da mucilagem; O desmucilado, onde são retiradas a casca e a mucilagem mecanicamente e o despulpado, onde a casca é retirada mecanicamente e a mucilagem é retirada através de um processo de fermentação em caixas, tambores ou tanques em alvenaria (MARTINS et al., 2020).

Em trabalho realizado por Ribeiro et al. (2016), os autores observaram alterações na parte química e fisiológica em sementes de cafés que foram processados pelos dois métodos de processamento, comprovando que a atividade metabólica é diferente de acordo com método utilizado. Onde nas sementes em pergaminho foram encontradas maior acúmulo de β -tubulina e teores mais altos da enzima isocitrato liase – ICL, quando comparadas com sementes processadas pelo método natural, demonstrando que as sementes quando despulpadas, tem maiores índices germinativos e melhor atividade fisiológica.

Os açúcares encontradas em grãos verdes crus de café arábica, são reflexos direto do método de processamento utilizado, cafés naturais ou processados por via

seca apresentam maiores teores de frutose e glicose em comparação aos cafés despolpados ou processados por via-úmida (KNOPP, 2005; TASSEW et al., 2021).

3.4. Secagem e a Qualidade do Café Arábica

A secagem é feita através do processo de insuflar ar quente nos grãos do café, visando a retirada, por meio da evaporação forçada, do excesso de umidade presente nos grãos de café, ou seja, é um processo de transferência de calor e massa, entre os grãos e o ar aquecido que força a evaporação do excesso de água, promovendo a secagem, para o café, a umidade ideal é de 11% (b.u.), permitindo que os grãos sejam armazenado sem que seja afetada as características de qualidade de bebida (PIMENTA, 2020).

Esse processo é de extrema importância, se não for realizado de forma adequada, pode causar prejuízos significativos ao produtor, se o processo de secagem for excessivo, além da perda de peso, provoca a quebra dos grãos durante o beneficiamento, aumentando também os custos com mão-de-obra, lenha e energia elétrica. De outra forma, se o café ficar úmido, sem que atinja o ponto correto de umidade, os prejuízos são ainda maiores, pois a umidade causa o embranquecimento dos grãos, favorece à contaminação por Ocratoxina e não permite que os grãos sejam armazenados por longos períodos, ficando o produtor sujeito a sazonalidade de preços para comercialização (BORÉM et al., 2020).

De acordo com o nível tecnológico do produtor a secagem pode ser natural, quando realizada em terreiros de concreto cobertos e/ou terreiros suspensos, ou artificial, quando realizada em secadores mecânicos, independente do processo de secagem, natural ou artificial, pode influenciar diretamente na qualidade de bebida final, por isso, esse processo é uma etapa que exige muitos cuidados por parte do produtor em controlar principalmente, a temperatura e o tempo de secagem, devendo ser uma secagem lenta para retirada gradativa de toda umidade, sem que a temperatura na massa de grãos ultrapasse os 40 °C (BORÉM et al., 2018).

A secagem natural realizada em terreiro é bastante vantajosa, devido ao baixo custo de implantação em relação à secagem artificial, e por ser a radiação solar a fonte de calor, se manejada corretamente não afeta em nada a qualidade inicial dos grãos originando boa qualidade de bebida final e, pelo fato de não haver queima de

lenha ou outro tipo de combustível, é ambientalmente o processo de secagem mais correto. No entanto, esse processo inspira alguns cuidados a mais em relação as condições ambientais, já que depende de radiação solar para realização da secagem, devendo adotar um manejo adequado em dias nublados para que não seja comprometida a qualidade final de bebida. Por isso, esses tipos de terreiros devem ser projetados e instalados em áreas planas, com boa ventilação e incidência de radiação solar ao longo do dia, de preferência para permitir bom fluxo no processamento, devem estar abaixo das lavouras e acima da unidade de beneficiamento e armazenamento. Se possível, devem ser construídos em concreto, para facilitar o manejo e a limpeza minimizando os riscos de perda da qualidade final de bebida dos grãos (ALVES et al., 2017).

Durante o processo de secagem dos grãos de café, muitos são os fatores que influenciam para o sucesso dessa etapa, tais como: o método de secagem (natural ou artificial), a temperatura e a umidade relativa do ar aquecido, velocidade de insuflagem do ar e o tempo de secagem. A perda do controle de quaisquer um desses fatores leva ao comprometimento da qualidade da secagem e da qualidade final de bebida. Para que não haja comprometimento ao longo do processo de secagem e que a mesma permita a produção de cafés especiais, essas estruturas devem ser projetadas e construídas em locais mais planos, visando a redução dos custos com terraplanagens, sendo áreas com boa ventilação e maior incidência de radiação solar ao longo do dia, se possível, próximo as estruturas de beneficiamento e dos locais de armazenagem (PIMENTA, 2020).

3.5. Análise Sensorial do Café Arábica

Dos métodos de análise sensorial mais usados por profissionais de degustação e aceito pelo mercado internacional de café, o protocolo da Specialty Coffee Association – SCA é o que mais utilizado, é realizado através de análises descritivas do juiz avaliador, onde são atribuídas notas e descrição dos perfis sensoriais da bebida (SCA, 2015).

Para a realização da avaliação sensorial dos cafés utilizando o protocolo da Specialty Coffee Association – SCA, os atributos são divididos em duas categorias, onde a primeira, é representada por fragrância/aroma, acidez, corpo, equilíbrio, sabor,

finalização e impressão global, que são pontuados, de acordo com a sua qualidade, em uma escala de 6 a 10 pontos, em intervalos de 0,25 pontos, e a segunda categoria representada pela uniformidade, doçura e xícara limpa ou ausência de defeitos, onde que os atributos são pontuados, em uma escala de 0 a 10 pontos, onde são atribuídos 2 pontos para cada xícara que não apresentar problemas à uniformidade, à doçura e à xícara limpa, cada amostra é composta por 5 xícaras, para ser considerado café especial de acordo com o protocolo da SCA, os grãos avaliados devem apresentar nota final superior a 80 pontos (SCA, 2015).

Alguns trabalhos de pesquisa têm demonstrado a existência de repetibilidade e bom grau de confiança na avaliação dos degustadores seguindo o protocolo de análise sensorial da SCA. Onde o número de degustadores que são necessários para os melhores níveis de certeza no resultado da análise sensorial dos cafés testados tem variado de acordo com os atributos presentes na bebida, do método de estimação e do ano safra que está sendo analisado, esse número tem variado de 3 a 13 degustadores. Para a análise da nota global final o número ficou 4 e 14 degustadores (PEREIRA et al., 2020).

3.6. Armazenamento e a Qualidade do Café Arábica

O armazenamento é o período em que os grãos de café ficam estocados, vai desde a finalização do processo de secagem, quando atingem $11\% \pm 1$ de umidade (base úmida – b.u.) até o momento do beneficiamento para comercialização, esse período pode ser variável em função dos valores do produto no momento da comercialização. Os grãos de café podem ser armazenados em coco (para os grãos processados por via seca – cereja natural) ou em pergaminho (para os grãos processados por via-úmida – cereja descascado/despulpado), tem a finalidade de manutenção da qualidade inicial do produto até a comercialização (BORÉM, 2014).

O método de armazenagem tem interferência direta na manutenção da qualidade inicial dos grãos de café durante o período em que ficam estocados. O café pode ser armazenado em sacarias de ráfia ou juta, tanto para cereja natural, quanto para cereja descascado em pergaminho (para pequenos e médios produtores) e a granel em tulhas de descanso, construídas em madeira ou alvenaria e em silos (para grandes produtores). Esse sistema convencional de armazenamento não possui

nenhum método de controle de temperatura, umidade e luminosidade (RIBEIRO et al., 2017).

Os cafés produzidos no Brasil normalmente são armazenados em armazéns convencionais, mesmo após o beneficiamento, quando são acondicionados em sacarias de juta, permitindo que os grãos do café fiquem susceptíveis as variações de umidade e temperatura do ambiente, que comprometem e favorecem a perda da qualidade inicial. O sistema de convencional de armazenamento predomina-se em função da quantidade de grandes armazéns já construídos no país e do alto custo da mudança para um sistema de armazenamento com ambiente controlado (ABREU et al., 2017).

As alterações físicas que ocorrem nos grãos durante o período de armazenamento levam à mudança no padrão de coloração, essa mudança na tonalidade passa de verde-azulada para marrom-clara e esbranquiçada, fenômeno mais conhecido com branqueamento dos grãos, esse fenômeno pode ser em maior ou menor intensidade de acordo com alguns fatores como: os danos sofridos pelos grãos durante a colheita e o processamento, condições de armazenagem (luminosidade, temperatura e umidade relativa), teor de água presente nos grãos, tempo de armazenamento e tipos de embalagens utilizadas devem ser considerados (BORÉM, et al., 2020).

As alterações dos sistemas enzimáticos são indicativos de que os grãos estão em processo de deterioração devido a condições de estresse e armazenagem inadequado. Fatores como temperatura e umidade relativa do ar contribuem para evolução do processo de deterioração da qualidade de bebida do café durante o período de armazenagem. Daí a importância no conhecimento dos sistemas enzimáticos na detecção dos processos de deterioração dos grãos de café durante a armazenagem (ABREU et al., 2017).

As variações na condutividade elétrica e lixiviação de potássio demonstram uma maior deterioração das membranas celulares, em função da quantidade de íons lixiviados e estão diretamente relacionadas ao tempo de armazenagem. A perda da qualidade sensorial da bebida do café é dada em função de processos oxidativos de proteínas, lipídeos e da redução no conteúdo de açúcares dos grãos de café. Por estar

diretamente ligado ao processo de respiração dos grãos durante o armazenamento, é esperado que, quanto maior a respiração dos grãos, maior será o consumo de açúcares e a diminuição desses teores ocasiona a deterioração e perda da qualidade sensorial da bebida do café (FREITAS et al., 2020).

Como exemplos de alterações enzimáticas durante os processos de deterioração pode ser visto na enzima peroxidase – PO, que é uma enzima relacionadas com as alterações de aroma, cor e textura dos grãos no período de armazenagem, a diminuição da atividade da PO aumenta a sensibilidade do grão aos efeitos da exposição ao oxigênio e radicais livres. Outro exemplo da alteração enzimática é visto na forma de expressar a enzima esterase – EST que tem atuação na hidrólise dos ésteres e no metabolismo de lipídeos, com a perda de viabilidade e deterioração dos grãos e sementes de café há diminuição do número de bandas e intensidade da EST (SILVA et al., 2022).

A influência das condições de armazenamento, como teor de umidade, temperatura, tempo de armazenamento e a natureza dos grãos, nesse caso sendo o substrato, podem ser condições propícias ao desenvolvimento de Ocratoxina A (OTA), afetando a qualidade microbiológica e sanitária dos grãos de café, situação de alerta e grande preocupação. Os fungos filamentosos são os principais contaminantes de grãos de café após a colheita e secagem, causando aumento da biomassa durante o período de armazenagem (AKBAR et al., 2020; MAMAN et al., 2021).

3.7. Sacarias de Alta Barreira de Proteção

No Brasil, no período que antecede a comercialização os cafés em grãos verdes crus são armazenados em sacarias de juta, que são embalagens permeáveis tanto a gases, quanto à vapor d'água, o que causa a perda da qualidade inicial do produto, pois, possibilita a variação da umidade dos grãos que ficam sujeitos as interações com o ar do ambiente e variações das condições climáticas (BORÉM et al., 2014; FERREIRA et al., 2018).

As embalagens de Juta são tradicionalmente utilizadas para o armazenamento e transporte de café em grãos verdes crus. São utilizadas por permitirem facilmente a coleta de amostragens dos grãos e na comercialização de pequenos lotes de café, também por serem reutilizados por várias safras, principalmente no mercado interno.

Mas trazem como grande desvantagem, a rápida deterioração e perda da qualidade dos grãos que nelas são armazenados, pois os armazéns não possuem controle das condições de armazenamento, diante da alta permeabilidade dessas embalagens às condições ambientais, os grãos ficam expostos ao branqueamento, alteração da umidade, além de outras alterações que levam à deterioração e perda da qualidade (BROISSIN et al., 2018).

