

INTERFERÊNCIA DA COMBINAÇÃO DE MARCHAS E ROTAÇÕES NO RECOLHIMENTO MECANIZADO DE CAFÉ.

Bruno Rocca de Oliveira¹, Tiago de Oliveira Tavares², Gabriel Victoriano de Oliveira³,
Matheus Anaan de Paula Borba⁴, Rouverson Pereira da Silva⁵

RESUMO

O recolhimento mecanizado do café de varrição é uma operação de muita importância na cafeicultura devido ao valor do café que poderia ser comercializado, como também pela quebra do ciclo de pragas que podem prejudicar as safras subsequentes da cultura. Entretanto, a eficiência desta operação apresenta alta variabilidade, desta forma, há necessidade de estudos que demonstrem a relação da recolhedora com cada condição que ela esteja operando. Neste sentido, objetivou-se no presente trabalho avaliar a influência da velocidade de deslocamento e das rotações dos componentes da recolhedora em seu desempenho. O experimento foi realizado no município de Presidente Olegário-MG em lavoura de café com idade de 10 a 11 anos. A área estudada foi caracterizada, apresentando média de 16,5 sacos benef. ha⁻¹ de café presentes no solo para recolhimento. Foram avaliadas as rotações de 1400, 1550, 1700, 1850 e 2000 rpm combinadas com as marchas 1^aA e 2^aA, resultando em diferentes velocidades de trabalho. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados com cinco repetições. As variáveis analisadas foram: eficiência de recolhimento, eficiência de limpeza, perdas de café e porcentagem de impurezas minerais e vegetais. Concluiu-se que, a eficiência de recolhimento foi maior quando se trabalhou com 1700 rpm à 1,26 km h⁻¹ (1^aA), originando assim menores perdas de café na operação, fator preponderante no estudo. Por outro lado, a melhor eficiência de limpeza da máquina foi encontrada quando se utilizou 1850 rpm e 1,37 km h⁻¹ (1^aA).

Termos de indexação: Café de varrição, Superfície de resposta, Mecanização Agrícola.

INTRODUÇÃO

O café é um dos mais valiosos bens comercializados no mundo, representando uma importante fonte de renda e empregos em vários países tropicais, incluindo o Brasil, que é o maior produtor e exportador mundial (DAVIS et al., 2006).

A colheita mecanizada do café acontece em quatro etapas: arruação, colheita – realizada por uma colhedora, compreendendo as operações de derriça, recolhimento, abanação e transporte o recolhimento do café contido nas plantas – varrição e o recolhimento do café presente no solo, comumente chamado de “café de varrição” (TAVARES et al., 2015; SILVA, 2003).

O recolhimento de café é uma operação de grande importância no cenário brasileiro (TAVARES et al., 2015). Quando realizado manualmente, apresenta baixa capacidade operacional e alto custo, sendo muitas vezes inviável (GAGLIANONE, 2015). Desta forma, a mecanização do recolhimento vem aumentando de forma significativa, por apresentar maior capacidade operacional e menor custo (SANTINATO et al., 2015si), entretanto, são escassos os trabalhos analisando a qualidade e eficiência do recolhimento mecanizado do café com as atuais máquinas disponíveis no mercado, dificultando as tomadas de decisões dos profissionais da área (TAVARES, 2016).

¹ Acadêmico em Agronomia, FAFRAM, Ituverava, (16) 993916570, brunorocca1@hotmail.com

² Eng. Agron. Doutorando, UNESP, Jaboticabal, (16) 981410284, tiagooolitavares@hotmail.com

³ Acadêmico em Agronomia, ITES, Taquaritinga, (16) 994241456 gabriellvictoriano@gmail.com

⁴ Eng. Agron. Mestrando, UNESP, Jaboticabal, (16) 981410284, matheuspborba@gmail.com

⁵ Prof. Doutor, UNESP, Jaboticabal, (16) 32097883, rouverson@fcav.unesp.br

Apesar de o recolhimento mecanizado permitir a realização de serviços com maior desempenho e menor custo, a eficiência das recolhedoras ainda é sensível às variações de solo, da lavoura e das próprias condições do material a ser recolhido (TAVARES et al., 2015).

