

## Recomendação para colheita mecânica do café baseado no comportamento de vibração das hastes derriçadoras

### Recommendation for mechanical harvesting of coffee based on vibration behavior settings rods harvesters

Luiz de Gonzaga Ferreira Júnior<sup>1\*</sup> Fábio Moreira da Silva<sup>1</sup>  
Danton Diego Ferreira<sup>1</sup> Ronan Souza Sales<sup>1</sup>

#### RESUMO

A competitividade no mercado agrícola tem tornado intensa a busca pela redução de custo nos processos de produção, como é o caso da colheita do café (*Coffea arabica* L.), que tem migrado da colheita manual para a semi mecanizada e mecanizada. Essa transição proporcionou o surgimento de novas tecnologias e diversos modelos de colhedoras, as quais permitem regulagens que influenciam diretamente na eficiência de derrça. Entretanto, entender o comportamento dinâmico dos componentes e sistemas das colhedoras é de extrema importância para o desenvolvimento de novos produtos e recomendações de regulagem para colheita plena ou seletiva. Nesse contexto, objetivou-se analisar a vibração das hastes derriçadoras de uma colhedora de café, em diferentes regulagens, a fim de entender seu comportamento dinâmico em termos de amplitude e frequência de vibração, e inferir sobre a recomendação de regulagens para a colheita mecânica do café. A metodologia utilizada, baseada na análise dos sinais de vibração das hastes derriçadoras, possibilitou a recomendação de regulagens para a colheita mecânica do café, em função das amplitudes de vibração das hastes derriçadoras. O estudo mostrou que as maiores amplitudes de vibração das hastes no sentido vertical ocorreram para as regulagens de 8 e 10Kgf no freio, na vibração de 950 ciclos min<sup>-1</sup> do cilindro e com hastes de 570mm de comprimento. Os resultados permitem associar o comportamento de vibração das hastes derriçadoras com os objetivos da colheita, plena ou seletiva, apontando qual a regulagem específica a ser utilizada para cada finalidade.

**Palavras-chave:** *coffea arabica* L., colheita mecanizada, regulagem, colhedora.

#### ABSTRACT

Growers need to reduce costs of the coffee production to meet the demand and stay competitive in the market. Such a need has led to the application of mechanization in the coffee harvest (*Coffea Arabica* L.), which is a costly process and requires high cost of manpower, and this last is increasingly scarce. The migration

from manual harvest to semi-mechanized or super-mechanized made new technologies and diverse models of coffee harvesting machines emerge. These coffee harvesting machines have settings that directly influence the harvesting efficiency. To understand the dynamic behavior of coffee harvesting machines components and systems is very important to develop new products, setting and operation norms. In this context, this research aimed to analyze the vibration of the harvester rods of an automatic coffee harvesting, by considering different adjustments, in order to understand its dynamic behavior in terms of amplitude and frequency of vibration, and to infer about adjustment recommendations for the mechanical harvesting coffee. Results showed that the harvesting studied presented larger amplitudes of vibration of stems vertically when set for 8 and 10Kgf of curb, at vibration of 950 cycles min<sup>-1</sup> of cylinder and with the stems of 570mm of length; the highest efficiency occurs when the rods vibrate vertically, promoting greater contact between the rods and side branches and fruit of the coffee plant. Also, the achieved results can be very useful as a guide for adjusting coffee harvesting machines, for research and development of new technologies to the benefit of the grower.

**Key words:** *coffea arabica* L., mechanical harvesting, adjustments, harvester.

#### INTRODUÇÃO

A cafeicultura se destaca mundialmente pela sua importância socioeconômica nos mais diversos setores, direta ou indiretamente. Ela é fonte de renda para os cafeicultores, está presente na mesa como produto para consumo doméstico, estimula o comércio nas cafeterias de muitos países, movimenta o mercado de transportes em decorrência da sua logística de distribuição, gera emprego nas fazendas, armazéns, indústrias de máquinas e equipamentos,

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia (DEG), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Campus Universitário, 37200-000, Lavras, MG, Brasil.  
E-mail: luizdggf@gmail.com. \*Autor para correspondência.

nos portos e também está inserida nos mercados de produtos farmacêuticos e cosméticos.

