

VINICIUS AGNOLETTE CAPELINI

**DESEMPENHO DE RECOLHEDORA-TRILHADORA EM CAFEEIROS
CONILLON PROPAGADOS DE FORMA SEMINAL E CLONAL**

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

C238d
2019
Capelini, Vinicius Agnolette, 1991-
Desempenho de recolhadora-trilhadora em cafeeiros
conillon propagados de forma seminal e clonal / Vinicius
Agnolette Capelini. – Viçosa, MG, 2019.
xi, 26 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Marconi Ribeiro Furtado Junior.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 23-26.

1. Máquinas agrícolas. 2. Ceifeiras. 3. Mecanização
agrícola. 4. Café - Colheita. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Engenharia Agrícola. Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. II. Título.

CDD. 22. ed. 631.3

VINICIUS AGNOLETTE CAPELINI

**DESEMPENHO DE RECOLHEDORA-TRILHADORA EM CAFEIROS
CONILLON PROPAGADOS DE FORMA SEMINAL E CLONAL**

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*.

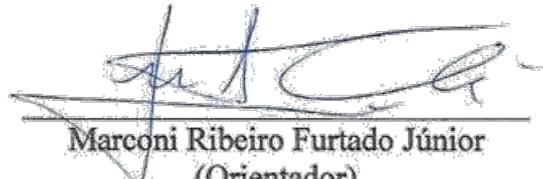
APROVADA: 29 de março de 2019.



Marcelo Antonio Tomaz



Edney Leandro da Vitória
(Coorientador)



Marconi Ribeiro Furtado Júnior
(Orientador)

Dedico esta dissertação aos meus pais, que desde cedo me ensinaram a importância da educação na formação de um ser humano, sempre prestaram suporte e apoio nas minhas decisões e souberam valorizar minhas escolhas.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola que possibilitaram a realização do mestrado e ao CNPq pela bolsa concedida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marconi Ribeiro Furtado Junior e ao Prof. Dr. Haroldo Carlos Fernandes pelos ensinamentos e orientações.

Aos meus coorientadores, Prof. Dr. Edney Leandro da Vitória e Dr. Gustavo Soares de Souza por todos os ensinamentos.

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – Incaper, pelo apoio financeiro e logístico.

Ao produtor rural Dener Nascimento que disponibilizou sua propriedade para a realização do experimento.

Ao Laboratório de Engenharia Agrícola - DEA da UFV, pela estrutura.

A todos os professores da Pós-Graduação em Engenharia Agrícola que me proporcionaram conhecimentos no decorrer desse mestrado.

Aos membros da banca pelas contribuições do presente trabalho.

A todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Vinicius Agnolette Capelini, filho de José Luiz Capelini e Maria de Lourdes Agnolette Capelini, nasceu em 11 de outubro de 1991, em Cachoeiro de Itapemirim, estado do Espírito Santo.

Cursou o ensino fundamental, na Escola Municipal Professor Pedro Estellita Herkenhoff, e o ensino médio, no Colégio Áttila de Almeida Miranda- CEI, ambos em Cachoeiro de Itapemirim, ES.

No ano de 2012 ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em Alegre, ES, graduando-se em fevereiro de 2017.

Em março de 2017, iniciou o Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Viçosa, tendo defendido a dissertação em 29 de Março de 2019.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVO	3
1.1.1 Objetivo geral	3
1.1.2 Objetivos específicos	3
2 MATERIAL E MÉTODOS	3
2.1 Caracterização da área experimental, descrição do conjunto trator-recolhedora trilhadora e da operação de recolhimento	3
2.2 Parâmetros técnicos da máquina	7
2.2.1 Carga de alimentação da recolhedora trilhadora	7
2.2.2 Tempo de recolhimento da lona	8
2.2.3 Potência requerida pela máquina	8
2.2.4 Consumo específico de energia	9
2.2.5 Capacidade de processamento da máquina	9
2.2.6 Eficiência de limpeza da máquina	10
2.2.7 Índice de danificação	11
2.3 Avaliação do nível de ruído produzido pelo conjunto trator recolhedora	12

2.4	Análise estatística	12
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4	CONCLUSÕES.....	22
5	REFERÊNCIAS.....	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área de estudo localizada em Governador Linderberg – ES. * Lavoura com cafeeiro propagado de forma seminal. ** Lavoura com cafeeiro propagado de forma clonal. Fonte: Google maps.....	4
Figura 2 - Trator Agrale, modelo 5075.4.....	5
Figura 3 - Recolhedora Master Grãos CR em funcionamento, acoplada ao trator Agrale....	5
Figura 4 - Sistema hidráulico da recolhedora (A) e mecanismo de recolhimento da lona, tracionados por motor hidráulico (B).	6
Figura 5 – Fluxograma de operação funcionais da recolhedora.....	6
Figura 6 - Entrada do material na recolhedora (A), saída das impurezas mais grossas (B), peneiras vibratórias para separar os grãos de café das impurezas mais leves (C) e ensacamento dos grãos (D).....	7
Figura 7 - Média, limite inferior calculado (LIC) e limite superior calculado (LSC) do tempo de recolhimento da lona em cafeeiro conilon propagado por semente (a) e propagado por clone (b).....	14
Figura 8 - Média, limite inferior calculado (LIC) e limite superior calculado (LSC) do tempo de recolhimento da lona em cafeeiro conilon.....	15
Figura 9 - Nível de ruído produzido pelo conjunto trator recolhedora em cafeeiro conilon, com relação à posição de entrada do abastecimento da recolhedora (E), saída do material (SM), acoplamento do trator (A) e saída das impurezas (SI), em um raio de afastamento de 0,5; 10 e 15 metros de distância da recolhedora.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Carga de alimentação da recolhadora trilhadora (Carga), tempo de recolhimento da lona (TR), capacidade de processamento da máquina (CP), eficiência de limpeza da máquina (EL) e índice de danificação (ID) em cafeeiro conilon propagado por semente e cafeeiros clonais e seus coeficientes de variação (CV).....	13
Tabela 2 – Valores médios da capacidade operacional da máquina recolhadora para cafeeiros conilon propagados por semente (Sem.) e clonal, para os parâmetros capacidade de processamento da máquina (CP), eficiência de limpeza da máquina (EL), índice de danificação (ID) e consumo específico de energia (Ce).....	16
Tabela 4 - Valores médios, erro padrão, desvio padrão, coeficiente de variação (CV), curtose e assimetria da capacidade de processamento da máquina (CP) em cafeeiros conilon propagado por semente (Sem.) e clonal.....	18
Tabela 5 - Valores médios, erro padrão, desvio padrão, coeficiente de variação (CV), curtose e assimetria da eficiência de limpeza da máquina (EL) em cafeeiros conilon propagado por semente (Sem.) e clonal.....	19
Tabela 6 - Valores médios, erro padrão, desvio padrão, coeficiente de variação (CV), curtose e assimetria do índice de danificação (ID) em cafeeiros conilon propagado por semente (Sem.) e clonal.....	20
Tabela 7 - Avaliação do nível de ruído (dB) emitido pelo conjunto trator recolhadora em cafeeiro conilon, com relação à posição de entrada do abastecimento da máquina (E), saída do material (SM), acoplamento do trator (A) e saída das impurezas (SI), em um raio de afastamento de 0,5; 10 e 15 metros de distância da máquina.....	21

RESUMO

CAPELINI, Vinicius Agnolette, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2019. **Desempenho de recolhedor-trilhadora em cafeeiros conillon propagados de forma seminal e clonal.** Orientador: Marconi Ribeiro Furtado Junior. Coorientadores: Edney Leandro da Vitória, Gustavo Soares de Souza e Haroldo Carlos Fernandes.

