

ANA PAULA DE FREITAS COELHO

**PRODUÇÃO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EM PERGAMINHO ORIUNDO DE  
FRUTOS VERDES APÓS ARMAZENAMENTO EM ÁGUA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Magister Scientiae.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS-BRASIL  
2019

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

C672p  
2019

Coelho, Ana Paula de Freitas, 1991-  
Produção de café (*Coffea arabica* L.) em pergaminho  
oriundo de frutos verdes após armazenamento em água / Ana  
Paula de Freitas Coelho. – Viçosa, MG, 2019.  
xii, 49 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Evandro de Castro Melo.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Referências bibliográficas: f. 40-49.

1. Café - Cultivo. 2. Café - Tecnologia pós-colheita. 3. Café  
- Processamento. I. Universidade Federal de Viçosa.  
Departamento de Engenharia Agrícola. Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. II. Título.

CDD 22. ed. 633.73

ANA PAULA DE FREITAS COELHO

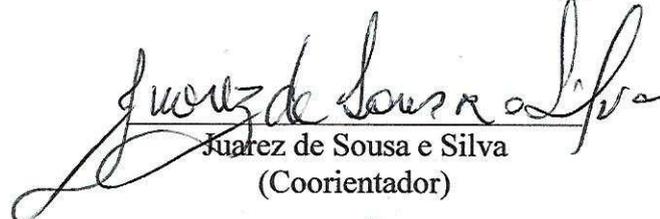
**PRODUÇÃO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EM PERGAMINHO ORIUNDO DE FRUTOS VERDES APÓS ARMAZENAMENTO EM ÁGUA**

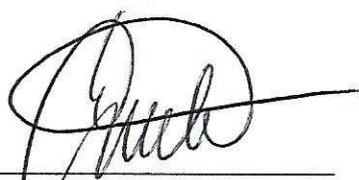
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 18 de fevereiro de 2019.

  
Aldemar Polonini Moreli

  
Sammy Fernandes Soares

  
Juarez de Sousa e Silva  
(Coorientador)

  
Evandro de Castro Melo  
(Orientador)

À razão de tudo...

DEUS, vos dedico.

Aos motivos da minha existência...

Papai e Mamãe, vos dedico.

Ao que não mediu esforços para estar sempre ao meu lado...

Edilson, te dedico.

Aos que compartilham tudo desde a infância e que sempre são meu apoio...

André, Angélica e Amanda, vos dedico.

## AGRADECIMENTOS

Ao bom Deus, por ter guiado cuidadosamente meus passos até aqui.

Ao papai e à mamãe, por serem minha base e não medirem esforços para que eu alcançasse meus sonhos. Vocês são meus exemplos de perseverança!

Aos meus irmãos André, Angélica e Amanda, pelas alegrias e companheirismo desde os tempos da infância. Vocês são minha definição de amor incondicional!

À minha sobrinha Maria Júlia, que chegou para renovar as alegrias da nossa família.

Ao Edilson, pelo amor e cumplicidade que vivenciamos desde o dia em que nos conhecemos.

Ao professor Juarez, pela idealização do projeto, orientação e compartilhamento da sua sabedoria.

Ao professor Evandro, pela oportunidade e orientação.

Ao professor Policarpo e ao professor Cecon, pela ajuda concedida.

À equipe do Laboratório de Secagem de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares (Cristiane, Raiane, Naiara, Mariane, Julia e Diego) e aos colegas, Bart e Douglas, pela amizade e disponibilidade em ajudar.

Aos grandes amigos da AGRO 09 e aos da EPAMIG-Sudeste, por fazerem parte dessa conquista.

Ao DEA, aos professores e aos funcionários que fizeram parte dessa jornada.

Ao cafeicultor Edson Alemão, por ter disponibilizado espaço e todo o café necessário para essa pesquisa.

Ao site [www.poscolheita.com.br](http://www.poscolheita.com.br), por todo apoio financeiro.

À Universidade Federal de Viçosa, por mais uma vez me deixar fazer parte da sua história.

Ao CNPq, pela bolsa e oportunidade de crescimento profissional.

## **BIOGRAFIA**

ANA PAULA DE FREITAS COELHO, filha de Maria Auxiliadora de Freitas Coelho e José Paulo Coelho, nasceu em Guidoal/Minas Gerais, no dia 11 de junho de 1991.

Entre 2010 e 2016 graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa. Estagiou no Departamento de Biologia, no Departamento de Solos e no Departamento de Economia Rural.

Entre março e dezembro de 2016 atuou como bolsista de apoio técnico em projetos do Consórcio Pesquisa Café pela EPAMIG-Sudeste.

Em março de 2017 ingressou no Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, em nível de Mestrado, área de concentração Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, pelo Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa.

Em 18 de fevereiro de 2019, submeteu-se aos exames de defesa da dissertação, para a obtenção do título de Magister Scientiae.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE TABELAS .....	viii
RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	xi
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS .....	3
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1 BOTÂNICA E MORFOLOGIA.....	4
2.2 CICLO FENOLÓGICO .....	5
2.3 COLHEITA .....	6
2.4 PÓS-COLHEITA.....	7
2.4.1 Abanação mecânica .....	7
2.4.2 Limpeza e separação.....	8
2.4.3 Pré-Processamento .....	9
2.4.4 Processamento .....	10
2.4.5 Secagem.....	11
2.5 FRUTOS VERDES DE CAFÉ.....	12
2.5.1 Processamento de frutos verdes de café após amontoamento.....	13
2.5.2 Processamento de frutos verdes de café após repouso em água.....	14
2.5.3 Armazenamento de frutos verdes de café em água .....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	17
3.1 DESCRIÇÃO DA PROPRIEDADE E DO MANEJO PÓS-COLHEITA .....	17
3.2 COLETA DAS AMOSTRAS .....	18
3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS FRUTOS QUANTO O ESTÁDIO DE MADURAÇÃO.....	20
3.3.1 Amostra P1 .....	20
3.3.2 Amostra P2 .....	21
3.4 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	22
3.4.1 Descascamento dos frutos verdes de café armazenado .....	24
3.5 BENEFICIAMENTO DAS AMOSTRAS.....	25

3.6	ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS GRÃOS .....	25
3.6.1	Classificação dos grãos por peneira 16 .....	25
3.6.2	Peso hectolitro .....	26
3.6.3	Índice de qualidade física (IQF) .....	26
3.6.4	Determinação do tipo.....	27
3.7	ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DA BEBIDA.....	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
4.1	UNIFORMIDADE DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS COLETADOS NA MOEGA.....	28
4.2	UNIFORMIDADE DE MATURAÇÃO E RENDIMENTO DE DESCASCAMENTO DOS FRUTOS ARMAZENADOS .....	29
4.3	EVOLUÇÃO DAS AMOSTRAS DURANTE A CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	31
4.4	ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SENSORIAIS .....	33
5	CONCLUSÃO .....	40
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Frutos descascados que não passaram pela malha do despoldador .....	16
<b>Figura 2</b> - Grãos de café oriundos de frutos verdes descascados após o armazenamento (10), frutos verdes descascados, mas que não passaram pela malha do despoldador e que foram separados manualmente (11); e frutos verdes que permaneceram resistentes ao descascamento após o armazenamento(12).....	17
<b>Figura 3</b> - Unidade de processamento da fazenda .....	18
<b>Figura 4</b> - Fluxograma do processamento e pontos de coleta .....	19
<b>Figura 5</b> - Separação dos frutos maduros e verdes, após a remoção dos boias .....	20
<b>Figura 6</b> – Separação dos frutos não descascados em verde e verdoengo.....	21
<b>Figura 7</b> – Fluxograma das amostras de café cereja descascado (CD), verde manejo tradicional (VMT) e verde armazenado (VA) .....	22
<b>Figura 8</b> - Disposição das amostras nos terreiros suspensos .....	23
<b>Figura 9</b> – Armazenamento de frutos verdes de café em água.....	23
<b>Figura 10</b> – Presença de grãos descascados em meio aos frutos não descascados.....	31
<b>Figura 11</b> - (a) Frutos verdes de café não descascado no processamento; (b) Frutos verdes de café após sete dias de armazenamento em água; (c) Frutos verdes de café após sete dias de manejo tradicional.....	33
<b>Figura 12</b> - Amostras de grãos de café oriundos de fruto cereja descascado (a); fruto verde com manejo tradicional (b); fruto verde armazenado e descascado (c); e fruto verde armazenado mas não descascado (d) .....	37

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Caracterização dos frutos colhidos em cada coleta quanto o estágio de maturação.....	28
<b>Tabela 2</b> - Caracterização quanto o grau de maturação e rendimento do descascamento dos frutos armazenados em água .....	29
<b>Tabela 3</b> - Quadro resumo da análise de variância da porcentagem de grãos retidos na peneira 16 (PP16), peso hectolitro (PH), índice de qualidade física (IQF), número de defeitos (ND) e análise sensorial (AS) .....	33
<b>Tabela 4</b> - Valores médios da porcentagem de grãos retidos na peneira 16 (PP16), do peso hectolitro (PH), do índice de qualidade física (IQF), do número de defeitos (ND) e da análise sensorial (AS) do café cereja descascado seco em terreiro suspenso (CD-TS), do café verde com manejo tradicional seco em terreiro suspenso ((VMT-TS), do café verde descascado seco em terreiro suspenso (VAD-TS) e em terreiro de concreto (VAD-TC) e do café verde não descascado seco em terreiro suspenso (VAND-TS) e em terreiro de concreto (VAND-TC) .....	34
<b>Tabela 5</b> - Classificação do café quanto o tipo .....	36
<b>Tabela 6</b> - Conversão da nota global da SCAA para a escala COB .....	38
<b>Tabela 7</b> - Valores médios da acidez (ACD), do corpo (CRP), do retrogosto (RTG) e do balanço (BLN) do café cereja descascado seco em terreiro suspenso (CD-TS), do café verde manejo tradicional seco em terreiro suspenso ((VMT-TS), do café verde descascado seco em terreiro suspenso (VAD-TS) e em terreiro de concreto (VAD-TC), e do café verde não descascado seco em terreiro suspenso (VAND-TS) e em terreiro de concreto (VAND-TC).....	39

## RESUMO

COELHO, Ana Paula de Freitas, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2019. **Produção de café (*Coffea arabica* L.) em pergaminho oriundo de frutos verdes após armazenamento em água.** Orientador: Evandro de Castro Melo. Coorientadores: Juarez de Sousa e Silva e Antônio Policarpo Souza Carneiro.

O *Coffea arabica* L. é um importante produto agrícola para a economia brasileira. Para assegurar a liderança no mercado mundial, é preciso adequar a produção aos critérios de sustentabilidade e de qualidade exigidos pelos consumidores. Os critérios de qualidade abrangem os aspectos físicos do grão e da bebida que originam. A máxima qualidade é esperada no fruto maduro, quando o endosperma está completamente formado. O grão oriundo de frutos verdes é um dos principais entraves para a oferta de café com qualidade, pois são considerados defeitos durante a classificação e prejudicam a qualidade da bebida. O cafeeiro possui frutos em diversos estádios de desenvolvimento no momento da colheita, devido a desuniformidade natural da floração. Quando a colheita é antecipada, seja por fatores ambientais ou escassez de mão de obra, há um aumento da quantidade de frutos verdes colhidos. O processamento por via úmida permite a separação dos frutos verdes e maduros, mas como os frutos verdes não são prioridade dos produtores na época da safra, sua qualidade tende a diminuir, bem como o seu valor de mercado. Tradicionalmente, eles são secos em sua forma integral e vendidos como café coco, por preços inferiores ao do cereja descascado. No entanto, são escassas as informações sobre o manejo adequando dos frutos verdes após o processamento. O descascamento dos frutos verdes de café pode influenciar na qualidade final, agregando valor ao produto, além de otimizar a utilização da mão de obra e da infraestrutura. O objetivo desse trabalho foi avaliar a produção de café em pergaminho, oriundo de frutos verdes, após armazenamento em água. O experimento foi conduzido em blocos inteiramente casualizados, com seis tratamentos (café cereja descascado; café verde manejado de forma tradicional; café verde armazenado descascado, seco em terreiro suspenso e de concreto; café verde armazenado não descascado, seco em terreiro suspenso e de concreto) e quatro repetições. Os frutos verdes armazenados permaneceram em reservatórios com água durante sete dias, e depois submetidos ao descascamento. Dois tipos de terreiro, suspenso e de concreto, foram utilizados para a secagem dos grãos e dos frutos após a etapa de descascamento.

Os tratamentos foram comparados por características físicas (porcentagem de grãos retidos na peneira 16, peso hectolitro, índice de qualidade física e número de defeitos) e pela análise sensorial da bebida. Ao longo do experimento também foram feitos levantamentos sobre a porcentagem de frutos verdes colhidos, da uniformidade das amostras e do rendimento do descascamento após o armazenamento. O rendimento médio do descascamento dos frutos verdes armazenados foi de 62%. O café verde armazenado descascado apresentou peso hectolitro, número de defeitos e notas da análise sensorial, estatisticamente, iguais ao café cereja descascado. Os cafés armazenados não descascados e os cafés que receberam o manejo tradicional, foram classificados como “fora de tipo”, devido ao elevado número de defeitos. O café manejado de forma tradicional foi o único que apresentou bebida dura, enquanto os demais apresentaram bebida apenas mole. Não foram constatadas diferenças entre a secagem de frutos verdes em terreiro suspenso e de concreto. O descascamento, após o armazenando em água, promove a separação dos defeitos e influencia positivamente na qualidade sensorial da bebida, o que justifica a utilização dessa técnica para gerar maiores retornos econômicos aos cafeicultores.

## ABSTRACT

COELHO, Ana Paula de Freitas, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2019. **Production of parchment coffee (*Coffea arabica* L.) from green fruits after water storage.** Advisor: Evandro de Castro Melo. Co-advisors: Juarez de Sousa e Silva and Antônio Policarpo Souza Carneiro.