Juntamente com a demanda pelo produto, a necessidade de produção também cresce. A utilização da mecanização na agricultura é um caminho para o agricultor se manter na atividade e atender à demanda, como é o caso do processo de colheita do café (*Coffea arabica* L.) que, segundo SANTINATO et al. (2014), é um processo oneroso que demanda elevado custo com mão de obra, a qual está cada vez mais escassa. Sobre esse aspecto, 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).

O uso da mecanização agrícola nas diversas operações de campo 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 (OLIVEIRA et al., 2007a). O sistema de colheita mecanizada, segundo KASHIMA (1990), SILVA et al. (2000) e OLIVEIRA et al. (2007b) apresenta menor custo operacional e melhor qualidade dos frutos na cultura cafeeira, comparativamente ao sistema manual.

Segundo CASSIA et al. (2013), 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 regulagem da colhedora, podem acarretar em redução na eficiência da operação, tornando-a mais estressante para a cultura que a colheita manual.

A colheita dos frutos do cafeeiro tem sido realizada por meio de vibrações mecânicas. A partir da associação de fatores como frequência e amplitude de vibração, pode-se transferir energia vibracional suficiente para o desprendimento dos frutos. Dessa forma, a partir do conhecimento das propriedades modais do sistema fruto-pedúnculo, podem-se empregar níveis de frequência e amplitude adequados para a realização da colheita seletiva ou total dos frutos (SANTOS, 2010).

GUEDES (2011) relata que, para o aperfeiçoamento de máquinas destinadas à colheita do café é necessário o conhecimento prévio de detalhes relativos às propriedades mecânicas, geométricas e dinâmicas dos frutos e da planta. Afirma também que a realização de testes experimentais em laboratório, utilizando máquinas apropriadas para analisar o comportamento do sistema fruto-pedúnculo-ramo pode auxiliar o dimensionamento e o projeto de máquinas de colheita.

Assim como é importante na maioria dos estudos apresentados sobre colheita mecânica do café por vibração, o estudo da frequência, da amplitude, da regulagem do freio dos cilindros vibradores, das forças de desprendimento dos frutos e das propriedades mecânicas, geométricas e dinâmicas dos frutos, é também necessário um maior estudo e conhecimento do comportamento dinâmico dos componentes mecânicos responsáveis pela transmissão da vibração aos frutos do café, como, por exemplo, a frequência e amplitude de vibração das hastes vibratórias das colhedoras. O ajuste adequado de frequência e amplitude de vibração das hastes das colhedoras pode levar a uma melhor eficiência de colheita, reduzir os custos com repasse, possibilitar uma melhor colheita seletiva e danificar menos as plantas, reduzindo, portanto, os custos do processo de colheita.

O conhecimento do melhor ajuste das máquinas para a colheita do café beneficia aos cafeicultores e às indústrias de máquinas agrícolas. Os cafeicultores terão uma melhor recomendação de regulagem dos sistemas de derriça, de acordo com o objetivo da colheita. As indústrias de máquinas agrícolas terão como base essas informações para a confecção de seus projetos, visando máquinas mais eficientes e detalhando melhor essas informações de regulagens nos manuais das máquinas.

SALES (2011), avaliando a influência da regulagem do torque dos cilindros vibradores na eficiência de derriça do café e na desfolha das plantas, concluiu que a maior eficiência de derriça foi obtida com regulagens de 42,89N.m (8kgf) de torque nos cilindros, velocidade operacional de 1,6km h<sup>-1</sup> e vibração de 15,8hz (950 ciclos min<sup>-1</sup>).

