

Estudo comparativo de hastes derriçadoras de diferentes composições na colheita mecanizada de café

GABRIEL CHAVES ALBERT¹; JOÃO PEDRO LAURETTI¹; JOÃO VICTOR CORRENT¹; DARIO DE ALMEIDA JANÉ²; LARA MARIE GUANAIS SANTOS²

¹ Discente em Mecanização em Agricultura de Precisão na FATEC Pompeia “Shunji Nishimura”, Pompeia-SP, chavesalbertgabriel@gmail.com

² Docentes do curso Mecanização em Agricultura de Precisão, FATEC Pompeia, Pompeia-SP.

RESUMO: Este trabalho tem por objetivo avaliar o comportamento do movimento de oscilação de haste derriçadoras das colhedoras de café. Ao regular o oscilador utilizado para o desenvolvimento do estudo, foram usadas haste de 700 milímetros de duas composições diferentes, modelo (A) fibra de vidro com resina epóxi e modelo (B) fibra de vidro com resina poliéster, instaladas no mesmo simulador, com rotação de trabalho de 800 rpm e 10 kgf⁻¹ de peso da cinta freio, para ambos os modelos. Para facilitar a visualização do movimento, foi aplicado *luminol* apenas nas pontas das hastes e estas foram submetidas a um foco de luz negra, fazendo assim refletir as pontas das hastes. As hastes em movimento foram fotografadas do mesmo ângulo e distância. As hastes de fibra de vidro com resina epóxi, apresentaram visualmente mais homogeneidade no comportamento vibratório ao compararmos com o comportamento com as hastes fabricadas de fibra de vidro com resina poliéster. O modelo B não apresenta uniformidade no seu movimento. Com este estudo, concluir que o material da haste B não mantém uniformidade no movimento produzido. A metodologia utilizada se mostrou promissora para avaliação do comportamento das hastes derriçadoras das colhedoras de café sendo necessários mais estudos com a finalidade de avaliar esta mudança no formato da frequência e seu impacto na planta e na derriça do café.

Palavras-chave: Derriçador de café; Varetas derriçadoras; Resina epóxi; Resina poliéster.

INTRODUÇÃO

A cultura do café *Coffea arabica* tem grande importância no Brasil, por sua ampla capacidade produtiva, posicionando o Brasil como o maior produtor e exportador de café do mundo. A cafeicultura está implantada em diversos estados brasileiros, como Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Paraná, resultando em uma ampla combinação de variedade de grãos (BRAZ. J., 2020).

Com essa grande capacidade produtiva da cafeicultura brasileira, torna-se necessária a otimização do processo de colheita e o sistema de colheita mecanizada apresenta menor custo operacional e melhor qualidade dos frutos na cultura cafeeira e maior rapidez no processo de colheita quando comparado com o sistema de colheita manual (Kashima,1990; Barbosa et al.,2006).

Uma das dificuldades encontradas pelos cafeicultores ao adotarem a colheita mecanizada, é determinar o momento adequado para iniciar a colheita devido a diversidade de cultivares presentes no mercado. Pois cada cultivar apresenta um ciclo diferente e consequentemente os estágios de maturação podem não coincidir, tornando difícil a regulação da colhedora (SILVA et. al, 2013).

Cada estágio de maturação requer uma regulação de máquina adequada, que inclui a determinação da vibração das hastes e a velocidade operacional (SILVA et. al, 2013). Frutos verdes de café, geralmente, requerem mais vibração no momento da colheita e menor velocidade de trabalho, já frutos maduros apresentam maior facilidade ao se desprenderem da planta, requerendo menor vibração (TONGUMPAI, 1993).

O desprendimento do fruto do pé do cafeeiro é feito por meio de vibrações mecânicas, que são geradas pela associação de fatores como frequência e amplitude de vibração das hastes (SANTOS, 2008), tornando assim importante o estudo da frequência, amplitude e regulação do freio dos cilindros vibradores, responsáveis por gerar essa vibração (FERREIRA JÚNIOR, 2015).