The *Coffea arabica* L. is an important agricultural product for the Brazilian economy. To ensure leadership in the world market, the production must be tailored to the sustainability and quality criteria demanded by consumers. The quality criteria comprise the physical aspects of the grain and the beverage produced by them. The highest quality is expected when the fruit is ripe, because it is when the endosperm is fully formed. These grains originated from green fruits is one of the main obstacles to the supply of quality coffee, they are considered defects during classification and impair the quality of the beverage. However, a plant may have fruits at several stages of development during the harvest, as the coffee tree is univern. When harvesting is anticipated, whether due to environmental factors or labor shortages, there is an increase in the amount of green fruits harvested. The wet processing is an alternative for separating the green and ripe fruits, but since green fruits are not a priority for producers at the time of harvest, their quality tends to decrease, as well as their market value. Traditionally, they are dried in their integral form and sold as coconut coffee, for lower prices than the peeled cherry. However, there is little information about the green fruits post harvest. Peeling the green coffee berries can influence the final quality, adding value to the product, as well as optimizing the use of manpower and infrastructure. The objective of this work was to evaluate the production of parchment coffee, from green fruits, after storage in water. The experiment was conducted in completely randomized blocks with six treatments (peeled cherry coffee, green coffee handled in a traditional manner, stored green coffee peeled, dried in suspended terrarium and concrete, stored green coffee not peeled, dried in suspended terreiro and concrete ) and four replicates. The green fruits were stored in water for seven days, and after then subjected to peeling. A two types of patio, suspended and concrete, were used to dry the grains and fruits after the peeling. The treatments were compared by physical characteristics (percentage of grains retained in the sieve 16, hectoliter weight, physical quality index and number of defects) and sensorial analysis of the beverage. Throughout the experiment, the samples were also collected on the percentage of green fruits harvested,

the uniformity of the samples and the yield of the peeling after storage. The average peeling yield of the stored green fruits was 62%. The peeled stored green coffee had a statistically equivalent weight, number of defects and notes of the sensorial analysis, equal to the peeled cherry coffee. The unpeeled stored coffees and the coffees that received the traditional management were classified as "out of type", due to the high number of defects. The traditional coffee was the only one that presented a hard drink, while the others had only soft drink. No differences were observed between the drying of green fruits in suspended and concrete patio. The peeling, after storing in water, promotes the separation of defects and positively influences the sensorial quality of the beverage, which justifies the use of this technique to generate greater economic returns.

## 1 INTRODUÇÃO

Originário das regiões altas da Etiópia, os registros históricos apontam que o cafeeiro é fonte de alimento para humanos e animais desde o início do primeiro milênio (CHALFOUN e REIS, 2010). Com a evolução das formas de aproveitamento das folhas e frutos, a cultura foi se disseminando por outros países da África ao longo do tempo. Ao chegar no continente europeu, a bebida preparada pela infusão dos grãos torrados e triturados, tal como conhecemos hoje, se popularizou e impulsionou a propagação dessa espécie para os demais continentes (ABIC, 2008).

A chegada do café no Brasil ocorreu no início do século XVIII, trazidos da Guiana Francesa. Após sucessivas tentativas de cultivo, foram nas condições climáticas do sudeste do país que ele mais se adaptou (CHALFOUN e REIS, 2010). De uma produção inicialmente voltada para o abastecimento do consumo interno, passou a ser o produto-chave da economia e marcou um novo ciclo econômico na história do país.

Atualmente, o café continua sendo um importante produto agrícola na economia brasileira. A produção mundial é liderada pelo Brasil, seguido pela Colômbia e Vietnã (ICO, 2017). Grande parte da produção nacional é proveniente da espécie *Coffea arabica* L., correspondendo a 81% da área plantada no território (CONAB, 2018). Da área total ocupada por café arábica, 68,8% estão localizadas no estado de Minas Gerais. De acordo com o relatório PIB-agro de Minas Gerais (2018), a cultura contribuiu com 6,3% do valor total do PIB. Foram 12,1 bilhões de reais gerados pela venda direta de café em grãos e pelas indústrias ligadas ao setor de transformação do produto.

Segundo o relatório mensal do Conselho dos Exportadores de Café do Brasil (CECAFÉ) de 2018, até abril do mesmo ano, o Brasil exportou o grão para 109 países. Esse mesmo documento informa que Estados Unidos, Alemanha e Itália são, nessa ordem, os principais consumidores do café brasileiro e que compram respectivamente 17,4%, 17% e 10,5% do montante exportado pelo Brasil. Essa liderança no mercado internacional estabeleceu novos rumos para a cadeia produtiva cafeeira, atentando para a conformidade socioambiental e para os padrões de qualidade exigidos pelos consumidores finais (SANTOS et al., 2008).

Com relação as cobranças de ordem socioambiental, é crescente a exigência por garantias de que o produto atenda aos critérios da sustentabilidade (NASCIMENTO e ALIGLERI, 2017). Para os autores, a gestão socioambiental das lavouras cafeeiras implica em proteção da biodiversidade, boas condições de trabalho, redução do

consumo de recursos energéticos e otimização das técnicas de produção. Dessa forma, há melhorias da imagem junto aos clientes e comunidade, abrindo a possibilidade para mercados mais exigentes, em termos ecológicos e sociais.

No que se refere às exigências sobre a qualidade dos grãos, são considerados os aspectos físicos do grão e da bebida que deles se obtém (MALTA, 2011). Tais aspectos influenciam diretamente no preço pago pela mercadoria, justificando a necessidade da classificação dos lotes antes da comercialização. Os maiores valores são pagos àqueles que possuem o melhor conjunto de características ou àqueles que possuem distinções de origem, certificações, selos, entre outros diferenciais (MARCONIMI, 2011).

De acordo com Marconimi (2011), quando o produto não possui nenhuma diferenciação, é vendido como uma commodity e fica sujeito aos preços do mercado comum, que geralmente são inferiores aos preços dos cafés especiais. No caso do café commodity, o preço base pago por saca difere entre as regiões produtoras, já em nível internacional, as operações de comercialização são bastante influenciadas pelas oscilações do mercado (COSTA, 2013). As bolsas de valores especializadas na cotação do café arábica estão situadas em Nova York, enquanto as de café robusta estão em Londres.

Afim de atender as exigências do mercado, os cafeicultores buscam por técnicas que confirmem melhor qualidade ao produto a ser ofertado. Para Mello (2001), os fatores que definem a qualidade do café, e, conseqüentemente, a remuneração pela mercadoria, são as características climáticas da região, o manejo da lavoura e, principalmente, o manejo na colheita e na pós-colheita. Donzeles et al. (2011) reforçam que as operações de colheita e pós-colheita são essenciais para a manutenção da qualidade adquirida durante todo o processo de formação do fruto no campo.

Para Arruda et al. (2011), os frutos devem ser colhidos no estágio cereja, quando o endosperma e os precursores químicos estão completamente formados. Entretanto, a floração do cafeeiro é estimulada por fatores climáticos, possuindo frutos em diversos estádios de desenvolvimento durante a colheita (CUSTÓDIO et al., 2012). Para evitar perdas qualitativas e quantitativa, Donzeles et al. (2011) recomendam iniciar a colheita quando a proporção de frutos verdes for inferior à 20%.

Borém et al. (2005) apontam a colheita de frutos verdes como um dos principais entraves para a oferta de cafés com qualidade. Os grãos oriundos desses frutos são considerados defeitos durante a classificação, pois prejudicam a qualidade da bebida. Segundo os autores, a predominância da colheita não seletiva e a indisponibilidade de

materiais genéticos com maior uniformidade de floração são as principais razões para a ocorrência de frutos verdes em meio ao montante colhido.

No Brasil predomina a colheita classificada como não seletiva, onde todos os frutos são retirados da planta de uma só vez (CALDEIRA et al., 2017). Com lavouras ocupando extensas áreas, as máquinas são indispensáveis para aumentar a capacidade operacional (COELHO et al., 2015). Ademais, a colheita apenas dos frutos maduros se torna inviável diante do alto custo e da escassez de mão de obra observado no meio rural (PELEGRINI e SIMÕES, 2011).

De modo a garantir mão de obra em quantidade suficiente na época da safra, a antecipação da colheita tem sido uma alternativa adotada pelos produtores. Essa antecipação associada à colheita não seletiva, como por exemplo, as derriçadoras portáteis, têm contribuindo para que a porcentagem de frutos verdes no montante colhido seja maior que o recomendado por Donzeles et al. (2011).

O processamento por via úmida permite a separação dos frutos verdes que são colhidos em meio aos maduros. Entretanto, faltam informações sobre o manejo adequado na pós-colheita dos lotes formados por frutos não descascados no processamento. Tradicionalmente, eles são levados para secar em terreiros e comercializados como café “coco” (BORÉM, 2008b). Mas, por ser considerado um produto de baixo valor de mercado, são manejados em segundo plano, reduzindo ainda mais a qualidade dos grãos, bem como o seu valor.

Diante da representatividade do volume dos lotes de frutos verdes obtidos após o processamento em algumas propriedades rurais, percebe-se a necessidade de gerar informações sobre a sua pós-colheita. Para Marconimi (2011), o descascamento dos frutos verdes de café é a forma de agregar valor ao produto. Além disso, o descascamento pode promover a redução do volume a ser trabalhado, otimizar a utilização infraestrutura e da mão de obra. Porém, são escassas técnicas que permitam o descascamento dos frutos verdes, sem desgaste das máquinas ou que cause danos aos grãos.

## **1.1 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS**

Esse trabalho teve como objetivo geral propor um manejo alternativo para os frutos verdes de café separados durante o processamento por via úmida. A aplicação da técnica de armazenamento como meio de viabilizar o descascamento durante o

reprocessamento foi avaliada a partir dos aspectos físicos e sensoriais dos grãos beneficiados.

Os objetivos específicos do presente trabalho foram:

- Avaliar o rendimento do descascamento dos frutos verdes de café;
- Avaliar as alterações nos aspectos físicos e sensoriais dos grãos após o descascamento;
- Comparar os aspectos físicos e sensoriais dos grãos provenientes de frutos verdes armazenados e descascados com os grãos provenientes de frutos cerejas descascados e de verdes manejados de forma tradicional;
- Avaliar o efeito da secagem em terreiros (de concreto e suspenso) sobre os aspectos físicos e sensoriais dos grãos provenientes de frutos verdes armazenados.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 BOTÂNICA E MORFOLOGIA**

Pertencentes à família Rubiaceae e ao gênero *Coffea*, existem mais de 90 espécies de café descritas (SOUZA et al. 2004). Dentre as 25 espécies exploradas comercialmente, se destacam o *Coffea liberica*, o *Coffea dewevrei*, o *Coffea canefora* e o *Coffea arabica* L. O café arábica (*Coffea arabica* L.) é um arbusto, originalmente de sub-bosques, que pode alcançar até três metros de altura (LIVRAMENTO, 2010). Sua parte aérea é dividida em: ramo ortotrópico (o mais lignificado e que cresce perpendicular ao solo) e ramos plagiotrópicos (os mais flexíveis e que crescem paralelos ao solo, nos quais se desenvolvem as folhas e frutos).

De acordo com Melo e Sousa (2010) e Livramento (2010), o desenvolvimento dos frutos é dividido em fases caracterizadas pelo crescimento, acúmulo de matéria seca, alterações da composição química e da coloração. Quando maduro, estágio cereja, o fruto é classificado como drupa carnosa, indeiscente e de formato ovoide. Seu exocarpo possui coloração amarela ou vermelha e o mesocarpo apresenta-se mucilaginoso e rico em carboidratos. O ovário é bilocular, onde se desenvolvem normalmente duas sementes, mas pode ocasionalmente possuir uma, três ou mais.

As sementes, parte de interesse comercial, são formadas pela película prateada, endosperma e embrião. Para Borém; Salva e Silva (2008a), a composição química do endosperma é que define os precursores do sabor e aroma que se formarão durante a torra das sementes, influenciando diretamente na qualidade sensorial da bebida. O perfil químico dos precursores de aroma e sabor do café variam em função de vários parâmetros, como os fatores edafoclimáticos, os tratos culturais, a maturidade e a sanidade dos grãos, assim como o manejo pós-colheita (KITZBERGER et al., 2013).

## 2.2 CICLO FENOLÓGICO

O ciclo fenológico do cafeeiro é diferente das outras plantas (OLIVEIRA e MOURA, 2012), como no modelo descrito por Camargo e Camargo (2001) e Livramento (2010), pois são necessários dois anos para completar um ciclo. No primeiro ano se formam os ramos vegetativos com as gemas axilares nos nós. Essas gemas vegetativas são induzidas a gemas reprodutivas por diferença de fotoperíodo, iniciando o segundo ano com a florada. Por sua vez, esse modelo proposto é dividido em fases, sendo que a duração de cada uma delas varia com o material genético e com as condições meteorológicas da região, principalmente a temperatura e a precipitação.

Para Moura et al. (2007), o café arábica se desenvolve melhor em regiões de clima tropical úmido e temperatura média anual entre 18 e 22 °C e altitude entre 400 e 1.200 m. Abaixo de 18 °C ocorre predominância de crescimento vegetativo, ocasionando baixos níveis de produtividade (CAMARGO; ROLIM; SANTOS, 2007). Onde a temperatura média anual supera 23 °C, o desenvolvimento e a maturação dos frutos são acelerados, acarretando perdas na qualidade do produto final (ZACHARIAS, 2007).

Em relação à precipitação, Camargo et al. (2007) e Moura et al. (2007) estabelecem que o volume médio anual deve de 1.200 a 1.800 mm. Considerando também a distribuição durante o ano (número de meses secos e com chuva), a exigência do período fenológico da planta, a intensidade das deficiências e dos excedentes hídricos, assim como as características físicas do solo. Para Meireles et al. (2009) o estresse hídrico na fase anterior à antese pode ser benéfico, favorecendo uma florada mais uniforme.

Além da influência por variáveis climáticas, o cafeeiro possui outras particularidades quanto sua floração (PEREIRA et al., 2010). De acordo com Gouveia (1984) a floração do cafeeiro é um processo complexo, pois as gemas florais podem

entrar em dormência após algum estresse. Majerowics e Sondahl (2005) identificaram diferenças de respostas para a indução da floração em ramos de primeira e segunda produção. Meireles et al. (2009) concluíram que essa falta de sincronia da época de floração, e, conseqüentemente, na maturação dos frutos em uma mesma planta, pode ser uma estratégia de sobrevivência e preservação da espécie.