Com base nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo a recomendação de regulagem dos sistemas de derriça de uma colhedora de café, baseando-se no comportamento dinâmico das hastes derriçadoras através da coleta e análise dos sinais de vibração das hastes. Uma das inovações do trabalho que vale destacar é o uso de prototipagem eletrônica de *hardware* livre na montagem do experimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram desenvolvidos no Departamento de Engenharia, setor de Máquinas e Mecanização Agrícola da Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil. Utilizou-se neste trabalho uma colhedora de café automotriz, modelo K-3 Advance, fabricada pela empresa

Máquinas Agrícolas Jacto S/A. Os tratamentos utilizados na coleta de dados foram:

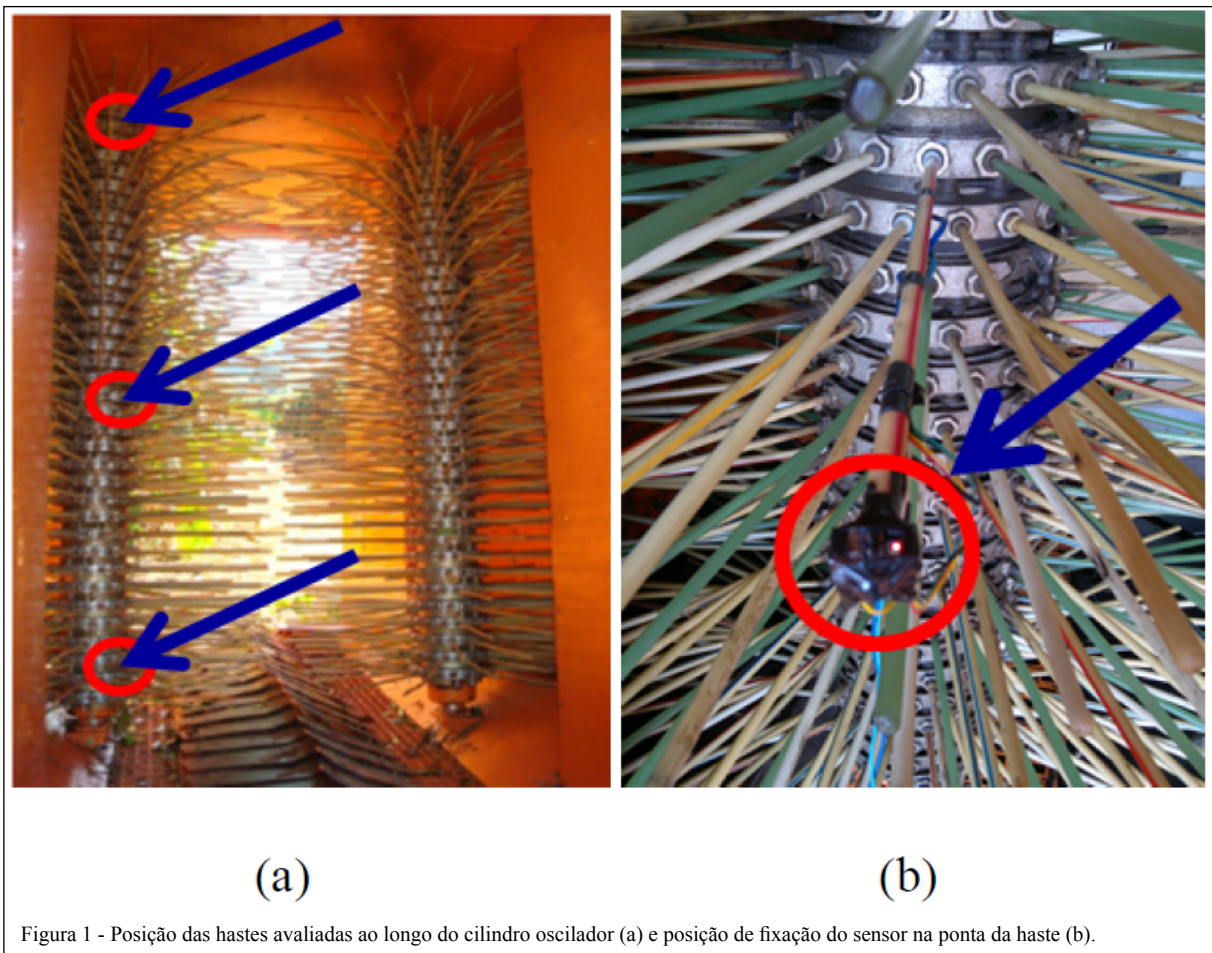
- a) três frequências de vibração do cilindro, sendo 750; 850 e 950 ciclos  $\text{min}^{-1}$ , correspondendo a 12,5; 14,2 e 15,8hz, respectivamente;
- b) três comprimentos de hastes (de 13mm de diâmetro) por cilindro (Figura 1a):  
1ª a 15ª flange: hastes de 570mm;  
16ª a 30ª flange: hastes de 600mm;  
31ª a 36ª flange: hastes de 640mm.
- c) três regulagens no freio do cilindro oscilador: 8, 10 e 12kgf, o que correspondem aos torques de 42,89; 53,61 e 64,33N.m, respectivamente.