O café é um dos maiores geradores de riquezas do planeta e o uso da mecanização agrícola é uma das grandes ferramentas que impulsionou o aumento da produção mundial de grãos, trazendo aos produtores rurais diversos benefícios, dentre os quais se destacam a redução de custos, a rapidez na realização das operações de campo e menor mão-de-obra. Diante do exposto, objetiva-se conhecer o desempenho de uma recolhedor trilhadora de cafeeiro conilon propagado de forma seminal e clonal. Visto que o modo com que o cafeeiro é propagado, influenciará na forma que a recolhedor será ajustada, afim de desenvolver um método de colheita com maior eficiência. Os estudos foram realizados na propriedade localizada em Governador Lindenberg - ES. As avaliações foram feitas em duas lavouras cafeeiras uma seminal e outra clonal na safra 2017-2018. A colheita foi realizada de forma semi mecanizado utilizando-se uma recolhedor trilhadora de grãos para cafeeiro, sendo a mesma tracionada por um trator. Os parâmetros técnicos estudados da recolhedor trilhadora foram: carga de alimentação da recolhedor trilhadora, tempo de recolhimento da lona, potência requerida pela máquina, consumo específico de energia, capacidade de processamento da máquina, eficiência de limpeza da máquina, índice de danificação e avaliação do nível de ruído. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software R, sendo realizada a análise de variância. Para o fator quantitativo foi feita análise de regressão e para os fatores qualitativos teste de média. Para avaliar a qualidade do processo foram utilizadas cartas de controle para cada tempo medido. Os limites de controle, inferior e superior, resultaram da análise estatística e foram determinados de acordo com a variabilidade do processo. Há controle estatístico de processos em relação ao tempo de recolhimento da lona da recolhedor trilhadora para o cafeeiro conilon. O consumo específico da máquina é inversamente proporcional a taxa de alimentação para o cafeeiro clonal. O aumento na taxa de alimentação proporciona diferença na capacidade de processamento da máquina no cafeeiro propagado por clone e por semente, no primeiro a capacidade de processamento diminui, e no segundo a capacidade de processamento aumenta. Os cafeeiros clonais apresentaram menor índice de danificação dos frutos que os cafeeiros seminais. Quanto menor a eficiência de limpeza da máquina, maior o índice de

danos. Independente da posição do operador, próximo da recolhedora os níveis de ruído provado ultrapassaram o limite estipulado. O maior nível de ruído foi na posição SI da recolhedora, independente da distância.

ABSTRACT

CAPELINI, Vinicius Agnolette, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2019. **Performance of a collector harvester in coffee conilon propagated seminal and clonal.** Advisor: Marconi Ribeiro Furtado Junior. Co-advisors: Edney Leandro da Vitória, Gustavo Soares de Souza and Haroldo Carlos Fernandes.

Coffee is one of the greatest generators of wealth on the planet and the use of agricultural mechanization is one of the greatest tools that drives the increase of the world production of grains, bringing to one another benefits, such as those that stand out the reduction of costs, a speed in the performance of the field operations and lower labor. In view of the above, it is aimed to know the performance of a coffee harvester conilon propagator seminal and clonal. Since the way in which the coffee is propagated will influence how the collector will be adjusted in order to develop a more efficient harvesting method. The studies were carried out at the property located in Governador Lindenberg - ES. The evaluations were made in two coffee farms, one seminal and one clonal in the 2017-2018 harvest. The harvest was performed in a semi-mechanized way using a coffee harvester, which was driven by a tractor. The technical parameters studied were: harvester pick-up feed load, tarpaulin pick-up time, power required by the machine, specific power consumption, machine processing capacity, machine cleaning efficiency, damage index and noise level. Statistical analyzes were performed using software R, and analysis of variance was performed. For the quantitative factor was made regression analysis and for the qualitative factors mean test. To evaluate the quality of the process control charts were used for each time measured. The control limits, lower and higher, resulted from the statistical analysis and were determined according to the variability of the process. There is statistical control of processes in relation to the time of picking up the canvas from the harvester to the coffee conilon. The specific consumption of the machine is inversely proportional to the feed rate for clonal coffee. The increase in feed rate provides a difference in the processing capacity of the coffee machine in clone and seed propagated coffee, in the first the processing capacity decreases, and in the second the processing capacity increases. Clonal coffee trees presented lower fruit damage index than seedlings. The lower the cleaning efficiency of the machine, the higher the damage rate. Regardless of the position of the operator, near the collector the proven noise levels exceeded the stipulated limit. The highest noise level was in the SI position of the collector, regardless of distance.

1 INTRODUÇÃO

O café é um dos maiores geradores de riquezas do planeta. É responsável pela geração de um grande número de empregos em todos os setores da economia, vai desde os setores de máquinas, equipamentos e insumos, passa pela produção no campo e pela indústria, até o setor de serviços, como logística e comércio (EMBRAPA, 2010).

A produção do conilon, para safra 2019, está estimada entre 14,36 a 16,33 milhões de sacas, representando um crescimento entre 13,3% e 15,2%, respectivamente, quando comparada à produção de 2018. O Espírito Santo, maior produtor de conilon do Brasil, deverá produzir entre 66% e 69% do café conilon e, por isso, as variações que ocorrem no estado influenciam a média nacional. A boa expectativa de safra no Estado provém da regularidade de chuvas e temperaturas favoráveis nos últimos dois anos, fazendo com que houvesse uma recuperação da condição das plantas (CONAB, 2019).

A propagação do cafeeiro é feita de duas formas: sexuada, que se baseia no uso de sementes, e assexuada, baseada no uso de estruturas vegetativas das plantas, sendo que a propagação sexuada, promove à formação de lavouras com ampla base genética, existindo variabilidade quanto as características de arquitetura, vigor, maturação dos frutos, formato, tamanho e peso dos grãos, suscetibilidade a pragas e doenças, tolerância à seca e no seu potencial produtivo (CARVALHO et al., 1991). No entanto, se em um ano atípico acontecer algum estresse biótico ou abiótico, as lavouras propagadas de forma sexuada sobressaem em relação as assexuada, devido a maior estabilidade de produção durante os anos (ESPINDULA; PARTELLI, 2011). Em contrapartida, a propagação assexuada proporciona lavouras mais uniformes, com maior produtividade, maior tamanho e qualidade dos grãos e escalonamento da colheita (ciclo precoce, médio, tardio e supertardio), sendo utilizada sob baixo, médio e alto nível tecnológico, possibilitando uma produção final de melhor qualidade (FONSECA et al., 2004; PARTELLI et al., 2014).

A mecanização na colheita do café vem sendo utilizada no Brasil desde a década de 70 como alternativa para redução dos custos operacionais pois a colheita corresponde, em média, a 30% do custo de produção (MATIELLO et al., 2010).

Devido à grande produtividade, a mecanização das operações de cultivo e colheita, assume um papel que vem dando fôlego aos cafeicultores nestas épocas de crise, por meio da redução dos custos operacionais (SILVA et al., 2014). A colheita mecanizada do café

acontece em duas fases: na primeira ocorre a derriça e o recolhimento do café contido nas plantas, enquanto que na segunda fase ocorre o recolhimento do café presente no solo (TAVARES et al., 2015).

Os fatores que mais pesam na composição dos custos de colheita do cafeeiro são os gastos com depreciação, amortização de juros, combustíveis, manutenção e mão de obra. Quanto maior a eficiência de colheita menores são os custos operacionais (OLIVEIRA et al. 2007a; CUNHA et al. 2016).

O uso de máquinas agrícolas é a solução para a baixa disponibilidade de mão de obra em algumas regiões, e pode contribuir de forma significativa na redução do custo de produção e melhoria da qualidade dos grãos. No entanto, a mecanização agrícola não será capaz de substituir totalmente, as atividades manuais envolvidas na produção do café conilon, mesmo em áreas com topografia favorável, como no norte do Espírito Santo, em função dos interesses de parte dos cafeicultores, acesso às tecnologias, disponibilidade de recursos financeiros e aptidão agrícola (SOUZA et al. 2018).

Segundo Oliveira et al. (2007b), o uso da mecanização agrícola é uma das grandes ferramentas que impulsionou o aumento da produção mundial de grãos, trazendo aos produtores rurais diversos benefícios, dentre os quais se destacam a redução de custos e a rapidez na realização das operações de campo. O mesmo foi encontrado por Barbosa et al. (2005), no qual, constatou que o sistema da colheita mecanizada apresentou menor custo operacional, comparado ao sistema de colheita manual, que demanda maior o número de funcionários envolvidos na operação para maximizar a eficiência da colheita. É importante lembrar que a mecanização do processo de colheita não apenas reduz a mão de obra necessária, mas também agiliza a colheita, o que diminui o tempo de permanência do fruto maduro na lavoura (SOUZA, 2004).

O tempo de permanência do fruto no campo após a sua maturação é importante, pois irá refletir na qualidade do produto final. A espera deste fruto na lavoura prejudica a qualidade do café colhido pelo aumento de grãos ardidos, “coloração marrom”, decorrente da fermentação do fruto maduro exposto às condições de temperatura e umidade do campo (BRASIL, 2003; TOCI e FARAH, 2014).

A colheita mecanizada de café se destaca como um dos principais avanços tecnológicos em benefício dos produtores, porém, problemas com planejamento no plantio e desenvolvimento da cultura, bem como falhas na regulação da colhedora, podem acarretar em redução na eficiência da operação, tornando-a mais estressante para a cultura que a

colheita manual (CASSIA et al., 2013).