Embora a desuniformidade da floração seja um assunto de interesse para os produtores de café, visto que é um obstáculo na decisão do momento ideal de iniciar a colheita, ainda é um assunto com referências bibliográficas escassas. Dessa forma, cabe aos produtores recorrerem às alternativas que permitam melhor escalonamento da colheita. A escolha de variedades com maturação precoce, mediana e tardia na formação da lavoura, pode ser uma delas.

### **2.3 COLHEITA**

A colheita é uma das etapas mais importantes da cadeia produtiva cafeeira e envolve um conjunto de operações: arruação, derrça, recolhimento, varrição, recolhimento, abanação e transporte (QUEIROZ; SILVA; SALVADOR, 2001). Para Malta e Chagas (2010), a colheita é a retirada do fruto do campo nas melhores condições possíveis de sanidade, nos níveis adequados de maturidade, com o mínimo de perdas e danos a fim de ofertar matéria-prima de qualidade com a maior rapidez e custo mínimo.

O estágio cereja é o ideal para a colheita do fruto, pois é quando o endosperma está plenamente desenvolvido e, portanto, com maior concentração dos componentes químicos precursores do sabor e aromas formados durante a torra dos grãos (BORÉM; SALVA; SILVA, 2008a). No entanto, diante da inevitável desuniformidade de maturação, alguns autores definem limites de frutos verdes para a colheita. Ferrão et al. (2004), Fonseca et al. (2007) e Moura et al. (2007) estabeleceram que o ideal é quando a porcentagem de frutos verdes na planta está entre 5 e 20%, iniciando a operação nos talhões onde a maturação está mais uniforme e avançada.

No entanto, além da avaliação do grau de desenvolvimento dos frutos, alguns fatores extrínsecos à lavoura devem ser considerados na tomada de decisão. Desses, alguns fatores estão aquém do controle dos produtores, tais como ocorrência de chuvas e geadas (MOREIRA et al., 2007). Assim, o acompanhamento meteorológico pode minimizar os danos causados pelas adversidades climáticas (MEIRELES et al., 2009).

Outro aspecto a ser considerado pelos produtores é a disponibilidade e o preço da mão de obra, que pode representar de 25 a 30% dos custos diretos da produção (MALTA e CHAGAS, 2010). De acordo com Tessari (2014), o fato de a colheita do café ser sazonal, concentrando-se nos meses de abril a agosto, faz com que a oferta de trabalho também ocorra de maneira intermitente, e provocando ócio na maior parte do ano. Tal fato associado à necessidade de especialização para a operação e manutenção das máquinas, constatado por Queiroz; Silva e Salvador (2001), desestimula a permanência de trabalhadores no seguimento.

Diante do exposto, tem sido observado que com a pouca disponibilidade de mão de obra na zona rural, os produtores têm antecipado o início da colheita, de modo a garantir contingente suficiente na época da safra. Essa antecipação associada às colheitas não-seletivas, tem contribuído para que a proporção de frutos verdes colhidos seja superior ao recomendado na literatura. As desvantagens da colheita dos frutos ainda verdes serão abordadas no item 2.5.

## **2.4 PÓS-COLHEITA**

As operações de pós-colheita se iniciam após a retirada dos frutos da planta e devem ser executadas de modo a minimizar as perdas da qualidade, que foram adquiridas ao longo de todo seu desenvolvimento. As etapas adotadas na pós-colheita são definidas de acordo com o tipo de café a ser produzido e com o nível de tecnologia adotado pelo produtor. Os tipos de café mais comuns são o natural ou coco, cereja descascado e despulpado ou desmucilado.

### **2.4.1 Abanação mecânica**

A partir da colheita nos ramos produtivos, seja de forma manual, mecanizada ou semi-mecanizada, o montante final é constituído de frutos maduros, verdes, secos e por restos culturais. A abanação mecânica é a etapa que tem por finalidade remover as folhas, gravetos e outros detritos vegetais por intermédio de peneiras vibratórias e de um fluxo contínuo de ar (SOARES e DONZELES, 2011).

A utilização do fluxo de ar é baseada na propriedade física denominada velocidade terminal. Para Corrêa e Silva (2008) a partir do momento em que um corpo em queda livre alcança a velocidade constante, a força do campo gravitacional é

anulada. Essa propriedade é influenciada pela densidade, pelo tamanho e forma do produto. Nesse sentido, algumas colhedoras já fazem a remoção desses tipos de impurezas no ato da colheita, o que é uma vantagem do ponto de vista ambiental, pois a matéria orgânica é imediatamente devolvida e distribuída no solo.

#### **2.4.2 Limpeza e separação**

Depois de abanados, os cafés devem seguir para a etapa de limpeza e separação. Nessa etapa os frutos entram em contato com um fluxo de água, que por diferença de massa específica os menos densos são separados dos mais densos (DONZELES et al., 2011). Essa separação é fundamental para a secagem do café em lotes distintos. O material sobrenadante retirado é composto basicamente por frutos boias e sujidades que não foram retiradas durante a abanação, por serem mais pesadas ou estarem aderidas aos frutos.

Em cafeicultura, o termo boia é utilizado para se referir a um conjunto formado por frutos secos, brocados, verdes com baixa quantidade de massa seca e pelos chochos (aqueles em que pelo menos uma das sementes não desenvolveu) (DONZELES et al., 2011). Os lotes formados pelos frutos boia podem ser de volume bastante representativo, no entanto sua separação é essencial, pois prejudicam a qualidade sensorial da bebida do café, contribuindo para odores estranhos e aumento da acidez (JÚNIOR et al., 2003).

Quanto à infraestrutura necessária para esta operação, podem ser utilizadas simples recipientes com água ou até equipamentos totalmente mecanizados. De forma geral, a infraestrutura e disponibilidade de água na propriedade definem a eficiência da operação. Nesse sentido, pesquisas são desenvolvidas a fim de gerar informações e novas tecnologias que combinem eficiência e acessibilidade.

Segundo Donzeles et al. (2011), os lavadores utilizados para a limpeza e separação podem ser de alvenaria ou metálicos. Um exemplo é o “lavador maravilha”, que é um tanque de alvenaria com uma calha metálica ou de madeira, com saída ramificada e um fundo falso, onde cai o material mais denso (cereja, verdes e impurezas densas). Além disso, estão disponíveis no mercado os lavadores mecânicos, que são basicamente duas caixas metálicas interligadas no fundo com saídas frontais e laterais. Tanto no lavador de alvenaria como no mecânico, pode haver ou não um sistema de turbilhoamento, a fim de facilitar a separação dos frutos.

Outra opção apresentada por Donzeles et al. (2011) é o lavador “tipo basculante”. Esse é um modelo simples e ideal para pequenos produtores. Sua estrutura é composta por dois depósitos, sendo que o primeiro retém a água para a lavagem e o segundo é móvel, construído com chapa perfurada para reter o fruto de maior densidade. O café boia é retirado, manualmente, com o auxílio de uma peneira.

### **2.4.3 Pré-Processamento**

Independentemente do tipo de café a ser produzido, os frutos recém colhidos não devem ser armazenados ou amontoados em condições ambiente por períodos prolongados, a fim de evitar a fermentação indesejável (MALTA e CHAGAS, 2010). No entanto, alguns aspectos operacionais do pré-processamento são de difícil solução para os produtores, como é o caso do gerenciamento do fluxo dos frutos colhidos que chegam da lavoura em função da capacidade operacional das máquinas usadas nas operações da pós-colheita.

Para Machado (2005), os problemas associados às características da lavoura, a disponibilidade de recursos humanos e de infraestrutura também podem levar a baixa eficiência nas unidades de processamento. O acondicionamento dos frutos colhidos torna-se, portanto, uma consequência dessa baixa eficiência. Esse problema é ainda mais agravado em propriedades de agricultura familiar, onde normalmente há pouca infraestrutura.

Pimenta e Vilela (2003) avaliaram o efeito do tempo de espera dos frutos amontoados em sacos de polietileno entre zero e sete dias e concluíram que há perda de qualidade após um dia de amontoamento. Essas perdas de qualidade, principalmente da bebida, podem estar associadas à ocorrência de fermentações desfavoráveis, assim como por reações enzimáticas constatadas por Pimenta, Pereira e Costa (2011). Machado (2005) justificou que, como a polpa é rica em açúcares e possui alto nível de teor de água (cerca de 60% b.u.), os frutos amontoados tornam-se um ambiente favorável ao desenvolvimento de microrganismos indesejáveis.

Com o objetivo de ajustar pequenos volumes colhidos com a capacidade operacional da unidade de processamento e secagem, Machado (2005) avaliou o uso da técnica de armazenamento do café em água. Para a autora, o dimensionamento da unidade de processamento adequada aos períodos de pico da safra eleva o custo operacional, tornando necessário desenvolver alternativas para armazenar

temporariamente o café colhido até que seja processado, sem que haja perda de qualidade.

Os lotes estudados por Machado (2005) foram armazenados, por períodos variando entre um a sete dias, em reservatórios de 500 L e com troca diária da água. A autora concluiu que há viabilidade na utilização da imersão como técnica para armazenagem prévia de frutos cereja, verdeongos e boia, sem prejuízo para a qualidade final do café. Além disso, a água residuária gerada da imersão dos frutos apresentou elevados teores de nutrientes como fósforo, nitrogênio e potássio, podendo ser aproveitada na fertirrigação.

#### **2.4.4 Processamento**

Os frutos podem seguir dois caminhos de processamento, definidos como via seca ou via úmida.

No processamento via seca, a secagem dos frutos ocorre em sua forma natural e integral, resultando em café “coco”. Embora esse tipo de processamento confira características diferenciadas em relação ao café despulpado, a não separação dos frutos verdes pode reduzir a qualidade total do lote (BORÉM et al., 2008b; DONZELES et al., 2011).

Por sua vez, o processamento por via úmida requer infraestrutura com maquinários específicos. Após a separação dos cafés boias, na etapa de limpeza, todas as massas de frutos seguem para a etapa de descascamento. Existem descascadores de diversos portes e níveis de tecnificação, abrangendo desde os mais simples, como os de acionamento manual, até os de alta tecnologia e rendimento (MESQUITA, 2016).

Durante o descascamento, os frutos passam por rolos e são prensados até a remoção da casca. Os frutos verdes que não são descascados são separados e conduzidos para uma saída secundária. A remoção da polpa e da mucilagem também pode ocorrer no processo por via úmida. Neste segundo caso, o café produzido é definido como tipo cereja descascado despulpado ou desmucilado (DONZELES et al., 2011).

Para Donzeles et al. (2011) e Silva; Donzeles e Corrêa (2008a), a grande vantagem do processamento via úmida é que o produto final é composto, na quase totalidade, por sementes de frutos maduros com características físicas e químicas de maior valor agregado. Outro aspecto positivo é que a remoção da casca resulta em uma

redução do volume total a ser manipulado em terreiros e secadores, do risco de fermentação indesejada, assim como no tempo dispensado para secagem. Essas vantagens observadas após o descascamento dos frutos, fazem do processamento por via úmida uma alternativa de menor custo de produção.

No caso dos cafés despulpados, é importante ressaltar que a mucilagem pode ser retirada das sementes por processo fermentativo ou por fricção. Para Donzeles et al. (2011), o despulpamento por fermentação é mais comum na América Central, México, Colômbia e nos países da África. Se bem conduzido, o café despulpado apresentará bebida suave, mole ou estritamente mole, independente da região produtora. Os autores citam a diminuição da área dos terreiros (em até 60%) e no tempo de secagem como outras vantagens dessa prática.

Sobre a destinação final dos resíduos oriundos do processamento por via úmida, ressalta-se que é necessário o planejamento e execução rigorosa do tratamento e destinação dos resíduos líquidos. A legislação ambiental do estado de Minas Gerais (DN COPAM Nº 10/86) estabelece que, para o lançamento das águas residuárias nos corpos hídricos, a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) deve ser de até  $60 \text{ mg/L}^{-1}$ , ou que a eficiência do sistema de seu tratamento para a remoção da carga orgânica seja superior a 85%, desde que não superem os padrões estabelecidos no enquadramento do curso d'água receptor (MESQUITA, 2016).

#### **2.4.5 Secagem**

A secagem é definida como o processo simultâneo de transferência de calor e massa (teor de água) entre o produto e o ar aquecido. A transferência da água para o ar é decorrente de uma diferença de pressão de vapor d'água entre a superfície do produto a ser seca e o ar que o envolve. Portanto, para que ocorra a secagem é necessário que a pressão de vapor sobre a superfície do produto seja maior do que a pressão do vapor d'água no ar de secagem

De acordo com Mujumdar e Law (2010), a secagem é operação unitária que consiste em reduzir o teor de água dos produtos, tais como frutas, legumes, produtos agrícolas e fitoterápicos, após a colheita. A redução do teor de água promove queda da taxa respiratória e da atividade biológica, possibilitando o armazenamento do produto por períodos mais longos. Por ser a operação de maior consumo de energia, Donzeles et

al. (2011) e Borém; Reinato e Andrade (2008c) apontam a secagem como uma das operações mais importantes da pós-colheita do café.

A importância da secagem aumenta junto com a demanda por cafés de melhor qualidade. Essa operação deve ser conduzida de modo a conservar a qualidade que foi adquirida durante o desenvolvimento dos frutos no campo. Para Silva et al. (2008c), deve-se evitar a secagem do café em temperaturas excessivamente elevadas, pois o grão tolera 40°C por um ou dois dias, 50°C por poucas horas e 60°C por menos de uma hora, sem se danificar.

No caso da secagem dos frutos verdes, a operação deve ser lenta, comparado aos frutos maduros, a fim de evitar o escurecimento dos grãos Silva et al. (2008b). Os tabuleiros suspensos, também conhecidos como terreiros suspensos ou secador de mesa, podem ser uma alternativa para secagem dessa categoria de frutos. Além de não ser necessário gastos com energia, o produto não entra em contato direto com o chão, o que reduz os riscos de contaminação por microrganismos indesejáveis e outras injúrias. Nesse sistema ainda é possível acoplar um sistema de cobertura e trilhos para serem acionados em dias de chuva, forte neblina ou durante a noite (SILVA et al., 2008c; DONZELES et al., 2011).