A variável resposta estudada neste trabalho foi o deslocamento vertical e horizontal realizado pelas hastes derriçadoras. Os sinais de vibração foram coletados em aceleração ( $\text{m s}^{-2}$ ), utilizando um sensor capacitivo (acelerômetro tri-axial, modelo MMA7361) e um microcontrolador Arduino e, em seguida, armazenados em planilhas eletrônicas. Com auxílio do *software* Matlab®, os sinais foram convertidos em deslocamento

segundo a Nota de Aplicação de Acelerômetros – AN3397 (FREESCALE, 2007). Em seguida, os resultados de deslocamento foram submetidos à análise estatística por meio do software SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2000). O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado por parcelas subdivididas, obtendo um fatorial de  $3 \times 3 \times 3 \times 3$ , referente a dimensões da haste, frequências de vibração do cilindro, regulagem do freio do cilindro e repetições, respectivamente, totalizando 81 tratamentos. Para análise, utilizou-se o teste de Tukey em nível de 5% de significância.

Os sinais de aceleração foram coletados a uma frequência de amostragem de 2.000 sinais a cada 60 segundos, com intervalo de amostragem de 0,03 segundos, o que garante a reconstrução do sinal sem perder a informação da frequência de interesse, a de vibração, de acordo com o Teorema de Nyquist.

O sensor foi fixado na ponta das hastes da 3ª, 18ª e 34ª flange, no sentido da base para o topo do cilindro, conforme mostra a figura 1. Os ensaios concentraram-se em obter informações das hastes de apenas um dos



cilindros, entretanto, durante os ensaios, os dois cilindros permaneceram ligados e nas mesmas condições de regulagem. Estes cilindros possuem os mesmos sistemas de regulagem, porém são independentes.

Os ensaios foram realizados com a máquina parada, a fim de não obter interferência de vibrações provenientes de trepidações, devido à irregularidade da superfície do solo e demais vibrações causadas pelo movimento da máquina.

Para a regulagem do torque dos cilindros, adotou-se a metodologia proposta por SALES (2011), o qual recomenda, como posição de medida para a fixação do dinamômetro, a 3ª haste da base do cilindro e a 450mm do cilindro até a ponta da haste.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os resultados por meio de uma análise de variância por parcelas subdivididas, foi verificado que eles apresentaram significância para a interação entre os tratamentos: Comprimento da haste, Freio e Vibração, tanto para o deslocamento horizontal quanto para o deslocamento vertical, apresentando coeficiente de variação de 10,74 e 12,31% respectivamente. A tabela 1 apresenta os valores médios do deslocamento horizontal das hastes de 640, 600 e 570mm de comprimento em função das diferentes regulagens de freio e vibração.

Observa-se, na tabela 1, que as hastes de 640mm de comprimento apresentaram diferenças significativas sob a influência da regulagem dos freios para as vibrações de 750 e 950 ciclos  $\text{min}^{-1}$ . Na regulagem de vibrações do cilindro a 850 ciclos  $\text{min}^{-1}$ , o deslocamento médio horizontal das hastes não apresentaram diferenças significativas entre si.