Diante do exposto fica evidente a necessidade do desenvolvimento de novas tecnologias na colheita do café, que venha melhorar a eficiência da colheita, reduzir a mão-de-obra, o tempo do processo e diminuir os custos operacionais.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo geral

Conhecer o desempenho de uma recolhadora trilhadora de cafeeiro conilon propagado de forma seminal e clonal. Visto que o modo com que o cafeeiro é propagado, influenciará na forma que a recolhadora será ajustada, afim de desenvolver um método de colheita com maior eficiência.

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar os tempos de recolhimento da lona em cada etapa da operação.
- Avaliar os parâmetros técnicos (carga de alimentação da recolhadora trilhadora, tempo de recolhimento da lona, potência requerida pela máquina, consumo específico de energia, capacidade de processamento da máquina, eficiência de limpeza da máquina, índice de danificação e avaliação do nível de ruído.
- Estimar o nível de ruído emitido pelo conjunto trator-recolhedora e compará-los com a legislação em vigor no Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental, descrição do conjunto trator-recolhedora trilhadora e da operação de recolhimento

Os estudos foram realizados no Sítio Boa Sorte, localizado no município de

Governador Lindenberg, no estado do Espírito Santo, nas coordenadas 19° 13' 00.3" S e 40° 28' 32.2" W, com 200 m de altitude (Figura 1). O desempenho do conjunto trator recolhedora foi avaliado experimentalmente em duas lavouras cafeeiras, sendo a primeira propagado por semente e a segunda por genótipos (02, RC1 e mistos), ambas no estágio de terceira colheita, e plantadas com espaçamento de 3,0 m entre linhas por 0,5 m entre plantas.



Figura 1 - Área de estudo localizada em Governador Lindenberg – ES. * Lavoura com cafeeiro propagado de forma seminal. ** Lavoura com cafeeiro propagado de forma clonal. Fonte: Google maps.

As avaliações foram realizadas durante a safra 2017-2018, sendo a colheita feita de forma semi mecanizado utilizando-se uma recolhedora de cafeeiro conilon modelo Master Grãos CR, fabricada pela MIAC Máquinas Agrícolas, tracionada e acionada por um trator da marca Agrale, modelo 5075.4, 4 x 2 TDA, potência nominal de 75 cv, trabalhando de forma estacionaria com rotação nominal de 2200rpm (Figura 2).



Figura 2 - Trator Agrale, modelo 5075.4.



Figura 3 - Recolhedora Master Grãos CR em funcionamento, acoplada ao trator Agrale.

A recolhedora Master Grãos CR possui na sua parte dianteira uma tampa tamborão (rampa) para abastecimento da máquina pelo sistema de lona, que permitiu trazer todo material derriçado (grãos, galhos e folhas). O mecanismo de recolhimento da lona é composto por três rolos, no qual, somente um é tracionado por um motor hidráulico que recolheu todo material sobreposto em uma lona de 70 metros que estavam nas entrelinhas do cafeeiro, tendo 24 e 14 entrelinhas para cafeeiros propagados de forma seminal e clonal, respectivamente.

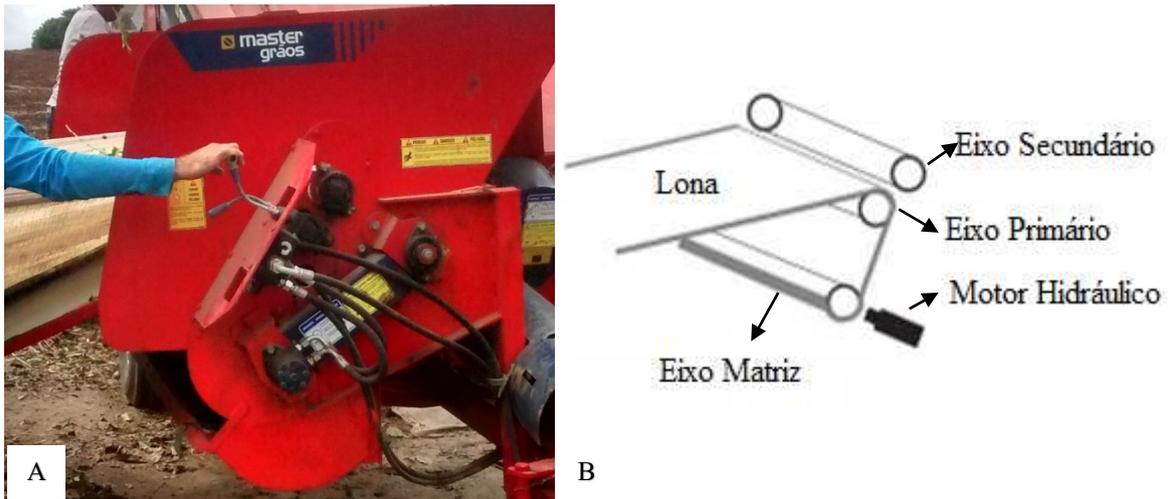


Figura 4 - Sistema hidráulico da recolhedora (A) e mecanismo de recolhimento da lona, tracionados por motor hidráulico (B).

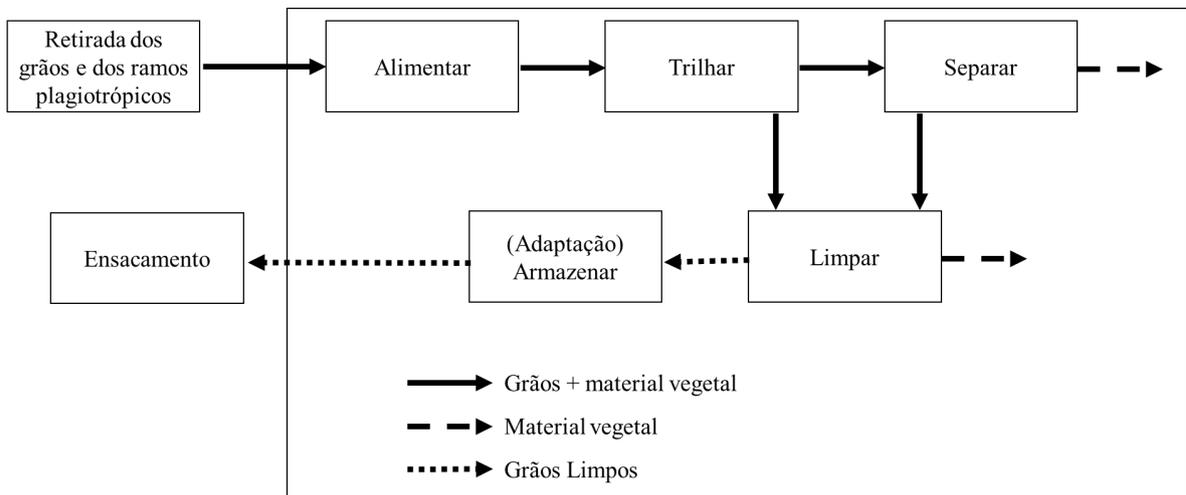


Figura 5 – Fluxograma de operação funcionais da recolhedora.

As etapas que compõem o recolhimento são as seguintes:

Retirada dos grãos e dos ramos plagiotrópicos: Consiste na retirada dos grãos e dos ramos plagiotrópicos da planta que posteriormente será trilhado pela máquina.

Alimentação: Transporte do material pelo sistema de lona, o sistema de alimentação da recolhedora é constituído de uma rosca sem fim que direciona o material e o conduz até o mecanismo trilhador.

Trilha: O mecanismo trilhador da recolhedora têm a função de retirar os grãos dos ramos plagiotrópicos (resultante da poda) e separá-los das demais partes da planta.

Separação e limpeza: Após o mecanismo de trilha, a separação é realizada na grade do côncavo, nas grades do cilindro e nos saca-palhas. A grade do côncavo permite a

passagem dos grãos de café e das impurezas menores. As impurezas mais grossas são transportadas pelo cilindro batedor até o final da máquina e lançadas para fora. Os grãos de café que passaram pelo côncavo são transportados pelas peneiras vibratórias que fizeram a separação das impurezas mais leves melhorando a condição de limpeza.

Armazenamento: Depois de limpo, a rosca transportadora entrega o material ao elevador de grãos que os leva para o condutor que carrega o tanque graneleiro (adaptado).

Ensacamento: Adaptação feita pelo produtor para ensacar os grãos (Figura 6D).



Figura 6 - Entrada do material na recolhedora (A), saída das impurezas mais grossas (B), peneiras vibratórias para separar os grãos de café das impurezas mais leves (C) e ensacamento dos grãos (D).

2.2 Parâmetros técnicos da máquina

Os parâmetros técnicos estimados foram: carga de alimentação da recolhedora trilhadora, tempo de recolhimento da lona, potência requerida pela máquina, consumo específico de energia, capacidade de processamento da máquina, eficiência de limpeza da máquina, índice de danificação e avaliação do nível de ruído.