Recentemente surgiram no mercado sacarias plásticas de alta barreira de proteção e impermeáveis ao CO₂, que inicialmente foram utilizados para acondicionar cafés beneficiados revestidos com a tradicional sacaria de juta que eram destinados à exportação, como os resultados obtidos e a redução dos danos foram bastante satisfatórios, atualmente produtores de cafés especiais estão utilizando as sacarias de alta barreira de proteção de diferentes marcas comerciais no armazenamento de grãos de café em pergaminho ou em coco nas propriedades até o momento do beneficiamento, permitindo aumentar o período de armazenamento sem ocasionar perdas nas características físicas e de qualidade sensorial de bebida. (BORÉM et al., 2013; DONOVAN et al., 2019).

3.8. Condutividade Elétrica do Exsudato e a Qualidade do Café Arábica

O processo de deterioração dos grãos de café é a somatória de alguns fatores físico-químicos e bioquímicos, esses mecanismos além de complexos são interdependentes. A degradação das paredes das membranas celulares e conseqüentemente a perda do controle da permeabilidade são os primeiros indícios do processo de deterioração dos grãos de café, pois essas alterações químicas provocam reações que alteram a composição química do grão de café cru, afetando também as características sensoriais de qualidade da bebida do café. Por esses motivos, diversas pesquisas estão utilizando os testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio como indicadores de conservação e integridade das membranas celulares (CLEMENTE et al., 2015; PIMENTA, 2020).

Os testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio demonstram que as membranas celulares podem ter sofrido algum tipo de dano ou injúria, causado por exemplo, pelo excesso de temperatura durante o processo de secagem ou pelo tempo de armazenamento, ocasionando alterações indesejáveis à bebida e acelerando o

processo de deterioração dos grãos. Os grãos em processo de deterioração ou com membranas danificadas apresentam maiores quantidades de solutos lixiviados, conseqüentemente maiores serão os valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio. Sendo assim, os grãos que não sofreram nenhum processo de deterioração, e foram mantidas a integridade das membranas celulares apresentarão menores valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio, estando diretamente relacionados com a conservação e a manutenção da qualidade de bebida dos grãos de café (FREITAS et al., 2020).

3.9. Teor de Umidade dos Grãos e a Qualidade do Café Arábica

A secagem do café é uma das operações mais importantes no processo de pós-colheita, podendo acarretar grandes prejuízos aos produtores, pois o processo é iniciado com os grãos contendo entorno de 60% de umidade e finalizado quando atingirem 11% de umidade, não devendo ultrapassar o limite máximo de tolerância de 12,5% para o café em grão verde cru, ou seja, para o café beneficiado. O teor de umidade dos grãos de café tem papel fundamental contra o início do processo de deterioração, determinando assim a estabilidade dos grãos durante o período de armazenagem, tendo em vista as alterações que os grãos armazenados estão sujeitos, que levam a deterioração e perda das qualidades físicas e sensoriais da bebida do café (BORÉM et al., 2018; PIMENTA, 2020).

As recomendações das pesquisas para produção de café arábica determinavam como correto 12% de umidade para café beneficiado em grão verde cru. No entanto, acima de 13%, os grãos correm o risco de deterioração podendo passar pelo processo de branqueamento rapidamente, e se estiver com a umidade abaixo de 11%, acarreta prejuízos devido o maior tempo de secagem, perda de peso e quebra dos grãos no processo de beneficiamento. O produtor deve acompanhar o processo de secagem, fazendo medições com medidor específico (MATIELLO et al., 2020).

Pesquisas mais recentes indicam que para produção de cafés especiais, o teor de umidade para o armazenamento dos grãos beneficiados deve ser de 11%, para que sejam mantidas as características de qualidade física e sensorial dos grãos. Esse

processo tem influência direta no valor de comercialização e na torrefação (BORÉM et al., 2014).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização do Experimento

O experimento foi conduzido na propriedade do Sr. Jonas Sartori, na Comunidade da Bateia, Zona Rural do município de Castelo/ES no sul do estado do Espírito Santo, localizada nas coordenadas geográficas UTM UPS WGS 84 (E) 283908 (N) 7727594, em uma altitude de 865 metros. A Figura abaixo demonstra no mapa a localização de realização do experimento.

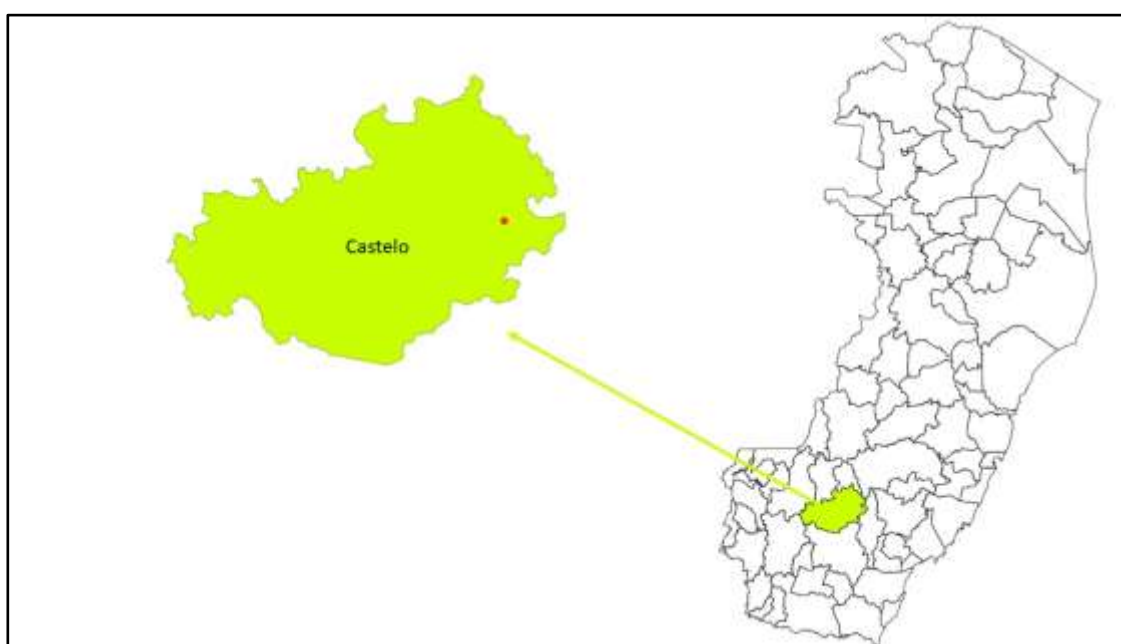


Figura 1 – Mapa de localização da realização do experimento.

Fonte: Autor

No município de Castelo a precipitação média anual é de 1.308,4 mm, dividida entre os meses de outubro a abril, período chuvoso que corresponde por 84,9% do total de chuva anual, e 15,1% entre os meses de maio a setembro, período menos chuvoso. A temperatura média anual é de 24,4 °C, com a maior média registrada no mês de fevereiro, com 27,3 °C em um mês típico de verão, e a menor média em junho, 21,5 °C, período em que as temperaturas são mais amenas na região (Tabelas 1 e 2) (INCAPER, 2020).

Tabela 1 – Médias mensais das temperaturas no local do experimento ao longo do período

Médias	Período de Armazenamento (mês)												
	Out 2020	Nov 2020	Dez 2020	Jan 2021	Fev 2021	Mar 2021	Abr 2021	Mai 2021	Jun 2021	Jul 2021	Ago 2021	Set 2021	Out 2021
T Máx. °C	25,2	24,4	28,0	27,2	27,0	28,4	24,8	23,9	22,3	22,1	22,9	26,1	23,4
T Méd. °C	19,7	19,2	21,5	21,6	21,3	21,0	18,4	17,4	17,7	16,2	13,8	15,1	18,8
T Mín. °C	16,1	15,7	17,4	16,6	17,3	16,2	14,3	13,1	11,5	9,1	11,8	13,7	15,7

Fonte: Autor

Tabela 2 – Médias mensais da umidade relativa do ar no local do experimento ao longo do período

Médias	Período de Armazenamento (mês)												
	Out 2020	Nov 2020	Dez 2020	Jan 2021	Fev 2021	Mar 2021	Abr 2021	Mai 2021	Jun 2021	Jul 2021	Ago 2021	Set 2021	Out 2021
UR - % Máx.	91,7	91,2	90,9	89,5	90,2	91,3	92,2	91,2	91,0	91,3	90,4	97,5	90,1
UR - % Méd.	88,1	82,3	76,8	71,4	76,8	77,8	82,9	81,5	81,2	81,8	77,9	75,5	71,6
UR - % Mín.	57,1	58,2	39,2	45,8	51,9	46,8	54,2	52,2	51,9	42,6	44,9	45,2	64,4

Fonte: Autor

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados com três repetições, no esquema de subparcelas no tempo, sendo as parcelas compostas pelos tratamentos (Tabela 3). As subparcelas foram compostas pelos tempos de armazenamento 0, 30, 90, 180, 270 e 365 dias. As parcelas foram compostas por 35 kg grãos de café em pergaminho do cultivar Catuaí IAC-81, em diferentes tipos de embalagens (Tabela 4).

Tabela 3 – Descrição dos tratamentos avaliados

Tratamento	Descrição do tratamento
E ₁	Embalagem de rafia
E ₂	Embalagem Castanhal revestida externamente com embalagem de rafia
E ₃	Embalagem Grainpro® revestida externamente com embalagem de rafia
E ₄	Embalagem de Juta
E ₅	Embalagem Castanhal revestida externamente com embalagem de juta
E ₆	Embalagem Grainpro® revestida externamente com embalagem de juta

Fonte: Autor

Tabela 4 – Especificação dos tipos de embalagens utilizadas no experimento

Embalagem	Especificação técnica
Sacos de Ráfia	Fabricado em polipropileno trançado com as dimensões de 90 cm de comprimento x 60 cm de largura e capacidade de 50 kg. Embalagem permeável a água e gases.
Sacos de Juta	Fabricado com fibras naturais de Juta trançadas com as dimensões de 100 cm de comprimento x 70 cm de largura e capacidade de 60 kg. Embalagem permeável a água e gases.
Sacos Castanhal	Embalagem de cor esverdeadas e transparente, permeabilidade ao O ₂ 1,18 TP O ₂ e ao vapor d'água 2,51 TPVA com as dimensões de 125 cm de comprimento x 70 de largura; fabricado em polietileno linear, polietileno convencional e polietileno industrial com aditivos de barreira.
Sacos Grainpro®	Embalagem de cor esverdeada e transparente, permeabilidade ao O ₂ (23 °C a seco) e permeabilidade a vapor d'água (38 °C com 90% de UR); fabricado em camadas de polietileno, barreiras

antigases e polietileno com as dimensões de 130 cm de comprimento x 75 cm de largura.

Fonte: Adaptado de Ribeiro, 2014.

A lavoura onde foram colhidas as amostras dos grãos de café possui de 10 anos de idade, está situada em uma altitude de 950 metros ao nível do mar, cultivada no espaçamento de 2 m entre linhas e 1 m entre plantas, sendo que as práticas de manejo e condução da lavoura foram realizadas de acordo com as recomendações preconizadas pela pesquisa para a produção de cafés especiais (MATIELO 2020).

4.2. Colheita do Café

A colheita foi realizada grãos maduros na segunda quinzena do mês de junho de 2020, de forma manual, utilizando-se peneiras, e seletiva dos frutos cerejas naturais maduras, que foram colhidos em peneiras, foi utilizada a quantidade de 300 litros/parcela e encaminhados para o processamento.

4.3. Processamento do Café

O processamento foi realizado pelo método de via-úmida, cereja despulpado, passando pelas seguintes etapas: primeiramente foi realizada a lavagem do café maduro no lavador separador para retirada dos frutos boias e impurezas. Após essa etapa os frutos foram encaminhados para o descascador separador para retirada da casca dos frutos cerejas. Em seguida os frutos cerejas descascados que deram origem ao café em pergaminho foram encaminhados para o processo de secagem em terreiro suspenso com cobertura plástica.

