



**FELIPE AUGUSTO TEIXEIRA BORBA**

**INFLUÊNCIA DAS REGULAGENS NA COLHEITA  
DE CAFÉ**

**LAVRAS-MG  
2021**

**FELIPE AUGUSTO TEIXEIRA BORBA**

**INFLUÊNCIA DAS REGULAGENS NA COLHEITA DE CAFÉ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Engenharia Agrícola, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Prof. Dr. Gabriel Araújo e Silva Ferraz  
Orientador

**LAVRAS-MG**  
**2021**

**FELIPE AUGUSTO TEIXEIRA BORBA**

**INFLUÊNCIA DAS REGULAGENS NA COLHEITA DE CAFÉ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Engenharia Agrícola, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

APROVADO em 11/11/2021

Prof. Dr. Gabriel Araújo e Silva Ferraz  
Prof. Dr. Rafael de Oliveira Faria  
Dr. Lucas Santos Santana

UFLA  
UFLA  
UFLA

Prof. Dr. Gabriel Araújo e Silva Ferraz  
Orientador

**LAVRAS-MG  
2021**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por iluminar e guiar toda minha trajetória.

Aos meus pais, Regimara e José Augusto por todo apoio, dedicação e esforços para que eu pudesse me tornar quem sou.

À minha irmã Beatriz pelo companheirismo e parceria eterna.

À Marina minha namorada incrível que me deu todo apoio para vencer essa etapa da minha vida.

Ao meu orientador, Dr. Gabriel Araújo e Silva Ferraz, pela oportunidade, competência, paciência e disposição.

Ao Ms Giovani Virgílio Tirelli, por me ajudar com a parte estatística do trabalho.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Engenharia Agrícola, em especial ao Setor de Máquinas e Mecanização, pela oportunidade de realização do curso.

À Fazenda Samambaia, pela valiosa contribuição com os dados da colheita realizada e toda a oportunidade de trabalho e desenvolvimento pessoal e principalmente profissional.

E aos meus grandes amigos, moradores e ex-moradores da República Araguaia, que se tornaram minha segunda família, e com cumplicidade, respeito, união, força e confiança fizeram dessa jornada inesquecível.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para que essa fase fosse tão abençoada e especial.

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

O cultivo do café é um importante produto no Brasil, consumido e comercializado mundialmente, além disso é uma fonte de renda para os cafeicultores, impactando socioeconomicamente em vários setores ligados à sua produção. Essa cultura é responsável pela geração de muitos empregos na sua cadeia produtiva, desde o preparo do solo para o plantio, passando pelos tratamentos de entressafra até a colheita e beneficiamento em armazéns. Este trabalho tem o objetivo de entender como as regulagens e as máquinas colhedoras influenciam na colheita mecanizada com relação à porcentagem de café no chão, uma vez que quanto menos café caído no chão menos gastos o produtor terá. Para isso, obteve-se dados de regulagens das máquinas como velocidade de deslocamento, vibração e freio. Também foram amostrados e medidos a quantidade de café que caiu no chão após a passagem da colhedora, para isso estendeu-se um pano de 6 metros de comprimento, medindo assim o café que ficou sobre o pano e também o café colhido, colocando um saco na saída da bica que vai para o graneleiro da colhedora. Isso possibilitou calcular a perda de café para cada máquina e também o índice de regulagem quanto a seletividade de cada uma delas. O procedimento estatístico utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado DIC, empregando-se o Teste de Tukey para comparação com a probabilidade a 5%. Com base nos resultados é possível confirmar que as regulagens influenciam na porcentagem de café caídos no chão de acordo com a escolha por uma colheita seletiva ou plena, que sofre influência direta do aumento da velocidade operacional da colhedora. Além disso ao relacionar a velocidade com a vibração no índice de regulagem proporciona ao produtor parâmetros para controle e acompanhamento do seu processo de colheita o qual é determinante para um resultado positivo.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	10
2.1. Importância da cultura do café no Brasil .....	10
2.2. Colheita mecanizada do café .....	11
2.3. Colheita seletiva.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	15
3.1. Local .....	15
3.2. Materiais .....	15
3.3. Estatística .....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
5. CONCLUSÕES.....	23
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	24

## 1. INTRODUÇÃO

Mundialmente a cafeicultura tem um expressivo destaque pela sua importância socioeconômica em vários setores de forma direta ou indireta. O café como produto é consumido diariamente em cafeterias distribuídas em diversos países e em residências. A cultura do café tem sua origem na Etiópia e teve seu início no Brasil no ano de 1727, no estado do Pará, pelo produtor Francisco de Melo, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Café - ABIC (2009). Posteriormente a cultura foi trazida para o sudeste e sul do Brasil onde se adaptou muito bem e se transformou nesta potência que é hoje em dia. A região Sudeste possui uma influência significativa na produção do café país devido ao clima propício para a produção do café, que possui a influência da altitude, uma grande disponibilidade hídrica e temperaturas amenas que contribuem para bons resultados produtivos.

O cultivo do café é um importante produto no Brasil, ademais é uma fonte de renda para os cafeicultores. Tal produção é responsável pela geração de muitos empregos na sua cadeia de produção desde o preparo do solo para o plantio, passando pelos tratamentos de entressafra até a colheita e beneficiamento em armazéns. O mesmo também emprega na comercialização deste produto tanto no mercado interno como nas exportações, ele é responsável também por movimentar o mercado de transportes de acordo com a necessidade de distribuição. Com isso o cultivo do café movimenta uma alta quantia de dinheiro, cerca de 5,7 bilhões de reais estão previstos no orçamento do Fundo de Defesa da Economia Cafeeira - Funcafé de acordo com MAPA (2020) para a safra atual de 2020-2021.