Desta forma, pressupondo-se que a adequação de marchas, rotações e velocidade possam afetar o desempenho da operação de recolhimento mecanizado do café, objetivou-se neste trabalho avaliar por meio das eficiências de recolhimento e de limpeza, assim como a quantidade de café remanescente, o desempenho da recolhedora com diferentes combinações de marchas e rotações do motor.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Presidente Olegário - MG, localizado próximo às coordenadas geográficas latitude 18°05'32" S e longitude 46°28'17" W, com altitude e declividade médias de 839 metros e 3%, respectivamente. O solo da área é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, segundo EMBRAPA (2006) a textura é média, e o clima é classificado como Cwa, de acordo com a classificação de Köppen PEEL et al. (2007). A lavoura utilizada possuía de 11 a 12 anos de idade, com a cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 transplantada em linhas no espaçamento de 4,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas, totalizando 5000 plantas ha⁻¹, irrigada via gotejamento.

Foi avaliada a necessidade e viabilidade da operação de recolhimento mecanizado do café, de acordo com as combinações de cinco rotações do motor em duas marchas de trabalho, sendo as rotações de 1400, 1550, 1700, 1850 e 2000 rpm e as marchas 1ªA e 2ªA. A combinação das rotações com a marcha 1ªA originaram velocidades de 1,06; 1,15; 1,26; 1,37; 1,51 km h⁻¹, respectivamente. Quando combinadas com a marcha 2ªA originaram velocidades de 1,50; 1,65; 1,83; 1,98; 2,15 km h⁻¹. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, em quatro entre linhas da cultura, sendo que cada rua representava um bloco, totalizando cinco repetições.

Anteriormente ao recolhimento, foi realizada a operação de varrição, com o intuito de enleirar ao centro da rua todo o material presente no solo, inclusive o café, deixando em condições favoráveis para que se realizasse o recolhimento. A varrição foi efetuada por um conjunto mecanizado composto por um arruador-soprador 2x1 (duas linhas x 1 rua) da marca Varre Tudo acoplado a um trator 4x2 TDA com potência nominal de 55,2 kW (75 cv), com velocidade média de 2,5 km h⁻¹ e 540 rpm na tomada de potência (TDP) do trator.

Em seguida, realizou-se a caracterização da área, avaliando as quantidades de impurezas vegetais, minerais e café presente nas leiras. Cada avaliação contou com área amostral de 30m², onde foi coletado todo o material presente na leira assim como separado e quantificado para caracterização. A área apresentou média equivalente a 16,5 sacos benef. ha⁻¹.

O recolhimento foi realizado com o auxílio de uma recolhedora Master Café 2 tracionada por um trator 4x2 TDA com potência nominal de 55,2 kW (75 cv), trabalhando com velocidades e rotações variando de acordo com os tratamentos estabelecidos.

Como parâmetros de avaliação foram utilizadas as variáveis perdas no recolhimento, eficiência de recolhimento, impureza mineral, impureza vegetal e eficiência de limpeza. A eficiência de recolhimento foi realizada por meio da caracterização das perdas de café, conforme a Equação 1. As perdas no recolhimento foram mensuradas com o auxílio de uma armação de área equivalente a 1,8m², que

¹ Acadêmico em Agronomia, FAFRAM, Ituverava, (16) 993916570, brunorocca1@hotmail.com

² Eng. Agron. Doutorando, UNESP, Jaboticabal, (16) 981410284, tiagoollitavares@hotmail.com

³ Acadêmico em Agronomia, ITES, Taquaritinga, (16) 994241456 gabriellvictoriano@gmail.com

⁴ Eng. Agron. Mestrando, UNESP, Jaboticabal, (16) 981410284, matheuspborba@gmail.com

⁵ Prof. Doutor, UNESP, Jaboticabal, (16) 32097883, rouverson@fcav.unesp.br

abrange a largura de atuação da plataforma de recolhimento, coletando-se todo o café presente no interior da armação para posterior quantificação. Durante a operação foram coletadas amostras equivalentes a 1 litro na saída do elevador, dentro do tanque graneleiro, nos tratamentos para a avaliação das quantidades de impurezas minerais e vegetais, assim como da eficiência de limpeza, expressa pela Equação 2. As impurezas minerais e vegetais foram separadas com o auxílio de peneiras e em seguida quantificadas de acordo com os tratamentos, sendo expressas pelas Equações 3 e 4, respectivamente.