Os resultados de amplitude de vibração no sentido horizontal para as hastes de 600mm, estatisticamente não apresentaram influência da regulagem do freio do cilindro dentro de cada vibração. De acordo com a tabela 1, os maiores valores médios de deslocamento horizontal das hastes ocorreram na regulagem de 750 ciclos  $\text{min}^{-1}$ , especificamente a 12kgf de regulagem no freio do cilindro, apresentando deslocamento médio horizontal de 158mm.

O deslocamento horizontal das hastes de 570mm sofreu influência da regulagem do freio nas três vibrações do cilindro, conforme mostra tabela 1. O maior deslocamento médio horizontal ocorreu na vibração de 750 ciclos  $\text{min}^{-1}$  com 12kgf no freio. Na vibração de 950 ciclos  $\text{min}^{-1}$ , não houve diferença significativa entre as regulagens de 10 e 12kgf. Nessa mesma vibração, o menor deslocamento horizontal ocorreu na regulagem do freio a 8kgf (Tabela 1).

A tabela 2 apresenta os valores médios do deslocamento vertical das hastes de 640, 600 e 570mm de comprimento em função das diferentes regulagens de freio e vibração.

Os resultados da tabela 2 apontam maiores valores médios de deslocamento vertical das hastes de 640mm de comprimento para a vibração de 950 ciclos  $\text{min}^{-1}$  do cilindro para as três regulagens do freio. Dentre as três regulagens do freio, a de 10kgf e de 8kgf atingiram maiores médias de deslocamento do que a de 12kgf, não diferindo estatisticamente entre si. Na vibração de 850 ciclos  $\text{min}^{-1}$ , a influência da regulagem do freio não afetou o comportamento de amplitude de vibração das hastes e, na vibração de 750 ciclos  $\text{min}^{-1}$ , a regulagem de 8kgf no freio também apresentou maior valor médio de deslocamento vertical da haste.

Tabela 1 - Valores médios do deslocamento horizontal das hastes.

Comprimento das Hastes (mm)	Freio (kgf)	Vibração (ciclos $\text{min}^{-1}$ )	Deslocamento Horizontal (mm)
640	12	750	52,7 a
	8	750	91,3 b
	10	750	97,3 b
	10	850	83,7 a
	8	850	90,7 a
	12	850	96,3 a
	8	950	55,3 a
	12	950	87,3 b
	10	950	112,7 c
	10	750	144,3 a
	8	750	154,7 a
	12	750	158,0 a
600	12	850	135,0 a
	10	850	139,7 a
	8	850	150,0 a
	12	950	114,0 a
	10	950	119,3 a
	8	950	127,7 a
	10	750	66,0 a
	8	750	96,3 b
	12	750	160,3 c
	10	850	91,3 a
	8	850	106,3 b
	12	850	138,0 c
570	8	950	86,7 a
	12	950	135,0 b
	10	950	143,7 b

Médias seguidas de mesma letra não diferenciaram entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 2 - Valores médios do deslocamento vertical das hastes.

Comprimento das Hastes (mm)	Freio (kgf)	Vibração (ciclos min <sup>-1</sup> )	Deslocamento Vertical (mm)	
640	12	750	2,7 a	
	10	750	3,0 a	
	8	750	10,0 b	
	12	850	5,0 a	
	8	850	5,7 a	
	10	850	7,0 a	
	12	950	8,0 a	
	10	950	16,0 b	
	8	950	19,7 b	
	600	12	750	7,0 a
		10	750	14,0 b
		8	750	22,7 c
12		850	9,0 a	
10		850	16,3 b	
8		850	28,0 c	
12		950	11,7 a	
10		950	29,3 b	
8		950	32,3 b	
570		10	750	3,7 a
		12	750	13,0 b
		8	750	35,3 c
	10	850	3,3 a	
	8	850	7,7 b	
	12	850	14,0 c	
	12	950	16,0 a	
	8	950	44,3 b	
	10	950	45,3 b	