De acordo com a Conab (2021) neste ano de 2021 é esperado uma produção de 49 milhões de sacas de café, com uma redução de 22,6% em relação à safra passada que teve 63,08 milhões de sacas produzidas. Do total produzido neste ano 33,4 milhões são do tipo arábica (*Coffea arabica* L.) o mesmo é avaliado como a melhor bebida, apresenta bons aromas e sabor. No estado de Minas Gerais é esperada uma produção de até 23,3 milhões de sacas, redução de 32,6% comparado ao ano anterior, mas mesmo assim ele continua como o maior estado produtor de café no Brasil.

Com toda esta produção a colheita do café vem sendo cada vez mais foco de estudo, pois, pode influenciar a qualidade da bebida, fato que afeta diretamente seu valor de comercialização. De acordo com Filgueiras (2001) pode gerar perdas financeiras de até 40% quando produzido um de café com bebidas ruins, isso piora com perdas de até 60% para cafés com bebidas ruins juntamente com mal aspecto, afetando assim o bolso do produtor rural.

O processo da colheita de café acontece em uma janela de tempo que se inicia quando acontecem a uniformidade na maturação dos frutos na lavoura até o momento em que eles secam e começam a cair. Contudo, é considerado um processo de grande complexidade que também envolve muitas operações de preparação para sua realização, como arruação, derriça, varrição, recolhimento, abanação e transporte. De acordo com os autores Oliveira et al. (2007) e Silva (2004) esta operação é a mais importante e onerosa para o produtor rural, além de ser determinante por ser de onde ele tem o produto que lhe dará o retorno desejado de todo o trabalho e investimento realizado nas outras etapas de produção. Por isso se trata de um processo onde é necessário ter pessoas capacitadas para o desenvolvimento das atividades de forma eficiente.

A colheita pode ser classificada em três tipos de sistemas, a manual onde um trabalhador rural retira as cerejas da planta, semimecanizada na qual usa-se uma derriçadora que tem uma “mão” vibratória como um instrumento para colher o fruto e pôr fim a mecanizada que faz uso das colhedoras automotrizes ou as tracionadas por tratores com o mesmo intuito das demais. As máquinas utilizadas para realizar as colheitas, usam da vibração para retirar os frutos das plantas, logo as hastes vibram e entram em contato com os frutos, realizando o processo de colheita do café.

De acordo com Santinato et al. (2014) a escolha por regulagens de agressões mais fortes, onde a vibração é maior, pode ocasionar danos as plantas, principalmente em anos de safra baixa, logo o controle sobre o nível de vibração regulado para colheita é um importante ponto a ser destacado para não danificar a lavoura a ponto de trazer problemas futuros, como baixos valores de produção que impacta financeiramente o produtor rural.

Segundo os autores Silva et al. (2013) e Tavares et al. (2015) a colheita mecanizada em relação a manual, pode proporcionar uma economia de até 67% dos custos nesta operação, fato que contribui para um crescimento da utilização destas máquinas que geram um aumento de rendimento. Sendo assim devido a importância desta etapa da produção do café e os altos valores financeiros movimentados por ela, o objetivo com este trabalho é entender como as regulagens e as máquinas colhedoras influenciam na colheita com relação à porcentagem de café no chão, uma vez que quanto menos café caído no chão menos gastos o produtor terá.

Com isso, visando diminuir as perdas para aumentar a eficiência da colheita, Oliveira et al. (2007) propõem que os custos operacionais diminuem com o aumento da eficiência, conseqüentemente eleva a produtividade. Para isso o indicador de porcentagem de café que cai no chão é importante, uma vez que o café no chão perde em qualidade e demanda outra atividade



para recolher esses grãos de café que ficaram para trás diminuindo a eficiência da colheita, fato que diminui a produtividade da fazenda afetando economicamente.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. *Importância da cultura do café no Brasil*

De acordo com a Organização Internacional do Café - OIC (2021) a produção global esperada para este ano, com a safra 2020/21 foi 171,89 milhões de sacas de café, o que representa uma alta de 1,9% comparando com a produção do ano anterior. Esta alta da produção bem como o expressivo valor produzido representa um mercado que cresce ano a ano, com cada vez mais incentivos e qualificação dos profissionais envolvidos e cada etapa da cadeia produtiva do café.

No Brasil a produção estimada segundo Embrapa (2021) para a safra 2020/21 é de 49 milhões de sacas café, uma redução de 22,6% em relação ao ano anterior, fato que é explicado pelo ciclo da bienalidade do café, que geralmente produz muito em um ano e no próximo ano a produção é menor. Porém devido a expressividade dos números sobre a produção, é notável a relevância da cultura do café tanto no mundo, bem como no Brasil.

Para gerar toda essa produção são necessárias muitas etapas e elas envolvem pessoas e maquinários. O Brasil emprega diretamente 8,4 milhões de pessoas em sua cadeia de produção, sendo o estado de Minas Gerais o maior produtor brasileiro de café, sendo responsável por gerar 4 milhões de empregos, movimentando cerca de 17 bilhões de reais de acordo com Faemg (2020).