As forças de desprendimento dos frutos, as propriedades mecânicas, geométricas e dinâmicas dos frutos também são área que necessitam de mais estudos afim de aumentar o conhecimento do comportamento dinâmico dos componentes mecânicos responsáveis pela transmissão da vibração aos frutos do café (FERREIRA JÚNIOR, 2015).

O componente responsável por essa transferência de vibração para os frutos do café são as hastes, que normalmente são compostas por uma resina e fibra de vidro, no mercado pode-se encontrar uma infinidade de tipos de resina, cada uma com sua característica e finalidade específica. Na prática, a resina tem apenas a função de prender as fibras na posição desejada e promover uma barreira química contra umidade (NASSEH, 2011). Dentre as resinas mais utilizadas destacam-se a resina poliéster e a resina epóxi (FERREIRA JÚNIOR, 2015).

As resinas poliéster são mais abrangentes por serem de baixo custo e uso geral, podem ser apresentadas como ortoftálicas e isoftálicas, se diferenciam pela sua rigidez final, resistência a impacto e a tração, assim como resistência química, sendo a isoftálica

com melhores propriedades (LEVY & PARDINI, 2012). Já a resina epóxi se aplica em casos em que se requer mais técnicas na fabricação de compósitos. Estas resinas propiciam ao material uma combinação de rigidez e tenacidade, elevada temperatura de distorção térmica, resistência ao envelhecimento e ótima resistência química. O único impedimento de competir com as resinas citadas é pelo custo elevado (MARINUCCI, 2011).

Este trabalho tem por objetivo avaliar o comportamento do movimento de oscilação de haste derriçadoras das colhedoras de café.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram desenvolvidos no Centro de Treinamento Jacto (CTJ) em Pompéia-SP. Utilizou-se neste trabalho um simulador (Figura 1) fabricado pela empresa Máquinas Agrícolas Jacto S/A, que nada mais é que uma réplica minimizada dos jogos de osciladores das colhedoras de café. Neste equipamento foram acopladas hastes de diferentes materiais, sendo necessários equipamentos próprios para esta troca (Figura 2B, C, D e E).