$$ER = \frac{\text{massa do café presente na área} - \text{perdas}}{\text{massa do café presente na área}} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

$$EL = \frac{\text{massa do café}}{\text{massa total da amostra}} \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

$$IM = \frac{\text{massa de imp. mineral}}{\text{massa total da amostra}} \times 100 \quad \text{Equação 3}$$

$$IV = \frac{\text{massa de imp. vegetal}}{\text{massa total da amostra}} \times 100 \quad \text{Equação 4}$$

ER = Eficiência de Recolhimento (%)

EL = Eficiência de Limpeza (%)

IM = Impurezas Minerais (%)

IV = Impurezas Vegetais (%)

Os dados foram submetidos a análise de superfície de resposta, utilizando o software MINITAB[®] e expressos graficamente encontrando os pontos de máximas e mínimas para as variáveis estudadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando-se a Figura 1 constata-se que, para a marcha 1^aA, as menores perdas e a melhor eficiência de recolhimento aconteceram quando se trabalhou próximo da combinação de 1,26 km h⁻¹ e 1700 rpm, enquanto que a melhor eficiência de limpeza e menores valores próximos de impurezas minerais foram observados para a combinação de 1,37 km h⁻¹ com 1850 rpm. Por outro lado, a menor porcentagem de impurezas vegetais ocorreu quando se trabalhou a 1,51 km h⁻¹ e 2000 rpm, o que pode ser explicado pelo aumento das rotações do exaustor para 1691 rpm, originando maior fluxo de massa e melhor qualidade de limpeza de impurezas dessa categoria.

A melhor eficiência de recolhimento, fator que implica em menores perdas de café, pode ser explicada pelo fato da rotação de 1700 rpm ser aquela que proporciona 540 rpm na tomada de potência, garantindo a velocidade mais adequada da esteira recolhadora, enquanto que a velocidade de 1,26 km h⁻¹ se mostrou em rotações próximas a esta, tornando-se a mais indicada para o recolhimento mecanizado do café.

A eficiência de limpeza por sua vez parece estar fortemente influenciada pela capacidade da máquina em eliminar impurezas vegetais e minerais, uma vez que os gráficos destas três variáveis (Figura 1b, 1c e 1d, respectivamente) apresentaram comportamentos semelhantes.

¹ Acadêmico em Agronomia, FAFRAM, Ituverava, (16) 993916570, brunorocca1@hotmail.com

² Eng. Agron. Doutorando, UNESP, Jaboticabal, (16) 981410284, tiagooolitavares@hotmail.com

³ Acadêmico em Agronomia, ITES, Taquaritinga, (16) 994241456 gabriellvictoriano@gmail.com

⁴ Eng. Agron. Mestrando, UNESP, Jaboticabal, (16) 981410284, matheuspborba@gmail.com

⁵ Prof. Doutor, UNESP, Jaboticabal, (16) 32097883, rouverson@fcav.unesp.br

De acordo com Tavares et al. (2015), a operação de recolhimento realizada em menores marchas deve ser utilizada quando se tem grande quantidade de café (10 a 20 sacas ben. ha⁻¹), possibilitando que a recolhedora consiga ter tempo suficiente para recolher e processar o café e as impurezas, tendo assim uma melhor eficiência. Os mesmos autores citam que a operação é altamente influenciada pelas características das leiras e do terreno em que se é trabalhado. Para Tavares et al. (2016) a declividade do terreno mais acentuada também aumenta o número de perdas, por outro lado, não influencia significativamente da eficiência de limpeza.