## **2.5 FRUTOS VERDES DE CAFÉ**

Os frutos verdes de café, são aqueles que ainda não iniciaram o processo de maturação, abrangendo as fases de chumbinho, expansão e granação (BORÉM; SALVA; SILVA, 2008a). A casca apresenta coloração esverdeada e a polpa é mais resistente do que a de um fruto maduro. De acordo com a Instrução Normativa n° 8 (BRASIL, 2003), que trata do regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado, o grão verde ou grão imaturo é aquele com película prateada aderida, com sulco ventral fechado e de coloração verde em tons diversos.

Pimenta (1995) comparou a composição química de grãos de café colhidos em diferentes estádios de maturação e concluiu que os frutos verdes possuem menor peso, menores teores de acidez (titulável e total), de açúcares (redutores, não redutores e totais) assim como de sólidos solúveis totais. Por outro lado, esses frutos apresentam elevados teores de compostos fenólicos, como por exemplo, os ácidos clorogênicos.

Em seus estudos sobre os compostos fenólicos em grãos de café, Farah e Donangelo (2006) relataram que os ácidos clorogênicos (CGA) são metabólitos

secundários das plantas e estão envolvidos na adaptação às condições de estresse ambiental. Essa categoria de ácidos são os componentes fenólicos principais do café verde, por volta de 14% do peso seco. Embora tenham potente ação oxidante, são responsáveis pelo sabor adstringente da bebida e, portanto, indesejáveis.

Além das perdas por qualidade da bebida, para Mesquita (2016) a colheita dos frutos antes do estágio cereja também acarreta perdas de massa e volume, visto que os grãos são colhidos antes de atingirem sua matéria seca máxima. O autor concluiu que a redução da massa específica, que pode chegar à 20%, acarretando prejuízos ao produtor, pois será necessária maior quantidade de grãos para completar uma saca de 60 kg.

Diante do exposto, o ideal é que os frutos verdes sejam separados dos maduros, tal como ocorre no processamento via úmida, pois essa separação garante qualidade dos cafés cereja descascado. Algumas das pesquisas encontradas na literatura, cujo objetivo foi buscar alternativas para agregar valor a esse produto e, conseqüentemente, aumentar a rentabilidade dos produtores, estão apresentadas a seguir.

### **2.5.1 Processamento de frutos verdes de café após amontoamento**

Segundo Borém (2008b), o processamento do café verde imediatamente após a colheita é inviabilizado pela alta resistência da casca e da polpa. Aumentar a pressão no descascador não resolveria o problema por completo, pois aumentaria a incidência de grãos quebrados e danificados, além do desgaste prematuro do equipamento. Por isso, é comum trabalhar com pressão reduzida, justamente para que não haja riscos de frutos verdes serem ocasionalmente descascados e se misturarem aos cerejas. Assim sendo, o descascamento do café verde é uma alternativa para tentar garantir um maior retorno econômico aos produtores, porém são escassos os relatos sobre pesquisas que sobre a viabilidade desse processo.

Borém et al. (2005) avaliaram a qualidade do café verde sobre diferentes formas de processamento e secagem. Dentre os tipos avaliados no experimento estavam o café verde que recebe manejo tradicional; o manejo UFLA e o café verde descascado (mantendo-se os pesos na metade dos braços que regulam a pressão do descascador) após o amontoamento por 20 horas. No manejo UFLA, o café verde é seco em terreiro, inicialmente em camadas finas, grão a grão, intercaladas com pequenas leiras de no máximo 3 cm, com revolvimento de até 12 vezes por dia e ao atingir a meia seca, é seco em leiras de 15 cm de altura, revolvidas pelo menos 10 vezes ao dia. Como resultado, os

autores observaram que o descascado após 20 horas de amontoamento apresentou qualidade física e sensorial superiores às demais. Concluíram que o café verde descascado apresentou menor condutividade elétrica, lixiviação de potássio e incidência de defeitos PVA (preto, verde e ardido), além de melhor qualidade de bebida em relação ao café verde que recebeu o manejo tradicional.

A partir dos resultados anteriores, novos estudos se precederam sobre o amontoamento dos frutos antes do segundo descascamento. Em Borém et al. (2006) foi encontrado que a taxa de descascamento usando essa técnica foi de 41%, partindo de lotes com no máximo 10% de café verde. Salvo a incidência de PVA, em nenhum dos trabalhos revisados foram abordados outros tipos de análises físicas nos grãos a fim de corroborarem com a viabilização da técnica proposta.

O efeito do despulpamento do café verde após o amontoamento foi estudado por Souza et al. (2009). Nesse trabalho foram comparadas características químicas e sensoriais do café verde descascado (após amontoamento por 12 horas), verde despulpado (submetidos à fermentação em tanques com água durante 20 horas) com as testemunhas verde e cereja natural. Ao atingirem o teor de água 11% b.u na secagem, determinou-se a condutividade elétrica, a acidez titulável, a porcentagem de preto, verde e ardido (PVA) e a análise sensorial. Dentre todos os parâmetros avaliados, o despulpado apresentou qualidades superiores ao descascado e, como esperado, o verde natural apresentou os piores índices. Nesse trabalho também não foi avaliado outras características físicas dos grãos, salvo o PVA.

### **2.5.2 Processamento de frutos verdes de café após repouso em água**

Partindo da busca dos produtores pela oferta de cafés por maior qualidade, Nobre (2009) também buscou desenvolver novas tecnologias para amenizar as consequências dos lotes, cada vez maiores, de cafés verdes formados durante o processamento por via úmida. O autor avaliou a qualidade de frutos verdes de café, resultantes do processamento por via úmida para produção de café cereja descascado, submetidos a diferentes períodos de repouso (12, 24 e 48 horas), com presença e ausência de água, e que posteriormente foram reprocessados por via seca e via úmida. A metodologia foi avaliada com base na determinação de açúcares totais, açúcares redutores e não redutores, acidez titulável total, sólidos solúveis, lixiviação de potássio, condutividade

elétrica, ácidos clorogênicos, classificação física, prova de xícara e na eficiência de descascamento. Assim como Borém et al. (2005), Nobre (2009) concluiu que o descascamento do café verde contribui para melhores retornos econômicos. Em relação aos tratamentos, as melhores características foram obtidas nos descascamentos feitos no mesmo dia e no tratamento de 12 horas após a colheita; independente do uso ou não de água. Segundo o autor o uso da água também não aumentou o rendimento do descascamento para os demais períodos avaliados.

Em uma abordagem sobre os aspectos econômicos, Marconimi (2011) analisou os resultados econômico-financeiros obtidos pelo descascamento do café. Para determinar se o descascamento do café verde separado mecanicamente pelo descascador oferece alguma vantagem econômico-financeira, o autor comparou quatro tipos de processamento após 72 horas imersos em água. Foram formados quatro lotes, sendo: (1) café verde separado no descascador no primeiro descascamento; (2) mistura, na proporção de 50%, de café verde que não conseguiu ser descascado na fase anterior e 50% de café verde separado no descascador inicialmente; (3) café verde que restou do descascamento dos lotes dos testes anteriores. O café verde (4) separado mecanicamente no descascador no primeiro descascamento com a opção de secagem em terreiro diretamente foi a testemunha. Após análise sensorial das amostras e classificação física segundo a Normativa nº 8 de 2003, Marconimi (2011) calculou o preço mínimo de venda alcançada pela saca em cada tratamento. Ao considerar os custos inclusos no processamento, o autor concluiu que a produção do café verde descascado oferece uma nova forma de o produtor agregar valor ao produto. Embora o café verde (1) tenha apresentado os melhores resultados nos parâmetros avaliados, independente da opção de processamento, ocorreu o retorno de algum adicional financeiro comparado aos cafés preparados de forma tradicional. Outras vantagens do descascamento foram a otimização de máquinas, além de aumentar o poder de decisão do produtor sobre o momento de iniciar a colheita.

### **2.5.3 Armazenamento de frutos verdes de café em água**

Silva et al. (2017), em um estudo de caso no município de Iúna (Espírito Santo), avaliaram o armazenamento do café verde, em conformidade com a metodologia proposta por Machado (2005) para o armazenamento de café cereja. Amostras de frutos

verdes de café separados durante o descascamento para produção do café cereja descascado foram armazenadas, por sete dias, em água trocada diariamente. Posteriormente os frutos foram submetidos ao descascamento. Os resultados observados indicaram que 70% dos cafés verdes descascaram e 30% permaneceram resistentes ao descascamento. No entanto, cerca de 50% dos frutos que saíram na bica de frutos não descascados tiveram a casca removida, mas como as sementes não se separaram, essas duplas de grãos não passaram pela malha do despulpador (Figura 1).

**Figura 1** - Frutos descascados que não passaram pela malha do despulpador



**Fonte:** Silva et al. (2017)

Na Figura 2 é possível observar os grãos beneficiados de café verde despulpado após o armazenamento (10), do café verde descascado, mas que não passaram pela malha do despulpador e que foram separados manualmente (11) e café verde permaneceu resistente ao descascamento após o armazenamento (12).

**Figura 2** - Grãos de café oriundos de frutos verdes descascados após o armazenamento (10), frutos verdes descascados, mas que não passaram pela malha do despulpador e que foram separados manualmente (11); e frutos verdes que permaneceram resistentes ao descascamento após o armazenamento(12)



**Fonte:** SILVA et al. (2017)

Em relação aos resultados numéricos encontrados, observou-se que para o café verde despulpado, o Índice de Qualidade Física (IQF) foi igual a 8,9. Os que saíram na bica verde descascados, mas que não separaram as sementes o IQF foi de 7,8. Por sua vez, os verdes que não descascaram o IQF foram menores que 6,7. Os autores concluíram que o descascamento do café verde após o armazenamento em água proposto por Machado (2005) pode agregar valor ao produto, no entanto são necessárias mais informações sobre o uso dessa técnica.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 DESCRIÇÃO DA PROPRIEDADE E DO MANEJO PÓS-COLHEITA**

Os frutos de café utilizados para a execução desse trabalho foram coletados no município de Paula Cândido/Minas Gerais, cujas coordenadas da fazenda são 42°54'56.7"W e 20°49'46.3"S e de altitude variando entre 730 e 770 metros. A propriedade produz café arábica, variedade Catuaí vermelho e Catuaí amarelo. A safra ocorre entre os meses de maio e julho, e a colheita feita manualmente por derricha no pano.

A fazenda possui uma unidade de processamento por via úmida (Figura 3), onde as frações de sobrenadantes (conjunto de frutos boias, galhos e folhas) foram removidas na etapa de lavagem e posteriormente levadas para secar no terreiro de concreto. Os frutos verdes foram separados dos maduros durante o descascamento, utilizando o descascador Pinhalense LCS 1 OP- 259 (1994). Após o descascamento, as frações dos grãos de cereja descascado e verdes não descascados foram levados para secar em terreiros de concreto. Apenas o café cereja descascado tem a secagem finalizada em secador rotativo mecânico.

**Figura 3** - Unidade de processamento da fazenda

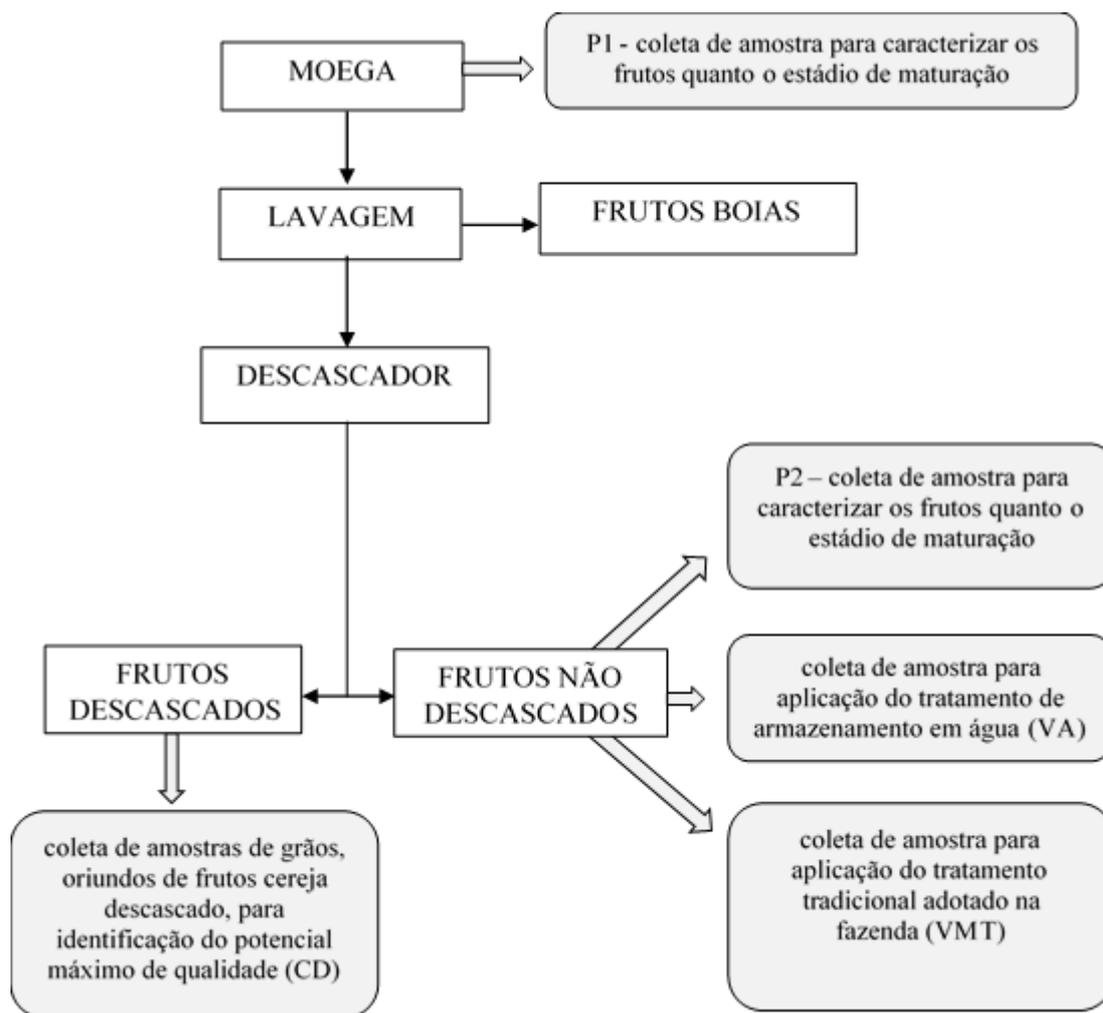


**Fonte:** arquivo pessoal

### 3.2 COLETA DAS AMOSTRAS

Foram realizadas quatro coletas no mês de junho, durante safra de 2018, sendo cada dia considerado uma repetição. O fluxograma a seguir (Figura 4) apresenta o processamento na fazenda e os pontos em que foram feitas as coletas das amostras:

**Figura 4** - Fluxograma do processamento e pontos de coleta



A amostra composta coletada dentro da moega (P1), com volume de 8 L, foi utilizada para verificar a uniformidade de maturação dos frutos vindos da lavoura. Os frutos foram classificados como boias, maduros e verdes. A porcentagem de frutos verdes colhidos no dia da coleta foi comparada com o limite recomendado na literatura.