4.4. Secagem do Café

O processo de secagem do café em pergaminho foi realizado conforme preconizado pela pesquisa para produção de cafés especiais, utilizando terreiro suspenso com cobertura plástica com lona branco-leitosa de 150 micras. O manejo do café em pergaminho durante o processo de secagem em terreiro passou pelas seguintes etapas: Após o processamento dos frutos por via-úmida, os grãos do café foram espalhados “grão a grão”, em camadas bem finas de 7 L/m² possibilitando que o café enxugasse a água do processamento de forma uniforme no primeiro dia; no segundo dia, os grãos do café foram espalhados em camadas de 14 L/m², após perder

a umidade externa; a partir do terceiro dia os grãos do café foram colocados em leiras de 2 a 3 cm; do quarto dia em diante os grãos do café foram espalhados em camadas de 5 cm e a tarde enleirados em leiras de até 50 cm de altura, operação que foi repetida até a finalização da secagem quando os grãos do café atingiram $11\pm 1\%$ de umidade (base úmida – b.u.). Durante todo o processo de secagem os grãos foram revolvidos pelo menos 12 vezes ao longo do dia para uniformização da secagem. As condições de higiene foram mantidas com o terreiro sempre limpo e protegido para não permitir entrada de animais (PIMENTA, 2020).

Após a finalização do processo de secagem, foram pesados 35 kg de café em pergaminho para compor as parcelas dos tratamentos, em seguida os cafés foram acondicionados nas seguintes embalagens: E₁) embalagem de rafia; E₂) embalagem Castanhal revestida externamente com embalagem de rafia; E₃) embalagem GrainPro® revestida externamente com embalagem de rafia; E₄) embalagem de juta; E₅) embalagem Castanhal revestida externamente com embalagem de juta e E₆) embalagem GrainPro® revestida externamente com embalagem de juta.

4.5. Armazenamento do Café

Os cafés foram armazenados em tulha de madeira sem controle de temperatura, umidade, ventilação e luminosidade a 865 metros de altitude, sobre estrados de madeira e distante 20 cm das paredes.

4.6. Amostragem para Análise

As amostragens foram retiradas manualmente da seguinte forma: foram retirados 2 kg de café em pergaminho ao completar cada período de armazenamento, nos tempos de 30, 90, 180, 270 e 365 dias, sendo em seguida encaminhadas ao beneficiamento.

4.7. Beneficiamento

O beneficiamento foi realizado em descascador de amostras da marca Pinhalense – modelo DRC – 2 com capacidade de 30 kg/h, após o beneficiamento as amostras foram embaladas em sacolas plásticas, com capacidade de 2 kg, e após serem codificadas, foram retiradas 300 gramas para realização da análise sensorial na empresa Prove Café/Bourbon, o restante das amostras foi destinado ao laboratório

do Centro de Cafés Especiais do Espírito Santo – CECAFES do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER, localizado na Fazenda Experimental de Venda Nova – FEVN, para realização das análises de umidade e condutividade elétrica dos grãos.

4.8. Preparo das Amostras

No laboratório as amostras foram codificadas, padronizadas com peneira 16 acima para uniformização do tamanho dos grãos para melhor padrão de torra e passaram pelo processo de catação para eliminação de defeitos, posteriormente foram pesadas com 100 g por amostra e encaminhadas à torra.

O processo de torra das amostras do café foi realizado em torrador para laboratório da marca Pinhalense – Modelo TL2 com controles independentes de chamas, de temperatura e de fluxo de ar, seguindo as recomendações do protocolo de análise sensorial da SCA, com a coloração correspondente a 58 pontos na escala Agtron para grãos inteiros e 63 pontos para grãos moídos, e ± 1 ponto de tolerância. Cada amostra de 100 g de grãos foi torrada 12 horas antes da análise sensorial, tendo a determinação visual de seu ponto de torra, respeitando o sistema de classificação de cor por meio de discos padronizados (SCA/Agtron Roast Color Classification System). Durante a torra, fatores que podem afetar o processo, tais como: temperatura, fluxo de ar e tempo de torra, foram monitorados por termômetros e cronômetros, respeitando o tempo de acordo com protocolo SCA, que normalmente não deve ser inferior a 8 minutos e nem superior a 12 minutos de torra por amostra. Após a torra as amostras foram resfriadas imediatamente por ar no compartimento de resfriamento do torrador. Após o resfriamento as amostras foram armazenadas em recipientes hermeticamente fechados até o momento da moagem para evitar contaminação (SCA 2015).

O processo de moagem foi realizado inicialmente com a limpeza do equipamento, onde foi moída uma pequena quantidade da amostra para evitar contaminação por resíduos de amostras moídas anteriormente. A regulagem do moinho de café para laboratório da marca Pinhalense – modelo ML1-NA, com capacidade de moagem de 15 kg/h, foi feita para que 70% do volume das partículas do café torrado passem em peneiras de 20 meshs (SCA 2015).

As amostras do café torrado, que foram compostas por cada repetição do experimento após cada período de armazenamento foram analisadas em 5 xícaras, tendo a concentração ótima de 8,25 gramas de café moído em 150 mL de água, de acordo com o ponto médio do gráfico de equilíbrio ótimo para obtenção do Golden Cup (SCA, 2015).

4.9. Análise Sensorial

A análise sensorial do experimento após cada período de armazenamento foi realizada por cinco degustadores com experiência comprovada em degustação de cafés especiais, seguindo a metodologia da Specialty Coffee Association – SCA (SCA, 2015). A análise sensorial das amostras dos cafés foi realizada conforme a metodologia SCA, 2015, respeitando os seguintes passos de execução:

1. Fragrância e Aroma: esses atributos foram avaliados em no máximo 15 minutos após a moagem das amostras do café, ao cheirar obteve a nota para a fragrância. Logo em seguida o pó foi hidratado com água na temperatura de 93 ± 1 °C formando a crosta, que foi mantida sem perturbação entre 3 e 5 minutos, onde são avaliados os compostos voláteis formados em vapor, aos 4 minutos da hidratação foi feita a “quebra” da crosta para avaliar o aroma;
2. Sabor: após a “quebra” da crosta e o resfriamento a 70 °C, entre 8 e 10 minutos após a hidratação, foi realizada a limpeza das xícaras retirando a espuma sobrenadante, iniciando a degustação. O café foi sugado utilizando uma colher própria para degustação, para que seja encoberta maior área possível entre a língua e palato alto para obter as percepções e avaliação das sensações do sabor pela boca e aparelho olfativo;
3. Finalização: após a avaliação do sabor, expelindo a bebida, através da qualidade e persistência dos resíduos que ficaram presentes na boca foi avaliada a finalização;
4. Acidez: após a avaliação da finalização, foi analisada a acidez, que pode ter variação e intensidade entre, acidez cítrica, licorosa, brilhante, málica, fosfórica, acética e lática;
5. Corpo: após a avaliação da acidez, foi avaliado o “corpo da bebida” através da percepção da intensidade e da viscosidade do líquido na boca;

6. Equilíbrio: é a avaliação da combinação entre o sabor, a finalização, a acidez e o corpo, esse atributo reflete diretamente na pontuação final da bebida do café;

7. Uniformidade: neste atributo foi analisado a igualdade entre todas as xícaras que compõem a amostra, em relação aos atributos de doçura, uniformidade e ausência de defeitos. Foram penalizados em dois pontos cada xícara desuniforme entre os atributos de sabor, finalização, acidez, corpo, ausência de defeito e doçura;

8. Xícara limpa: neste atributo foi analisado a presença de defeitos, o que acarreta em perda de qualidade da bebida, foram penalizadas em dois pontos, cada xícara com defeito. Além do atributo xícara limpa, os defeitos foram avaliados de duas formas: Defeitos leves: são identificados através da presença de um sabor desagradável, mas em menor intensidade, atribuindo-se a penalização de dois pontos por xícara em que forem encontrados; Defeitos graves: quando são encontrados sabores como terra, fenólico e fermentações indesejáveis, onde foram descontados quatro pontos por xícara. O resultado da soma entre os defeitos leves e graves devem ser subtraídos da nota final da avaliação sensorial;

9. Doçura: neste atributo foi avaliado o sabor doce da bebida. Também foi penalizada a xícara em que foi encontrada amargor indesejável com alta intensidade, que pode ser de origem da cultivar do café, processamento e/ou por processo de depreciação da qualidade da bebida, como uma com fermentação indesejável, neste caso também é descontado dois pontos por xícara no atributo avaliado;

10. Nota geral: neste atributo as notas foram atribuídas à fragrância/aroma, sabor, finalização, acidez, corpo, balanço e geral, que receberam as notas de 6 a 10 com intervalos de 0,25 ponto, demonstrados na tabela abaixo, de acordo com a metodologia SCA.

Tabela 5 – Escala de qualidade de acordo com metodologia SCA

Bom	Muito Bom	Excelente	Excepcional
6,00	7,00	8,00	9,00
6,25	7,25	8,25	9,25
6,50	7,50	8,50	9,50
7,75	7,75	8,75	9,75

Fonte: SCA (2015).

Após a realização da análise sensorial, o resultado foi calculado através da soma dos 10 atributos, demonstrados abaixo conforme os resultados e descrição da qualidade final da bebida do café.

Tabela 6 – Qualidade sensorial de bebida de café arábica

Pontuação Total	Descrição	Classificação
90 - 100	Exemplar	Specialty Rare (Especial Raro)
85 - 89,99 (Abaixo de 90)	Excelente	Specialty Origin (Especial Origem)
80 - 84,99 (Abaixo de 85)	Muito Bom	Premium
< 80 (Abaixo de 80)	Abaixo da qualidade Specialty	Abaixo de Premium

Fonte: SCA (2015).

4.10. Análise de Umidade

A determinação da umidade foi realizada por meio de determinador de umidade elétrico da marca GEHAKA – modelo G610i que dispõe de três instrumentos gerenciados por um microprocessador interno de última geração em um mesmo aparelho, a balança eletrônica que pesa a amostra; um termômetro digital incorporado, que mede a temperatura da amostra dentro da câmara e a temperatura do próprio aparelho e um capacitômetro que indica a porcentagem de umidade da amostra.

4.11. Análise de Condutividade Elétrica (CE)

A determinação da condutividade elétrica do exsudato dos grãos de café crus foi feita em laboratório conforme metodologia adaptada por (MALTA; PEREIRA; CHAGAS, 2005). Foram utilizados 50 grãos sem defeitos, peneira 16 acima de cada amostra, pesados em balança com precisão de 0,001g e imersos em 75 mL de água destilada em xícaras de 180 mL de capacidade. Os recipientes permaneceram em estufa a 25 °C, pelo período de 5 horas, procedendo-se à leitura da condutividade elétrica da solução de embebição em condutímetro Digimed CD-32. Com os dados

obtidos, foi calculada a condutividade elétrica (CE) e os dados expressos $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de grãos.

4.12. Análise Estatística

Foram realizadas análises de variâncias, sendo que os contrastes de médias e de grupo de médias foram comparados pelo teste de Scheffé ($p \leq 5\%$) e os modelos de regressão testados pelo teste de F e os estimadores pelo teste de t. Para as análises estatísticas foi utilizado o programa R (R Core Team, 2022).

A Tabela 7 abaixo especifica os contrastes avaliados para médias de umidade, condutividade elétrica e nota final de bebida dos grãos aos 30, 90, 180, 270 e 365 dias de armazenamento.