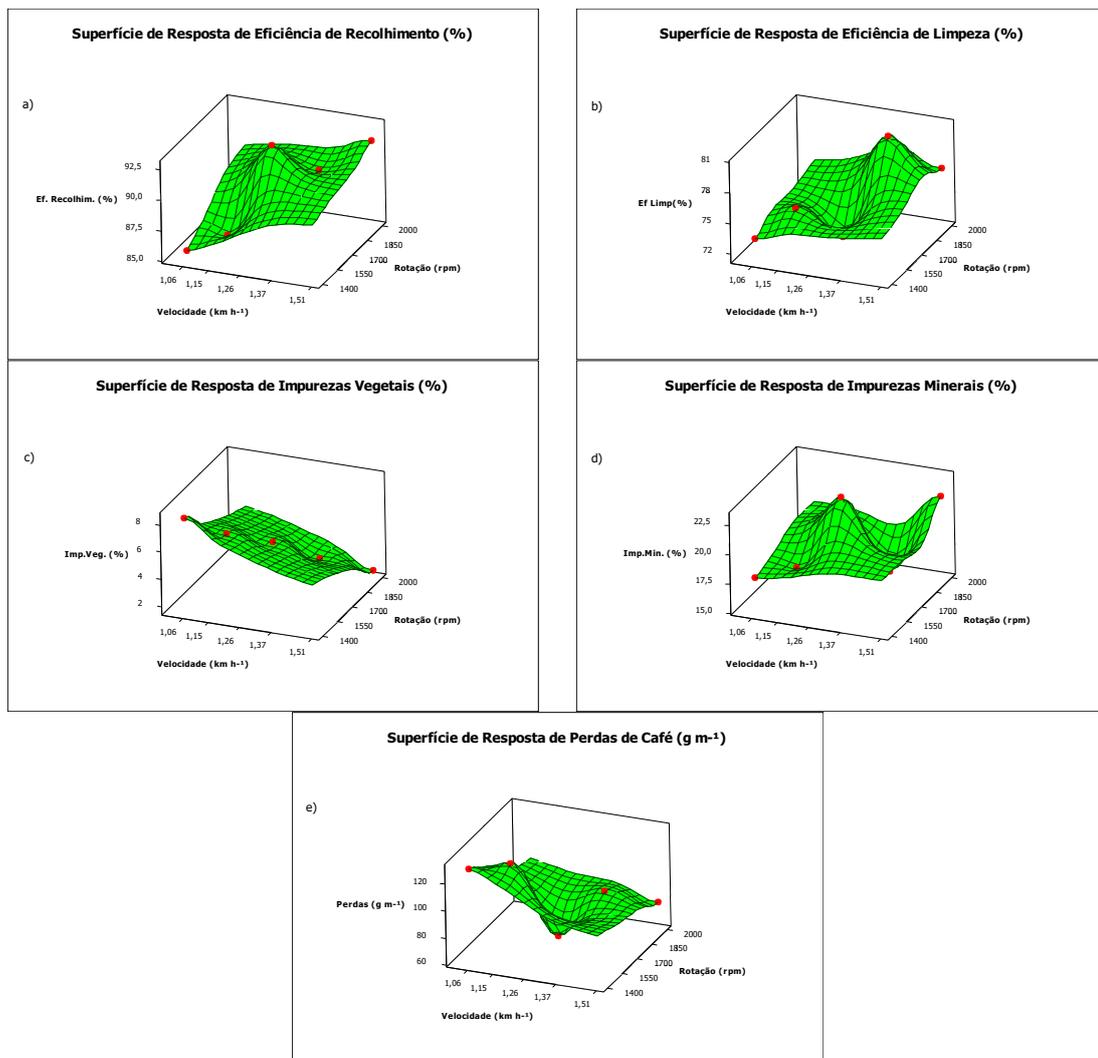


Figura 1. Superfícies de Resposta para a marcha 1^aA. a) Eficiência de recolhimento b) Eficiência de limpeza c) Impurezas vegetais d) Impurezas minerais e) Perdas de café.

Analisando a Figura 2, constata-se que a melhor eficiência de recolhimento (a) ocorreu quando a velocidade de deslocamento e as rotações do motor foram de 1,50 km h⁻¹ e 1400 rpm, respectivamente. A mesma combinação originou também as menores perdas de café (e) e a menor porcentagem de impurezas vegetais (c) na operação. Em contrapartida, a maior eficiência de limpeza (b) foi apresentada pela combinação de 1,83km h⁻¹ e 1700 rpm, a qual expressou também a menor porcentagem de impurezas minerais (d).

