

## Sistemas

# Viabilidade técnica e econômica da colheita mecanizada do café

Fábio Moreira da Silva, Flávio Castro da Silva, Felipe Oliveira e Silva e Davi Hipólito da Silva\*



ANNALTI

Colheita mecanizada utilizando colhedora automotriz; Jacuí, MG, 2010

A viabilidade da cafeicultura depende, entre outros fatores, da redução dos custos da colheita, que representa entre 30% e 40% dos custos totais de produção. A disponibilidade da mão de obra diminui, gradativamente, devido à redução da população rural. No sul de Minas, onde a colheita se processa em 75 dias, são mobilizados, temporariamente, 310 mil trabalhadores para a região (Figura 1a e 1b). A mão de obra é um gargalo do processo produtivo, sobretudo nesta última década. A maior crise aconteceu em 2008, quando não havia trabalhadores nem máquinas suficientes, o que levou os cafeicultores a buscarem alternativas, como a semimecanização e a mecanização. Entre os benefícios da colheita mecanizada, se destacam a rapidez e, sobretudo, a redução de custo da saca de café.

## SISTEMAS DISPONÍVEIS

- Manual – É o sistema convencional e também o mais utilizado, em que as diversas operações da colheita são realizadas a partir do trabalho braçal.
- Semimecanizado – Consiste na utilização associada do trabalho braçal e de máquinas, para execução das operações de colheita. É um sistema que tende a crescer em atendimento aos pequenos e médios produtores.
- Mecanizado – Usa colhedoras que realizam, simultaneamente, operações de derriça, recolhimento, abanação e ensaque ou armazenamento a granel do café colhido. Esse sistema se limita às propriedades com relevos favoráveis, e não dispensa totalmente o uso de mão de obra, pois as máquinas não colhem 100% dos frutos. Precisam ser feitos,

manualmente, o repasse e o recolhimento do café do chão.

- Supermecanizado – Surgiu em 2000; nele, todas as operações da colheita são feitas mecanicamente, a começar pela arruação, seguida por duas passadas da colhedora na lavoura, para uma coleta seletiva, sem necessidade de repasse. Finalmente, faz-se a varrição e o recolhimento mecânico do café do chão. A aplicação deste sistema é limitada, pois depende de boa topografia e alto investimento em máquinas.

## CUSTOS

Nas regiões em que predominam pequenas e médias propriedades, com relevo e arquitetura das lavouras que dificultem o uso das colhedoras, a tendência é a expansão do sistema semimecanizado,

FIGURA 1A | COLHEITA MANUAL REALIZADA NA REGIÃO DO SUL DE MINAS



FIGURA 1B | COLHEITA MANUAL REALIZADA NA REGIÃO DO SUL DE MINAS



das operações de derriça e abanação. Em regiões com relevo plano e em propriedades maiores, o sistema mecanizado está em expansão. A mecanização na cafeicultura é um processo relativamente novo, e tem-se que definir os parâmetros para cálculo de seu custo operacional, em diferentes sistemas de colheita, sobre o qual há poucas referências. Os custos da utilização de máquinas agrícolas são compostos por dois componentes básicos: custos fixos (CF) e custos variáveis (CV), em que o custo total é a soma de ambos ( $CT = CF + CV$ ) (Mialhe, 1974). Os custos fixos ou custos de propriedade são aqueles que devem ser debitados, independentemente do uso da máquina. Estes custos não variam com a intensidade do uso e têm duração de longo prazo. Os componentes desses custos são a depreciação (D), os juros sobre o capital (J), o custo de seguro (S) e pode-se, ainda, incluir o custo de alojamento (A), sendo  $CF = D + J + S + A$ .

A depreciação se refere à desvalorização em função do tempo. Se uma máquina

for pouco utilizada, sua depreciação ocorrerá pela obsolescência; se for intensamente utilizada, a depreciação ocorrerá pelo desgaste. Os juros referem-se à remuneração do capital investido na aquisição da máquina. Algumas alterações são adotadas sobre a metodologia proposta por Silva et al. (2012), em que a “depreciação e os juros” é substituída pela “amortização”, e o valor de “sucata”, normalmente fixado em 10% do valor de aquisição, substituído por valores atualizados de “descarte”, com base em pesquisa de mercado, pois 10% são um percentual inferior ao preço que se tem levantado. Para a derriçadora portátil e carreta, são atribuídos 10%; para a abanadora e varredora, 20%; para a recolhadora, 25%; e ainda 30% para colhedora tracionada ou automotriz, 35% para os tratores cafeeiros.

Amortização é o pagamento parcelado do capital inicial, mais os juros, de acordo com o período considerado. A amortização é calculada pelo Sistema de Amortização Constante (SAC), proposto por Hoji (2006), em que o capital é dividido em

parcelas iguais, dentro do período, e os juros em parcelas decrescentes, calculadas sobre o saldo devedor. Neste sistema de amortização, o número de parcelas da mesma pode ser em meses ou anos. Quando se adota o cálculo em anos, o tempo corresponde ao período de depreciação, o saldo devedor (SD) se inicia com o valor de aquisição e decresce ao longo do período de amortização, com os juros calculados sobre o saldo devedor:  $Am = SD/n$  e  $J_n = SD \cdot i$ , em que: Am = amortização, R\$; SD = saldo devedor, R\$; n = tempo de amortização; i = taxa de juros, decimal.