2.2.1 Carga de alimentação da recolhedora trilhadora

A carga de alimentação foi estimado por meio da massa de plantas presentes em 3,5 metros da lona (Equação 1), e o resultado extrapolado para 70 m. (Equação 2).

$$CA = \frac{Pg}{3,5} \quad (1)$$

CA = Carga de alimentação, kg m⁻¹;

Pg = Massa da carga, kg.

$$CAe = CA \times 70 \quad (2)$$

CAe = Carga de alimentação estimada da lona, kg lona⁻¹.

2.2.2 Tempo de recolhimento da lona

Os tempos de execução foram determinados utilizando-se cronômetro. Determinado a partir do momento em que o operador aciona o pistão hidráulico de recolhimento da lona, até o seu recolhimento por completo, determinado em minuto (min.).

2.2.3 Potência requerida pela máquina

Para determinação da potência requerida, foi consultado o manual da recolhedora modelo Master Grãos CR, fabricada pela MIAC Máquinas Agrícolas, e as especificações do eixo cardan triangular, serie 5000 recomendado para a recolhedora.

A potência requerida teórica para o acionamento do eixo cardan foi calculada pela Equação 3,

$$Pt = \frac{2\pi \times n \times T}{60000} = \frac{2\pi \times 540 \times 1000}{60000} \cong 56,55 \text{ kW} \quad (3)$$

Em que:

Pt = Potência requerida para o acionamento, kW;

n = Rotação do eixo cardan, rpm;

T = Torque no eixo cardan, N.m.

2.2.4 Consumo específico de energia

Após estimar a potência requerida na TDP, estimou-se, conforme ASAE STANDARDS D497.4 (2000) e Magalhães et al. (2006), a potência da TDP equivalente no motor que, multiplicada pelo tempo efetivo de funcionamento, forneceu o consumo de energia. Este, dividido pela carga de alimentação estimada, resultou no consumo bruto de energia por quilograma de biomassa de café. O consumo de energia foi determinado usando a equação (4).

$$C_e = \frac{P_t \times t}{CA_e} \quad (4)$$

Em que,

C_e = Consumo específico de energia, kWh kg⁻¹;

P_t = Potência exigida na TDP, kW;

t = Tempo gasto para o recolhimento, h.

2.2.5 Capacidade de processamento da máquina

A capacidade de processamento efetiva da máquina foi obtida dividindo-se a total de área colhida pelo tempo de trabalho da máquina. Esse tempo de trabalho representa a uma carga horária de oito horas de serviço, conforme observado na Equação 5, sendo obtida em hectare/dia.

$$C_p = \frac{x}{T_e} \quad (5)$$

Em que,

C_p = Capacidade de processamento, ha dia⁻¹;

x = Total da área colhida; ha;

T_e = Tempo efetivo de recolhimento, h.

2.2.6 Eficiência de limpeza da máquina

Foi determinada pela obtenção da massa da amostra inicial, final, do descarte e suas respectivas massas de impureza, sendo a partir delas determinados os respectivos teores de impureza inicial, final e do descarte; e destes valores então foi calculado a eficiência de limpeza em cada repetição, seguindo-se a seguinte metodologia:

Antes de processar o café na máquina, foi retirada uma amostra, e desta separada e pesada toda impureza e massa obtida para determinar o teor de impureza inicial, utilizando a Equação 6.

$$I_i = \frac{M_i}{M_a} \quad (6)$$

Em que:

I_i = Teor de impureza inicial, kg kg^{-1} ;

M_i = Massa total de impurezas, na amostra inicial, kg;

M_a = Massa amostra, kg.

A amostra de café derriçado foi processado pela máquina, e depois foi obtida em cada repetição, uma amostra com aproximadamente um quilograma do material, sendo separada e pesada toda a impureza;

A massa da impureza obtida na amostra de café limpo foi aplicada na Equação 7, determinando o teor de impureza final;

$$I_f = \frac{M_f}{M_a} \quad (7)$$

Em que:

I_f = Teor de impureza final, g g^{-1} ;

M_f = Massa de impurezas presentes junto aos frutos de café limpos, kg;

M_a = Massa amostra, kg.

A massa de frutos de café obtida na amostra do produto de descarte foi aplicada na Equação 8, determinando o teor de impureza no produto descartado.

$$Id = \frac{Md}{Ma} \quad (8)$$

Em que:

Id = Teor de impureza no descarte, g g⁻¹;

Md = Massa de frutos de café presentes no material descartado, g;

Ma = Massa amostra, kg.

Para a determinação da eficiência da máquina em cada tratamento os valores do teor de impureza inicial, final e no descarte, obtidos em cada repetição, foram aplicados na equação de eficiência de peneiras de McCabe e Smith (1976), Equação 9:

$$E = \frac{(Ii - If) \times (Id - Ii) \times [Id \times (1 - If)]}{(Id - If)^2 \times (1 - Ii) \times Ii} \quad (9)$$

Em que:

E = Eficiência de separação, adimensional;

Ii = Teor de impureza inicial da amostra que vai ser limpa;

If = Teor de impureza no café limpo e;

Id = Teor de impureza do resíduo descartado.

2.2.7 Índice de danificação

Para cada repetição, foram retiradas sub amostras de grãos, em partes aleatórias, que depois de misturadas e devidamente limpas, foram reduzidas em um homogeneizador a uma amostra de 300 gramas. Estes grãos foram, então, examinados visualmente. Os grãos danificados, isto é, com danificações mecânicas visíveis foram separados.

O índice de danificações dos grãos durante o recolhimento foi calculado por meio da Equação 10,

$$ID = \frac{PGD}{PTA} \times 100 \quad (10)$$

Em que:

ID = Índice de danificações durante o recolhimento, %;

PGD = Peso dos grãos danificados, g;

PTA = Peso total da amostra, g.

2.3 Avaliação do nível de ruído produzido pelo conjunto trator recolhedora

Utilizando-se um decibelímetro digital da marca Minipa, modelo MSL-1350 nos circuitos de resposta rápida e de equalização “A”, sendo expressos em dB, sendo que o protetor de vento do decibelímetro foi utilizado em todas as medições, foram coletados os níveis de ruído próximo à máquina em um raio de afastamento de 5, 10 e 15 metros de distância, seguindo metodologia normatizada pela NBR 9999 (1987). Os dados foram coletados em quatro pontos (entrada do abastecimento da máquina, saída do material, acoplamento do trator e saída das impurezas).

Os resultados obtidos foram comparados à legislação trabalhista brasileira pertinente (ABNT, 1987).

2.4 Análise estatística

Para avaliar a qualidade do processo foram utilizadas cartas de controle para cada tempo avaliado (MONTGOMERY, 2009). Os limites de controle, inferior (LIC) e superior (LSC), resultaram da análise estatística e foram determinados de acordo com a variabilidade do processo. Os limites de controle permitem inferir se há variação dos resultados devido a causas não controladas no processo (causas especiais, ou seja causas não aleatórias, proporcionadas por fatores externos ao processo), e foram calculados com base no desvio padrão das variáveis, como demonstrado nas Equações 11 e 12.

$$LSC = \mu + 3\sigma \quad (11)$$

$$LIC = \mu - 3\sigma \quad (12)$$

Em que:

LSC = Limite superior de controle;

μ = Média geral da variável;

σ = Desvio padrão;

LIC = Limite inferior de controle.

Foram anotadas as seguintes estatísticas para as variáveis estudadas: média, erro padrão, desvio padrão, coeficiente de variação, coeficiente de curtose, coeficiente de assimetria e intervalo de confiança.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software R (R Core Team, 2018), sendo realizada a análise de variância (ANOVA). Para o fator quantitativo foi feita análise de regressão e para os fatores qualitativos teste de média, para um único fator foi realizado o teste t de Student, com 5% de significância, para verificar a existência de diferenças significativas entre as médias das variáveis analisadas. Quando procedente, aplicou-se o teste de Tukey, também a 5% de significância, para a comparação das médias.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, as variáveis carga de alimentação da colhedora trilhadora, tempo de recolhimento da lona e índice de danificação, não apresentaram diferença significativa em relação aos métodos de propagação do cafeeiro. No entanto, a capacidade de processamento da máquina e a eficiência de limpeza da máquina apresentaram maiores médias em cafeeiros clonais. Os maiores coeficientes de variação foram observados nas variáveis índice de danificação e carga de alimentação da colhedora trilhadora (37,35 e 35,86%, respectivamente), e o menor CV foi observado na eficiência de limpeza da máquina (0,58%).