Figura 1 - Simulador utilizado para avaliação das hastes



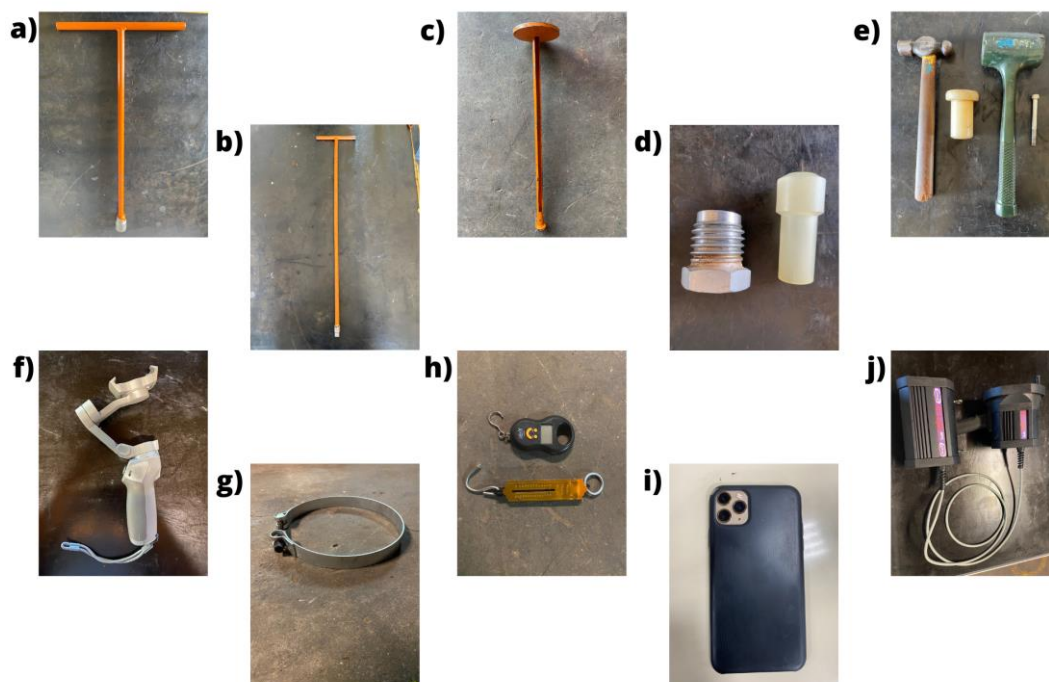
Fonte: Autores

Para o experimento foram utilizadas três hastes derriçadoras de 700 mm de comprimento e 13 mm de espessura para cada tipo de material de fabricação. O Modelo (A) é composto por fibra de vidro e resina epóxi e modelo (B) é composto por fibra de vidro e resina poliéster.

Ambas as hastes foram instaladas no simulador e testadas sob as mesmas condições. Para padronização, o simulador foi regulado seguindo os seguintes parâmetros: o oscilador foi submetido a uma rotação de 800 rpm (Figura 3), valor

intermediário estabelecido pela fabricante, podendo variar das 700 às 1100 rpm e cinta freio a 10 kgf⁻¹, também valor intermediário ao estabelecido pela fabricante, podendo variar entre 8 e 12 kgf⁻¹. Em 10 kgf⁻¹, peso este aferido por uma balança manual (Figura 2H), foi possível travar o oscilador, evitando que ele exercesse seu movimento de rotação, mantendo apenas a vibração das varetas. Ao acoplar as hastes no simulador foi confirmado seus ajustes no flange por meio de um equipamento próprio (Figura 2A e G) evitando interferência no teste final.

Figura 2 - Materiais utilizados para realização do teste



a - Chave T adaptada com ponta de 32mm; b - Chave em T adaptada com ponta de 13mm; c - Dispositivo para auxiliar na retirada da haste; d - Porca e borracha para fixação no flange; e - Martelo, parafuso e batedor de haste; f - Estabilizador de imagem (*gimbal*) da marca DJI; g - Abraçadeira de flange; h - Balança; i - Celular; j - Luz negra;
Fonte: Autores.

Figura 3 – Tacômetro do simulador para visualização da rotação do oscilador



Fonte: Autores

Foi aplicado apenas na ponta das hastes um produto denominado *luminol* (Figura 4). Este produto em contato com a luz negra (Figura 2J) torna-se mais visível e radiante. Os testes foram feitos no período noturno e dentro de uma sala fechada, para minimizar a interferência de qualquer fonte de luz externa, para que a luz negra em contato com o *luminol* fique o mais brilhante e visível, possibilitando melhor visualização do movimento das hastes.

Figura 4 – Aplicação de *luminol* nas pontas das hastes derriçadoras



Figura 5 - *Luminol* utilizado para pintar a ponta da haste para brilhar e visualizar o movimento



Fonte: Autores

Para aquisição das imagens, foi estabelecido uma distância média de 45 cm entre a câmera e as hastes. Para melhor estabilidade na aquisição da imagem foi utilizado um

estabilizador de imagem (*gimbal*) da marca DJI modelo OSMO MOBILE 5 (Figura 2F), onde foi acoplado o aparelho celular *Apple* modelo IPHONE 11 PRO MAX (Figura 2I), responsável pela captura das imagens.