Quando a máquina é adquirida por meio de financiamento, a taxa de juros anual segue o fixado pelo programa Financiamento de Máquinas e Equipamentos (Finame) 7,5% em 2010; 5,5% em 2011 e 2,5% em 2012, dentro do programa PSI ou Mais Alimento, com amortização entre seis a dez anos. Assim, o cálculo da amortização horária segue a relação:  $PA = (Va + Pj - Vd)/n$ , e  $ChA = PA/t$ , em que PA = parcela anual de amortização, R\$; Va = valor de aquisição da máquina, R\$; Pj = somatória das parcelas de juros, R\$; Vd = valor de descarte (% de Va), R\$; n = tempo de amortização, em anos; ChA = custo horário de amortização, R\$/h; t = tempo médio anual de utilização da máquina, horas (Tabela I).

Na composição do custo fixo, o seguro é opcional e depende do valor e modelo da máquina, sendo comum para tratores e colhedoras. Para Mialhe (1974) e Balastreire (1990), a taxa de seguro varia entre 0,75 e 2,0% do valor inicial da máquina agrícola. A taxa de seguro vigente no mercado, praticada pelas seguradoras é, em média, de 1,45% ao ano sobre o valor atual da máquina agrícola, calculado sobre o saldo devedor, como segue:  $ChS = SD \cdot Ts/t$  e  $SD = Va(1 - x/n)$ , em que: ChS = custo horário do seguro, R\$/h; SD = saldo devedor, R\$; Va = valor de aquisição da máquina, R\$; x = número de parcelas de amortização pagas; n = tempo de amortização, anos; Ts = taxa de seguro anual, decimal; t = tempo médio anual de utilização da máquina, horas.

Geralmente, as máquinas ficam abrigadas em galpões e deve-se considerar o custo desta ocupação. Vários autores calculam este custo sobre o valor de aquisição da máquina abrigada, que varia de 0,5% a 2,0 % a.a. De acordo com o Índice Nacional da Construção Civil (Sinapi), calculado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o custo da construção na Região Sudeste do país foi apurado em torno de R\$ 800/m<sup>2</sup>, para 2010. Como a construção de galpões rurais varia de estruturas simples a estruturas metálicas com alvenaria fechada, é utilizado o valor de R\$ 500/m<sup>2</sup> (Silva et al., 2012), para depreciação do imóvel em 25 anos, com taxa anual de depreciação em 7,5%, de acordo com a tabela Finame, em 2010. Assim, um galpão de 100 m<sup>2</sup>, ao custo inicial de R\$ 50 mil, acrescido das parcelas de juros do Sistema de Amortização Constante (SAC), totaliza R\$ 98.750,00. Outro fator a considerar é o período anual que a máquina efetivamente trabalha.

O custo horário de alojamento por máquina pode, então, ser obtido como segue:  $Cha = (Vi + Pj) \times f/n \times t$ , em que Cha = custo horário de alojamento, R\$/h; Vi = valor do investimento em alojamento, R\$; Pj = somatório das parcelas de juros no período de depreciação do imóvel (SAC), R\$; f = fração do alojamento ocupada pela máquina, decimal; n = tempo de depreciação do imóvel, anos; t = tempo médio anual de utilização da máquina, h. Para uma colhedora de café que ocupe 20% de um galpão de 100 m<sup>2</sup> e opere em média 1.000 h/ano ao longo do período de safra, o custo de alojamento será R\$ 0,79/h. Por ser um valor relativamente baixo, fica a critério de o gestor recuperar este custo com o trabalho da máquina ou debitá-lo no faturamento geral do empreendimento.

Os custos variáveis (CV) são assim constituídos: combustível (C), lubrificantes (L), reparos e manutenção (RM) e custo do operador (MO), sendo  $CV = C + L + RM + MO$ . Para o combustível, o mais apropriado é o levantamento do consumo médio da máquina em operação no campo.

TABELA 1. COMPOSIÇÃO DE CUSTO DE MÁQUINAS UTILIZADAS NA COLHEITA DO CAFÉ; 2012

MÁQUINAS	VA (R\$)	ANOS	T (H)	CF (R\$/H)	CV (R\$/H)	CT (R\$/H)
Derriçador portátil	1.900,00	3	400	1,54	8,59	10,13
Abanadora	9.500,00	5	600	3,32	13,27	16,49
Trator cafeeiro 55cv	76.000,00	10	1000	8,34	26,80	35,14
Trator cafeeiro 75cv	83.000,00	10	1000	9,06	53,16	44,22
Recolhedora	87.000,00	6	800	16,60	16,11	32,72
Colhedora automotriz	575.000,00	10	1000	63,75	66,85	130,60

Taxa juros: -2,5% a.a. (Finame); SM = R\$622,00.  
Fonte: O autor.