Tabela 7 – Contrastes avaliados

Contraste	Finalidade
$C_1 = \widehat{m}_1 - \widehat{m}_4$	Comparar as embalagens de Ráfia com as embalagens de Juta.
$C_2 = 2\widehat{m}_1 + 2\widehat{m}_4 - \widehat{m}_2 - \widehat{m}_3 - \widehat{m}_5 - \widehat{m}_6$	Comparar o grupo das embalagens sem alta barreira de proteção com o grupo das embalagens com alta barreira de proteção.
$C_3 = 3\widehat{m}_2 - \widehat{m}_3 - \widehat{m}_5 - \widehat{m}_6$	Comparar as embalagens de Ráfia com Castanhal com o grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.
$C_4 = 3\widehat{m}_3 - \widehat{m}_2 - \widehat{m}_5 - \widehat{m}_6$	Comparar as embalagens de Ráfia com GrainPro® com o grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

$$C_5 = \widehat{m}_2 - \widehat{m}_3$$

Comparar as embalagens de Ráfia com Castanhal com as embalagens de Ráfia com GrainPro®.

$$C_6 = \widehat{m}_5 - \widehat{m}_6$$

Comparar as embalagens de Juta com Castanhal com as embalagens de Juta com GrainPro®.

$$C_7 = 3\widehat{m}_5 - \widehat{m}_2 - \widehat{m}_3 - \widehat{m}_6$$

Comparar as embalagens de Juta com Castanhal com o grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

$$C_8 = 3\widehat{m}_6 - \widehat{m}_2 - \widehat{m}_3 - \widehat{m}_5$$

Comparar as embalagens de Juta com GrainPro® com o grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

$$C_9 = \widehat{m}_2 - \widehat{m}_6$$

Comparar as embalagens de Ráfia com Castanhal com as embalagens de Juta com GrainPro®.

$$C_{10} = \widehat{m}_3 - \widehat{m}_5$$

Comparar as embalagens de Ráfia com GrainPro® com as embalagens de Juta com Castanhal.

$$C_{11} = \widehat{m}_{1(365)} - \widehat{m}_{1(0)}$$

Comparar as embalagens de Ráfia aos 365 dias com as embalagens de Ráfia aos 0 dias de armazenamento.

$$C_{12} = \widehat{m}_{2(365)} - \widehat{m}_{2(0)}$$

Comparar as embalagens de Ráfia com Castanhal aos 365 dias com as

embalagens de Ráfia com Castanhal aos 0 dias de armazenamento.

$$C_{13} = \widehat{m_{3(365)}} - \widehat{m_{3(0)}}$$

Comparar as embalagens de Ráfia com GrainPro® aos 365 dias com as embalagens de Ráfia com GrainPro® aos 0 dias de armazenamento.

$$C_{14} = \widehat{m_{4(365)}} - \widehat{m_{4(0)}}$$

Comparar as embalagens de Juta aos 365 dias com as embalagens de Juta aos 0 dias de armazenamento.

$$C_{15} = \widehat{m_{5(365)}} - \widehat{m_{5(0)}}$$

Comparar as embalagens de Juta com Castanhal aos 365 dias com as embalagens de Juta com Castanhal aos 0 dias de armazenamento.

$$C_{16} = \widehat{m_{6(365)}} - \widehat{m_{6(0)}}$$

Comparar as embalagens de Juta com GrainPro® aos 365 dias com as embalagens de Juta com GrainPro® aos 0 dias de armazenamento.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Avaliação dos Resultados de Umidade

A Tabela 8 mostra os contrastes de C₁ a C₁₀ para os tempos de armazenamento de 30 a 365 dias para a característica umidade.

5.1.1. Para o tempo de armazenamento de 30 dias

O contraste C₂ sugere que as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo de embalagens sem alta barreira de proteção, foram superiores as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo de embalagens com alta barreira de proteção. Esses resultados demonstram que, as embalagens com alta barreira de proteção foram eficientes, impedindo o processo de troca de umidade entre os grãos e o ambiente.

O contraste C₄ evidencia que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram inferiores as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₅ sugere que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com Castanhal, foram superiores as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®. Demonstrando que que as embalagens de Ráfia com GrainPro® foram mais eficientes em impedir a troca de umidade entre os grãos e o ambiente.

O contraste C₇ mostra que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal, foram superiores as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₈ evidencia que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®, foram superiores as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₉ sugere que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com Castanhal, foram inferiores as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®. Esses resultados demonstram que a combinação das embalagens de Ráfia com Castanhal se mostrou

mais eficiente em impedir a troca de umidade entre os grãos e o ambiente, em relação a combinação de Juta com GrainPro®.

O contraste C₁₀ mostra que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram inferiores as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal.

Os resultados demonstram que as embalagens de Ráfia e Juta que são permeáveis, quando utilizadas sem a combinação com as embalagens de alta barreira de proteção foram menos eficientes e obtiveram os piores resultados, pois permitiram a troca de umidade entre os grãos e o ambiente elevando o teor de umidade dos grãos.

Os resultados demonstram as embalagens de alta barreira de proteção, foram eficientes e obtiveram os melhores resultados no armazenamento, evitando aumento no teor de umidade dos grãos.

Os contrastes C₁, C₃ e C₆ não apresentaram diferença significativa pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

5.1.2. Para o tempo de 90 dias de armazenamento

O contraste C₂ mostra que as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo de embalagens sem alta barreira de proteção, foram superiores as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo de embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₄ sugere que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram inferiores as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₈ evidencia que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®, foram superiores as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₉ demonstra que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com Castanhal, foram inferiores as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®.

O contraste C_{10} evidencia que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram inferiores as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal.

Os contrastes C_1 , C_3 , C_5 , C_6 e C_7 não apresentaram diferença significativa pelo teste de Scheffé em nível de 5% de probabilidade.

5.1.3. Para o tempo de 180 dias de armazenamento

O contraste C_2 mostra que as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo de embalagens sem alta barreira de proteção, foram superiores as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo de embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C_4 sugere que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram inferiores as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C_8 evidencia que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®, foram superiores as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C_9 demonstra que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com Castanhal, foram inferiores as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®.

O contraste C_{10} mostra que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram inferiores as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal.

Os contrastes C_1 , C_3 , C_5 , C_6 e C_7 não apresentaram diferença significativa pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

5.1.4. Para o tempo de 270 dias de armazenamento

O contraste C_1 evidencia que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia, foram superiores as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta.

O contraste C₂ sugere que as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo de embalagens sem alta barreira de proteção, foram superiores as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens de alta barreira de proteção.

O contraste C₄ demonstra que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram inferiores as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₈ mostra que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®, foram superiores as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₉ sugere que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com Castanhal, foram inferiores as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®.

O contraste C₁₀ evidencia que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram inferiores as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal.

Os contrastes C₃, C₅, C₆ e C₇ não apresentaram diferença significativa pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

5.1.5. Para o tempo de 365 dias de armazenamento

O contraste C₂ mostra que as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo de embalagens sem alta barreira de proteção, foram superiores as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo de embalagens de alta barreira de proteção.

O contraste C₄ demonstra que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram inferiores as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₆ sugere que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal, foram inferiores as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®.

O contraste C₈ evidencia que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®, foram superiores as médias de umidade dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₉ mostra que as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com Castanhal, foram inferiores as médias de umidade dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®.

Os contrastes C₁, C₃, C₅, C₇ e C₁₀ não apresentaram diferença significativa pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

A elevação do teor de umidade que foram verificados nos grãos armazenados nas embalagens sem alta barreira de proteção, Ráfia e Juta, demonstrados nos resultados, pode ser explicado pelo fato de que durante o período de armazenamento, a umidade relativa do ar no local do experimento se manteve acima do ponto de equilíbrio higroscópico dos grãos, aproximadamente de 60%, já que os dados de umidade relativa do ar aferidos ao longo do período do armazenamento do café no local do experimento oscilou entre 50,3 e 91,4%, com média de 78,9% (tabela 2). Essas condições permitiram que os grãos de café que foram armazenados nas embalagens sem alta barreira de proteção, Ráfia e Juta, elevassem o teor umidade para atingir o equilíbrio higroscópico com o ambiente, acompanhando a curva isotérmica de adsorção. Fato que explica a elevação nos teores de umidade nos cafés armazenados em embalagens sem alta barreira de proteção. Os resultados corroboram com outros trabalhos realizados com café arábica (RIBEIRO et al., 2011; BORÉM et al., 2013; FERREIRA et al., 2018; BROISSIN et al., 2018).

Tabela 8 – Contrastes das comparações de médias e de grupos de médias de cinco tempos de armazenamento 30, 90, 180, 270 e 365 dias, para a característica umidade.

Contrastes	Tempo de Armazenamento (dias)				
	30	90	180	270	365
C ₁ = Comparar R x J	0,00 ^{ns}	- 0,13 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,40 [*]	0,13 ^{ns}
C ₂ = Comparar SABP x CABP	6,80 [*]	7,83 [*]	10,13 [*]	12,30 [*]	9,00 [*]
C ₃ = Comparar RC x CABP	- 0,40 ^{ns}	- 0,17 ^{ns}	- 0,27 ^{ns}	- 0,23 ^{ns}	- 0,33 ^{ns}
C ₄ = Comparar RG x CABP	- 1,20 [*]	- 0,83 [*]	- 0,80 [*]	- 0,90 [*]	- 1,00 [*]
C ₅ = Comparar RC x RG	0,20 [*]	0,17 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,17 ^{ns}

C ₆ = Comparar JC x JG	0,07 ^{ns}	- 0,07 ^{ns}	- 0,07 ^{ns}	- 0,07 ^{ns}	- 0,30 [*]
C ₇ = Comparar JC x CABP	0,93 [*]	0,37 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,07 ^{ns}
C ₈ = Comparar JG x CABP	0,67 [*]	0,63 [*]	0,67 [*]	0,70 [*]	1,27 [*]
C ₉ = Comparar RC x JG	- 0,27 [*]	- 0,20 [*]	- 0,23 [*]	- 0,23 [*]	- 0,40 [*]
C ₁₀ = Comparar RG x JC	- 0,53 [*]	- 0,30 [*]	- 0,30 [*]	- 0,33 [*]	- 0,27 ^{ns}

* Contraste significativo em nível de 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo, pelo Teste de Scheffé.

R = Embalagem de Ráfia; **J** = Embalagem de Juta; **SABP** = Embalagem Sem Alta Barreira de Proteção; **CABP** = Embalagem Com Alta Barreira de Proteção; **RC** = Embalagem de Ráfia com Castanha; **RG** = Embalagem de Ráfia com GrainPro®; **JC** = Embalagem de Juta com Castanha; **JG** = Embalagem de Juta com GrainPro®.

5.1.6. Comparação do teor de umidade dos grãos entre os tempos 0 e 365 dias de armazenamento

Os resultados da Tabela 9 sugerem que para os contrastes C₁₁ (embalagem de Ráfia no tempo inicial comparado com o tempo final) e C₁₄ (embalagem de Juta no tempo inicial comparado com o tempo final), foram observados aumentos significativos nas médias dos teores de umidades entre os tempos inicial e final, demonstrando que, nas embalagens sem alta barreira de proteção, Ráfia e Juta, o teor de umidade foi superior ao final do tempo de armazenamento de 365 dias. Esses resultados demonstram que as embalagens sem alta barreira de proteção, Ráfia e Juta não foram eficientes permitindo ganho no teor de umidade dos grãos de café ao longo do período de armazenamento nas condições avaliadas.

Tabela 9 – Contrastes das comparações de médias e de grupos de médias de dois tempos de armazenamento 0 e 365 dias, para a característica umidade.

Contrastes	Final - Inicial
$C_{11} = \widehat{m}_{1(365)} - \widehat{m}_{1(0)}$	1,53 [*]
$C_{12} = \widehat{m}_{2(365)} - \widehat{m}_{2(0)}$	- 0,70 [*]
$C_{13} = \widehat{m}_{3(365)} - \widehat{m}_{3(0)}$	- 0,97 [*]
$C_{14} = \widehat{m}_{4(365)} - \widehat{m}_{4(0)}$	1,43 [*]
$C_{15} = \widehat{m}_{5(365)} - \widehat{m}_{5(0)}$	- 0,70 [*]
$C_{16} = \widehat{m}_{6(365)} - \widehat{m}_{6(0)}$	- 0,53 [*]

* Contraste significativo em nível de 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo, pelo Teste de Scheffé.

5.2. Avaliação dos Resultados de Condutividade Elétrica

A Tabela 10 mostra os contrastes de C_1 a C_{10} para os tempos de armazenamento de 30 a 365 dias para característica condutividade elétrica do exsudato dos grãos.

5.2.1. Para o tempo de 30 dias de armazenamento

O contraste C_1 mostra que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta.

O contraste C_2 demonstra que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo de embalagens sem alta barreira de proteção, foram superiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo de embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C_3 evidencia que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com Castanhal, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens de alta barreira de proteção.

O contraste C_4 sugere que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram superiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C_5 mostra que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com Castanhal, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®.

O contraste C_6 demonstra que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®.

O contraste C₇ evidencia que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₉ sugere que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com Castanhal, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®.

O contraste C₁₀ mostra que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram superiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal.

O contraste C₈ não apresentou diferença significativa pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

5.2.2. Para o tempo de 90 dias de armazenamento

O contraste C₁ mostra que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta.

O contraste C₂ demonstra que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo de embalagens sem alta barreira de proteção, foram superiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₄ evidencia que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram superiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₅ sugere que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com Castanhal, foram inferiores as médias

de condutividade elétrica dos grãos armazenados na embalagem de Ráfia com GrainPro®.

O contraste C₆ mostra que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®.