Na saída de frutos descascados foi coletado uma amostra composta, com volume de 8 L, de grãos de café cerejas descascados (CD). Considerando que a maioria dos grãos foram oriundos de frutos no estágio cereja, essa amostra foi usada para identificar o potencial máximo de qualidade do café de acordo com as condições da lavoura e manejo pós-colheita adotado na fazenda. Essa amostra foi usada como testemunha para a comparação dos demais tratamentos.

Do montante disponível do receptor de frutos não descascados foram retiradas três amostras. A amostra P2, com volume de 8 L, para verificar a uniformidade do grau de

maturação dos frutos resistentes ao processamento. Os frutos foram classificados em verdes e verdoengos. A proporção de cada classe de frutos foi usada para verificar a uniformidade das amostras que receberam tratamento ao longo das coletas. A amostra VMT, com volume de 10 L, recebeu o tratamento tradicional adotado na fazenda: secagem em sua forma integral em terreiro. Para a aplicação do tratamento de armazenamento em água foi usada a amostra VA, com volume médio de 215 L.

As amostras CD, VMT, VA, P1, P2 foram transportadas para a Área de Pré-processamento de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, onde o experimento foi conduzido.

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS FRUTOS QUANTO O ESTÁDIO DE MATURAÇÃO

#### 3.3.1 Amostra P1

A amostra composta coleta na moega foi homogeneizada e dela retirada uma amostra de trabalho, com volume de 1 L. Após a remoção das folhas e dos galhos, manualmente, a amostra foi colocada em um recipiente com água, para separação e catação dos frutos de baixa densidade (boias). Os frutos mais densos foram espalhados em uma bandeja branca, separados manualmente por diferença de cor e posteriormente classificados como verde ou maduro (Figura 5).

**Figura 5** - Separação dos frutos maduros e verdes, após a remoção dos boias



**Fonte:** arquivo pessoal

Um recipiente, transparente e graduado, contendo 1 L de água limpa foi usado para a medição das frações de frutos (verde, cereja e boias) pelo método do volume de

água deslocado. A proporção de cada uma dessas frações foi obtida pela relação entre o volume individual deslocado pelo volume total deslocado nas três frações. Todo esse procedimento de caracterização foi realizado em triplicata. Os dados foram transformados em porcentagem e considerado o valor médio, que foram posteriormente submetidos à análise estatística descritiva.

### 3.3.2 Amostra P2

A amostra composta retirada do receptor de frutos não descascados foi homogeneizada e dela retirada uma amostra de trabalho, com volume de 1 L. A amostra foi despejada em uma bandeja de fundo branco separadas, manualmente, em verdes e verdoengos pela diferença de cor (Figura 6).

**Figura 6** – Separação dos frutos não descascados em verde e verdoengo



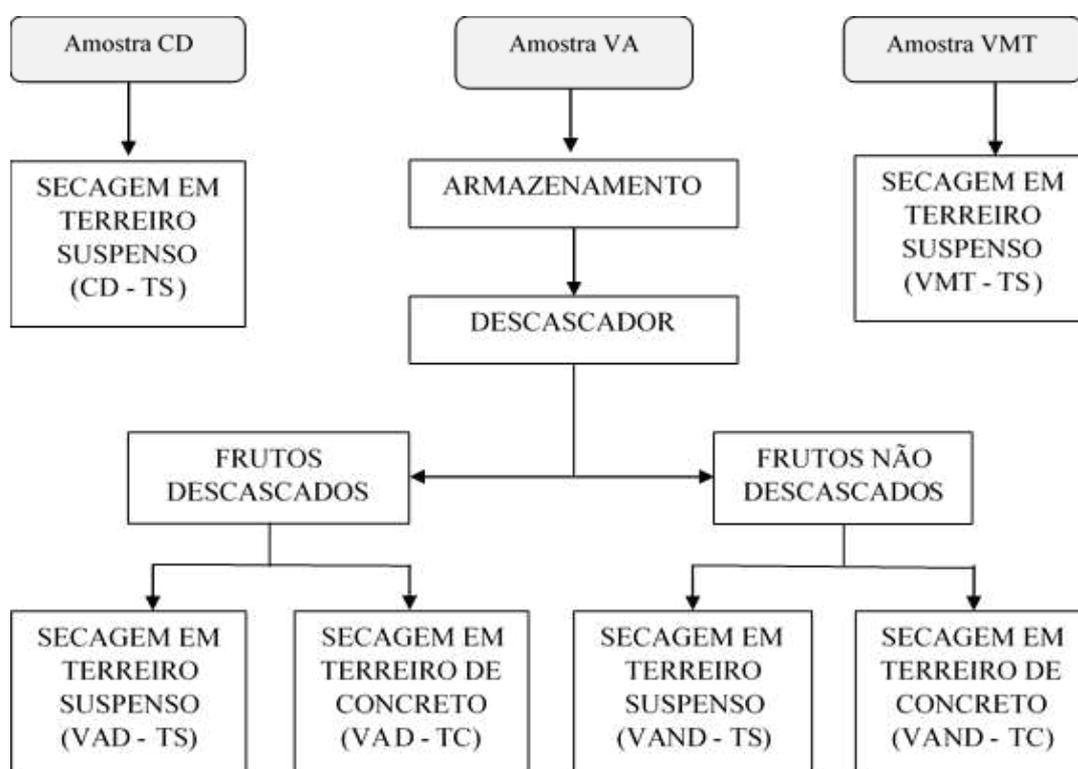
**Fonte:** arquivo pessoal

Um recipiente, transparente e graduado, contendo 1 L de água limpa foi usado para a medição das frações de frutos (verde e verdoengos) pelo método do volume de água deslocado. A proporção de cada uma dessas frações foi obtida pela relação entre o volume individual deslocado pelo volume total deslocado nas duas frações. Todo esse procedimento de caracterização foi realizado em triplicata. Os dados foram transformados em porcentagem e considerado o valor médio, que foram posteriormente submetidos à análise estatística descritiva.

### 3.4 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Após as coletas na fazenda e o transporte até a área de Pré-processamento de Produtos Agrícolas as amostras receberam os tratamentos previstos. A Figura 7 apresenta o fluxograma das amostras de café cereja descascado (CD), verde manejo tradicional (VMT) e verde armazenado (VA):

**Figura 7** – Fluxograma das amostras de café cereja descascado (CD), verde manejo tradicional (VMT) e verde armazenado (VA)



As amostras VMT e CD foram imediatamente despejadas em terreiros suspensos, onde permaneceram durante todo o processo de secagem. Os terreiros, compostos de estrutura de madeira e tela de nylon, foram dispostos em local ventilado, parcialmente sombreado e protegidos de chuva (Figura 8). Durante o período de secagem, as amostras dos terreiros foram revolvidas quatro vezes por dia.

**Figura 8 -** Disposição das amostras nos terreiros suspensos



**Fonte:** arquivo pessoal

Para a aplicação do tratamento, armazenamento em água, nos frutos verdes que não descascaram durante o processamento na fazenda, seguiu-se a metodologia proposta por Machado (2005). O montante de frutos verdes foi depositado em reservatórios de polietileno, com volume de 500 L, e posteriormente imersos em água potável. Esses reservatórios permaneceram destampados, em local ventilado e parcialmente sombreado durante sete dias (Figura 9). A troca da água foi realizada diariamente no período da manhã. Em paralelo, as ocorrências visuais pertinentes foram registradas por fotos e anotações.

**Figura 9 –** Armazenamento de frutos verdes de café em água



**Fonte:** arquivo pessoal

O experimento foi executado segundo delineamento inteiramente casualizado (DIC) com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos correspondem às amostras café cereja descascado (CD-TS), verde manejo tradicional (VMT-TS), verde descascado seco em terreiro suspenso e de concreto (VAD-TS e VAD-TC) e verde não descascado seco em terreiro suspenso e de concreto (VAND-TS e VAND-TC). As

repetições correspondem a re-execução do experimento em quatro épocas, durante a safra 2018.

Para analisar os dados relacionados a parâmetros físicos e sensoriais dos grãos beneficiados nos diferentes tratamentos utilizou-se a Análise de Variância (ANOVA), empregando o software SAS. Quando pertinente, as médias dos tratamentos foram submetidos aos testes de Duncan a 5% de significância.

### 3.4.1 Descascamento dos frutos verdes de café armazenado

Após o sétimo dia de armazenamento em água, os frutos foram submetidos ao descascamento. Utilizou-se o descascador Serafim Blasi e Cia D120SV- 64B, compatível com o volume das amostras. O equipamento possui saída para: grãos descascados/frutos de tamanho reduzido, cascas e frutos não descascados/frutos descascados com sementes unidas.

Para o cálculo do rendimento do descascamento foi seguido a metodologia utilizada por Nobre (2009), que considera a diferença entre o volume inicial e o volume final não descascado (Eq. 1). Para esse trabalho, o volume de frutos de tamanho reduzido foi somado aos dos não descascados e descascados inteiros. Os dados rendimentos obtidos foram posteriormente submetidos à análise estatística descritiva.

$$nd = \frac{V_t - V_{sd}}{V_t} * 100 \quad (1)$$

Em que:

nd - rendimento do descascamento (%);

$V_t$  - volume total (L);

$V_{sd}$  - volume de frutos não descascados (L).

Após o descascamento, as frações foram classificadas em verde armazenado descascado (VAD) e verde armazenado não descascado (VAND). Em seguida, essas frações foram colocadas em terreiro suspenso (identificadas por VAD-TS e VAND-TS) e terreiro de concreto (identificadas por VAD-TC e VAND-TC), ambos localizados em local ventilado, parcialmente sombreado e protegidos de chuva. O processo de secagem

ocorreu até as amostras atingirem a teor de água abaixo de 13% (b.u.). Durante o período de secagem, as amostras foram revolvidas quatro vezes ao longo do dia.

### **3.5 BENEFICIAMENTO DAS AMOSTRAS**

Ao atingirem o teor de água abaixo de 13% (b.u.), as amostras de café VMT-TS, CD-TS, VAD-TS, VAD-TC, VAND-TS e VAND-TC foram beneficiadas no descascador Pinhalense DRC 2/3823 (2009). Os frutos e grãos com pergaminho que permaneceram intactos foram separados manualmente. Posteriormente, as amostras foram embaladas, identificadas e protegidas da luz e umidade, até a realização das análises pertinentes.

### **3.6 ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS GRÃOS**

As avaliações das características físicas e sensoriais dos grãos foram feitas baseando-se em parâmetros listados no Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado (grão cru) da Instrução Normativa n° 8, de 11 de junho de 2003 (classificação por peneira 16, peso hectolitro, classificação por tipo, análise sensorial da bebida) e pelo Índice de Qualidade Física, proposto por Silva et al. (2017).

#### **3.6.1 Classificação dos grãos por peneira 16**

Para cada amostra, uma porção de 500 gramas de grãos crus, foi fracionada através da peneira de 16. O padrão de peneiramento adotado foi de 16 movimentos em forma de cruz. A relação entre a massa de grãos que ficou retida na peneira e massa inicial da amostra foi transformada em porcentagem. Todo esse procedimento de peneiração foi realizado em triplicata e considerado o valor médio.

### 3.6.2 Peso hectolitro

O peso hectolitro das amostras foi determinado utilizando-se a balança Dallemolle modelo 40 – 822. Todo esse procedimento de determinação do peso hectolitro foi realizado, como no caso anterior, em triplicata e considerado o valor médio.

### 3.6.3 Índice de qualidade física (IQF)

Utilizou-se uma amostra de 300 g de grãos de café cru e peneira 16. Após o peneiramento, as frações de grãos  $\geq$  16 e  $<$  16 foram pesadas separadamente. De cada uma dessas frações foram contadas manualmente e ao acaso, 100 sementes que foram devidamente pesadas, a fim de se obter o valor final de IQF, utilizando-se as Eqs. 2 e 3:

$$IQF = \frac{P_{16} * PMP_{100}}{300} \quad (2)$$

$$PMP = \frac{\%P_{16} * P_{16100s} + \%P_{15} * P_{15100s}}{100} \quad (3)$$

Em que,

$P_{16}$  - Massa dos grãos retidos na peneira 16 (g);

$P_{15}$  - Massa dos grãos que passaram na peneira 16 (g);

$PMP_{100}$  - Massa médio ponderado de 100 grãos (g);

$P_{16100s}$  - Massa de 100 grãos retidos peneira 16 (g);

$P_{15100s}$  - Massa de 100 grãos que passaram pela peneira 16 (g).

Quanto maior o valor final de IQF, melhor são os aspectos físicos dos grãos. O máximo valor possível de IQF para uma amostra é 14, indicando um café de excelente qualidade física. Enquanto valores abaixo de 7, indicam um produto com aparência sofrível (COELHO et al., 2017; SILVA et al., 2017).

### **3.6.4 Determinação do tipo**

Conforme as diretrizes do Regulamento da Classificação do Café Beneficiado Grão Cru, Instrução Normativa Nº 8/2003 a tipologia do café foi definida pela contagem dos grãos defeituosos e das impurezas presentes na amostra de café beneficiado. A quantidade de cada defeito foi ponderada e a soma total foi convertida em tipo por meio de tabelas de equivalência.

Por se tratar de uma análise de competência técnica, as amostras foram enviadas para o Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem (CENTREINAR), onde foram classificadas por classificadores oficiais Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR).