Médias seguidas de mesma letra não diferenciaram entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Pela tabela 2, fica evidente que, para as hastes de 600mm de comprimento, houve um aumento dos valores médios de deslocamento vertical à medida que se diminui o torque no freio do cilindro, independente da vibração ao qual o cilindro foi submetido. Os maiores valores médios de deslocamento vertical dessas hastes ocorreram nas regulagens de vibração do cilindro em 950 ciclos min<sup>-1</sup> e nas regulagens de torque no freio do cilindro em 10kgf e 8kgf, sendo os deslocamentos médios obtidos de 29,3mm e 32,3mm, respectivamente. Estatisticamente, não houve diferença significativa entre essas duas regulagens do freio. A diferença significativa ocorreu entre a regulagem de 12kgf e as de 8kgf e 10kgf, percebendo-se que, à medida

que o torque na regulagem do freio aumenta, a haste tende a vibrar com menores amplitudes verticais.

Assim como nas demais hastes ensaiadas, as hastes de 570mm de comprimento (Tabela 2) apresentaram maiores amplitudes de vibração nas regulagens de vibração do cilindro a 950 ciclos min<sup>-1</sup> e regulagem de torque nos freios em 8kgf e 10kgf, sendo os deslocamentos alcançados de 44,3mm e 45,3mm, respectivamente. Apesar de apresentarem valores diferentes, porém próximos, são considerados estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Na vibração 750 ciclos min<sup>-1</sup> do cilindro, o maior deslocamento vertical médio foi alcançado na regulagem de torque do freio em 8kgf.

Baseado nos resultados da tabela 2, a colhedora apresentou maiores deslocamentos verticais das hastes na regulagem de vibração do cilindro em 950 ciclos min<sup>-1</sup> e torque do freio em 8kgf e 10kgf para os três comprimentos de hastes estudadas, porém, as hastes de 570mm obtiveram maiores amplitudes de vibração, apresentando uma média de deslocamento vertical de 45,3mm. As hastes de 600mm e 640mm apresentaram maior deslocamento médio vertical de 32,3mm e 19,7mm, respectivamente.

As tabelas 1 e 2 mostram que as hastes de 600mm proporcionam um deslocamento maior do que as hastes de 640mm, tanto na horizontal quanto na vertical. A redução do comprimento das hastes de 600mm para 570mm ocasionou maior deslocamento em ambos os sentidos para a maior vibração (950 ciclos min<sup>-1</sup>). Nessa vibração, as regulagens de 10 e 12kgf no freio levaram ao maior deslocamento das hastes na horizontal, enquanto que as regulagens de 8 e 10kgf levaram ao maior deslocamento na vertical.

Cumpramos ressaltar que estes resultados estão em consonância com os resultados obtidos por SALES (2011), que encontrou as maiores eficiências de derriça também para a vibração de 950 ciclos min<sup>-1</sup>, para 8 e 10kgf de regulagem no freio, através de experimentação em campo, utilizando as mesmas configurações da colhedora.

Atualmente, é comum para a colheita mecânica do café, a recomendação de hastes maiores, mais longas, induzindo que essas hastes proporcionarão uma melhor eficiência de derriça, devido a um maior alcance das hastes com os ramos plagiotrópicos da planta. Entretanto, nas condições em que os ensaios foram conduzidos neste trabalho, os resultados indicam maiores chances e condições de se obter maior área de contato das hastes com os ramos plagiotrópicos da planta, por meio da obtenção de maiores deslocamentos das hastes, utilizando hastes de menores comprimentos. Espera-se que maiores