Ao passar dos anos as produções e movimentações financeiras vem aumentando bem como o aumento da área plantada, mas para este ano de 2021 os dados da Conab (2021) mostram uma redução da área planta de café, chegando a 1,76 milhões de hectares sendo a menor área desde 1997 no Brasil. Mesmo assim a produção mantém-se em altas quantidades, isso mostra que a produtividade vem aumentando, o que pode ser explicado pela utilização das novas tecnologias no campo e também pelo aumento dos estudos na área, trazendo benefícios como o conhecimento para os produtores e trabalhadores.

Desde a chegada do café no Brasil e posterior avanços pelos estados, ele vem gerando riquezas e desenvolvimento, impactando regiões produtoras e a vida das pessoas que ali residem, criando novos negócios o que movimenta o comercio local. Trazendo investimentos em cultura, educação, saúde e principalmente vem aumentando a capacitação profissional, uma vez que o campo tem se tornado mais moderno, com maquinários e técnicas de trabalho mais tecnológicos, demandando profissionais bem preparados para realizar as operações necessárias,

bem como utilização dos equipamentos corretamente e da melhor maneira possível (Teixeira, 2014).

A alguns anos a colheita do café era realizada totalmente de forma manual, com muitos trabalhadores nas lavouras. Hoje com o avanço dos estudos e novas tecnologias as colhedoras de café tomaram conta do campo, de acordo com Ortega et al. (2009) uma colhedora realiza o trabalho de 100 pessoas podendo chegar a substituir em algumas situações até 250 trabalhadores como mostrou Silva (2004), tornando assim esta etapa da produção menos onerosa e mais eficiente em relação a colheita manual. Segundo Cunha et al. (2016) a colheita mecanizada comparada a manual ou até mesmo a semimecanizada, é viável economicamente independente da máquina, justamente porque reduz custos.

## ***2.2. Colheita mecanizada do café***

É fato que a etapa de colheita é a mais complexa na cadeia produtiva do café, porque envolve muitas operações de preparação da lavoura para realização da colheita. Algumas destas operações preparatórias podem ser citadas, como a arruação, derriça, recolhimento, abanação, varrição e a logística de transporte do café colhido (Salvador et al. 2002). Com isso a colheita precisa ser bem gerenciada e programada, para que seja possível colher todos os frutos dentro do prazo de maturação.

O início da colheita ocorre quando a uniformidade de maturação dos frutos nas lavouras se inicia, ou seja, quando a maioria dos frutos amadurecem é o momento de colher, de maneira que a uniformidade seja com uma menor quantidade possível de frutos verdes e passas que são frutos mais secos, em um estágio de pós maturação. A desuniformidade de maturação é um dos fatores citados por Filgueiras (2001) que colabora para a colheita de café ser considerada uma das mais difíceis de ser executada.

Sendo assim, o acompanhamento das lavouras é fundamental para iniciar a preparação para a colheita, contribuindo para que o processo ocorra da melhor maneira possível, uma vez que esta etapa também é decisiva de forma financeira para o produtor, necessitando de uma boa gestão para que tudo seja feito e preparado para atingir metas de produção almejados e o retorno financeiro para os investimentos realizados (Silva, 2004).

A colheita do café pode ser realizada de forma manual, semimecanizada e mecanizada a depender das características da lavoura como declividade, espaçamento entre ruas, adensamento das plantas, tipo de solo, das variedades plantadas, as quais podem ter diferentes

portes (altura e largura) e maturações precoces ou tardias. Estes fatores podem influenciar a produção dos frutos e também o retorno financeiro do produtor (Silva et al, 2013).

A colheita manual é realizada por um grupo de colaboradores, os quais podem colher os frutos de forma seletiva, popularmente chamada de catação a dedo onde retira-se os frutos maduros, deixando os verdes para que amadureçam e posteriormente sejam colhidos ou então de forma total, retirando todos os frutos da planta de uma vez. A colheita semimecanizada inclui o uso de derriçadores portáteis ou não que são os responsáveis por realizar a colheita, não havendo ação do colaborador com as próprias mãos nas plantas. Por fim a colheita mecanizada envolve o uso de colhedoras automotrizes ou tracionadas, as quais retiram os frutos da planta de forma mecânica, com a utilização da vibração das hastes que passam pelas plantas e também pelo impacto entre elas e os frutos (Silva et al, 2013).

A colheita mecanizada tem se tornado amplamente utilizada pelos produtores devido aos benefícios proporcionados, como o impacto econômico na colheita de café, que em relação a colheita manual proporciona uma economia, uma vez que aumenta a produção e reduz custos da colheita, o que é um benefício muito atrativo para o produtor de café (Silva et al, 2016).

Martin (2015) demonstra que de acordo com a evolução das máquinas colhedoras tornou-se possível realizar colheitas de forma precisa, chegando ao ponto de ser possível escolher regulagens de trabalho que é capaz de retirar da planta apenas os frutos maduros, proporcionando assim uma colheita seletiva, em que a máquina colhedora passa pelas linhas de café colhendo primeiro os frutos maduros, deixando os verdes no pé para que amadureçam e posteriormente em outra passada sejam colhidos.