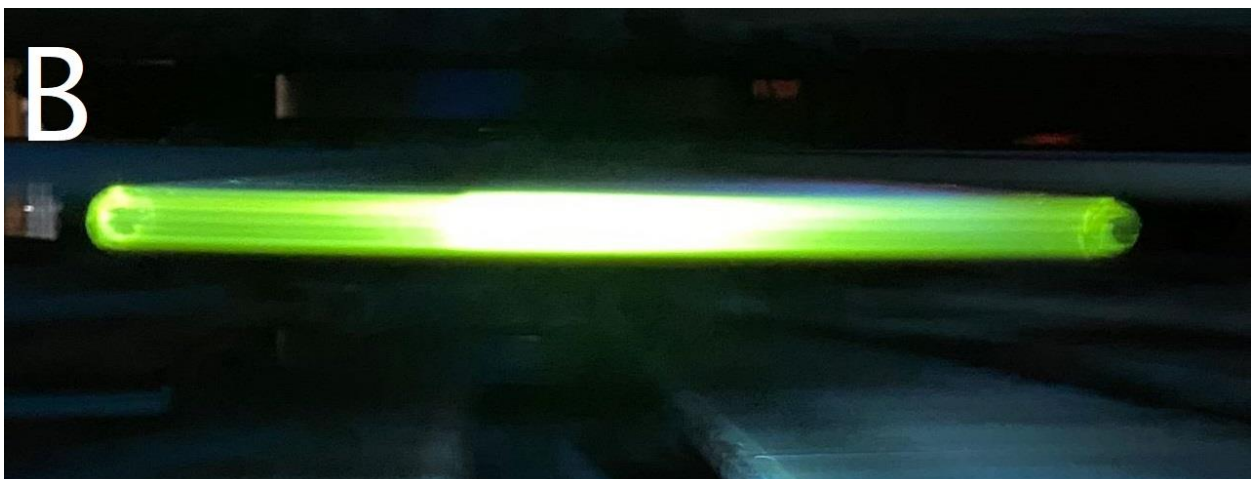
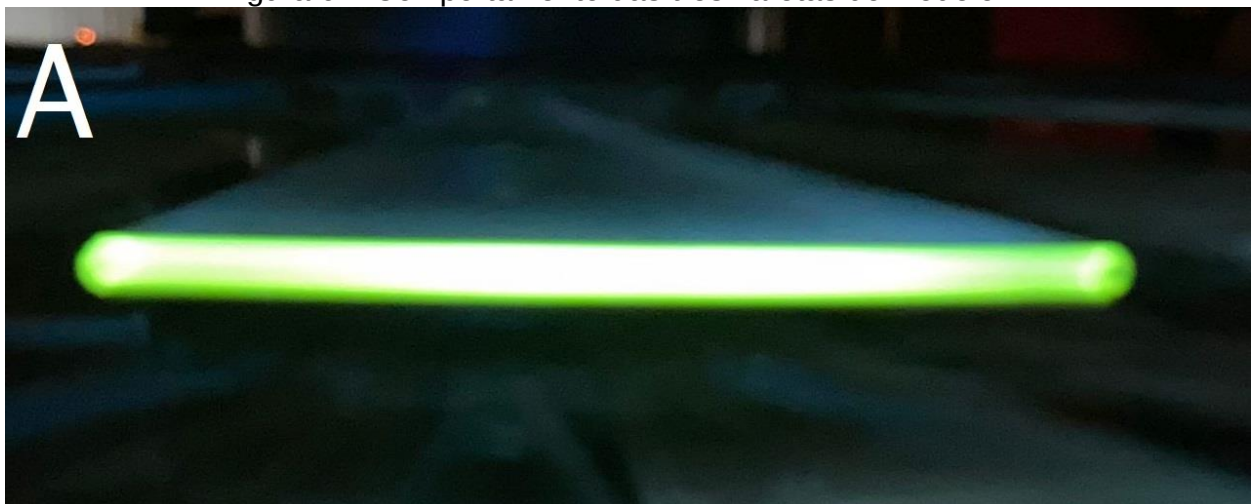
Para iniciar os testes no simulador, foi feito todos os ajustes de regulagens já citados e foi aguardado o óleo do sistema hidráulico chegar na temperatura de trabalho para regular a rotação dos osciladores.