Tabela 1 - Carga de alimentação da colhedora trilhadora (Carga), tempo de recolhimento da lona (TR), capacidade de processamento da máquina (CP), eficiência de limpeza da máquina (EL) e índice de danificação (ID) em cafeeiro conilon propagado por semente e cafeeiros clonais e seus coeficientes de variação (CV).

Tratamentos	Carga (kg lona ⁻¹)	TR (min.)	CP (ha dia ⁻¹)	EL (%)	ID (%)
Semente	306,70 a	3,19 a	0,70 b	96,24 b	2,97 a
Clones	336,01 a	3,02 a	3,39 a	97,46 a	1,56 a
CV (%)	35,86	15,25	20,36	0,58	37,35

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de Student.

Quanto ao tempo de recolhimento dos grãos em cafeeiros conilon propagado por semente (Figura 7a), a média encontrada foi de 3,06 minutos para os pontos amostrados, no total de 24 pontos dos quais variaram de 2,18 a 4,50 minutos, tendo todas as repetições dentro dos limites. Em cafeeiro conilon clonal (Figura 7b), a média do tempo de recolhimento da lona encontrada foi de 3,14 minutos para os pontos amostrados, com um total de 14 pontos variando de 1,97 a 4,25 minutos, com todas as repetições dentro dos limites.

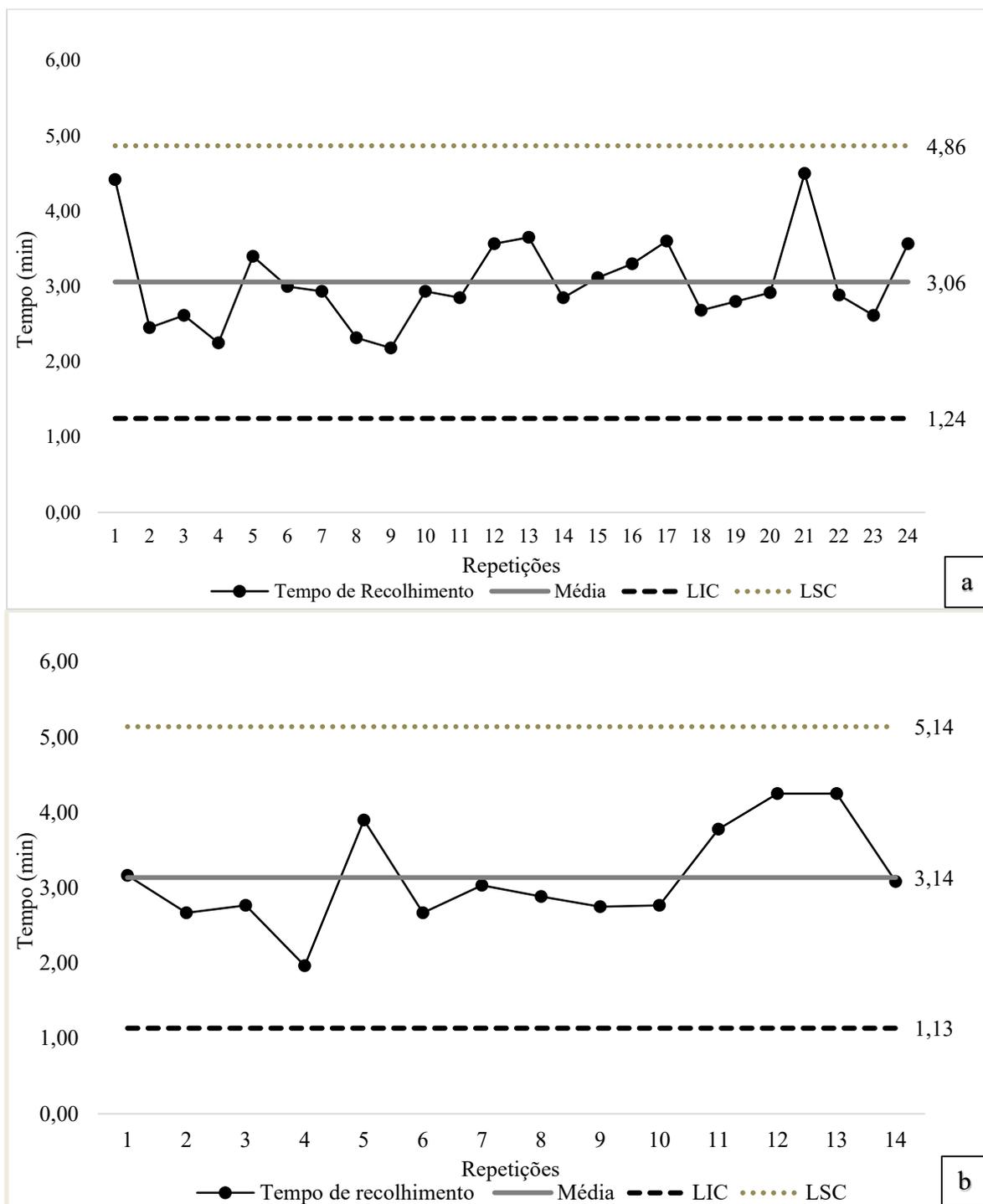


Figura 7 - Média, limite inferior calculado (LIC) e limite superior calculado (LSC) do tempo

de recolhimento da lona em cafeeiro conilon propagado por semente (a) e propagado por clone (b).

Nas cartas de controle para a variável tempo de recolhimento da lona, pode-se observar que o processo está dentro de controle (Figura 7a e 7b), com todos os pontos dentro dos limites, visto que a operação da colheita nas lavouras é constante. Nota-se que houve menor amplitude entre os limites superior e inferior durante o processo de colheita do cafeeiro seminal (Figura 7a), visto que todos os tempos foram próximos da média, exceto o primeiro, que corresponde ao tempo de ajuste da máquina no começo da colheita.

Durante a colheita do cafeeiro clonal (Figura 7b), no qual foi observado a maior amplitude entre os limites superior e inferior, observa-se que a carta de controle apresentou menor número de pontos próximos da média. Essa maior amplitude é devido aos maiores tempos de recolhimento ocorrido no final da carta de controle.

A média do tempo de recolhimento e trilha do grãos em cafeeiro conilon (Figura 8) foi de 3,09 minutos, para os pontos amostrados, no total de 38 pontos dos quais variaram de 1,97 a 4,50 minutos, tendo todas as repetições dentro dos limites, sendo o menor valor proveniente do cafeeiro clonal e o maior valor do cafeeiro propagado por semente.

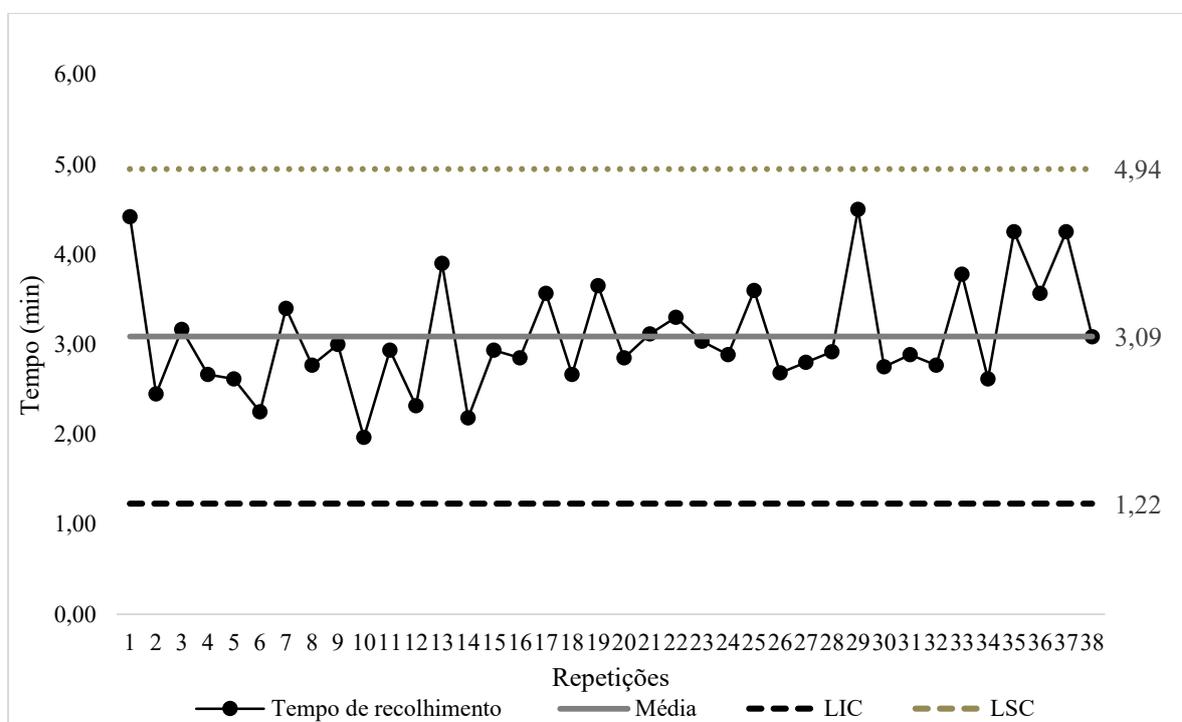


Figura 8 - Média, limite inferior calculado (LIC) e limite superior calculado (LSC) do tempo de recolhimento da lona em cafeeiro conilon.