### ***2.3.Colheita seletiva***

A colheita seletiva é quando realiza uma passada pelas plantas retirando somente os grãos de café já maduros, possibilitando assim colher quando a uniformidade de maturação dos frutos ainda for baixa, de maneira que colhendo seletivamente somente os maduros, a qualidade da bebida não será afetada com a presença de verdes, pois não serão retirados da planta (Oliveira, 2006).

Ao colher seletivamente retirando somente os frutos maduros (cerejas), visa alcançar maiores valores de mercado, devido a maior qualidade deles após o processamento e beneficiamento, sendo a partir das cerejas descascadas que geralmente se produz os cafés especiais, atraindo cada vez mais os produtores com os altos retornos financeiros desta prática (Carvalho Junior et al, 2003).

Devido aos cafés especiais serem de alta qualidade, são necessários uma série de cuidados para obtê-los, um deles é a separação das cerejas dos demais. Uma forma de realizar esta etapa é através da colheita seletiva de forma mecanizada, que torna a classificação dos grãos mais efetiva, pois uma máquina tem maior produtividade e menores custos em relação a colheita manual ou mesmo a semimecanizada (Silva, 2004).

As colhedoras conseguem realizar uma colheita seletiva ou plena através de suas regulagens, segundo Ferreira e Silva (2016) é possível trabalhar combinações de regulagens na máquina para fazer estes sistemas de colheita, os quais vão depender das necessidades e objetivos pré-estabelecidos para cada situação e produtor. Uma colhedora bem regulada realiza o seu trabalho com melhores resultados, gerando menos problemas para o produtor, logo cada regulagem tem uma influência no processo de colheita e nos resultados obtidos.

De acordo com o Ferreira e Silva (2016) alguns parâmetros de regulagem tem influência direta nos resultados de uma colheita de café, como a velocidade de trabalho da máquina que quanto maior é menor será a influência da vibração na planta, pelo fato da colhedora passar rapidamente pelos pés de café a vibração atua por menos tempo sobre ela, já quando a velocidade é menor, ela demora mais ao passar pelo cafeeiro ficando mais sujeita a vibração. Ao regular a velocidade usualmente aplica-se 900 a 1700 m/h a depender das condições e intenções da gestão de colheita.

A vibração é outro fator que influencia, no caso quanto maiores são os valores da regulagem mais ciclos por minuto ela fará podendo causar danos as plantas, já com menores valores de vibração o dano a planta é menor, uma vez que as varetas vão realizar menos ciclos por minuto, afetando diretamente a quantidade de café colhido e os tipos de café como as cerejas que necessitam de menores valores de regulagens da vibração para retirar da planta e os verdes que precisam de maiores vibrações (Oliveira, 2007). Normalmente o indicado é trabalhar com valores entre 850 a 950 rpm.

Por fim a regulagem do freio dos cilindros também afeta diretamente os resultados, utilizando uma regulagem na faixa entre 8 e 10 Kgf, esta recomendação proporciona menos danos a planta e uma maior eficiência de derriça (Ferreira Júnior et al, 2016).

De acordo com os autores Ferreira e Silva (2016), em seu trabalho é proposto uma metodologia na qual obtém-se um índice de regulagem, o qual é dado por um número resultante da divisão entre os valores das regulagens de vibração (ciclos/min) e velocidade (m/h). O valor obtido é classificado de acordo com a faixa que se encaixar, sendo considerado colheita seletiva para valores entre 0,5 e 0,75 e colheita plena na faixa de 0,76 a 1,00.

A combinação entre as duas regulagens como proposto por Ferreira e Silva (2016) proporciona a escolha de trabalhar realizando um tipo de colheita ou outra, com isso é possível controlar os parâmetros para colher de acordo com o objetivo do produtor e assim monitorar a colheita, proporcionando traçar planos de ações caso necessários para corrigir eventuais problemas ou otimizar a colheita. O acompanhamento da colheita é muito importante e o índice de regulagem é mais um parâmetro para auxiliar e monitorar o processo, uma vez que se algo acontecer de errado nesta etapa os impactos financeiros são grandes para o produtor (Souza et al, 2021).

As regulagens da colhedora de café devem sempre ser aferidas, para manter o padrão de colheita escolhido. Como existem vários modelos de máquinas o ideal é a verificar diariamente antes do início das atividades como as regulagens estão, e em alguns casos duas ou mais vezes ao dia, pois fatores como a temperatura pode variar na máquina durante o dia de trabalho e assim influenciar desregulando algum parâmetro durante a operação (Val Júnior et al, 2015).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Local**

O trabalho foi desenvolvido na fazenda Samambaia com a seguinte localização georreferenciada (-20.96924021033025, -44.88516497066556), estando localizada no município de Santo Antônio do Amparo – MG que tem 18.525 habitantes conforme dados de 2019 do IBGE. A região em que se encontra é conhecida como Campo das Vertentes, onde a economia é voltada para a cafeicultura, principalmente no município onde está localizada a fazenda.

A fazenda tem um papel importante na cafeicultura da região gerando empregos, realizando trabalhos sociais, sempre com um propósito de evolução e crescimento não só da empresa em si, mas também dos colaboradores e da sociedade ao seu entorno. Desde os anos 90 vem focando na produção de cafés de alta qualidade. A fazenda no início tinha apenas 20 hectares plantados e veio crescendo em área cultivada, produção, buscando sempre evoluir no campo e também seus colaboradores.