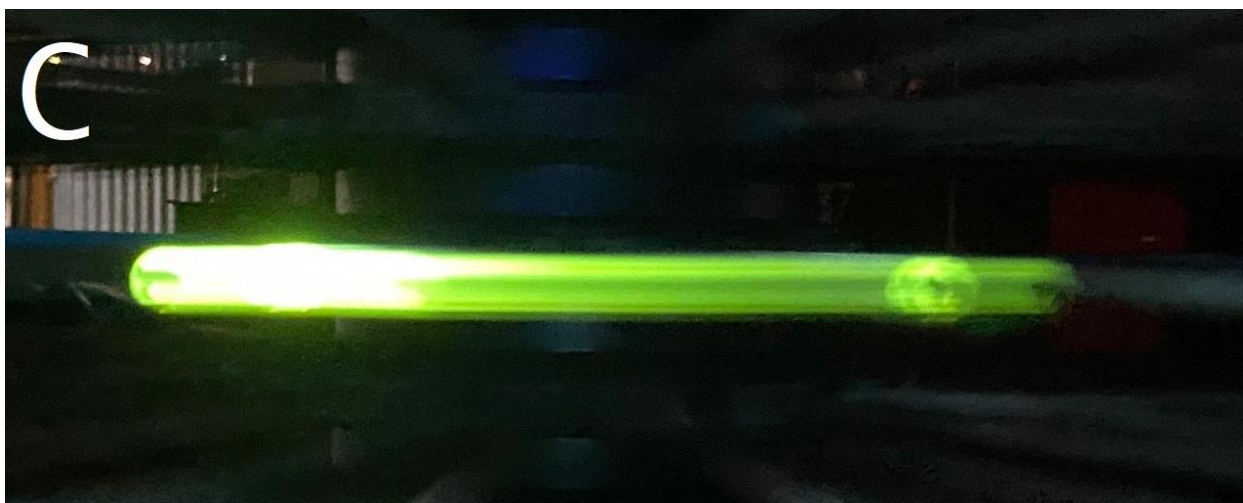
Por fim, as imagens adquiridas foram organizadas separadamente em função do seu componente de fabricação, para facilitar o entendimento das fotos e possíveis conclusões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas figuras 6 e 7 estão apresentadas as imagens reportando o comportamento da vibração das hastes. Onde, a figura 6 corresponde ao Modelo de haste A e a figura 7 corresponde ao modelo de haste B.

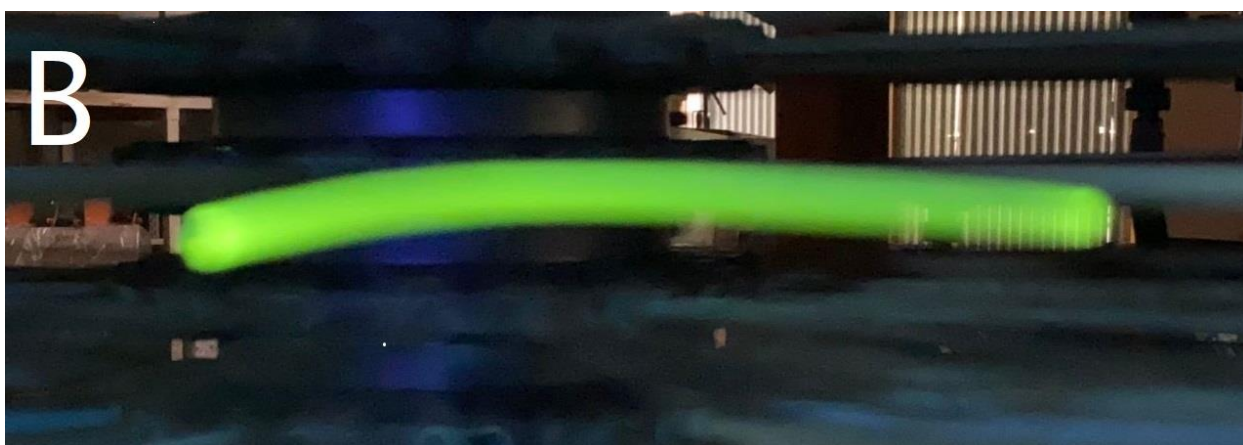
Figura 6 – Comportamento das três varetas do modelo A.