O contraste C₇ demonstra que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₁₀ evidencia que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram superiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal

O contraste C₃, C₈ e C₉ não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

5.2.3. Para o tempo de 180 dias de armazenamento

O contraste C₁ mostra que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta.

O contraste C₂ demonstra que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo de embalagens sem alta barreira de proteção, foram superiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₄ evidencia que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram superiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₇ sugere que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₁₀ mostra que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram superiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal.

Os contrastes C₃, C₅, C₆, C₈ e C₉ não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Scheffé em nível de 5% de probabilidade.

5.2.4. Para o tempo de 270 dias de armazenamento

O contraste C₁ evidencia que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta.

O contraste C₂ sugere que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo de embalagens sem alta barreira de proteção, foram superiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

Os contrastes C₃, C₄, C₅, C₆, C₇, C₈, C₉ e C₁₀ não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Scheffé em nível de 5% de probabilidade.

5.2.5. Para o tempo de 365 dias de armazenamento

O contraste C₁ sugere que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta.

O contraste C₂ mostra que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo de embalagens sem alta barreira de proteção, foram superiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₃ evidencia que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com Castanhal, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens de alta barreira de proteção.

O contraste C₄ demonstra que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram superiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₅ sugere que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com Castanhal, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®.

O contraste C₆ mostra que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®.

O contraste C₇ demonstra que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₈ evidencia que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®, foram superiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₉ mostra que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com Castanhal, foram inferiores as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®.

O contraste C₁₀ sugere que as médias de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram superiores as médias

de condutividade elétrica dos grãos armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal pelo teste de Scheffé em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 10 – Contrastes das comparações de médias e de grupos de médias de cinco tempos de armazenamento 30, 90, 180, 270 e 365 dias, para a característica condutividade elétrica do exsudato dos grãos

Contrastes	Tempo de Armazenamento (dias)				
	30	90	180	270	365
C ₁ = Comparar R x J	- 21,63 *	- 31,49 *	- 34,01 *	- 20,87 *	- 17,85 *
C ₂ = Comparar SABP x CABP	32,53 *	78,28 *	56,80 *	208,50 *	169,47 *
C ₃ = Comparar RC x CABP	- 44,15 *	- 12,79 ^{ns}	21,04 ^{ns}	- 25,63 ^{ns}	- 73,51 *
C ₄ = Comparar RG x CABP	82,87 *	49,73 *	40,00 *	25,30 ^{ns}	65,66 *
C ₅ = Comparar RC x RG	- 31,76 *	- 15,63 *	- 4,74 ^{ns}	- 12,73 ^{ns}	- 34,79 *
C ₆ = Comparar JC x JG	- 14,83 *	- 21,26 *	- 2,35 ^{ns}	- 6,83 ^{ns}	- 19,86 *
C ₇ = Comparar JC x CABP	- 49,02*	- 60,98*	- 35,22*	- 13,50 ^{ns}	- 35,79*
C ₈ = Comparar JG x CABP	10,30 ^{ns}	24,05 ^{ns}	- 25,82 ^{ns}	13,83 ^{ns}	43,64*
C ₉ = Comparar RC x JG	- 13,61*	- 9,21 ^{ns}	11,72 ^{ns}	- 9,87 ^{ns}	- 29,29*
C ₁₀ = Comparar RG x JC	32,97*	27,68*	18,81*	9,70 ^{ns}	25,36*

* Contraste significativo em nível de 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo, pelo Teste de Scheffé.

R = Embalagem de Ráfia; **J** = Embalagem de Juta; **SABP** = Embalagem Sem Alta Barreira de Proteção; **CABP** = Embalagem Com Alta Barreira de Proteção; **RC** = Embalagem de Ráfia com Castanhal; **RG** = Embalagem de Ráfia com GrainPro®; **JC** = Embalagem de Juta com Castanhal; **JG** = Embalagem de Juta com GrainPro®.

Os resultados apresentados na Tabela 10 demonstram que para os tempos de 90, 180, 270 e 365 dias de armazenamento a condutividade elétrica do exsudato dos grãos de café foi crescente ao longo do período nos tratamentos avaliados, no entanto, no término do período, aos 365 dias de armazenamento esses valores foram superiores nas embalagens sem alta barreira em relação às embalagens com alta barreira de proteção. O fato das embalagens sem alta barreira de proteção, Ráfia e Juta, apresentarem maiores resultados para condutividade elétrica do exsudato podem ser explicados devido a maior desestruturação das membranas celulares dos grãos, ocorrida devido à alta permeabilidade dessas embalagens, por isso os grãos apresentaram maior teor de umidade e conseqüentemente maior atividade de água, o que pode ter contribuído para os maiores níveis de desorganização da parede celular dos grãos, que conseqüentemente levam à perda do controle de permeabilidade e extravasamento dos solutos. Esses resultados corroboram com

outros trabalhos que também foram observados aumentos consideráveis nos valores de condutividade elétrica do exsudato dos grãos durante o período de armazenagem (CLEMENTE et al., 2015; FREITAS et al., 2020; PIMENTA, 2020).

5.2.6. Comparação do teor de condutividade elétrica do exsudato dos grãos entre os tempos 0 e 365 dias de armazenamento

Os resultados da Tabela 11 mostram que para os contrastes C_{11} (embalagem de Ráfia no tempo inicial comparado com o tempo final) e C_{14} (embalagem de Juta no tempo inicial comparado com o tempo final), foram observados aumentos significativos nas médias dos resultados de condutividade elétrica do exsudato dos grãos entre os tempos inicial e final, demonstrando que, nas embalagens sem alta barreira de proteção, Ráfia e Juta, os resultados de condutividade elétrica do exsudato dos grãos foram superiores ao final do tempo de armazenamento de 365 dias. Esses resultados demonstram que as embalagens sem alta barreira de proteção, Ráfia e Juta não foram eficientes, permitindo ganho no teor de umidade, aumento na atividade de água e desorganização das membranas celulares dos grãos de café ao longo do período de armazenamento nas condições avaliadas.

Os contrastes C_{13} , C_{15} e C_{16} compostos por embalagens com alta barreira de proteção, demonstram que não houveram elevações significativas nas médias dos resultados de condutividade elétrica do exsudato dos grãos ao final do tempo de armazenamento. Esses resultados demonstram que, as embalagens com alta barreira de proteção foram mais eficientes para o armazenamento dos grãos de café pelo período de 365 dias para as condições avaliadas, sem que houvessem aumentos significativos nas médias dos resultados de condutividade elétrica do exsudato dos grãos, o que ocasionaria perda da qualidade final da bebida ao longo do período.

O contraste C_{12} não apresentou diferença significativa pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

Tabela 11 – Contrastes das comparações de médias e de grupos de médias de dois tempos de armazenamento 0 e 365 dias, para a característica condutividade elétrica do exsudato dos grãos.

Contrastes	Final - Inicial
$C_{11} = \widehat{m}_{1(365)} - \widehat{m}_{1(0)}$	76,77 *
$C_{12} = \widehat{m}_{2(365)} - \widehat{m}_{2(0)}$	12,53 ns
$C_{13} = \widehat{m}_{3(365)} - \widehat{m}_{3(0)}$	50,13 *
$C_{14} = \widehat{m}_{4(365)} - \widehat{m}_{4(0)}$	84,08 *
$C_{15} = \widehat{m}_{5(365)} - \widehat{m}_{5(0)}$	18,09 *
$C_{16} = \widehat{m}_{6(365)} - \widehat{m}_{6(0)}$	51,35 *

* Contraste significativo em nível de 5% de probabilidade, ns não significativo, Teste de Scheffé.

5.3. Avaliação dos Resultados de Nota Final de Bebida

A Tabela 12 mostra os contrastes de C_1 a C_{10} para os tempos de armazenamento de 30 a 365 dias para a característica de nota final de bebida.

5.3.1. Para o tempo de 30 dias de armazenamento

O contraste C_8 mostra que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens Juta com GrainPro®, foram inferiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C_9 evidencia que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Ráfia com Castanhal, foram superiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®.

Os demais contrastes C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , C_5 , C_6 , C_7 e C_{10} não apresentaram diferença significativa pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

5.3.2. Para o tempo de 90 dias de armazenamento

O contraste C_2 sugere que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das embalagens sem alta barreira de proteção, foram inferiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira proteção.

O contraste C_3 demonstra que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Ráfia com Castanhal, foram superiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C_8 evidencia que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®, foram inferiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira.

Os demais contrastes C_1 , C_4 , C_5 , C_6 , C_7 , C_9 e C_{10} não apresentaram diferença significativa pelo teste de Scheffé em nível de 5% de probabilidade.

5.3.3. Para o tempo de 180 dias de armazenamento

O contraste C_1 mostra que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Ráfia, foram superiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Juta.

O contraste C_2 demonstra que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das embalagens sem alta barreira de proteção, foram inferiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C_3 sugere que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Ráfia com Castanhal, foram inferiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C_4 evidencia que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram superiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C_5 demonstra que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Ráfia com Castanhal, foram inferiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®.

O contraste C_6 mostra que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal, foram superiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®.

O contraste C_7 sugere que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal, foram superiores as

médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C_8 evidencia que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®, foram inferiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

Os contrastes C_9 e C_{10} não apresentaram diferença significativa pelo teste de Scheffé em nível de 5% de probabilidade.

5.3.4. Para o tempo de 270 dias de armazenamento

O contraste C_1 mostra que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Ráfia, foram superiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Juta.

O contraste C_2 demonstra que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das embalagens sem alta barreira de proteção, foram inferiores as médias finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C_4 evidencia que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram superiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C_{10} mostra que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram superiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Juta com Castanhal.

Os demais contrastes C_3 , C_5 , C_6 , C_7 , C_8 e C_9 não apresentaram diferença significativa pelo teste de Scheffé em nível de 5% de probabilidade.

5.3.5. Para o tempo de 365 dias de armazenamento

O contraste C_2 mostra que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das embalagens sem alta barreira de proteção, foram inferiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C_4 sugere que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Ráfia com GrainPro®, foram superiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

O contraste C₈ evidencia que as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados nas embalagens de Juta com GrainPro®, foram inferiores as médias das notas finais de bebida dos grãos dos cafés armazenados no grupo das demais embalagens com alta barreira de proteção.

Os demais contrastes C₁, C₃, C₅, C₆, C₇, C₉ e C₁₀ não apresentaram diferença significativa pelo teste de Scheffé em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 12 – Contrastes das comparações de médias e de grupos de médias de cinco tempos de armazenamento 30, 90, 180, 270 e 365 dias, para nota final de bebida.

Contrastes	Tempo de Armazenamento (dias)				
	30	90	180	270	365
C ₁ = Comparar R x J	- 0,83 ^{ns}	- 1,08 ^{ns}	1,96 [*]	1,42 [*]	0,90 ^{ns}
C ₂ = Comparar SABP x CABP	0,83 ^{ns}	- 5,55 [*]	- 4,96 [*]	- 13,65 [*]	- 29,03 [*]
C ₃ = Comparar RC x CABP	1,66 ^{ns}	3,80 [*]	- 2,96 [*]	- 0,65 ^{ns}	- 0,23 ^{ns}
C ₄ = Comparar RG x CABP	2,33 ^{ns}	1,70 ^{ns}	3,36 [*]	3,69 [*]	3,50 [*]
C ₅ = Comparar RC x RG	- 0,17 ^{ns}	0,52 ^{ns}	- 1,58 [*]	- 1,09 ^{ns}	- 0,93 ^{ns}
C ₆ = Comparar JC x JG	0,96 ^{ns}	1,02 ^{ns}	1,96 [*]	- 0,10 ^{ns}	1,03 ^{ns}
C ₇ = Comparar JC x CABP	- 0,08 ^{ns}	- 0,71 ^{ns}	3,71 [*]	- 1,72 ^{ns}	0,43 ^{ns}
C ₈ = Comparar JG x CABP	- 3,91 [*]	- 4,79 [*]	- 4,12 [*]	- 1,32 ^{ns}	- 3,70 [*]
C ₉ = Comparar RC x JG	1,39 [*]	2,15 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,87 ^{ns}
C ₁₀ = Comparar RG x JC	0,60 ^{ns}	0,60 ^{ns}	- 0,09 ^{ns}	1,35 [*]	0,77 ^{ns}

* Contraste significativo em nível de 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo, pelo Teste de Scheffé.