Dos 20 hectares plantados inicialmente ela chega atualmente a cerca de 870 hectares com a intenção de chegar a 1000 hectares plantados até o final do ano de 2020, fato que foi consolidado pela equipe da fazenda. A Samambaia é dividida em 5 módulos para facilitar a sua gestão e em média cada uma delas tem 200 hectares de produção, seus módulos são denominados e divididos da seguinte maneira;

- Samambaia;
- Campo Alegre 1;
- Campo Alegre 2;
- Condomínio;
- Invernadinha;

#### **3.2. Materiais**

Para o desenvolvimento deste trabalho foram colhidos dados de sete máquinas colhedoras de café, sendo quatro de propriedade da fazenda e três alugadas. Destas apenas uma é tracionada por trator e o restante automotriz, conforme a tabela 1 é possível ter uma melhor caracterização as colhedoras:

Tabela 1 - Informações técnicas das máquinas colhedoras.

Máquinas	Forma de tração	Idade (Anos)	Potência (CV)	Velocidades máximas (km/h)
Matão	Tracionada	8	65 - 75	0-5
TDI 01	Automotriz	12	67	0-10
TDI 02	Automotriz	12	67	0-10
TDI 03	Automotriz	8	67	0-10
TDI 04	Automotriz	8	67	0-10
TDI 05	Automotriz	3	67	0-10
Vetor	Automotriz	10	67	0-10

Informações retiradas dos catálogos técnicos.

Foram obtidos dados de regulagens como velocidade de deslocamento e vibração aferidos nas próprias máquinas e freio com o auxílio de um dinamômetro manual. Também foram amostrados e medidos a quantidade de café que caiu no chão após a passagem da colhedora, para isso estendeu-se um pano de 6 metros de comprimento, medindo assim o café que ficou sobre o pano e também o café colhido, colocando um saco na saída da bica que vai para o graneleiro, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Materiais utilizados na coleta dos dados.



Fonte: Imagens cedidas pela Fazenda Samambaia.



Desta maneira é possível calcular a perda de café para cada máquina e também o índice de regulagem conforme Ferreira e Silva (2016), quanto a seletividade de cada colhedora, que de acordo com o valor obtido é classificado em um intervalo que permite trabalhar mais ou menos seletivamente. Sendo assim o índice de regulagem (I) pode ser calculado pela divisão entre a vibração e a velocidade conforme a equação 1.

$$I = \frac{\text{Vibração}}{\text{Velocidade}} \quad (1)$$

I = 0,50 a 0,75 – Seletiva

I = 0,76 a 1,00 – Plena

I = 1,01 a 1,50 - Decote

I = 2,0 – Poda

### **3.3.Estatística**

O procedimento estatístico utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado DIC, o qual foi analisado para cada uma das sete máquinas os fatores estudados separadamente. Esses fatores são o índice de regulagem quanto a seletividade e a porcentagem de queda de café no chão, ambos foram analisados da maneira citada anteriormente para as colhedoras. Os dados foram rodados no programa Sisvar para análise de variância e para a comparação entre as médias, empregou-se o Teste de Tukey com a probabilidade a 5%.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados presentes no desenvolvimento deste trabalho, foram obtidos em um primeiro momento para acompanhamento da colheita de café na fazenda Samambaia, afim de ter embasamento para tomadas de decisões que afetam economicamente com os resultados obtidos e também o processo de colheita, com relação a produtividade, cronograma, logística e qualidade dos cafés colhidos.

Para os parâmetros da fazenda foi apontado uma meta de manter as colhedoras com uma média de queda de café no chão de no máximo 13% durante a colheita no ano de 2019. Fato este que foi possível devido ao acompanhamento das máquinas quanto as regulagens e operação, dos terrenos onde era indicado trabalhar com as máquinas ou não, da escolha dos operadores e principalmente do acompanhamento do indicador que fez ser possível visualizar a situação da quantidade de café no chão onde cada máquina passou.

Desta maneira é possível buscar entender como as regulagens afetam a colheita do café e para quais situações uma máquina é mais indicada ou não. Para realizar uma colheita seletiva, Silva (2014) utiliza um índice de regulagem que é dado pela razão entre a velocidade de operação da colhedora e a vibração utilizada, e com base no valor obtido nesta divisão das regulagens, tem-se um intervalo em que é propício trabalhar-se uma colheita seletiva de 0,50 a 0,75 e colheita plena 0,76 a 1,00.

Sendo assim para realizar o presente trabalho foram utilizadas diferentes colhedoras, de acordo com a tabela 2, em que é possível visualizar os valores médios e também constatar que as máquinas tiveram uma porcentagem de café no chão dentro do objetivo inicial da fazenda Samambaia.

Tabela 2 – Médias dos dados para cada máquina.

Máquinas	Velocidade Operacional (m/h)	Vibração (rpm)	Freio dos Cilindros Vibradores (Kg)	Índice de Regulagem - I	Porcentagem de Café no Chão (%)
Matão	1133	927	7	0,825	12,17
TDI 01	1429	912	8	0,640	12,83
TDI 02	1418	902	8	0,646	12,56
TDI 03	1313	957	9	0,734	9,89
TDI 04	1321	945	9	0,723	11,33
TDI 05	1120	960	8	0,862	7,02
Vetor	1287	938	8	0,742	12,41

Sendo assim com os dados e posterior trabalho estatístico, foi realizado o Teste Tukey com probabilidade a 5% para comparar as médias obtidas por meio dos dados de índice de regulagem. Os resultados encontrados estão descritos nas Tabelas 3 e 4:

Tabela 3 - Análise de Variância.