Na Figura 8, nenhum ponto foi destacado na carta de controle, contudo, pode-se dizer que não houve falha no processo, ou seja, o processo está sob controle estatístico. Segundo Noronha et al. (2011), quando em uma observação há falha em um dos testes para causas especiais, o ponto é destacado na carta de controle, com o número do respectivo erro. Um ponto falho indica que há variação não aleatória nos resultados, variação que ocorre devido a uma causa especial e, portanto, deve ser investigada.

O tempo de recolhimento da lona (Figura 7 e 8), foi estável durante toda colheita do café conilon, apresentando alta variabilidade no processo em decorrência do número de materiais amostrados (seminal, clones: RC1, 02 e mistos), essa alta variabilidade também foi encontrada por Tavares et al. (2015), estudando a qualidade do recolhimento mecanizado do café, observaram que existe alta variabilidade na distribuição do material a ser recolhido, porém, mesmo assim, o processo pode ser considerado estável.

Para realização do experimento a máquina foi ajustada pelo próprio operador para que colhesse toda a área em uma mesma regulagem, uma vez que a safra 2017-2018, foi uma safra de grande produtividade, logo, o cafeeiro seminal e clonal apresentaram comportamentos diferentes (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores médios da capacidade operacional da máquina recolhadora para cafeeiros conilon propagados por semente (Sem.) e clonal, para os parâmetros capacidade de processamento da máquina (CP), eficiência de limpeza da máquina (EL), índice de danificação (ID) e consumo específico de energia (Ce).

Parâmetros de avaliação	3 - 4 Sacas (n=4)		4 - 5 Sacas (n=4)		Acima de 5 Sacas (n=4)	
	Sem.	Clonal	Sem.	Clonal	Sem.	Clonal
CP (ha/dia)	0,909	3,060	0,854	3,363	0,719	4,751
EL (%)	93,828	97,881	95,655	97,708	94,775	97,622
ID (%)	4,999	1,684	2,627	1,284	3,847	1,795
Ce (kWh/kg)	0,194	0,268	0,207	0,208	0,153	0,138

Analisando os parâmetros para o cafeeiro propagado por semente, observa-se que quanto maior o número de sacas recolhidas pela máquina, ou seja, maior produtividade da lavoura, menor a capacidade de processamento da área, uma justificativa para isto, e que os materiais propagados por sementes apresentam grande quantidade de material vegetal, maior eficiência de limpeza com menor consumo específico de energia.

Quando o material é propagado por clone, quanto maior o número de sacas recolhido pela máquina (acima de 5 sacas), maior a capacidade de processamento da área, e

consequentemente, menor o seu consumo específico de energia, isso se deve ao fato da máquina está ajustada para colher grande quantidade de sacas por hectare, apresentando uma eficiência de limpeza igual ao recomendado pelo fabricante que é de 97%.

Os índices de danos nos frutos foram menores nos cafeeiros clonais quando comparados com os cafeeiros seminais, independente do número de sacas recolhido pelo máquina (Tabela 2).

Todas as variáveis foram feitas em faixas de variação, no qual, cada faixa possui quatro repetições, entretanto, a avaliação de coeficientes de variação, como medida de precisão em experimentos, tem sido realizada com relação a diversas culturas. No presente trabalho, sacas de café foram usadas como faixa de classificação para a colhedora e trilhadora de grãos no intuito de avaliar cada variável estudada. Segundo Oliveira et al. (2009) na cultura do feijão, a avaliação da precisão dos experimentos, devem-se utilizar faixas de variação de valores de CV específicas para cada variável resposta. Contudo, os métodos propostos para a construção de faixas pressupõem que os coeficientes de variação tenham distribuição normal, o que nem sempre é verdadeiro.

Para o cafeeiro clonal, com aumento do número de sacas impostas na colhedora o seu consumo específico de energia diminui, chegando a menor média de consumo, que foi de 0,138 (kWh/kg), no entanto, o cafeeiro propagado por semente não apresentou o mesmo comportamento, porém, também obteve a menor média de Ce (0,153 kWh/kg) acima de 5 sacas (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios, erro padrão, desvio padrão, coeficiente de variação (CV), curtose e assimetria do consumo específico de energia (Ce) em cafeeiros conilon propagado por semente (Sem.) e clonal.

Ce (kWh/kg)	3 - 4 Sacas (n=4)		4 - 5 Sacas (n=4)		Acima de 5 Sacas (n=4)	
	Sem.	Clonal	Sem.	Clonal	Sem.	Clonal
Média	0,194	0,268	0,207	0,208	0,153	0,138
Erro Padrão	0,061	0,009	0,006	0,010	0,009	0,014
Desvio Padrão	0,122	0,019	0,012	0,019	0,012	0,028
CV (%)	62,97	6,99	5,95	9,16	12,05	20,29
Curtose	3,740	-4,260	-5,752	-0,899	-0,384	-1,078
Assimetria	-0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

De acordo com Tabela 3, a variável consumo específico de energia (Ce) da colhedora trilhadora de grãos em cafeeiro propagado por semente com a primeira faixa

aplicada a colhedora, ou seja, 3-4 sacas, apresentou o maior coeficiente de variação (62,97%) e conseqüentemente um maior desvio e erro padrão quando comparado com os demais numeros de sacas, tendo a assimetria negativa, o que significa que houve predomínio dos valores baixos das observações, e o intervalo de confiança maior que os demais, o que demonstra que quanto maior o intervalo de confiança menor confiabilidade.

Com relao a curtose, a primeira faixa aplicada a colhedora apresentou curtose leptocúrtica, ou seja, a maior concentrao dos dados estão próximos da mdia e as demais apresentaram distribuio de frequência platicúrtica, ou seja, com curtose menor que zero. Isso indica, nestes casos, a tendência dessas apresentarem maior dispersão em torno da mdia.

A partir da Tabela 4  possível observar comportamento diferente entre os cafeeiros seminais e clonais, enquanto as médias da capacidade de processamento da máquina para o cafeeiro seminal diminui quando aplicado maior número de sacas, para o cafeeiro clonal as médias aumentaram, isso se deve ao fato do cafeeiro conilon seminal ser um material mais robusto e apresentar maior material vegetal (galhos e folhas), por apresentar essa grande quantidade de material vegetal o tempo de recolhimento da lona aumenta, portando, diminui sua capacidade de processamento. O cafeeiro propagado por clones, tem como um dos principais objetivos obter maior produtividade, logo sua relao material vegetal e grãos  menor, fazendo com que a colhedora consiga colher maior número de sacas em menor tempo, fazendo com que sua capacidade de processamento aumente na medida que aumentasse o número de sacas.

Tabela 3 - Valores médios, erro padrão, desvio padrão, coeficiente de variao (CV), curtose e assimetria da capacidade de processamento da máquina (CP) em cafeeiros conilon propagado por semente (Sem.) e clonal.

CP (ha/dia)	3 - 4 Sacas (n=4)		4 - 5 Sacas (n=4)		Acima de 5 Sacas (n=4)	
	Sem.	Clonal	Sem.	Clonal	Sem.	Clonal
Média	0,909	3,060	0,854	3,363	0,719	4,751
Erro Padrão	0,074	0,428	0,156	0,411	0,093	1,093
Desvio Padrão	0,148	0,856	0,312	0,822	0,312	2,187
CV (%)	16,27	27,96	36,54	24,43	25,93	46,02
Curtose	0,637	3,219	-5,828	2,704	0,037	-0,891
Assimetria	-0,010	-0,467	0,000	0,387	0,001	-0,452

A variável capacidade de processamento da máquina, apresentou menor coeficiente de variao (16,27%) em cafeeiro conilon propagado por semente com a primeira faixa

aplicada a recolhadora, ou seja, 3-4 sacas, resultando em um menor erro e desvio padrão, em contrapartida, o cafeeiro clonal acima de 5 sacas, obteve o maior CV (46,02) e consequentemente um maior erro e desvio padrão (Tabela 4).