R = Embalagem de Ráfia; **J** = Embalagem de Juta; **SABP** = Embalagem Sem Alta Barreira de Proteção; **CABP** = Embalagem Com Alta Barreira de Proteção; **RC** = Embalagem de Ráfia com Castanha; **RG** = Embalagem de Ráfia com GrainPro®; **JC** = Embalagem de Juta com Castanha; **JG** = Embalagem de Juta com GrainPro®.

Os resultados avaliados na Tabela 12 demonstram que, para os tempos de 90, 180, 270 e 365 dias de armazenamento as embalagens de alta barreira de proteção, apresentaram médias de notas finais de bebida superiores em relação às embalagens sem alta barreira de proteção, mostrando-se eficientes na manutenção da qualidade física e sensorial dos grãos de café ao longo do período de armazenagem. As notas inferiores de bebida dos grãos armazenados nas embalagens sem alta barreira de proteção, Ráfia e Juta, podem estar associadas com possíveis alterações fisiológicas, bioquímicas e físico-químicas, com o aumento da atividade de água, aumento na taxa de respiração e oxidação dos grãos, que levam à degradação de compostos e a perda da qualidade física e sensorial de bebida (RIBEIRO et al., 2016; RIBEIRO et al., 2017; BORÉM et al., 2020).

Os resultados desse trabalho corroboram com diversos estudos que demonstram perda de qualidade física e sensorial de grãos de café ao longo dos períodos de armazenamento (ABREU et al., 2017; AKBAR et al., 2020; BORÉM, et al., 2020; FREITAS et al., 2020; MAMAN et al., 2021; SILVA et al., 2022).

5.3.6. Comparação das Médias das Notas Finais de Bebida dos grãos entre os tempos 0 e 365 dias de armazenamento

Os resultados mostram que para os contrastes C_{11} (embalagem de Ráfia no tempo inicial comparado com o tempo final) e C_{14} (embalagem de Juta no tempo inicial comparado com o tempo final), foram observadas perdas significativas nas médias das notas finais de bebida entre os tempos inicial e final, demonstrando que, nas embalagens sem alta barreira de proteção, Ráfia e Juta, a nota final de bebida foi significativamente inferior no tempo de armazenamento de 365 dias. Esses resultados demonstram que as embalagens não foram eficientes à perda da qualidade final da bebida dos grãos de café ao longo do período de armazenamento nas condições avaliadas.

Os contrastes C_{12} , C_{13} , C_{15} e C_{16} compostos por embalagens com alta barreira de proteção, demonstram que não houveram diferenças significativas pelo teste de Scheffé em nível de 5% de probabilidade entre os tempos inicial e final de armazenamento. Esses resultados confirmam a hipótese inicial, de que as embalagens com alta barreira de proteção seriam eficientes para o armazenamento dos grãos de café pelo período de 365 dias, sem que houvesse perda na qualidade final da bebida ao longo do período de armazenamento para as condições avaliadas.

Tabela 13 – Contrastes das comparações de médias e de grupos de médias de dois tempos de armazenamento 0 e 365 dias, para nota final de bebida.

Contrastes	Final – Inicial
$C_{11} = \widehat{m}_{1(365)} - \widehat{m}_{1(0)}$	- 6.58 *
$C_{12} = \widehat{m}_{2(365)} - \widehat{m}_{2(0)}$	0.13 ns
$C_{13} = \widehat{m}_{3(365)} - \widehat{m}_{3(0)}$	1.12 ns
$C_{14} = \widehat{m}_{4(365)} - \widehat{m}_{4(0)}$	- 7.48 *
$C_{15} = \widehat{m}_{5(365)} - \widehat{m}_{5(0)}$	0.32 ns

$$C_{16} = \widehat{m}_{6(365)} - \widehat{m}_{6(0)} \quad - 0.75^{ns}$$

* Contraste significativo em nível de 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo, pelo Teste de Scheffé.

Na Tabela 14, os resultados mostram relações funcionais lineares significativas entre condutividade elétrica e tempo de armazenamento, para os tratamentos Ráfia, Juta e Juta com GrainPro®, ou seja, os resultados de condutividade elétrica do exsudato dos grãos aumentaram com o tempo de armazenamento. Os resultados demonstram que as embalagens com alta barreira de proteção, exceto a combinação entre as embalagens de Juta com GrainPro® apresentaram menores valores médios de condutividade elétrica do exsudato dos grãos, mantendo-se maior estabilidade ao longo do período de armazenamento.

Tabela 14 – Equação de Regressão e Coeficiente de Determinação da condutividade elétrica do exsudato dos grãos, em seis tratamentos e em seis tempos de armazenamento.

Cultivares	Regressão	R ²
1 – Ráfia	Y=68.2668+0.214862**X	0.9377 **
2 – Ráfia + Castanhal	-	-
3 – Ráfia + GrainPro®	-	-
4 – Juta	Y=90.2304+0.219780**X	0.9127 **
5 - Juta + Castanhal	-	-
6 – Juta + GrainPro®	Y=752020+0.112508*X	0.6913 *

* e ** - significativos, respectivamente, em níveis de 5 e 1% de probabilidade, pelos testes de F e t; ns - não significativo.

A Tabela 15 mostra que para as embalagens sem alta barreira de proteção, Ráfia e Juta, foram observadas relações lineares significativas entre as médias das notas finais de bebida e tempo de armazenamento, ou seja, a nota final de bebida decresceu com o tempo de armazenamento. Para os tratamentos 2, 5 e 6 não foram observadas relações funcionais significativas entre nota final de bebida e tempo de armazenamento. Esses resultados demonstram que as embalagens com alta barreira de proteção foram eficientes na manutenção da qualidade física e sensorial dos grãos ao longo do período de armazenamento nas condições avaliadas.

Estudos realizados recentemente no sul de Minas Gerais também demonstraram a eficiência das embalagens com alta barreira de proteção na

manutenção da qualidade física e sensorial dos grãos de café ao longo do período de armazenamento avaliado (RIBEIRO et al., 2011; BORÉM et al., 2013).

Tabela 15 – Equação de Regressão e Coeficiente de Determinação da nota final de bebida avaliadas em seis tratamentos e em seis tempos de armazenamento.

Tratamento	Regressão	R ²
1 – Ráfia	$Y=84.1532-0.0145945^{**}X$	0.8195 *
2 – Ráfia + Castanhal	-	-
3 – Ráfia + GrainPro®	$Y=84.5297-0.0102839^{*}X+0.0000373587^{**}X^2$	0.9468 *
4 – Juta	$Y=84.6356-0.020221^{**}X$	0.9850 **
5 – Juta + Castanhal	-	-
6 – Juta + GrainPro®	-	-

* e ** - significativos, respectivamente, em níveis de 5 e 1% de probabilidade, pelos testes de F e t; ns - não significativo.

A Tabela 16 mostra as correlações entre as variáveis avaliadas. Existem correlações significativas entre as variáveis, ou seja, a medida que a umidade e a condutividade elétrica diminuem a nota final de bebida aumenta. Esses resultados podem ser explicados pelo fato de que, quando aumentam os teores de umidade dos grãos, tem-se aumento na atividade de água, aumento da intensidade da ação de microrganismos, aumento dos níveis de respiração e aumento do processo de oxidação dos grãos que estão associados a desestruturação da membrana da parede celular dos grãos ocasionando maior condutividade elétrica do exsudato dos grãos nos resultados avaliados e interferindo de forma negativa na qualidade física e sensorial de bebida dos grãos de café (ABREU et al., 2017; BORÉM, et al., 2020; FREITAS et al., 2020; PIMENTA, 2020).

Tabela 16 – Correlação de Pearson entre as características de nota final de bebida, de umidade e de condutividade elétrica do exsudato dos grãos.

Variáveis	Nota Final	Umidade
Umidade	- 0.6397 **	
Condutividade Elétrica	- 0.6665 **	0.4183 **

* e ** - significativos, respectivamente, em níveis de 5 e 1% de probabilidade, pelos testes de F e t; ns - não significativo.

6. CONCLUSÕES

As embalagens de alta barreira de proteção Castanhal e GrainPro® em combinação com as embalagens de Ráfia e Juta são eficientes na manutenção da qualidade física e sensorial de bebida dos grãos de café por 365 dias de armazenamento.

As embalagens sem alta barreira de proteção, Ráfia e Juta, apresentam aumento nos teores de umidade e nos valores de condutividade elétrica do exsudato dos grãos e redução das médias de notas finais de bebida do café.

O armazenamento de grãos de café por período superior a 90 dias não deve ser feito em embalagens de Ráfia e Juta.

Entre as embalagens sem alta barreira de proteção, Ráfia e Juta as embalagens de Ráfia são a melhor combinação para as embalagens com alta barreira de proteção Castanhal e GrainPro®, sendo eficientes na manutenção da qualidade física e sensorial de bebida dos grãos de café por 365 dias de armazenamento.

7. REFERÊNCIAS

- ABREU, G. F.; ROSA, S. D. V. F.; CIRILLO, M. A.; MALTA, M. R.; CLEMENTE, A. C. S.; BORÉM, F. M. Simultaneous optimization of coffee quality variables during storage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 1, p. 56–60, 2017.
- AKBAR, A., MEDINA, A. E MAGAN, N. Resiliência da *Aspergillus westerdijkiae* se esforça para interagir fatores abióticos relacionados ao clima: Efeitos sobre o Crescimento e A produção de Ochratoxina A produção em café médio à base de café e em café armazenado. **Microrganismos** 8, (2020).
- ALVES, G. E.; BOREM F. M.; ISQUIERDO, P. E.; SIQUEIRA, V.C.; CIRILLO. A.; PINTO, A.C.F. Physiological and sensorial quality of Arabica coffee subjected to different temperatures and drying airflows. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 39, n. 2, p.225-233, 2017
- APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; DEMORIES, J. R. S. C.; VALERIANO, T. T. B.; LENSE, G. H. E . Maturation periods of *Coffea arabica* cultivars and their implications for yield and quality in Brazil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 98, n. 10, p. 3880-3891, 2018.
- BARBOSA, I. P.; OLIVEIRA, A. C. B.; ROSADO, R. D. S.; SAKIYAMA, N. S.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. A.; PEREIRA, A. A. Sensory quality of *Coffea arabica* L. genotypes influenced by postharvest processing. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, n. 4, p. 428-435, 2019.
- BITTENCOURT, G. **Café e modernização: O Espírito Santo no século XIX**. Livraria e editora Cátedra Ltda., Rio de Janeiro, RJ. 1987. 139 p.
- BORÉM, F. M. **Handbook of coffee post-harvest technology**. 1a. ed., UFLA: Lavras, 2014. 282 p. BORÉM, F. M.; CIRILLO, M. A.; ALVES, A. P. C.; SANTOS, C. M.; LISKA, G. R.; RAMOS, M. F.; LIMA, R. R. Coffee sensory quality study based on spatial distribution in the mantiqueira mountain region of Brazil. **Journal of Sensory Studies**, e12552, 1-15, 2019.
- BORÉM, F. M.; ISQUIERDO, E. P.; ALVES, G. E.; RIBEIRO, D. E.; SIQUEIRA, V. C.; TAVEIRA, J. H. Quality of natural coffee dried under different temperatures and drying rates. **Coffee Science**, v. 13, n. 2, p. 159-167, 2018.
- BORÉM, F.M., RIBEIRO, F.C., FIGUEIREDO, L.P., GIOMO, G.S., Fortunato, V.A. e ISQUIERDO, E.P. Avaliação da qualidade sensorial e colorida dos grãos de café armazenados em embalagens herméticas. **Revista de Pesquisa de Produtos Armazenados** 52, 1-6. (2013).
- BROISSIN-VARGAS, L. M.; SNELL-CASTRO, R.; GODON, J. J.; GONZÁLEZ-RÍOS, O.; SUÁREZ-QUIROZ, M. L Impact of storage conditions on fungal community composition of green coffee beans *Coffea arabica* L. stored in jute sacks during 1 year. **Applied Microbiology**, v. 124, n. 2, p. 547-558, 2018.

CLEMENTE, A. C. S.; CIRILLO, M. A.; MALTA, M. R.; CAIXETA, F.; PEREIRA, C. C.; ROSA, S. D. V. F. Post-harvest operations and physicochemical and sensory quality of coffees. **Coffee Science**, v. 10, n. 2, p. 233–241, 2015.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO 2021.