Fontes de variação	GL	Regulagem
Máquinas	6	*
Médias		0,7186
<b>CV (%)</b>		<b>12,06</b>

Tabela 4 - Resultados do Teste Tukey.

Máquinas	Regulagem	
Matão	0,8242	ab
TDI 01	0,6400	c
TDI 02	0,6447	c
TDI 03	0,7320	bc
TDI 04	0,7221	bc
TDI 05	0,8600	a
Vetor	0,7420	bc
<b>Média</b>	<b>0,7186</b>	

Com estes resultados é possível encontrar semelhança entre algumas colhedoras, formando assim três grupos, como no caso das colhedoras Matão e TDI 05 que é indicada de acordo com o índice de regulagem, realizar uma colheita plena, trabalhando assim com uma regulagem de velocidades de 1100 m/h com vibração de 940 rpm nestas máquinas.

O segundo grupo de colhedoras semelhantes é formado pela Vetor, TDI 03 e 04 que tiveram seus valores indicados para realizar uma colheita seletiva, onde apresentam regulagens de trabalho com velocidade de 1300 m/h e vibração 950 rpm.

Outro grupo formado pelas TDI 01 e 02 que também são indicadas para uma colheita seletiva, porém trabalhando com regulagens de velocidade maiores, com 1500 m/h e vibração de 900 rpm. Sendo assim é possível observar que colher seletivamente é indicado velocidades maiores de operação, porém, conforme Oliveira (2006) em maiores velocidades o volume de café que cai no chão é maior, sendo diretamente proporcionais.

Em um segundo Teste Tukey também realizado dentro dos mesmos parâmetros do teste anterior, foi possível analisar os dados quanto as porcentagens de queda de café no chão para cada uma das máquinas, conforme as Tabelas 5 e 6:

Tabela 5 - Análise de Variância.

Fontes de variação	GL	Queda de café
Máquinas	6	*
Médias		11,626
<b>CV (%)</b>		<b>36,00</b>

Tabela 6 - Resultados do Teste Tukey.

Máquinas	Queda de café (%)	
Matão	12,168	ab
TDI 01	12,825	a
TDI 02	12,559	a
TDI 03	9,894	ab
TDI 04	11,335	ab
TDI 05	7,020	b
Vetor	12,415	a
<b>Média</b>	<b>11,6264</b>	

A TDI 05 foi a colhedora que teve melhor resultado, deixando menos café no chão, este fato se deve por ela ter trabalhado em uma regulagem de velocidade menor, o que para uma colheita plena é necessário, pois ao passar lentamente pelo cafeeiro a vibração atua na planta por mais tempo, retirando assim todos os frutos, ou a maior parte deles. Isso é comprovado por Oliveira (2006), que afirmou que onde colhe maiores volumes de café, trabalha-se em menores velocidades operacionais, fato que segundo ele colabora para cair menos café no chão.

A colhedora Matão e a TDI 05, apesar de terem a mesma indicação segundo o índice de regulagem para colheita plena se diferem estatisticamente quanto a porcentagem de café caídos no chão. Isso pode ser explicado pelo modelo das máquinas, onde a TDI 05 é uma colhedora automotriz, já a Matão é uma colhedora de arrasto, a qual vai acoplada a um trator com intuito de tracionar a máquina.

Durante a colheita é importante manter um alinhamento entre a colhedora e a linha de café e para a Matão, se tratando de uma colhedora de arrasto é um ponto de atenção maior, uma vez que o operador do trator deve sempre trabalhar em uma posição onde a colhedora tracionada, fique alinhada com a linha do cafeeiro, porém essa foi uma dificuldade encontrada por esta máquina, causando assim uma alta porcentagem de grãos de café no chão.

Devido as características das lavouras quanto a declividade e o fato da fazenda fazer o consorcio da braquiária na entrelinha do cafeeiro, dificultou bastante o serviço da máquina principalmente durante as manhãs, pois o sereno ou a chuva nos dias anteriores deixava o solo molhado e escorregadio, fato que fazia a máquina desalinhar frequentemente durante o trabalho.

Para reduzir os efeitos deste problema a colhedora foi deslocada para lavouras mais jovens com espaçamento maior e com menor declividade no terreno, possibilitando assim que o sol infiltre melhor na entrelinha, conseqüentemente reduzir a umidade sobre a braquiária presente no solo, facilitando o trabalho da máquina que tende a escorregar menos e facilitando seu alinhamento com o cafeeiro.

Desta maneira afim de divisão segundo o resultado obtido pelo teste, a Matão se enquadra juntamente com a TDI 03 e 04, com relação a porcentagem de café no chão, o que é explicado pelos fatos citados anteriormente que foram fundamentais e decisivos para ocorrência desta classificação do teste.

No caso da Vetor, TDI 01 e 02 se enquadraram em um grupo de colhedoras que tiveram os maiores valores de cafés caídos no chão após a passagem da colhedora. Estes altos valores são explicados pelas altas velocidades de operação, uma vez que estas máquinas também se enquadram em um índice de regulagem para realizar a colheita seletiva.