### **3.7 ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DA BEBIDA**

Foi adotada a metodologia do Protocolo da Specialty Coffee Association of America (SCAA) para a determinação da qualidade da bebida das amostras, sendo considerados os aspectos de fragrância, sabor, acidez, corpo, retrogosto, balanço, final, doçura, limpeza, uniformidade e defeitos para o cálculo da nota global. Para a discussão dos resultados, a nota obtida pela metodologia SCAA também foi convertida para a escala da Classificação Oficial Brasileira (COB).

Por se tratar de uma análise de competência técnica, as amostras foram enviadas para o Instituto Federal do Espírito Santo- campus Venda Nova do Imigrante, onde foram oficialmente classificadas por quatro profissionais Q-Grader, sendo considerada a média das notas globais observadas por cada profissional.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 UNIFORMIDADE DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS COLETADOS NA MOEGA

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados da caracterização dos frutos colhidos quanto ao estágio de maturação, nos quatro dias de coleta, bem como, o respectivo valor médio e coeficiente de variação (CV).

**Tabela 1** - Caracterização dos frutos colhidos em cada coleta quanto o estágio de maturação

Estádio de maturação	Coleta 1 (%)	Coleta 2 (%)	Coleta 3 (%)	Coleta 4 (%)	Média (%)	CV(%)
Verde	22,7	20,5	10,1	19,2	18,1	30,6
Cereja	60,0	65,5	65,8	63,2	63,6	04,2
Boias	17,3	14,0	25,1	17,6	18,5	25,4

Os coeficientes de variação dos frutos no estágio verde e dos sobrenadantes indicaram variação alta nos dias que foram feitas as coletas, conforme critérios de Pimentel Gomes (1990), sendo as maiores porcentagens de frutos verdes observadas nas duas primeiras coletas. A variabilidade da maturação ao longo das coletas pode ser explicada pela colheita em diferentes talhões dentro da propriedade e também pela desuniformidade natural da maturação dos frutos na planta e ao longo do ramo vegetativo, como constatado por Meireles et al. (2009).

A época e uniformidade de maturação dos frutos são uma característica de interesse para os cafeicultores, por ser apontada como um fator limitante para a programação das colheitas. De acordo com Petek; Sera e Fonseca (2009), há disponibilidade de variedades de cafeeiros de maturação precoce, média e tardia. Embora, o ciclo fenológico do café arábica possa variar de acordo com as condições da região de cultivo, a formação de lavouras com diferentes épocas de maturação pode evitar prejuízos na qualidade e facilitar o planejamento da safra (REIS et al., 2011; BARDIN-CAMPAROTTO; CAMARGO; MORARES, 2012).

Com relação à média da porcentagem de frutos verdes colhidos em meio a safra, o valor 18,13% encontrados está próximo do limite máximo de 20% sugerido por Moura

et al., Ferrão et al. (2004) e Fonseca et al. (2007) para o início da safra. Segundo esses autores, o café colhido verde acarreta prejuízos para o produtor. Além de afetar negativamente a qualidade de bebida e poder desclassificar o café. Os frutos verdes causam, também, perdas quantitativas, que podem atingir 20% em relação ao rendimento final.

A falta de mão de obra disponível na região, relatada pelo proprietário da fazenda onde foi colhido todo material para essa pesquisa, foi o fator que determinou uma colheita com excesso de verde. Nesse sentido, a separação dos frutos de acordo com seu grau de desenvolvimento pelo processamento por via úmida e o manejo adequado dos frutos verdes é indispensável (DONZELES et al., 2011). Ressalta-se, nesse ponto, a importância de que todos equipamentos estejam devidamente regulados para um processamento eficiente.

A proporções encontrados nessa pesquisa e o volume que os frutos verdes geram após ao processamento justificam a necessidade de adoção de manejos alternativos na pós-colheita desses frutos. O descascamento dos frutos verdes é uma forma de agregar valor ao produto final. No entanto, a adoção de nenhum manejo alternativo justifica a colheita proposital dos frutos imaturos.

#### **4.2 UNIFORMIDADE DE MATURAÇÃO E RENDIMENTO DE DESCASCAMENTO DOS FRUTOS ARMAZENADOS**

Na Tabela 2 está apresentado, em porcentagem, por valores médios e coeficiente de variação, a caracterização do grau de maturação dos frutos de café que receberam o tratamento de armazenamento em água e o respectivo rendimento após o descascamento.

**Tabela 2** - Caracterização quanto o grau de maturação e rendimento do descascamento dos frutos armazenados em água

Estádio de maturação	Coleta 1 (%)	Coleta 2 (%)	Coleta 3 (%)	Coleta 4 (%)	Média (%)	CV(%)
Verde	70,3	78,0	78,6	83,1	77,5	6,9
Verdoengo	29,7	22,0	21,4	16,9	22,5	23,6
Rendimento	62,1	62,9	66,7	56,2	61,9	7,0

A composição das amostras armazenadas em cada coleta não teve relação direta com a matéria-prima inicial. As amostras coletadas no dia com maior proporção de frutos imaturos, não necessariamente, geraram uma amostra de frutos não descascados com maior porcentagem de verdes (Tabela 2). Ao comparar a proporção das coletas na moega (Tabela 1). A alta variabilidade da proporção de frutos verdoengos, segundo os critérios de Pimentel Gomes (1990), pode ser explicada pela forma com que as máquinas são reguladas. Na fazenda, onde foram realizadas as coletas, a regulagem da pressão de descascamento era alterada de acordo com a proporção de frutos maduros em meio aos verdes não descascados. Ao avaliar visualmente a quantidade de maduros que caíam no receptor de frutos não descascados, a pressão era modificada gradativamente até atingir uma proporção aceitável.

Não foram encontrados na literatura valores numéricos indicando a proporção ideal entre frutos verdes e maduros que saem na bica de frutos não descascados. Entretanto, para Borém (2005), um processamento eficiente, devem ser observadas, cuidadosamente, quatro regulagens: o fluxo de frutos que entra na máquina; o volume de água; a adequação da peneira de acordo com o tamanho médio dos frutos e a posição dos contrapesos que definem a pressão de descascamento. Para o autor, é preferível a saída de frutos maduros em meio aos verdes não descascados que o inverso. Dessa forma, diminui o risco da presença de grãos provenientes de frutos verdes no meio dos grãos provenientes de frutos cerejas.

Quanto ao rendimento médio do descascamento, foi observado o valor de 62% e com baixo CV (%), segundo Pimentel Gomes (1990). Nobre (2009) observou um rendimento médio de 57% após reprocessar frutos verdes de café deixados em repouso em água por 12, 24 e 48 horas, enquanto Silva et al. (2017) obtiveram um descascamento de 70% do total de frutos verdes armazenados em água por sete dias. A determinação da melhor combinação de tempo de armazenagem e rendimento do descascamento pode ser uma proposta para estudos futuros.

A parte dos dos frutos que não descascaram (Figura 10) foi composta por: frutos resistentes ao descascamento; frutos que descascaram, mas por permaneceram com as duas faces dos grãos unidas não passaram pela malha de descascados e pelos frutos de menor volume, que passaram pela malha junto com os grãos descascados e que separados posteriormente. Dessa forma, adaptações no equipamento podem levar a um melhor rendimento no descascamento.

**Figura 10** – Presença de grãos descascados em meio aos frutos não descascados



Fonte: arquivo pessoal

A partir desses resultados, a proposta de armazenar, em água, o café verde separado no processamento, surge como uma alternativa para viabilizar o seu descascamento. De acordo com o observado ao longo da execução do presente trabalho, as injúrias causadas no pericarpo do café verde durante a passagem dos frutos no descascador, evidenciadas pela imediata oxidação dos frutos após o processamento, podem contribuir para o amolecimento do pericarpo durante o armazenamento em água. Essa redução da resistência na casca e no pericarpo parece facilitar sua remoção durante o descascamento.

Com a possibilidade de agregar valor ao produto, essa técnica pode reduzir o gasto de tempo e da mão de obra dispensados no manejo tradicional e assim permitir ao produtor dar prioridade aos frutos maduros. Após o descascamento, ocorre uma redução no volume a ser trabalhado, tal como na produção do café cereja descascado. Marconimi (2011) também constatou que o descascamento do café verde agrega valor ao produto além da otimização no uso das máquinas, dos equipamentos e dos terreiros.

#### **4.3 EVOLUÇÃO DAS AMOSTRAS DURANTE A CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO**

Durante as observações visuais diárias do experimento, não foi constatado nenhum odor ou característica desagradável nos frutos verdes que ficaram armazenados em água. A baixa temperatura da água, em consequência do inverno frio e seco da microrregião de Viçosa, pode ter contribuído para a conservação dos frutos impedindo processos fermentativos. A determinação da relação entre a temperatura da água e o tempo de troca pode ser uma proposta para trabalhos futuros.

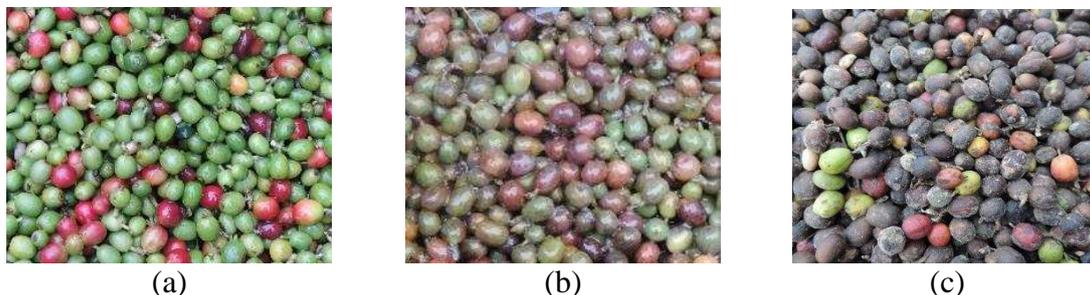
Durante os sete dias do armazenamento por imersão foi observado no momento da troca de água que o líquido adquiriu uma coloração amarelada. Essa alteração da coloração pode ser explicada pela lixiviação de componentes químicos dos frutos para a água, também observada por Machado (2005). Portanto, a análise da composição química da água utilizada no armazenamento pode apontar a possibilidade de sua utilização na fertirrigação.

Em relação a coloração dos frutos ao longo dos setes dias de armazenamento, eles passaram gradativamente de verde para tons amarronzados. Embora Machado (2005) também tenha constatado alterações na coloração dos frutos em decorrência da imersão, é importante ressaltar que coloração do grão seco é um parâmetro de qualidade e que, portanto, deve ser mantido nos padrões aceitáveis. O processamento, beneficiamento e condições de armazenamento são operações que podem alterar a coloração dos grãos (ABREU et al., 2015).

Ainda sobre as variações na coloração dos frutos ao longo do armazenamento, para Machado (2005) a cor do fruto não é relevante para qualidade final do grão seco. Essas alterações podem ser um parâmetro para diferenciar os lotes durante o armazenamento, bem como, identificar lotes que já sofreram alguma perda qualitativa por fermentação indesejável.

Em relação às amostras de frutos verdes com manejo tradicional (VMT), espalhados em terreiro suspenso, observou-se escurecimento gradativo e desenvolvimento de fungos. Na Figura 11 é possível observar a diferença no aspecto visual dos frutos na amostra inicial (a) com os que receberam o tratamento de imersão (b) e dos que seguiram o manejo tradicional (c).

**Figura 11** - (a) Frutos verdes de café não descascado no processamento; (b) Frutos verdes de café após sete dias de armazenamento em água; (c) Frutos verdes de café após sete dias de manejo tradicional



Fonte: arquivo pessoal

#### 4.4 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SENSORIAIS

Os resultados da análise de variância (Tabela 3) mostraram que o descascamento dos frutos verdes de café, após o armazenamento em água, influenciou significativamente nos parâmetros peso hectolitro, número de defeitos e na análise sensorial, pelo teste F a 5 % de significância.

**Tabela 3** - Quadro resumo da análise de variância da porcentagem de grãos retidos na peneira 16 (PP16), peso hectolitro (PH), índice de qualidade física (IQF), número de defeitos (ND) e análise sensorial (AS)

FV	GL	Quadrados médios				
		PP16 (%)	PH (kg/100L)	IQF	ND (un/300g)	AS
TRATAMENTO	5	64,46 <sup>ns</sup>	12,25 *	1,53 <sup>ns</sup>	197534,84*	5,61*
RESÍDUO	18	30,92	1,79	0,90	22950,82	1,24
CV%	-	8,78	2,14	13,87	38,87	11,45

\* F significativo ao nível de 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> F não significativo ao nível de 5% de probabilidade

Os valores médios das características físicas e da análise sensorial seguem apresentados na Tabela 4:

**Tabela 4** - Valores médios da porcentagem de grãos retidos na peneira 16 (PP16), do peso hectolitro (PH), do índice de qualidade física (IQF), do número de defeitos (ND) e da análise sensorial (AS) do café cereja descascado seco em terreiro suspenso (CD-TS), do café verde com manejo tradicional seco em terreiro suspenso ((VMT-TS), do café verde descascado seco em terreiro suspenso (VAD-TS) e em terreiro de concreto (VAD-TC) e do café verde não descascado seco em terreiro suspenso (VAND-TS) e em terreiro de concreto (VAND-TC)

Tratamento	PP16 (%)	PH (kg/100L)	IQF	ND (un/300g)	AS
CD-TS	67,33a	64,24a	7,89a	149,50b	78,06a
VMT-TS	63,43a	62,46ab	6,34a	523,30a	74,94b
VAD-TS	65,44ab	63,36a	6,58a	156,50b	77,97a
VAD-TC	60,39ab	63,49a	7,35a	289,00b	77,53a
VAND-TS	66,53ab	59,90c	6,50a	540,00a	76,59ab
VAND-TC	56,91ab	60,49bc	6,49a	680,00a	76,47ab

\*As médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

De forma geral, o tratamento CD-TS foi o que apresentou os melhores grupos de médias para as características físicas e sensoriais avaliadas. Essa valorização do produto ocorre porque o processamento para produção de café cereja descascado permite a segregação dos frutos mais desenvolvidos, tanto quanto ao acúmulo de massa como na qualidade do endosperma. Além disso, no processamento para produção da café cereja descascado ocorre a remoção de grande parte dos possíveis defeitos (sobrenadantes, verdes, restos culturais, entre outros) e também reduzir o risco de fermentação indesejável durante a secagem (SARAIVA et al., 2010; MALTA e CHAGAS, 2011; FILHO et al., 2013).