Acompanhamento da Safra Brasileira - Café. V.6, safra 2021, N.1- Primeiro levantamento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 16 nov. 2021.

COSTA, B. R. Brazilian specialty Coffee scenario. In: **Coffee Consumption and Industry Strategies in Brazil**. Woodhead Publishing, p. 51-64, 2020.

DIAS, R.; MUNER, L. H.; FORNAZIER, M.; GUARÇONI, R.; ALIXANDRE, F.; KROHLING, C. Indicação geográfica: café das montanhas do Espírito Santo. **INCAPER EM REVISTA**. Indicações geográficas e certificação na agropecuária capixaba. Vitória: Incaper, v. 11 e 12, p. 115, 2021.

DONOVAN, N.K., FOSTER, K.A. e PARRA SALINAS, C.A. Análise da qualidade do café verde utilizando o armazenamento da bolsa hermética. **Journal of Stored Products Research** 80, (2019).

FAGAN, E. B.; DE SOUZA, C. H. E.; PEREIRA, N. M. B.; MACHADO, V. J. Efeito do tempo de formação do grão de café (*coffea sp*) na qualidade da bebida. **Biosci. J.**, Uberlândia, Mg, v. 27, n. 5, p.729-738, 2011.

FERNANDES, M. I.; DOS S.; ASSIS, G. A.; NASCIMENTO, L.; VEIGA F. R.; PEREIRA C. C., MALTA, R.; DIAS C. T. "Identification of Physiological Analysis Parameters Associated with Coffee Beverage Quality." **Ciência E Agrotecnologia**, 2020.

FERREIRA, L.F., de ABREU, G.F., LAGO, A.M.T., FIGUEIREDO, L.P., BORÉM, F.M., MARTINS, M. A. e DIAS, M.V. Desenvolvimento e aplicação de revestimentos biopolímeros para grãos de café verde especiais: influência no conteúdo da água, cor e qualidade sensorial. **LWT - Ciência e Tecnologia de Alimentos** 96, 274-280, (2018).

FREITAS, M. N; ROSA, S. D. V. F.; PEREIRA, C. P.; MALTA, M. R.; DIAS, C. T. S. Identification of Physiological Analysis Parameters Associated with Coffee Beverage Quality. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 44, p. 1-14, 2020.

GELETA, M.; HERRERA, I.; MONZÓN, A.; BRYNGELSSON, T. Genetic Diversity of Arabica Coffee (*Coffea arabica* L.) in Nicaragua as Estimated by Simple Sequence Repeat Markers. **The Scientific World Journal**, v. 2012, p. 1–11, 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agrícola municipal. 2017. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 15 jun. de 2021.

KNOPP, S.; BYTOF, G.; SELMAR, D. Influence of processing on the content of sugars in green Arabica coffee beans. **European Food Research and Technology**, v. 223, n. 2, p. 195-201, 2005.

MALTA, M. R.; FASSIO L. O.; LISKA G. R.; CARVALHO G.R.; PEREIRA A.A.; BOTELHO C.E.; FERRAZ V.P.; SILVA A.D.; PEDROSA A.W.; ALVARO L.N.; PEREIRA R.G. Discriminação do café genótipo por composição química dos grãos: Marcadores potenciais em cafés naturais. **Food Res Int.** 2020.

MAMAN, M., SANGCHOTE, S., PIASAI, O., LEESUTTHIPHONCHAI, W., SUKORINI, H. E KHEWKHOM, N. Fungos de armazenamento e ochratoxina A associados ao grão de café arábica no processo pós-colagem no norte da Tailândia. *Controle de Alimentos* 130, (2021).

MARTINS, P. M. M.; BATISTA, N. N.; PEDROZO, M. G. C.; PAVESI, J. P. S.; SOARES, J.; SCHWAN, R. F. "Coffee Growing Altitude Influences the Microbiota, Chemical Compounds and the Quality of Fermented Coffees." **Food Research International**, v. 129, p. 108872, 2020.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. Colheita, processamento e qualidade, In: MATIELLO, J.B. (Ed). **Cultura do Café no Brasil**. Rio de Janeiro, RJ: MAPA/PROCAFÉ, 2020, Cap. 471-528.

NASCIMENTO, L. A. L; EMIR J. S. "Ambientes Organizacional E Informacional Da Cadeia Produtiva De Café." **Pesquisa Ibero-Americana de Ciência Da Informação**. v. 9, n. 1, p. 195-212, 2016.

NUNEZ, L.O. Historical narrative: Construction of coffee memory in Espírito Santo. **Revista Outras Fronteiras**, Cuiabá-MT, v. 3, n. 1, p. 23-50, 2016.

PEREIRA, L. L.; GUARÇONI, R. C.; PINHEIRO, P. F.; OSÓRIO, V. M.; PINHEIRO, C. A.; MOREIRA, T. R.; CATEN, C. S. T. New propositions about coffee wet processing: Chemical and sensory perspectives. **Food Chemistry**, v. 310, n. 2019, p. 125943, 2020.

PEREIRA, L. L.; MORELI, A. P.; JÚNIOR, D. B.; SOUSA, L. H. B. P.; MARCATE, J. P. P.; OLIVEIRA, G. F.; GUARÇONI, R. C. Construção de perfil sensorial para o café Conilon fermentado. **Revista Ifes Ciência**, Alegre, v. 5 n. 2, p.242-252, 2019.

PIMENTA, C. J. Qualidade do café. Lavras: **Editora UFLA**, 2020. 273p.

PIZA, C. Profile coffee cultivars sensory processed in dry and humid via after storage. **Coffee Science - ISSN 1984-3909**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 148–155, 2017.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Viena, Áustria: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<https://www.R-project.org>>.

RIBEIRO, Bruno Batista, Cleit RIBEIRO, B. B.; NUNES, C. A.; JESUS SOUZA, A. J.; MONTANARI, F. F.; SILVA, V. A.; VIANA MADEIRA, R. A.; R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Viena,

RIBEIRO, D. E.; BORÉM, F. M.; CIRILLO, M. A.; PRADO, M. V. B.; FERRAZ, V. P.;

ALVES, H. M. R.; TAVEIRA, J. H. S. Interaction of genotype, environment and processing in the chemical composition expression and sensorial quality of Arabica coffee. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 27, p. 2412-2422, 2016.

RIBEIRO, L. S.; RIBEIRO, D. E.; EVANGELISTA, S. R.; MIGUEL, M. G. D. C. P.; PINHEIRO, A. C. M.; BORÉM, F. M.; SCHWAN, R. F. Controlled fermentation of semi-dry coffee (*Coffea arabica*) using starter cultures: A sensory perspective. **LWT - Food Science and Technology**, v. 82, p. 32–38, 2017.

SILVA, C. S.; COELHO, A. P. F.; LISBOA, C. F.; VIERIA, G.; TELES, A. C. A. post-harvest of coffee: factors that influence the final quality of the beverage. **Engenharia na Agricultura**, v. 30, p. 49-62, 2022.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA (SCAA). **Protocols: Cupping Specialty Coffee**. 2015. Disponível em: http://scaa.org/PDF/resources/cupping_protocols.pdf. Acesso em: 15 de jul. 2021.

TASSEW, A.A; YADESSA, GB., OBSO, TK., Influence of location, elevation gradients, processing methods and soil quality on physical quality and coffee cup in the Kafa Biosphere Reserve of SW Ethiopia. **Heliyon**, v. 7, n. 8, p. e07790, 2021.

8. APÊNDICES

APÊNDICE A – Médias da característica umidade (U %) avaliadas em seis tratamentos e em seis tempos de armazenamento

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)					
	0	30	90	180	270	365
E ₁ . R	11.20	12.77	12.87	13.20	14.57	12.73
E ₂ . R+C	11.03	10.97	10.93	10.57	11.23	10.33
E ₃ . R+G	11.13	10.77	10.77	10.43	11.07	10.17
E ₄ . J	11.17	12.77	13.00	13.13	14.17	12.60
E ₅ . J+C	11.13	11.30	11.07	10.73	11.40	10.43
E ₆ . J+G	11.27	11.23	11.13	10.80	11.47	10.73

Fonte: Autor

E₁ = Rafia; E₂ = Rafia com Castanha; E₃ = Rafia com GrainPro®; E₄ = Juta; E₅ = Juta com Castanha; E₆ = Juta com GrainPro®.

APÊNDICE B – Médias da característica condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ grão) avaliadas em seis tratamentos e em seis tempos de armazenamento.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)					
	0	30	90	180	270	365
E ₁ . R	73.55	69.29	95.46	93.67	128.20	150.32
E ₂ . R+C	85.97	60.94	88.43	101.74	80.10	98.50
E ₃ . R+G	83.16	92.69	104.06	106.48	92.83	133.30
E ₄ . J	84.09	90.92	126.95	127.68	149.07	168.17
E ₅ . J+C	89.84	59.72	76.39	87.67	83.13	107.93
E ₆ . J+G	76.44	74.55	97.64	90.02	89.97	127.79

Fonte: Autor

APÊNDICE C – Médias da característica nota final de bebida avaliadas em seis tratamentos e em seis tempos de armazenamento

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)					
	0	30	90	180	270	365
E ₁ . R	84.55	83.54	81.48	82.61	81.13	77.97
E ₂ . R+C	84.58	84.17	84.36	82.13	83.67	84.72
E ₃ . R+G	84.53	84.33	83.83	83.71	84.75	85.65
E ₄ . J	84.55	84.37	82.56	80.65	79.71	77.07
E ₅ . J+C	84.57	83.73	83.23	83.79	83.40	84.88
E ₆ . J+G	84.60	82.77	82.21	81.84	83.50	83.85

Fonte: Autor

APÊNDICE D – Maturação dos frutos de café no momento da colheita



Fotos: Autor

APÊNDICE E – Local de realização do experimento na propriedade do Sr. Jonas Sartori