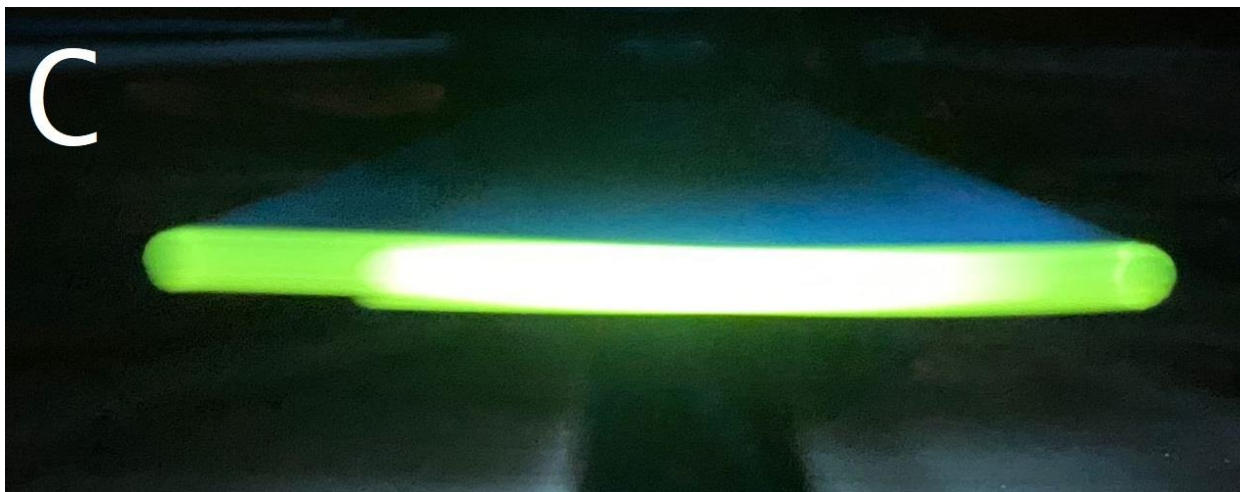




Fonte: Autores

Figura 7 – Comportamento das três varetas do modelo B.





Fonte: Autores

Com as Figuras 5 e 6 é possível observar que há uma boa visualização do comportamento vibratório das hastes, o que significa que a metodologia aplicada se mostra promissora para estudos correlacionados.

Observa-se que os modelos A e B apresentaram comportamentos distintos. Onde o modelo A, cuja fabricação é fibra de vidro com resina epóxi, houve mais homogeneidade visual no comportamento vibratório das hastes testadas. Já ao avaliar o comportamento do modelo B, cujo material de fabricação é fibra de vidro com resina poliéster, o comportamento oscilou ao avaliar as três repetições. Este comportamento pode estar atrelado às características dos materiais de origem e de uma possível falta de padrão no momento da fabricação.

As resinas mais utilizadas atualmente para compósitos reforçados com fibra de alta performance são a poliéster e epóxi, pois apresentam vantagens como facilidade de processamento e boa resistência química (AGARWAL; BROUTMAN; CHANDRASHEKHAR, 2007), sendo que dentre as duas, a resina epóxi apesar de ser mais cara, apresenta vantagens como melhores propriedades mecânicas e melhor resistência à umidade (Callister, 2008). As características do material podem também influenciar na acomodação do mesmo entre as fibras de vidro e sua aderência, com isso podem criar lacunas que afetam seu comportamento e possivelmente sua durabilidade.