Outro fator que influencia este resultado, pode ser explicado pela idade das máquinas, uma vez que as que tiveram maior quantidade de perdas de café, são máquinas antigas e com uma carga de horas trabalhadas maior, passando de 10 anos de uso o que seria maior que a vida útil de colhedoras. E apesar de todas as manutenções em dia, reformas realizadas as máquinas apresentaram problemas durante a colheita que fizeram a diferença nos resultados, juntamente com o fato de apresentarem menores tecnologias embarcadas fez agravar as percas e evidenciar a maior diferença na quantidade de café no solo.

A vibração das hastes também é uma regulagem fundamental para a colheita do café. Os autores Oliveira et al. (2007), Santos et al. (2010) e Júnior et al. (2016) comprovam toda esta importância, e ela é responsável diretamente pela eficiência da derriça e nos volumes de café colhido, fato que impacta a eficiência da colheita. Com os dados obtidos as regulagens usadas variam entre 900 e 950 rpm a depender da escolha por colheitas seletivas ou plenas.

Uma regulagem que também é importante para colheita mecanizada do café nas colhedoras, é a regulagem do freio dos cilindros vibradores, segundo Junior et al. (2016) ao regular com 8 e 10 kgf é possível ter maior amplitude de deslocamento vertical fato que contribui para retirar um maior volume de frutos da planta, o que não é interessante para uma colheita seletiva, porém durante a coleta dos dados, a regulagem do freio mais utilizada foi de 8kgf, variando entre o intervalo de 7 a 9 kgf conforme observado na Tabela 2 com as médias dos dados.

Cabe maiores estudos com relação ao freio dos cilindros vibradores, combinados as regulagens para colheita seletiva ou plena, porém Sales (2015) encontrou bons resultados

utilizando 9kgf no freio, isso mostra que nesta faixa de trabalho é possível obter bons resultados na colheita.

Outro ponto que influencia a perda de café é a declividade, na literatura encontramos um consenso com o trabalho das colhedoras em declividade de até 20%, podendo em alguns casos chegar a operar em declividades de 25 - 30% conforme Madeira et al. (2014) que mostra a possibilidade de operar nesta declividade, em menores velocidades operacionais o que aumenta o tempo operando nestas áreas.

Ainda sobre a declividade Santinato et al. (2014) afirma ser possível trabalhar em relevos com mais de 20% de declividade quando as máquinas forem de pequeno porte ou apresentarem tração 4x4 com sistema de nivelamento. Em um trabalho teórico Oliveira et al. (2013) afirmam que é possível operar em terrenos com até 46% de inclinação sem um sistema de nivelamento, mas é necessário maiores estudos sobre o assunto.

A forma de operação, as variedades colhidas, disposição das varetas bem como suas dimensões também influenciam nos resultados da porcentagem de café caídos no chão e outros parâmetros da colheita como gastos e eficiência.

## 5. CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento deste trabalho foi possível confirmar que as regulagens influenciam na porcentagem de café caídos no chão de acordo com a escolha por uma colheita seletiva ou plena, que sofre influência direta do aumento da velocidade operacional da colhedora, além disso ao relacionar a velocidade com a vibração no índice de regulagem proporciona ao produtor parâmetros para controle e acompanhamento do seu processo de colheita o qual é determinante para um resultado positivo.

O melhor resultado de regulagem encontrado foi o de velocidade 1100 m/h, vibração 940 rpm e freio dos cilindros vibradores com 8 kgf, trazendo menores perdas de café da máquina por queda durante a operação de colheita.

Fica também a necessidade de mais estudos a respeito das regulagens no freio dos cilindros vibradores correlacionados ao índice de regulagens com indicadores como o utilizado neste caso, de porcentagem de café caídos no chão.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIC. Associação Brasileira da Indústria de Café. A Expansão do café no Brasil. <<https://www.abic.com.br/tudo-de-cafe/a-expansao-do-cafe-no-brasil/>> Acesso em: 01 de agosto de 2021.

Canal Agro. Café: área plantada é a menor em 25 anos, mas a produtividade aumenta. <<https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/cafe-area-plantada-e-a-menor-em-25-anos-mas-a-produtividade-aumenta/>> Acesso em: 30 de outubro de 2021.

CARVALHO JUNIOR, C. et al. Influência de sistemas de colheita na qualidade do café Cereja/Verde, bóia e mistura. In: Anais do III Simpósio de Pesquisa dos cafés do Brasil, pp. 175, Embrapa Café, Brasília, DF., 2003.

CONAB. Café: Conab reduz em 22% estimativa de produção na safra 2021. <<https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/cafe/cafe-conab-reduz-producao-na-safra-2021/>> Acesso em: 25 de agosto de 2021.

CUNHA J. P. B. et al. Viabilidade Técnica E Econômica De Diferentes Sistemas De Colheita Do Café. *Coffee Science*, Lavras, v. 11, n. 3, p. 417 - 426, jul./set. 2016.

EMPRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Estimativa da safra dos Cafés do Brasil de 2021 tem redução de 22,6% em comparação com 2020 - Portal Embrapa. <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62520035/estimativa-da-safra-dos-cafes-do-brasil-de-2021-tem-reducao-de-226-em-comparacao-com-2020>> Acesso em: 26 de setembro de 2021.

FERREIRA JUNIOR, L. G.; SILVA, F. M.; FERREIRA, D. D.; SALES, R. S. Recomendação Para Colheita Mecânica Do Café Baseado No Comportamento De Vibração Das Hastes Derriçadoras. *Ciência Rural*, Santa Maria, V.46, N.2, P.273-278, Fev, 2016.