Fotos: Autor

APÊNDICE F – Secagem dos grãos de café em pergaminho em terreiro suspenso



Fotos: Autor

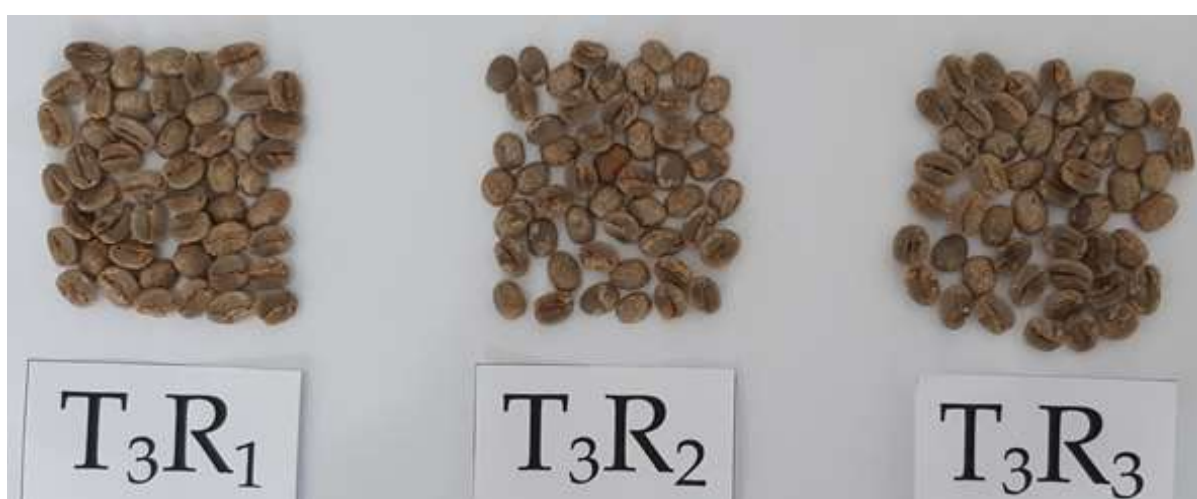
APÊNDICE G – Implantação do experimento





Fotos: Autor

APÊNDICE H – Amostras dos grãos de café aos 0 dias de armazenamento





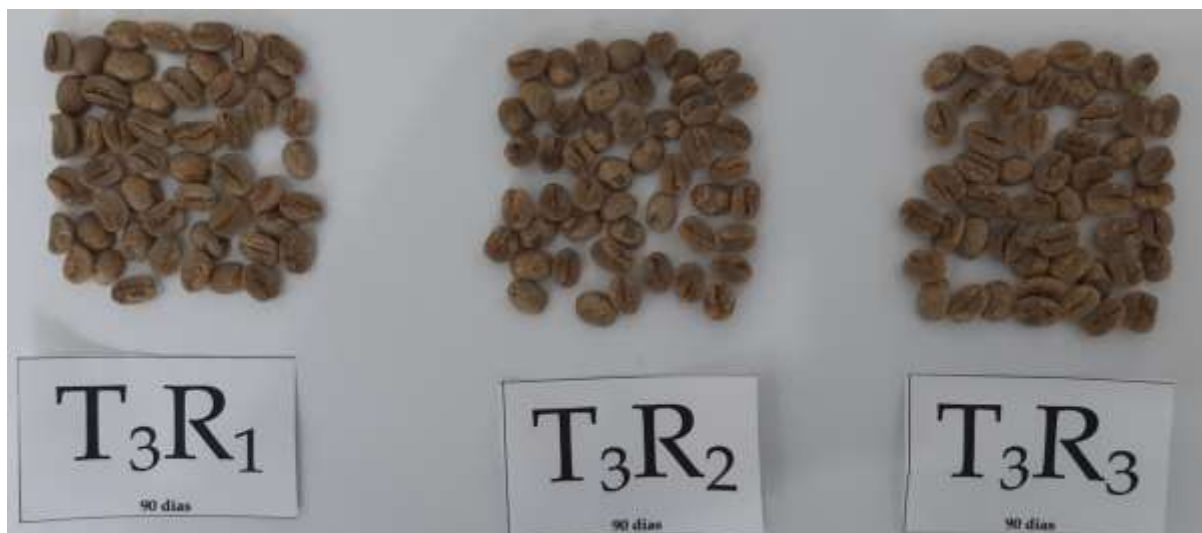
Fotos: Autor

APÊNDICE I – Amostras dos grãos de café após 30 dias de armazenamento





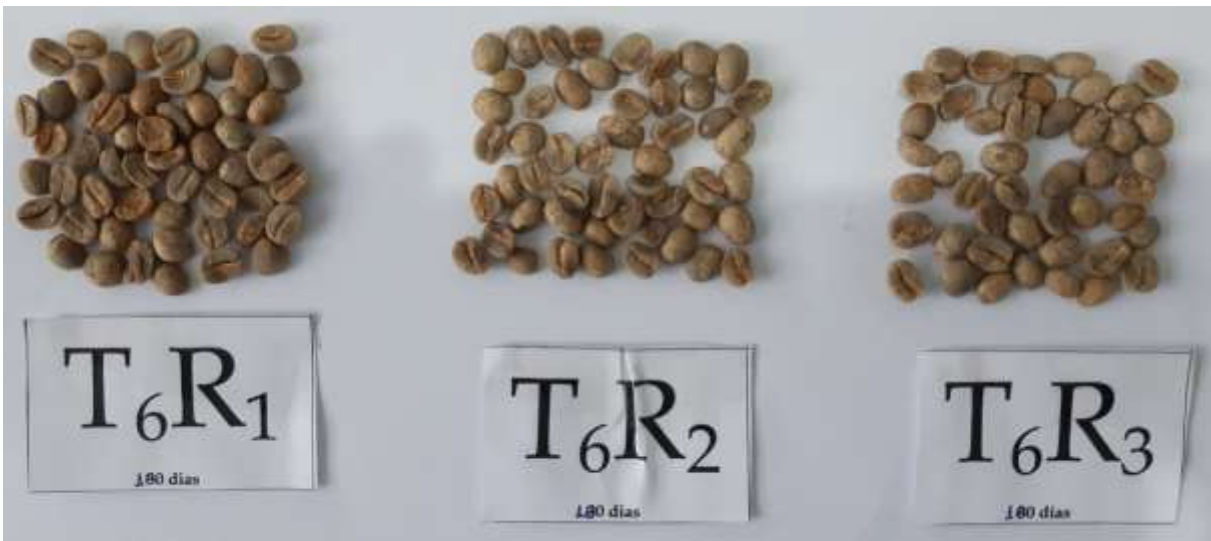
APÊNDICE J – Amostras dos grãos de café após 90 dias de armazenamento





APÊNDICE K – Amostras dos grãos de café após 180 dias de armazenamento



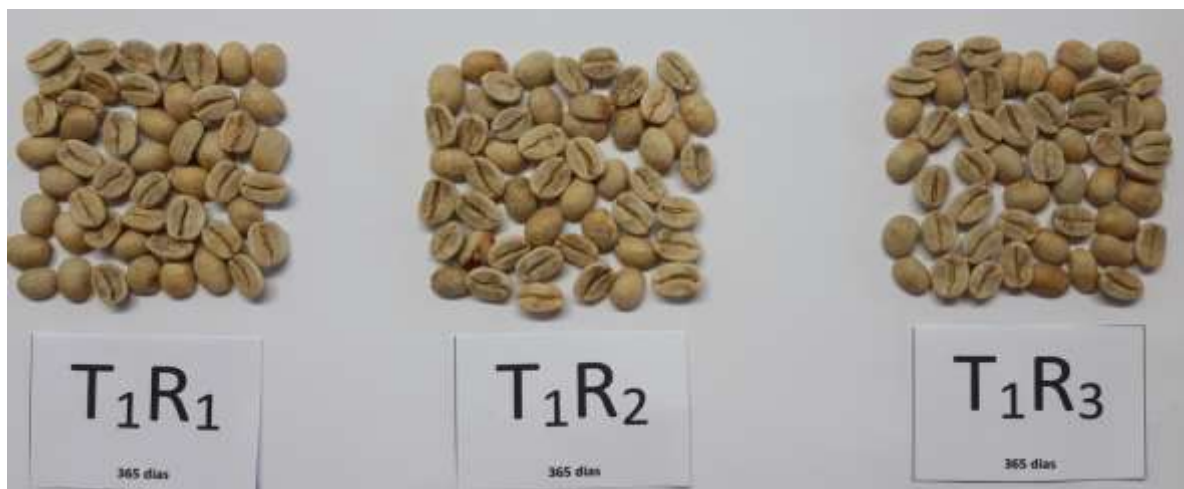


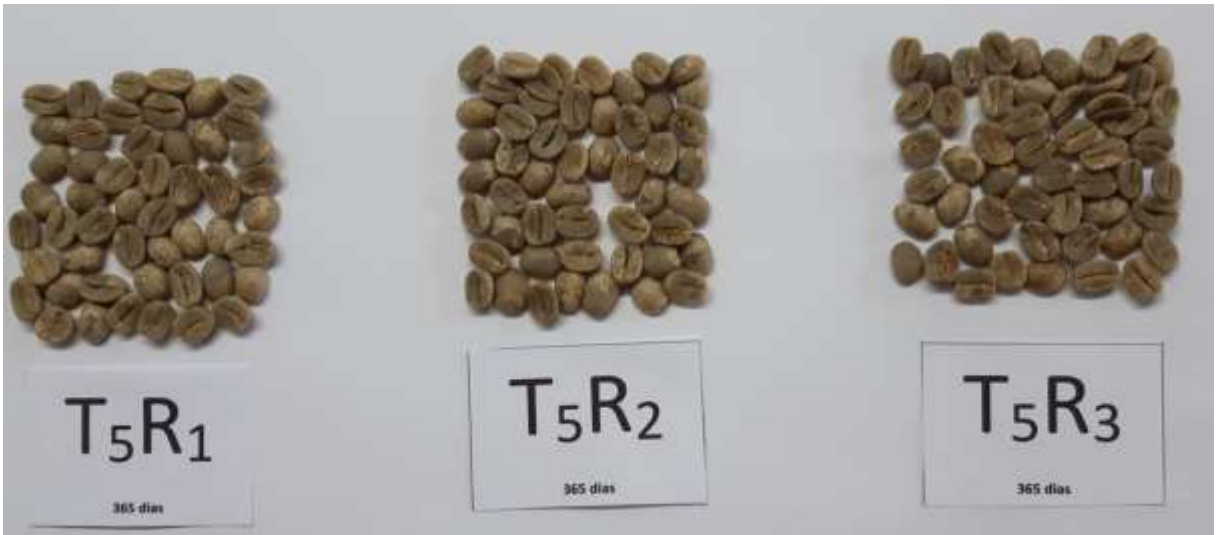
APÊNDICE L – Amostras dos grãos de café após 270 dias de armazenamento





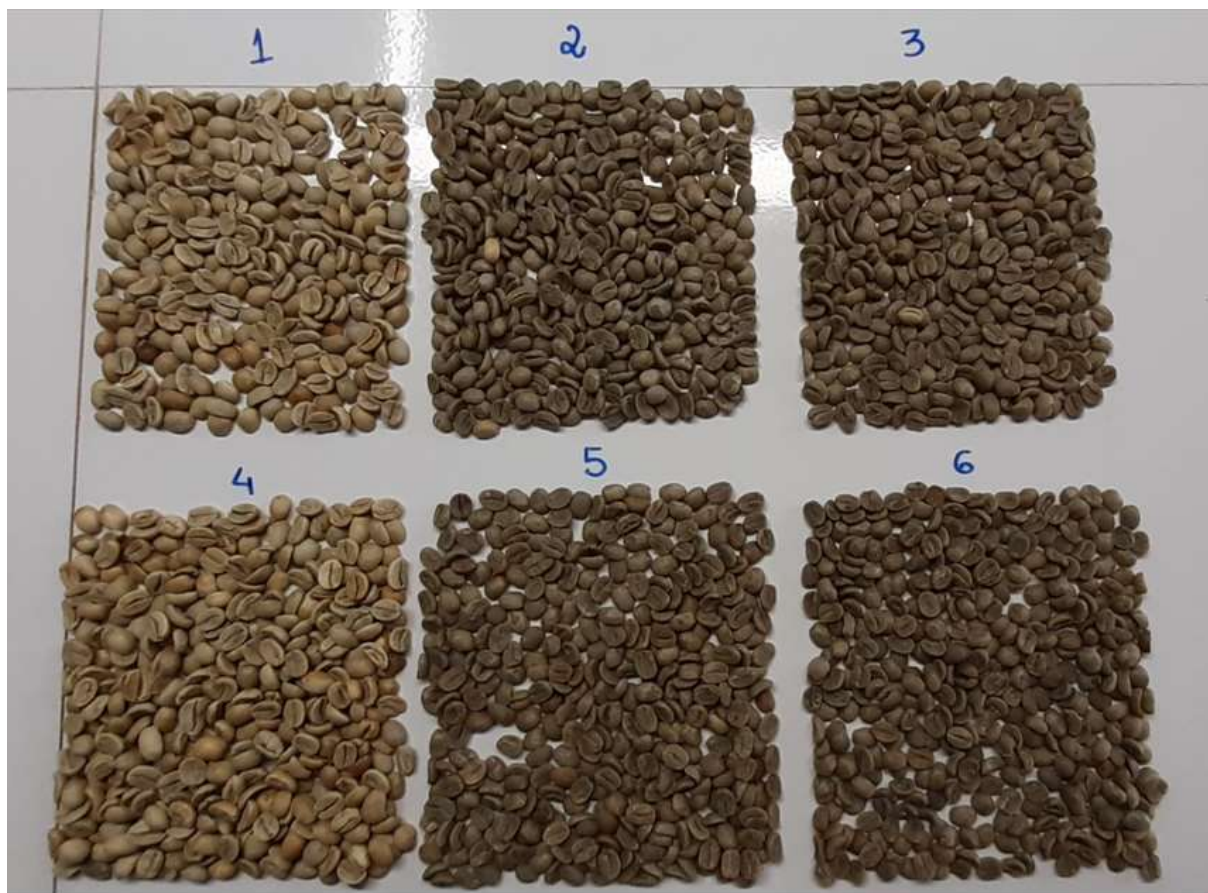
APÊNDICE M – Amostras dos grãos de café após 365 dias de armazenamento





Fotos: Autor

APÊNDICE N – Comparativo das amostras dos grãos de café após 365 dias de armazenamento por tratamento



Fotos: Autor

APÊNDICE O – Análises sensoriais do experimento realizadas após cada período de armazenamento









Fotos: Autor