Uma colhedora de café utiliza em média 1300 hastes. Extrapolando esta variação visualizada nas hastes testadas para o conjunto total da máquina haverá maior dificuldade em avaliar ou prever um possível dano à planta. Já figura 6, observa-se homogeneidade no comportamento vibratório, este padrão pode facilitar os estudos futuros pois ao se implementar este modelo de haste nas máquinas torna-se mais confiável entender o comportamento do componente.

Por ser fabricada em resina epóxi e apresenta menos variação na vibração pode ser que o desgaste dos componentes que auxiliam na fixação da haste no oscilador seja menor, tendo maior durabilidade trazendo assim ao agricultor um menor custo com manutenção.

O formato da órbita produzida pela haste também é algo importante a ser apontado, na figura 6 o movimento tende a ser mais horizontal, enquanto na figura 7, há maior variação, onde o movimento se assemelha a um símbolo do infinito. É necessário maiores estudos com a avaliação destas hastes a campo com a finalidade de avaliar esta trajetória e seu impacto na planta.

CONCLUSÕES

Com este estudo, concluir que o material da haste B não mantém uniformidade no movimento produzido.

A metodologia utilizada se mostrou promissora para avaliação do comportamento das hastes derriçadoras das colhedoras de café sendo necessários mais estudos com a finalidade de avaliar esta mudança no formato da frequência e seu impacto na planta e na derriça do café.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro de treinamento Jacto (CTJ) pela disponibilidade dos equipamentos utilizados para realização deste trabalho e aos responsáveis pelo CTJ, em especial ao instrutor Paulo Cergilio dos Santos.

REFERÊNCIAS

AGARWAL, B. D., BROUTMAN, L. J. E CHANDRASHEKHARA, K. **Analysis and performance of fiber composites**, Ed. John Wiley & Sons, New Jersey, EUA, 672 p. American Society for Testing and Materials – ASTM, 2007, “Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials”, New York, EUA, Desig. D790. 2007.

Callister Jr., W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**, Tradução de Sérgio Murilo Stamile Soares, Ed. LTC, São Paulo, p. 706. 2008.

FERREIRA JÚNIOR, L. G. **Análise de vibração das hastes de uma colhedora de café**. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Lavras, 2015.

SANTOS, F. L. **Simulação e avaliação do comportamento dinâmico de frutos do cafeeiro na derriça.** 2008. 137 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

LEVY, F. N. PARDINI, L. C. **Compósitos Estruturais: ciência e tecnologia.** São Paulo: Blucher, 2012.

MARINUCCI, G. **Materiais Compósitos Poliméricos: fundamentos e tecnologia.** São Paulo: Artliber Editora, 2011.

MACHADO, A. H. R.; PUIA, J. D.; MENEZES, K. C.; MACHADO, W. **A Cultura do Café (Coffea arabica) em Sistema Agroflorestal.** Revista Baz. J. Anim. Environ., Curitiba, v. 3, n. 3, p. 1367-1379, jul./set. 2020 ISSN 2696-673X

NASSEH, J. **Manual de construção de barcos.** 5.ed. Rio de Janeiro: Barracuda Advanced Composites, 2011.

SILVA, F. C.; SILVA, F. M.; SILVA, A. C.; BARROS, M. M.; PALMA, M. A. Z. **Desempenho operacional da colheita mecanizada e seletiva do café em função da força de desprendimento dos frutos.** Coffee Science, Lavras, v. 8, n. 1, p. 63-70. 2013.

TONGUMPAI, P. **Strategies for machine harvesting of mature coffe (Coffee arabica L.) fruits.** 1993. 177 f. Thesis (Doctor in Fitotecnia) - Oregon State University, Saint Joseph, 1993.