FILGUEIRAS, W. H. Modelagem Da Planta De Café Por Elementos Finitos Para Estudos De Colheita Por Vibração. 2001. 81 P. Dissertação (Mestrado Em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal De Viçosa, Viçosa, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População. <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/santo-antonio-do-amparo/panorama>> Acesso em: 19 de agosto de 2020.

MADEIRA, P.B.F. et al. Composição Do Tempo Demandado Na Colheita Mecanizada Do Café Em Diferentes Declividades No Sul De Minas Gerais.



<[http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6894/123\\_40-CBPC-](http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6894/123_40-CBPC-2014.pdf?sequence=1)

2014.pdf?sequence=1> Acesso em: 15 de agosto de 2021.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Contratos assinados com agentes financeiros para setor cafeeiro já somam R\$ 2,65 bilhões. <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/contratos-assinados-com-agentes-financeiros-para-setor-cafeeiro-ja-somam-r-2-65-bilhoes>> Acesso em: 25 de agosto de 2021.

MARTIN, Walmi Gomes. Mecanização da colheita do conilon. 2015.

Money Times. OIC vê aumento no excedente global de café em 2020/21. <<https://www.moneytimes.com.br/oic-ve-aumento-no-excedente-global-de-cafe-em-2020-21/>> Acesso em: 23 de setembro de 2021.

Notícias Agrícolas. Cafeicultura gera emprego e renda, apesar da pandemia. <<https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/cafe/259864-cafeicultura-gera-emprego-e-renda-apesar-da-pandemia.html#.YWmtaDHMLIV>> Acesso em: 26 de setembro de 2021.

OLIVEIRA, E. Colheita Mecanizada Do Café Em Maiores Velocidades Operacionais. 2006. 92 p. Dissertação (Área de concentração em Máquinas e Automação Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

OLIVEIRA, E. et al. Custos Operacionais Da Colheita Mecanizada Do Cafeeiro. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, V.42, N.6, P.827-831, Jun. 2007.

OLIVEIRA, E. et al. Influência Da Vibração Das Hastes E Da Velocidade De Deslocamento Da Colhedora No Processo De Colheita Mecanizada Do Café. *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, V.27, N.3, P.714-721, Set./Dez.2007.

OLIVEIRA, E.; SILVA, F. M.; SOUZA, Z. M.; FIGUEIREDO, C. A. P. Influência Da Colheita Mecanizada Na Produção Cafeeira. *Ciência Rural*, V.37, N.5, P.1446-1470, 2007.

OLIVEIRA, M. V. M. et al. Declividade Máxima Permitida Para Uma Colhedora De Café Trabalhando Em Regiões Montanhosas. VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil 25 a 28 de novembro de 2013, Salvador – BA.

ORTEGA, A. C.; JESUS, C. M.; MOURO, M. C. Mecanização e emprego na cafeicultura do cerrado mineiro. *Revista ABET*, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 58-82, 2009.

SALES, R. S. Ajuste Do Freio Dos Vibradores Na Colheita Mecanizada Do Café Em Lavouras Com Diferentes Manejos. 2015. 87 p. Tese (Área De Concentração Em Máquinas E Automação Agrícola) - - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

SALVADOR, N. et al. Café: Mecanização da colheita. <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/528>> Acesso em: 17 de novembro de 2021.

- SANTINATO, F.; SILVA, R. P.; SANTINATO, R, Colheita Mecanizada Do Café. Cultivar Máquinas. V. 12, N 138, P. 10-13. Mar 2014.
- SANTOS, F. L. et al. Efeito Da Frequência E Amplitude De Vibração Sobre A Derrça De Frutos De Café. Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental. V.14, N.4, P.425–431, 2010.
- SILVA, F. C. Efeito Da Força De Desprendimento E Da Maturação Dos Frutos De Cafeeiros Na Colheita Mecanizada. Dissertação. Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG. 2008.
- SILVA, F. M. Colheita Mecanizada E Seletiva Do Café: Cafeicultura Empresarial: Produtividade E Qualidade. UFLA/FAEPE, Lavras, 2004. P. 1-75.
- SILVA, F. M. et al. Viabilidade Técnica E Econômica Da Colheita Mecanizada Do Café. Visão Agrícola, Piracicaba, N. 13, P. 98-101, 2013.
- SILVA, F. M.; ALVES, M. C. Cafeicultura De Precisão. Editora UFLA. Lavras, 2013. V. 1, P. 227, 2013.
- SILVA, F. M.; FERREIRA JUNIOR, L. G. Regulagens Adequadas Em Colhedoras De Café. Grupo Cultivar. Março 2016. N 160.
- SOUZA, Adriana Magalhães et al. A importância do planejamento e levantamento de custos na área rural: uma análise em uma fazenda de café. Revista GeTeC, v. 10, n. 32, 2021.
- TAVARES, T. O. et al. Qualidade Do Recolhimento Mecanizado Do Café. Coffee Science, Lavras, V. 10, N. 4, P. 455-463, 2015.
- TEIXEIRA, A. P. P. Do Coador de Pano á Capsula: Mudanças nas Práticas de Consumo de Café no Brasil nos Últimos 50 anos. São Leopoldo. Tese de mestrado, P. 1 – 128, 2014.
- VAL JÚNIOR, Nalberto Ângelo et al. Metodologia para determinação de perdas na colheita mecanizada do café. 2015.