No entanto, a produção de cafés de qualidade é influenciada por fatores intrínsecos e extrínsecos da lavoura (teor de água do grão, cultivar, estado nutricional, idade da planta, entre outros) (DONZELES et al., 2011). Segundo Zaidan et al. (2017), a combinação dos fatores ambientais e a variedade da planta são o que exercem mais influência sobre a qualidade do café produzido na região das Matas de Minas. Desse modo, a ocorrência de fatores ambientais desfavoráveis ou manejo inadequado das lavouras podem reduzir a qualidade final do produto.

Diante do atual contexto da propriedade, onde os frutos foram coletados, e das médias no tratamento CD-TS (Tabela 4), observa-se que, no geral, o café apresentou baixo potencial de qualidade. A ausência de tratos culturais e o manejo inadequado da

lavou nos últimos anos podem ter contribuído para a baixa qualidade dos grãos. Portanto, essa mesma metodologia aplicada em uma região com maior potencialidade para café de qualidade, um melhor programa de colheita e uma regulação mais cuidadosa dos equipamentos, poderia apresentar resultados mais satisfatórios.

Em relação ao PP16, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F a 5% de significância. Entretanto, o agrupamento das médias observado na Tabela 4 pode ser explicado pela diferença de sensibilidades entre os testes utilizados, sendo considerado o teste F como decisivo.

No que se refere ao PH, as maiores médias foram observadas nos tratamentos CD-TS, VAD-TS, VAD-TC e VMT-TS. Durante o descascamento, tanto na produção de CD como de VAD-TS e VAD-TC, ocorreu a separação dos grãos de maior volume. Essa separação também justifica os menores valores de PH nos tratamentos VAND-TS e VAND-TC. Quanto ao tratamento VMT-TS, o valor do PH pode ser explicado pela diluição dos menos desenvolvidos na massa de grãos. Comparativamente a outros trabalhos, Coelho et al. (2017) encontraram valores médios de PH semelhantes, variando entre 62 e 65 kg/100L.

Embora o IQF não tenha diferido estatisticamente pela análise de variância (Tabela 3), observa-se que os valores médios foram inferiores aos encontrados na literatura. No estudo de caso, em Iúna no Espírito Santo, por Silva et al. (2017), o IQF médio dos frutos verdes reprocessados variaram entre 8,9 e 7,8. Valores esses, superiores aos obtidos para o cereja descascado na presente pesquisa (Tabela 4). Em outro estudo sobre a qualidade física dos grãos secos em secador do tipo caixa, Coelho et al. (2017) encontraram valores de IQF variando entre 9, 31 e 11,62. Os valores inferiores de IQF também evidenciaram a baixa qualidade da matéria-prima usada nesse experimento.

Em relação aos valores médios do número de defeito encontrado em cada tratamento, destaca-se a influência do descascamento de café verde sobre a qualidade da massa de grãos após o beneficiamento. A tabela abaixo (Tabela 5) apresenta a classificação, quanto ao tipo e subtipo, em cada tratamento:

**Tabela 5** - Classificação do café quanto o tipo

Tratamento	Tipo/Subtipo
CD-TS	6-40
VMT-TS	fora de tipo
VAD-TS	6-45
VAD-TC	7-30
VAND-TS	fora de tipo
VAND-TC	fora de tipo

Classificação oficial pelos técnicos do SENAR, conforme a IN n° 8 (MAPA, 2003)

De acordo com as médias do ND encontrados em cada tratamento (Tabela 4) e com a classificação do tipo (Tabela 5), observa-se que o descascamento dos frutos verdes, após o armazenamento em água, permitiu a remoção dos defeitos que desclassificariam o lote. Conforme abordado anteriormente, na etapa de descascamento também ocorre seleção dos grãos mais desenvolvidos. Dessa forma, a técnica de descascar café verde após armazenamento em água pode ser uma forma promissora de agregar valor ao produto.

Por meio das imagens (Figura 12) é possível perceber as diferenças entre as amostras de café cereja descascado; verde manejo tradicional; verde armazenado descascado e verde armazenado não descascado logo após o beneficiamento dos grãos. Destacam-se a a presença de defeitos, mais ocorrentes nos tratamentos VAND-TS e VAND-TC, e também quanto a coloração dos grãos, sendo o VMT-TS o que apresentou cor verde mais intensa.

**Figura 12** - Amostras de grãos de café oriundos de fruto cereja descascado (a); fruto verde com manejo tradicional (b); fruto verde armazenado e descascado (c); e fruto verde armazenado mas não descascado (d)



(a)



(b)



(c)



(d)

**Fonte:** arquivo pessoal

Quanto à análise sensorial, as melhores médias da nota global foram encontradas nos tratamentos CD-TS, VAD-TS, VAD-TC, VAND-TS, VAND-TC (Tabela 5). A Tabela 6 apresenta a conversão da nota global, obtida pela metodologia da Specialty Coffee Association of America (SCAA), para a escala da Classificação Oficial Brasileira (COB).

**Tabela 6 - Conversão da nota global da SCAA para a escala COB**

Tratamento	COB
CD-TS	apenas mole
VMT-TS	dura
VAD-TS	apenas mole
VAD-TC	apenas mole
VAND-TS	apenas mole
VAND-TC	apenas mole

Para Nobre et al. (2011), as técnicas que permitem o descascamento dos frutos imaturos aliadas a uma secagem cuidadosa, podem ser uma forma promissora de manter a qualidade dos grãos de café. Esses autores verificaram que o descascamento também eleva os indicadores fisiológicos e químicos de qualidade da bebida, embora o descascamento possa ser realizado imediatamente após o processamento dos frutos maduros, sem prejuízos à qualidade.

Entretanto, na Índia, a imersão do café verde, em pergaminho, em água é utilizada para melhorar os atributos da qualidade do café. Segundo Velmourougane (2011), a imersão dos grãos promove a lixiviação de alguns compostos químicos (diterpenos, polifenóis, taninos, etc), que responsáveis pelo amargor e escurecimento dos grãos. Para o autor, essa lixiviação de compostos indesejáveis pode ser intensificada com a adição de ácidos orgânicos.

Embora o café verde tenha sido armazenado em água antes do seu descascamento, a alteração da coloração dos frutos e da água, observados ao longo do armazenamento, podem evidenciar a lixiviação de alguns compostos químicos. A coloração verde mais intensa (Figura 12) e a bebida “dura” (Tabela 6) observada no tratamento VMT-TS, também corroboram com a influência do armazenamento sobre a qualidade final dos grãos. O estudo da composição da água usada para armazenar frutos verdes de café e a identificação dos compostos lixiviados podem ser propostas para trabalhos futuros.

A análise de variância das notas obtidas na análise sensorial mostrou que os tratamentos influenciaram significativamente na acidez, balanço, retrogosto e corpo da bebida, pelo teste F a 5% de significância. Na Tabela 7 estão apresentados os valores médios observados em cada uma das análises sensoriais citadas anteriormente:

**Tabela 7** - Valores médios da acidez (ACD), do corpo (CRP), do retrogosto (RTG) e do balanço (BLN) do café cereja descascado seco em terreiro suspenso (CD-TS), do café verde manejo tradicional seco em terreiro suspenso ((VMT-TS), do café verde descascado seco em terreiro suspenso (VAD-TS) e em terreiro de concreto (VAD-TC), e do café verde não descascado seco em terreiro suspenso (VAND-TS) e em terreiro de concreto (VAND-TC)

TRATAMENTO	ACD	CRP	RTG	BLN
CD-TS	6,72b	7,00a	6,56ab	7,00a
VMT-TS	6,38c	6,38b	6,06c	6,36b
VAD-TS	6,72b	6,90a	6,69ab	7,00a
VAD-TC	7,02a	6,84a	6,38bc	6,81ab
VAND-TS	6,47bc	6,69ab	6,35bc	6,81ab
VAND-TC	6,66bc	6,66ab	6,35ab	6,88ab

\*As médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan

O café VMT-TS foi tratamento que constituiu o grupo das menores médias de ACD, CRP, RTG e BLN. Os demais tratamentos apresentaram médias iguais estatisticamente para CRP, RTG e BLN. A maior média de ACD foi observada no tratamento VAD-TC. Assim como Velmourougane (2011), esses resultados indicam que o armazenamento em água e o descascamento dos frutos verdes influenciam positivamente em alguns dos atributos considerados na análise sensorial da SCAA.

Em relação aos dois locais de secagem avaliados, terreiro suspenso e de concreto, não foram observadas diferenças significativas entre os parâmetros avaliados. De acordo com Silva et al. (2008b), independentemente do método de secagem dos frutos verdes, o processo deve ser lento. Quando a secagem desse tipo de grãos ocorre de forma rápida, aumenta a incidência do escurecimento do grão, o que é considerado defeito pelas normas de classificação. Para evitar esse problema em terreiros à céu aberto, eles devem estar localizados onde incide menos radiação solar e as leiras formadas por camadas profundas, pois assim, promovem auto sombreamento. Para Reinato et al. (2011) e Ampessan; Filho e Volk (2010), o tipo de terreiro também influencia na qualidade do café, assim como a espessura de camada de secagem e o tipo de processamento usado.

De acordo com as observações ao longo do experimento, com os resultados encontrados nas análises e com as informações encontradas na literatura, o descascamento dos frutos de café verde surge como uma possibilidade de agregar valor a um produto, até então, manejado de forma inadequada. Além do café verde

descascado possuir maior valor de mercado, a remoção da casca pode reduzir o tempo e espaço necessário para a secagem. A otimização da máquinas e mão de obra, observadas por Marconimi (2011), também podem ser vantagens da aplicação da técnica proposta.

No entanto, é importante ressaltar que nenhuma técnica que permita o descascamento dos frutos verdes do café, justifica a colheita prematura dos frutos. A possibilidade de armazenar os frutos em água, para seu posterior descascamento, deve ser apresentada como uma alternativa para facilitar a organização das operações de pós-colheita e permitir a separação do que poderia prejudicar a qualidade final do produto (casca e defeitos). Dessa forma, o produtor pode, simultaneamente, agregar valor ao seu produto e otimizar os recursos investidos no empreendimento ao longo do tempo.

## 5 CONCLUSÃO

Nas condições em que o presente trabalho foi conduzido, conclui-se que:

1. O rendimento do descascamento de frutos verdes de café, armazenados, em água, por sete dias, foi de 62%;
2. Ocorreram diferenças significativas entre os grãos provenientes dos frutos que descascaram e os dos que não descascaram durante o descascamento, quanto aos aspectos físicos e sensoriais avaliados;
3. O café verde armazenado descascado não diferiu estatisticamente do cereja descascado, quanto aos cinco parâmetros avaliados;
4. Não houve diferenças de características física e sensorial para secagem de café verde armazenado, tanto o descascado como o não descascado, em terreiro suspenso e de concreto.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, G. F.; PEREIRA, C. C.; MALTA, M. R.; CLEMENTE, A. C. S.; COELHO, L. F. S.; ROSA, S. D. V. F. Alterações na coloração de grãos de café em função das operações pós-colheita. **Revista Coffee Science**, vl. 10, n° 4, pg. 429 - 436, 2015.

AMPESSAN, F.; FILHO, A. F. L.; VOLK, M. B. S. Comparação entre secagens de café cereja descascado em terreiros com diferentes tipos de pavimentação. **Revista Revenge - Engenharia na agricultura**, vl. 18, n° 5, pg. 373-381, 2010.

ARRUDA, N. P.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M.; FREITAS, S. P.; COURI, S.; BIZZO, H. R. Discriminação entre estádios de maturação e tipos de processamento de pós-colheita de cafés arábica por micro extração em fase sólida e análise de componentes principais. **Revista Química Nova**, vl. 34, n° 5, pg. 819-824, 2011.

Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC). A origem do café. 2008. Disponível em <<http://www.abic.com.br>> Acesso em 08/05/2018.

BARDIN - CAMPAROTTO, L; CAMARGO, M. B. P.; MORAES, J. F. L. Época provável de maturação para diferentes cultivares de café arábica para o Estado de São Paulo. **Revista Ciência Rural**, vl. 42, n° 4, 2012.

BORÉM, F. M.; REINATO, C. H. R. ; FARIA, L. F. 3; SILVA, P. J. Alternativas para processamento do café verde. In: Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil. **Anais**. Brasília, D. F.: Embrapa Café, 2005.

BORÉM, F. M.; REINATO, C. H. R. ; FARIA, L. F. 3; SILVA, P. Processamento e secagem de frutos verdes do cafeeiro. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Viçosa, MG. vl. 9. pg 19-24. 2006.

BORÉM, F. M.; SALVA, T. J. G.; SILVA, E. A. A. Anatomia e Composição Química do fruto e da Semente do Cafeeiro. In: BORÉM, F. M. **Pós-Colheita do Café**. Lavras: Editora UFLA. 2008a. pg. 21- 40.

BORÉM, F. M. Processamento do café. In: Borém, F. M. **Pós-Colheita do Café**. Lavras: Editora UFLA. 2008b. pg. 127- 158.

BORÉM, F. M.; REINATO, C. H. R; ANDRADE, E. T. Secagem do café. In: BORÉM, F. M. **Pós Colheita do café**. Lavras: Editora UFLA. 2008c. pg 203-240.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Normativa nº 20, de 18 de junho de 1986**. DN COPAM 10/86. Normas e padrões para a qualidade das águas, lançamentos de efluentes nas coleções de águas, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1986.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8. **Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2003.

CALDEIRA, L. G.; SETTE, R. S.; PORTUGAL, N. S.; FONSECA, A. S.; GARCIA, G. F. R. Café arábica do Brasil: o problema da imagem e a consequência no preço. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, vl. 15, nº. 1, pg. 717-726, 2017.

CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Revista Bragantia**, Campinas, 2001.

CAMARGO, M. B. P. de; ROLIM, G de S.; SANTOS, M. A. dos. Modelagem agroclimatológica do café: estimativa e mapeamento das produtividades. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, vl. 28, nº. 241, pg. 58-65, 2007.

CHALFOUN, S. M.; REIS P. R. História da cafeicultura no Brasil. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L.; CARVALHO, G. R. **Café Arábica- do plantio à colheita**. VI 1. Lavras: EPAMIG. 2010. pg. 23-83.