Com relação a curtose o cafeeiro seminal (4-5 sacas) e o clonal (acima de 5 sacas) apresentaram distribuição de frequência platicúrtica, ou seja, com curtose menor que zero, já o cafeeiro clonal (3-4 sacas) apresentou distribuição mesocúrtica (distribuição normal) e as demais apresentaram distribuição leptocúrtica, ou seja, a maior concentração dos dados estão próximos da média. O cafeeiro seminal e clonal de 4-5 sacas e o seminal acima de 5 sacas, apresentaram curva assimétrica positiva, ou seja, predominou os valores mais altos das observações, no entanto, as demais apresentaram curva assimetria negativa, o que significa que houve predomínio dos valores baixos das observações. O intervalo de confiança foi menor no cafeeiro seminal (3-4 sacas), o que demonstra que quanto menor o intervalo de confiança maior a confiabilidade (Tabela 4).

O cafeeiro clonal apresentou maiores médias de eficiência de limpeza, independente do número de sacas, quando comparado com o cafeeiro seminal. Quando comparado individualmente, o cafeeiro clonal independente do número de sacas não apresentou variação das médias, ficando em torno de 97%, enquanto o cafeeiro seminal apresentou sua maior média de EL na faixa de 4-5 sacas (Tabela 5).

Tabela 4 - Valores médios, erro padrão, desvio padrão, coeficiente de variação (CV), curtose e assimetria da eficiência de limpeza da máquina (EL) em cafeeiros conilon propagado por semente (Sem.) e clonal.

EL (%)	3 - 4 Sacas (n=4)		4 - 5 Sacas (n=4)		Acima de 5 Sacas (n=4)	
	Sem.	Clonal	Sem.	Clonal	Sem.	Clonal
Média	93,828	97,881	95,655	97,708	94,775	97,622
Erro Padrão	1,655	0,110	0,371	0,250	0,230	0,372
Desvio Padrão	3,310	0,220	0,742	0,500	0,742	0,745
CV (%)	3,527	0,224	0,776	0,512	0,486	0,763
Curtose	3,780	-0,965	3,712	-2,915	1,297	-1,017
Assimetria	-7,947	0,009	0,397	0,051	0,012	0,112

De acordo com a Tabela 5, é possível observar que para a variável eficiência de limpeza da máquina o coeficiente de variação foi baixo independente do tipo de propagação (seminal e clonal) e do número de sacas, consequentemente o erro e o desvio padrão foram baixos. Para a curtose do cafeeiro clonal independente do número de sacas, apresentou

distribuição de frequência platicúrtica, com curtose menor que zero, tendo os dados mais distantes da média, entretanto, o cafeeiro seminal (3-4 e 4-5 sacas) apresentaram distribuição mesocúrtica (distribuição normal) e acima de 5 sacas apresentou distribuição leptocúrtica, ou seja, a maior concentração dos dados estão próximos da média.

Os cafeeiros conilon apresentaram curva assimétrica positiva, ou seja, predominou os valores mais altos das observações, exceto o cafeeiro seminal (3-4 sacas) que apresentou curva assimetria negativa, o que significa que houve predomínio dos valores baixos das observações.

A variável índice de danificação, apresentou os menores índices de danos nos frutos nos cafeeiros clonais, independente do número de sacas, quando comparado com o cafeeiro propagado por semente. Quando comparado individualmente, o cafeeiro clonal independente do número de sacas não apresentou variação das médias, ficando em torno de 1%, enquanto o cafeeiro seminal apresentou sua maior média de ID na faixa de 3-4 sacas. Os resultados da Tabela 5 e 6 indicam a existência de uma relação inversa entre a EL e o ID, esse comportamento era esperado, uma vez que quanto menor a eficiência de limpeza da máquina maior o índice de dano, independente do número de sacas (Tabela 6).

Tabela 5 - Valores médios, erro padrão, desvio padrão, coeficiente de variação (CV), curtose e assimetria do índice de danificação (ID) em cafeeiros conilon propagado por semente (Sem.) e clonal.

ID (%)	3 - 4 Sacas (n=4)		4 - 5 Sacas (n=4)		Acima de 5 Sacas (n=4)	
	Sem.	Clonal	Sem.	Clonal	Sem.	Clonal
Média	4,999	1,684	2,627	1,284	3,847	1,795
Erro Padrão	0,935	0,514	0,629	0,451	0,667	0,303
Desvio Padrão	1,869	1,029	1,257	0,903	1,257	0,606
CV (%)	37,40	61,09	47,86	70,33	34,66	33,76
Curtose	0,496	3,343	3,618	-5,868	2,979	2,379
Assimetria	-1,073	0,711	1,106	0,001	1,189	0,170

A partir da Tabela 6, podemos observar que o coeficiente de variação da variável índice de danificação foi alto independente do número de sacas e do tipo de propagação, um dos fatores que pode justificar o alto valor de CV é o fato da amostragem ter sido feita com 300g de grãos. No entanto, segundo Storck et al. (2010) descartar ensaios apenas por ter coeficiente de variação muito alto é uma atitude desaconselhável.

Os cafeeiros conilon apresentaram curtose de distribuição de frequência leptocúrtica,

ou seja, a maior concentração dos dados estão próximos da média, exceto o cafeeiro clonal (4-5 sacas) que apresentou distribuição de frequência platicúrtica, ou seja, com curtose menor que zero.

Os cafeeiros conilon apresentaram curva assimétrica positiva, ou seja, predominou os valores mais altos das observações, exceto o cafeeiro seminal (3-4 sacas) que apresentou curva assimetria negativa, o que significa que houve predomínio dos valores baixos das observações, o que também foi observado para a eficiência de limpeza da máquina.

De acordo com a Tabela 7, por meio da análise variância, verificou-se que a maior média de nível de ruído próximo ao ouvido do operador ocorreu na saída das impurezas (SI), em todas as distâncias estudadas. Isso se justifica pelo fato do sistema de limpeza (Turbina Master Grão) e a descarga das impurezas mais grossas se localizarem na traseira da máquina.

Tabela 6 - Avaliação do nível de ruído (dB) emitido pelo conjunto trator recolhedora em cafeeiro conilon, com relação à posição de entrada do abastecimento da máquina (E), saída do material (SM), acoplamento do trator (A) e saída das impurezas (SI), em um raio de afastamento de 0,5; 10 e 15 metros de distância da máquina.

Posições	Distância da Máquina (m)			
	0	5	10	15
E	90,93 b	82,57 c	78,87 b	77,30 b
SM	86,60 c	78,97 d	76,83 b	72,43 c
A	91,83 b	86,53 b	82,93 a	80,97 a
SI	101,40 a	90,30 a	83,13 a	81,67 a

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas (posições), não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

As menores médias de níveis de ruídos foram observados na saída do material (SM), independente da distância estudada, entretanto, quando o operador estava próximo a máquina (distância 0) o ruído provocado estava acima (86,60 dB) da norma estabelecida pela NR-15 que é de 85 dB para uma exposição máxima diária de oito horas sem protetores auriculares, causando grande desconforto ao operador. Segundo Sales et al. (2015), a segurança no trabalho cabe a cada indivíduo que o realiza, entretanto, é necessário que haja instruções e treinamentos, bem como supervisão das atividades por um técnico responsável, pois, cada trabalhador tem o direito de saber quais são os riscos aos quais está exposto durante a realização de suas atividades, como se proteger dos mesmos, bem como prevenir que acidentes aconteçam (Tabela 7).

Independente da posição que o operador trabalhava, quando ele estava próximo a recolhedora (distância 0), os níveis de ruído provado ultrapassaram o limite estipulado de 85

dB para uma exposição máxima de oito horas diária sem protetores. O mesmo ocorreu quando a distância foi de cinco metros, ou seja, as médias dos ruídos nas posições acoplamento do trator (A) e saída das impurezas (SI) apresentaram níveis de ruído acima do limite estipulado que é de 85 dB. De acordo com Massa et al. (2012), a exposição prolongada ao ruído, pode levar o operador à perda auditiva. Entretanto, para as demais distâncias (10 e 15 metros) fica dispensável ao operador o uso do protetor auricular (Tabela 7).

De acordo com a Figura 9, a medida que aumentou a distância operador-recolhedora diminuiu o nível de ruído, independente da posição estudada. Sendo que a saída das impurezas (SI), apresentou uma maior queda de nível de ruído, com o aumento da distância.