¹ Acadêmico em Agronomia, FAFRAM, Ituverava, (16) 993916570, brunorocca1@hotmail.com

² Eng. Agron. Doutorando, UNESP, Jaboticabal, (16) 981410284, tiagoolitavares@hotmail.com

³ Acadêmico em Agronomia, ITES, Taquaritinga, (16) 994241456 gabriellvictoriano@gmail.com

⁴ Eng. Agron. Mestrando, UNESP, Jaboticabal, (16) 981410284, matheusporba@gmail.com

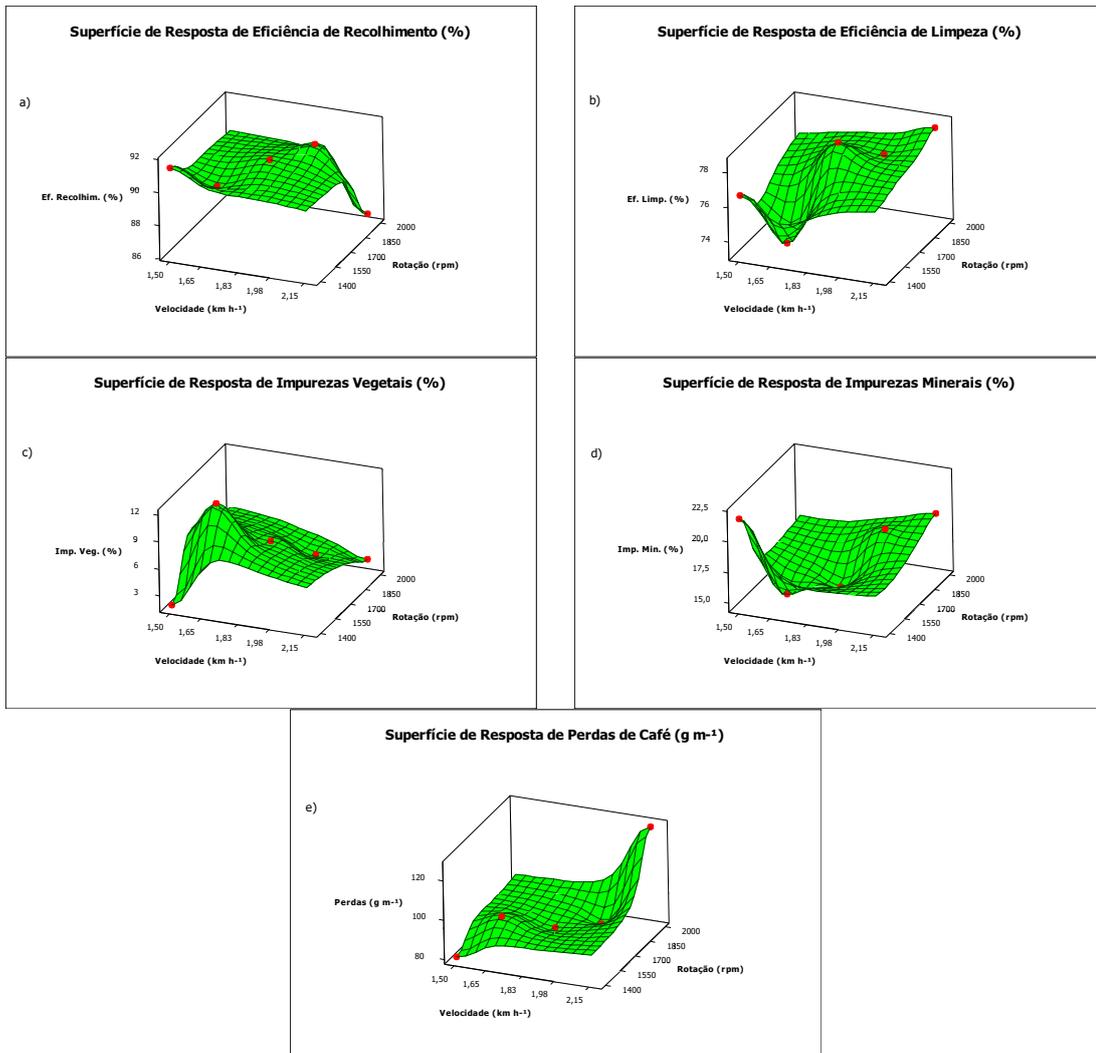
⁵ Prof. Doutor, UNESP, Jaboticabal, (16) 32097883, rouverson@fcav.unesp.br

A maior eficiência de limpeza pode ser explicada pelo fato de a combinação velocidade e rotação do motor originarem 432 rpm no cilindro axial da recolhedora, parte da máquina onde ocorre a separação inicial do café das impurezas presentes.