COELHO, A. L. F.; SANTOS, F. L.; PINTO, F. A. C.; QUEIROZ, D. M. Determinação das propriedades geométricas, físicas e mecânicas do sistema fruto-pedúnculo-ramo do cafeeiro. **Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vl. 19, nº. 3, pg. 286–292, 2015.

COELHO, A. P. F.; SILVA, J. S.; SOARES, S. F.; DONZELES, S. M. Secagem de café em pergaminho em secador tipo caixa: Estudo de Caso. In: 43º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 2017, Poços de Caldas. **Anais**. ISSN 2316-4115.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Boletim da Safra de Café**. v. 5. Brasília: SAFRA, 2018. 73 pg. ISSN 2318-7913.

Conselho dos Exportadores de Café do Brasil (CECAFÉ). **Relatório Mensal**, abril 2018. Disponível em: [www.sapc.embrapa.br](http://www.sapc.embrapa.br). Acesso em 14/05/2018.

CORRÊA, P. C.; SILVA, S. J. Estrutura, composição e propriedades dos grãos. In: SILVA, S. J. **Secagem e Armazenagem de Grãos no Brasil**. Editora Aprenda Fácil. Segunda Edição. Viçosa, 2008.

COSTA, R. C. Entendendo as variações do preço de café na Bolsa. **Fundação Procafé**. 2013.

CUSTÓDIO, A. A. P.; REZENDE, F. C.; FARIA, M. A.; MORAIS, A. R.; GUIMARÃES, R. J.; SCALCO, M. S. Florescimento da lavoura cafeeira sob diferentes manejos de irrigação. **Revista Coffee Science**, vl. 7, n°. 1, pg. 20-30, 2012.

DONZELES, S. M. L.; SAMPAIO, C. P.; SOARES, S. F.; RIBEIRO, M. F. Colheita e Processamento do café arábica. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L.; CARVALHO, G. R. **Café Arábica - da pós-colheita ao consumo**. VI 2. Lavras: EPAMIG. 2011. pg. 20-65.

FARAH, A.; DONANGELO, C. M. Phenolic compounds in coffee. **Braz. J. Plant Physiol**, pg 23-36, 2006.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H.; VERDIM, A. C.; VOLPI, P. S.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELI, F. Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas. **Circular Técnica**, 03-I Vitória, ES: Incaper, 60pg, 2004.

FILHO, T. L.; LUCIA, S. M. D.; SARAIVA, S. H.; SARTORI, M. A. Composição físico-química e qualidade sensorial de café conilon produzido no Estado do Espírito Santo e submetido a diferentes formas de processamento. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, vl. 34, n°. 4, pg. 1723-1730, 2013.

FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. Qualidade do café conilon: operações de colheita e pós-colheita. In:

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. (Ed.). **Café Conilon**. Vitória: INCAPER, 2007. pg. 500-507.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1990.

GOUVEIA, N. M. Estudo da diferenciação e crescimento das gemas florais de *Coffea arabica* L.: observações sobre a antese e maturação dos frutos. Universidade Estadual de Campinas. **Dissertação mestrado**. Campinas, 1984.

História do Café no Brasil. **Revista Cafeicultura**, 2011. Disponível em <http://revistacafeicultura.com.br>. Acesso em 08/05/2018.

ICO, International Coffee Organization. World coffee production. Production by all exporting countries. 31 July 2017. Disponível em: <http://www.ico.org> Acesso em: 31 out. 2017.

JÚNIOR, C. C.; BORÉM, F. M.; PEREIRA, R. G. F. A.; SILVA, F. M. Influência de diferentes sistemas de colheita na qualidade do café (*Coffea arabica* L.). **Revista Ciências Agrotec**. Lavras. vl.27, n° 5, pg.1089-1096, setembro /outubro, 2003.

KITZBERGER, C. S. G.; SCHOLZ, M. B. S.; PEREIRA, L. F. P. e BENASSI, M. T. Composição química de cafés arábica de cultivares tradicionais e modernas. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, vl.48, n° 11, pg.1498-1506, 2013.

LIVRAMENTO, D. E. Morfologia e fisiologia do cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L.; CARVALHO, G. R. **Café Arábica- do plantio à colheita**. vl1. Lavras: EPAMIG. 2010. pg. 89-149.

MACHADO, M. C. Viabilidade da Técnica de Imersão para Armazenagem Temporária dos Frutos de Café. Viçosa: UFV, 2005. **Tese doutorado**.

MAJEROWICS, N. e SONDAHL, M. R. Indução e diferenciação de gemas reprodutivas *Coffea arabica* L. **Plant Physiol**, vl.17, n° 2, pg. 247-254. ISSN 1677-9452. 2005.

MALTA , M. B.; CHAGAS, S. J. R. Colheita, preparo e secagem do café. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L.; CARVALHO, G. R. **Café Arábica- do plantio à colheita**, vl 1. Lavras: EPAMIG. 2010. pg. 809-858.

MALTA , R. M. Normas e padrões utilizados na classificação de café. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L.; CARVALHO, G. R. **Café Arábica - da pós-colheita ao consumo**; vl 2. Lavras: EPAMIG. 2011. pg. 337- 415.

MARCONIMI, G. R. Café verde descascado: análise econômico-financeira da produção comparada ao processamento natural. **Informações Econômicas**, São Paulo, vl. 41, n°. 10, 2011.

MEIRELES, E.J. L.; CAMARGO, M. B. P.; PEZZOPANE, J. R. M.; THOMAZIELLO, R. A. Fenologia do Cafeeiro: condições agras meteorológicas e balanço hídrico do ano agrícola 2004–2005. Brasília, DF. **Embrapa Informação Tecnológica**, 2009. 128 pg.

MELLO, E. V. A cafeicultura no Brasil. In: ZAMBOLIM L. **Tecnologias de Produção de café com qualidade**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora. 2001. pg 565-606.

MELO, B.; SOUSA, L. B. Biologia da reprodução de Coffea arabica L. e Coffea canephora P. **Revista Verde**, Mossoró, vl. 5, n° 3, 2010.

MESQUITA, C. M. **Manual do café: colheita e preparo (Coffea arábica L.)**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016.

MOREIRA, M. A.; RAFAELLI, R. D; BARROS, M. A.; FARIA, V. G. C. de; AULICINO, T. L. I. N.; CARVALHO, M. A. Uso da Geotecnologia para avaliar e monitorar a cafeicultura brasileira: Fase I – Estado de Minas Gerais. São José dos Campos. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, 2007.

MOURA, W. M.; PEREIRA, A. A.; LIMA, P. C.; DONZELES, S. M. L.; CAIXETZ, G. Z.; COSTA, E. L.; SOARES, S. F.; SANTOS, I. C.; RIBEIRO, M. F.; ALVARENGA, A. P.; VEZON, M. Café (Coffea arábica L.). In: JÚNIOR, J. P. J.;

VENZON, M. **101 Culturas, Manual de Tecnologias Agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG. 2007. pg. 185-208.

MUJUMDAR, A. S.; LAW, C. L. Drying Technology: Trends and Applications in Postharvest Processing. **Food Bioprocess Technol**, vl. 3, pg. 843–852, 2010.

NASCIMENTO, M. M.; ALIGLERI, L. Gestão socioambiental na atividade cafeeira: uma análise das maiores exportadoras e certificadoras de café do Brasil e da Colômbia. **Anais. XIX ENGEMA**. ISSN: 2359-1048. Dezembro, 2017.

NOBRE, G. W. Processamento e qualidade de frutos verdes de café arábica. Lavras: UFLA, 2009. 97 pg. **Tese doutorado**.

NOBRE, G. W.; BORÉM, F. M.; ISQUIERDO, E. P.; PEREIRA, G. R. F. Composição química de frutos imaturos de café arábica (*Coffea arabica* L.) processados por via seca e via úmida. **Revista Coffee Science**, vl. 6, n° 2, 2011.

OLIVEIRA; L. C; MOURA, C. S. F. T. Cultura do Café: histórico, classificação e fases de crescimento. **Revista Faculdade Montes Belos**, vl. 5, n°. 4, agosto 2012.

PELEGRINI, D. F.; SIMÕES, J. C. Desempenho e problemas da cafeicultura no estado de minas gerais: 1934 a 2009. **Revista Campo Território: geografia agrária**, vl. 6, n°. 12, pg. 183-199, 2011.

PEREIRA, A. A.; CARVALHO, G. R.; MOURA, W. M.; BOTELHO, C. E.; REZENDE, J. C.; OLIVEIRA, A. C. B.; SILVA, F. L. Cultivares: Origem e suas características. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L.; CARVALHO, G. R. **Café Arábica- do plantio à colheita**, vl 1. Lavras: EPAMIG. 2010. pg. 163-222.

PETEK, M. R.; SERA, T.; FONSECA, I. C. B. Exigências climáticas para o desenvolvimento e maturação dos frutos de cultivares de *Coffea arabica* L. **Revista Bragantia**, vl. 68, n°. 1, pg. 169-181, 2009.

PIMENTA, C. J. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) originado de frutos colhidos em quatro estádios de maturação. 1995. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995. **Tese Mestrado**.

PIMENTA, C. J.; VILELA, E.R. Atividade das polifenoxidasas, enzimas pectinolíticas e qualidade do café (*Coffea arabica* L.) mantido ensacado por diferentes tempos à espera da secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa: Especial Café, MG, n° 6, pg. 54-59, 2003.

PIMENTA, J. C.; PEREIRA, M. C.; COSTA, L. M. A. S; Parâmetros físico-químicos e qualidade do café (*Coffea arabica* L.) submetido a diferentes tempos à espera da secagem. **Anais**. Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil. 2011.

Pimentel Gomes, F. Curso de estatística experimental. São Paulo: Nobel, 1990.

Produto Interno Bruto do Agronegócio. **Relatório do PIBAgro – Minas Gerais**. Abril/2018. Disponível em: <<http://www.reformaagraria.mg.gov.br>>. Acesso em 08/05/2018.

QUEIROZ, D. M.; SILVA, F. M.; SALVADOR, N. Sistemas Mecanizados de Colheita de Café. In: ZAMBOLIM L. **Tecnologias de Produção de café com qualidade**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora. 2001. pg. 387-474.

REINATO, C. H. R.; BORÉM, F. M.; CIRILLO, M. A.; OLIVEIRA, E; C. Qualidade do café secado em terreiros com diferentes pavimentações e espessuras de camada. **Revista Coffee Science**, vl. 7, n°. 3, pg. 223-237, 2011.

SANTOS, J. C. F.; RAIJ, B.; LIMA, A. J.; JÚNIOR, P. C. A. Avaliação de conformidades de cafeicultores do cerrado mineiro sobre exigências da produção integrada de café. **Revista Coffee Science**, vl. 3, n°. 1, pg. 7-18, 2008.

SARAIVA, S. H.; ZEFERIN, L. B.; LUCIA, S. M. D.; TEIXEIRA, L. J. Q.; JUNQUEIRA, M. S. Efeito do processamento pós-colheita sobre a qualidade do café conillon. **Revista enciclopédia Biosfera**, vl 6, n° 9, 2010.

SAS. Institute INC.SAS/STATTM SAS. 6.11 ed. Cary : **SAS Institute**, 1995.

SCAA. Specialty Coffee Association of American. Protocols. January, 23, 2013. Disponível em: < <http://www.scaa.org>>. Acesso em 12/12/2018.

SILVA, J. S.; DONZELES, S. M. L.; CORRÊA, P. C. Secagem de grãos com energia solar. In: SILVA, S. J, **Secagem e Armazenagem de Grãos no Brasil**. Editora Aprenda Fácil. Segunda Edição. Viçosa, 2008a.

SILVA, J. S.; AFONSO, A. D. L.; DONZELES, S. M. L.; NOGUEIRA, R. M. Secagem e secadores. In: SILVA, S. J. **Secagem e Armazenagem de Grãos no Brasil**. Editora Aprenda Fácil. Segunda Edição. Viçosa, 2008b.

SILVA, S. J.; FILHO, A. F. L.; RUFFATO, S.; BERBERT, P. A. Secagem e Armazenagem de produtos agrícolas. In: SILVA, S. J, **Secagem e Armazenagem de Grãos no Brasil**. Editora Aprenda Fácil. Segunda Edição. Viçosa, 2008c.

SILVA, J. S. Produção de Café Cereja Descascado – Equipamentos e Custo de Processamento. **Comunicado Técnico**. ISSN 2179-7757. Brasília, DF. 2013.

SILVA, J. S.; MORELI, A. P.; SOARES, S. F.; DONZELES, S.M.; COELHO, A. P. F.; Gonzaga, D. V. O café verde descascado. Estudo de Caso. Outubro de 2017. Palestra. 5ª Semana Internacional do Café. Belo Horizonte, 2017.

SOARES, S. F.; DONZELES, M. L. S. Resíduos da pós-colheita do café: sólidos e líquidos. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L.; CARVALHO, G. R. **Café Arábica - da pós-colheita ao consumo**, vl 2. Lavras: EPAMIG. 2011. pg. 67-96.

SOUZA, F. F. S.; SANTOS, J. C. F.; COSTA; J. N. M.; SANTOS, M. M. Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia. **Documentos**, nº 93. Embrapa, Porto Velho. ISSN 0103-9865, 2004.

SOUZA, J. P. D.; REINATO, C. H. R.; PAIVA, L. C.; VEIGA; A. D. et al. técnicas de processamento de café verde. In: II Jornada Científica e Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Machado. 2009.

TESSARI, C.A. **Economia e Sociedade**, Campinas, vl. 23, nº 2, pg. 465-487, 2014.

VELMOUROUGANE, K. Effects of wet processing methods and subsequent soaking of coffee under different organic acids on cup quality. **World Journal of Science and Technology**. Vol 7, 2011.

ZACHARIAS, A. O. Modelo agro meteorológico de estimativa do início da florada plena do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). 117 p. Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2007. **Tese mestrado**

ZAIDAN, U. R.; CORRÊA, P.C.; FERREIRA, W. P. M.; CECON, P. R. Ambiente e variedades influenciam a qualidade de cafés das Matas de Minas. **Revista Coffee Science**, Lavras, vl. 12, n ° 2, 2017.