deslocamentos das hastes proporcionem o aumento da transmissibilidade de vibração e do impacto delas com os frutos, levando a melhores eficiências de derriça, o que será investigado em trabalhos futuros pelos autores deste trabalho.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados encontrados e na metodologia utilizada, pode-se concluir que as hastes da colhedora de café estudada apresentou maior deslocamento vertical quando regulada em 8 e 10kgf no freio, vibração de 950 ciclos  $\text{min}^{-1}$  e com 570mm de comprimento. Para as situações onde se busca menor contato das hastes com os frutos, como é o caso da colheita seletiva, os resultados apontaram para uma recomendação da regulagem de 12kgf no freio a 750 ciclos  $\text{min}^{-1}$  de vibração com hastes de 640 ou 600mm e 10kgf no freio a 850 ciclos  $\text{min}^{-1}$  de vibração nos cilindros com hastes de 540mm. Conclui-se também que os resultados encontrados servem de base para uma recomendação mais objetiva da regulagem dos sistemas de derriça, de acordo com a finalidade da colheita, podendo auxiliar na recomendação de regulagem de colhedoras, direcionando as recomendações de comprimento de haste, regulagem do freio e vibração do cilindro, servindo também para a pesquisa e desenvolvimento de novas colhedoras de café.

Vale ressaltar que, para a obtenção dos resultados apresentados, utilizou-se um protótipo eletrônico de *hardware* livre para a coleta de dados, o que proporcionou agilidade e segurança na transmissão e aquisição dos sinais de vibração em um microcomputador.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de Mestrado ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

- CASSIA, M.T. et al. Quality of mechanized coffee harvesting in circular planting system. *Ciência Rural*, v.43, n.1, p.28-34, jan. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782013000100005&script=sci\\_arttext&tlng=en=true](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782013000100005&script=sci_arttext&tlng=en=true)>. Acesso em: 04 mar. 2015. doi: 10.1590/S0103-84782013000100005.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 5.3. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. *Anais...* São Carlos: Sociedade Internacional de Biometria, 2000. p.255-258.
- FREESCALE. **Freescale semiconductor**: application note AN3397. Disponível em: <[http://cache.freescale.com/files/sensors/doc/app\\_note/AN3397.pdf](http://cache.freescale.com/files/sensors/doc/app_note/AN3397.pdf)>. Acesso em: 3 jun. 2014a.
- GUEDES, D.M. **Efeito da utilização de frequências de vibração na faixa de 35 a 55 Hz sobre a eficiência de derriça do café**. 2011. 52f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, MG.
- KASHIMA, T. A colheita mecanizada do café: produtos, desempenho e custos. In: CICLO DE ESTUDOS SOBRE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA, 4., 1990, Campinas, SP. *Anais...* Campinas: UNICAMP, 1990. 1 CD-ROM.
- NYQUIST, H. Certain topics in telegraph transmission theory. *IEEE Transactions*, New York, v.47, p.617-644, 1928.
- OLIVEIRA, E. et al. Influência da colheita mecanizada na produção cafeeira. *Ciência Rural*, v.37, n.5, p.1466-1470, 2007a. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782007000500041](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782007000500041)>. Acesso em: 19 nov. 2014. doi: 10.1590/S0103-84782007000500041.
- OLIVEIRA, E. et al. Custos operacionais da colheita mecanizada do cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.6, p.827-831, 2007b. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v42n6/v42n6a09.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2015. doi: 10.1590/S0100-204X2007000600009.
- SALES, R.S. **Avaliação da regulagem do freio dos vibradores de colhedoras na eficiência de derriça do café**. 2011. 52f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, MG.
- SANTINATO, F. et al. **Café de qualidade**. Cultivar Máquinas, n.138, p.10-13, 2014.
- SANTOS, F.L. et al. Efeito da frequência e amplitude de vibração sobre a derriça de frutos de café. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.4, p.425-431, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662010000400012&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662010000400012&script=sci_arttext)>. Acesso em: 19 nov. 2014. doi: 10.1590/S1415-43662010000400012.
- SILVA, F.M. et al. Mecanização da colheita viabiliza cafeicultor. *A Granja*, v.784, p.60-62, 2014. Disponível em: <<http://www.edcentaurus.com.br/materias/granja.php?id=5937>>. Acesso em: 19 nov. 2014.
- SILVA, F.M. et al. Custo da colheita mecanizada de café com colhedoras automotrizes no Sul de Minas. *Engenharia na Agricultura*, v.8, n.1, p.54-60, 2000. Disponível em: <<http://www.seer.ufv.br/seer/index.php/reveng/issue/>>. Acesso em: 12 jun. 2011.