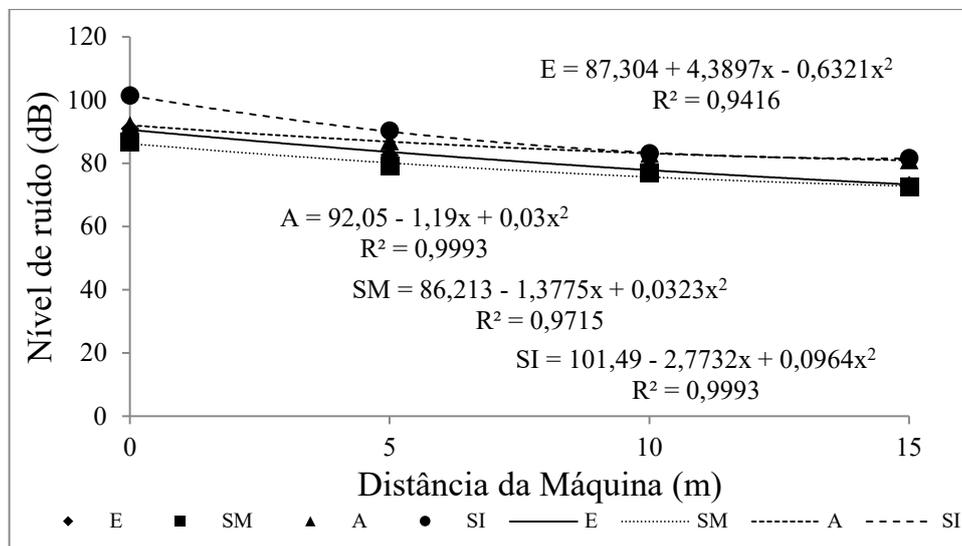


Figura 9 - Nível de ruído produzido pelo conjunto trator recolhedora em cafeeiro conilon, com relação à posição de entrada do abastecimento da recolhedora (E), saída do material (SM), acoplamento do trator (A) e saída das impurezas (SI), em um raio de afastamento de 0,5; 10 e 15 metros de distância da recolhedora.

4 CONCLUSÕES

- Há controle estatístico de processos em relação ao tempo de recolhimento da lona da recolhedora trilhadora para o cafeeiro conilon.
- O consumo específico da máquina é inversamente proporcional a taxa de alimentação para o cafeeiro clonal.

- O aumento na taxa de alimentação proporciona diferença na capacidade de processamento da máquina no cafeeiro propagado por clone e por semente, no primeiro a capacidade de processamento diminui, e no segundo a capacidade de processamento aumenta.
- Os cafeeiros clonais apresentaram menor índice de danificação dos frutos que os cafeeiros seminais.
- Quanto menor a eficiência de limpeza da máquina, maior o índice de danos.
- Independente da posição do operador, próximo da recolhedora os níveis de ruído provado ultrapassaram o limite estipulado. O maior nível de ruído foi na posição SI da recolhedora, independente da distância.

5 REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 9999- **Medição do Nível de Ruído, no Posto de Operação de Tratores e Máquinas Agrícolas**. 1987.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE Standards D497.4**. St. Joseph, Michigan, 2000, p.349-357.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº8, de 11 de junho de 2003**. República Federativa do Brasil, Brasília, Seção 1, 2003, p. 22-29.

BARBOSA, J. A.; SALVADOR, N.; SILVA, F. M. Desempenho operacional de derriçadores mecânicos portáteis em diferentes condições de lavouras cafeeiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 129-132, 2005.

CARVALHO, A.; MEDINA FILHO, H. P.; FAZUOLI, L. C.; GUERREIRO FILHO, O.; LIMA, M. N. A. Aspectos genéticos do cafeeiro. **Revista Brasileira de Genética**, v. 14, n. 1, p. 135-183. 1991.

CASSIA, M. T.; SILVA, R. P.; CHIODEROLLI, C. A.; NORONHA, R. H. F.; SANTOS, E. P. Quality of mechanized coffee harvesting in circular planting system. **Ciência Rural**, v. 43, n. 1, p. 28-34, 2013.

CONAB (Cia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira café**, v. 5, n. 1, 2019, p. 20-42. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>>. Acesso em 07 de fevereiro de 2019.

CUNHA, J. P. B.; SILVA, F. M.; DIAS, R. E. B. A.; LISBOA, C. F.; SILVA, F. M. Viabilidade Técnica e Econômica de diferentes sistemas de colheita do café. **Coffee Science**, v. 11, n. 3, p. 416 - 425, 2016.

EMBRAPA, CAFÉ. Um modelo singular de gestão: a experiência da Embrapa Café junto ao Consórcio Pesquisa Café. **Área de Informação da Sede-Documentos (INFOTECA-E)**, 2010.

ESPINDULA, M. C.; PARTELLI, F. L. Vantagens do uso de clones no cultivo de cafeeiros canéfora (Conilon e Robusta). Porto Velho: **EMBRAPA**, 2011. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/926447/1/doc144cafe.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2019.

FONSECA, A. F. A.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; SAKIYAMA, N. S.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. Discriminant analysis for the classification and clustering of robusta coffee genotypes. **Crop breeding and applied biotechnology**, v. 4, n. 3, p. 285-289, 2004.

MAGALHÃES, A. C.; MARTINS, M. T.; HERRERA, M. P. Construção e avaliação de uma máquina recolhadora de café em terreiro. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, v. 15, n. 2, p. 13-20, 2006.

MASSA, C. G. P.; RABELO, C. M.; MOREIRA, R. R.; MATAS, C. G.; SCHOCHAT, E.; SAMELLI, A. G. P300 in workers exposed to occupational noise. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 78, n. 6, p. 107-112, 2012.

MATIELLO, J. B.; GUIMARÃES, R. J.; ALMEIDA, S. R.; JAPIASSÚ, L. B.; PAIVA, R. N.; GARCIA, A. W. R. **Cultura de café no Brasil**: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA; Varginha: PROCAFÉ, 2010, 542p.

McCABE, W.L., SMITH, J.C. **Unit operations of chemical engineering**. 3. Ed. Tokyo: McGraw-Hill Kogajusha, 1976, 1028p.

MONTGOMERY, D. C. Control charts for variables. **Introduction to statistical quality control**. v. 6, n. 1, p. 226-268, 2009.

NORONHA, R. H. F.; SILVA, R. P.; CHIODEROLI, C. A.; SANTOS, E. P.; CASSIA, M. T. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada diurna e noturna de cana-de-açúcar. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p.931-938, 2011.

OLIVEIRA, E.; SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; SOUZA, Z. M.; CHALFOUN, S. M.; FIGUEIREDO, C. A. P. Custos operacionais da colheita mecanizada do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 827-831, 2007a.

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. 1466-1470, 2007b.

OLIVEIRA, R. L.; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; REIS, R. L. Precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 113-119, 2009.

PARTELLI, F. L.; COVRE, A. M.; OLIVEIRA, M. G.; ALEXANDRE, R. S.; VITÓRIA, E. L.; SILVA, M. B. Root system distribution and yield of 'Conilon' coffee propagated by seeds or cuttings. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 5, p. 349-355, 2014.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2018.

SALES, R. S.; SILVA, F. M.; SILVA, F. C. Doses de ruído a qual estão submetidos operadores de derriçadoras portáteis de café. **Coffee Science**, v. 10, n. 2, p. 169 - 175, 2015.

SILVA, F. M.; MIRANDA, N. B.; SILVA, F. O. Mecanização da colheita viabiliza cafeeicultor. **A Granja**, v. 784, p.60-62, 2014. Disponível em:

<<http://www.edcentaurus.com.br/materias/granja.php?id=5937>>. Acesso em: 15 de agosto 2018.

SOUZA, C. M. A. **Desenvolvimento e modelagem de sistemas de derriça e de abanação de frutos do cafeeiro**. 2004. 123p. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado Engenharia Agrícola) -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

SOUZA, G. S.; SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S.; VERDIN-FILHO, A. C.; INFANTINI, M. B.; KROHLING, C. A. Avanços na mecanização do cafeeiro conilon. **Incaper em Revista**, v. 9, p. 31-41, 2018.

STORCK, L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; LÚCIO, A. D.; MISSIO, E. L.; RUBIN, S. A. L. Avaliação da precisão experimental em ensaios de competição de cultivares de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 572-578, 2010.

TAVARES, T. O.; SANTINATO, F.; SILVA, R. P.; VOLTARELLI, M. A.; PAIXÃO, C. S. S.; SATINATO, R. Qualidade do recolhimento mecanizado do café. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 4, p. 455 - 463, 2015.

TOCI, A. T.; FARAH, A. Volatile fingerprint of Brazilian defective coffee seeds: corroboration of potential marker compounds and identification of new low quality indicator. **Food Chemistry**, v. 153, p. 298-314, 2014.