Apesar de a eficiência de recolhimento da recolhedora diminuir para 86,3% no ponto de 2000 rpm, todos os valores apresentados mostraram-se superiores aos encontrados por Tavares et al. (2015), variando de 79,2 a 81,2% em uma lavoura com grande quantidade de café a ser recolhido (18 sacos ha⁻¹). Apesar de a rotação do motor não influenciar na eficiência de recolhimento como visto pelo mesmo autor, pode-se observar que houve um ponto discrepante nos valores de 2000 rpm, o que pode indicar uma possível queda de eficiência em rotações acima da mesma.

No que diz respeito à eficiência de limpeza observa-se que quando em baixa velocidade e rotação há uma clara influência das impurezas vegetais (Figuras 2 b e 2 c), enquanto que para altas velocidades e rotações a eficiência de limpeza é mais fortemente afetada pelas impurezas minerais (Figuras 2 b e d).

A baixa porcentagem de impurezas vegetais no ponto de 1400 rpm e 1,51 km h⁻¹ pode ser explicada pelo fato de as impurezas minerais apresentarem altos valores para o mesmo ponto, reduzindo assim a quantidade de impurezas vegetais por estarem expressas em porcentagem.



¹ Acadêmico em Agronomia, FAFRAM, Ituverava, (16) 993916570, brunorocca1@hotmail.com
² Eng. Agron. Doutorando, UNESP, Jaboticabal, (16) 981410284, tiagooolitavares@hotmail.com
³ Acadêmico em Agronomia, ITES, Taquaritinga, (16) 994241456 gabriellvictoriano@gmail.com
⁴ Eng. Agron. Mestrando, UNESP, Jaboticabal, (16) 981410284, matheusporba@gmail.com
⁵ Prof. Doutor, UNESP, Jaboticabal, (16) 32097883, rouverson@fcav.unesp.br

Figura 2. Superfícies de resposta para a marcha 2ªA. a) Eficiência de recolhimento b) Eficiência de limpeza c) Impurezas vegetais d) Impurezas minerais e) Perdas de café.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que, a combinação da velocidade 1,26 km h⁻¹ com 1700 rpm possibilitou menores perdas de café, conseqüentemente aumentou a eficiência de recolhimento da colhedora.

Os melhores resultados de eficiência de limpeza foram apresentados pela combinação entre a marcha 1,37 km h⁻¹ e 1850 rpm, a qual também apresentou as menores porcentagens de impurezas minerais.

As menores porcentagens de impurezas vegetais foram encontradas quando se trabalhou com velocidade em torno de 1,50 km h⁻¹, sendo na marcha 1ªA à 2000 rpm e na marcha 2ªA à 1400 rpm.

REFERÊNCIAS

DAVIS, A. P.; GOVAERTS, R.; BRIDSON, D. M.; STOFFELEN, P. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 152, n. 4, p. 465-512, 2006.

GAGLIANONE, C.D. **Qualidade operacional do recolhimento mecanizado do café de varrição**. 2015. (TCC de Graduação em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal, 38 p., 2015.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*. **European Geosciences Union**. v. 4, n. 2, p.439-473.

SANTINATO, F.; RUAS, R.A.A.; SILVA, R. P.; CARVALHO FILHO, A.; SANTINATO, R. Análise econômica da colheita mecanizada do café utilizando repetidas operações da colhedora. *Coffee Science*, v. 10, p. 402, 2015.

SILVA, F.M.; SALVADOR, N.; RODRIGUES, R.F.; TOURINO, E.S. Avaliação da colheita do café totalmente mecanizada. **Engenharia Agrícola**, v.23, n.2, p.309-315, 2003.

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.

TAVARES, T. O. **Recolhimento mecanizado do café em função do manejo do solo e da declividade do terreno**. 2016 (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, 58 p., 2016.

¹ Acadêmico em Agronomia, FAFRAM, Ituverava, (16) 993916570, brunorocca1@hotmail.com

² Eng. Agron. Doutorando, UNESP, Jaboticabal, (16) 981410284, tiagooolitavares@hotmail.com

³ Acadêmico em Agronomia, ITES, Taquaritinga, (16) 994241456 gabriellvictoriano@gmail.com

⁴ Eng. Agron. Mestrando, UNESP, Jaboticabal, (16) 981410284, matheusporba@gmail.com

⁵ Prof. Doutor, UNESP, Jaboticabal, (16) 32097883, rouverson@fcav.unesp.br