Contudo, na falta destes dados, pode ser utilizado o coeficiente médio de consumo:  $ChC (R\$/h) = Y \times P^{ot}nominal (cv) \times \text{preço do combustível (R\$/litro)}$ , em que: ChC = custo horário com combustível, R\$/h; Y = 0,10 (operações leves) a 0,13 (operações pesadas), L/(cv H);  $P^{ot}nominal$  = potência nominal da máquina, cv. O custo com lubrificantes é acrescido sobre o custo horário com combustível: 8,4% para tratores cafeeiros, 20% para colhedoras e 20% para derriçadores portáteis, pela adição do óleo dois tempos sobre a gasolina (Figueiredo, 2007). Para reparos e manutenção, o custo para tratores e colhedoras chega a 50% do custo de aquisição, ao longo do tempo de depreciação:  $ChRM = 0,5 \times Va/n \times t$ , em que: ChRM = custo horário com reparos e manutenção, R\$/h; Va = valor de aquisição da máquina, R\$; n = tempo de amortização, anos; t = tempo médio anual de utilização da máquina, horas.

Para o custo da mão de obra (operadores e serviços de apoio), utiliza-se a metodologia proposta por Resende e Kreter (2008), com encargos sociais e fiscais 42,04% sobre o salário base registrado em carteira de trabalho (Tabela 2). O custo horário da mão de obra (MO) é calculado como segue:  $ChMO = (N \cdot SM \cdot ES)/188$ , em que N = número de salários mínimos; SM = valor do salário mínimo, R\$; ES = encargos sociais, decimal. Os salários praticados no sul de Minas, em média, são de 1,0 SM para serviços de apoio; 1,5 SM para operadores de trator e 2,0 SM para operador de colhedora. Desta forma, o custo horário é representado pela divisão do custo total

de salários e encargos para jornada de 44 horas semanais ou 188 horas ao mês; ou seja, R\$ 7,05/h para operador de trator e R\$ 9,40/h para operador de colhedora, com referência ao salário mínimo vigente na safra de 2012. Também poderá ser considerada a prática de bonificação, que varia de R\$ 2 a R\$ 5/h trabalhada com a máquina, que deverá ser substituída por um acréscimo de 0,5 SM para o operador de trator e 1 SM para o operador de colhedora, de modo a atender às exigências legais. Assim, o custo da mão de obra chega a R\$ 14,09/h para o operador de colhedora.

### CUSTOS DA COLHEITA MANUAL

Com relação à colheita manual, o desempenho médio operacional varia de cinco a seis medidas (60 L cada) por homem para uma jornada de oito horas. O custo da mão de obra para a colheita na safra de 2012, baseado em 1,5 salários mínimos, foi de R\$ 60/dia incluindo os encargos sociais. Para trabalhadores temporários, a menor diária líquida praticada foi de R\$ 50 ou R\$ 71/dia, com encargos sociais. Com base no desempenho médio da mão de obra e do valor da diária paga, calcula-se o custo operacional. Para uma lavoura com produtividade média de 30 sacas/ha de café beneficiado. O volume médio de frutos a serem colhidos é de 240 medidas/ha, demandando 48 homens/ha. Para a diária de R\$ 60, o custo da colheita manual é de R\$ 2.880/ha, ou R\$ 12/medida. Com trabalhadores temporários (R\$ 71/dia), o custo da colheita foi de R\$ 3.408/ha, ou R\$ 14,20/medida.



TABELA 2 | ENCARGOS SOCIAIS SOBRE O SALÁRIO-BASE; 2008

ENCARGOS SOCIAIS	% SALÁRIO BASE
FGTS	8,00%
INSS	7,72%
Férias	11,11%
INSS/férias	0,86%
FGTS/férias	0,89%
13º salário	8,33%
INSS/13º salário	0,64%
FGTS/13º salário	0,67%
Recisão contratual	3,82%
<b>TOTAL DE ENCARGOS SOCIAIS</b>	<b>42,04%</b>

Fonte: Resende e Kreter (2008).

### CUSTOS DA COLHEITA SEMIMECANIZADA

Essa colheita é, normalmente, feita por duplas: um homem com o derriçador e outro fazendo o repasse e levantamento do café derriçado. O repasse é a operação manual que retira os frutos restantes, após a derriça mecanizada. Levantamento e abanação são os trabalhos de recolhimento e limpeza do café derriçado, no pano ou no chão. Com o derriçador portátil, um homem derriça de 20 a 30 medidas/dia que, divididas pela dupla, resultam em uma média de 10 a 15 medidas/homem/dia. Em exemplo da mesma lavoura, com 240 medidas/ha de frutos a serem colhidos, o desempenho mínimo operacional da dupla de trabalho foi de 20 medidas/dia, com tempo de colheita de 12 dias/ha. Na operação com derriçador da ordem R\$ 10,13/h, já inclusa a mão de obra, o custo diário é R\$ 81 que, somado ao custo do ajudante de R\$ 60 totaliza R\$ 141/dia. Portanto, o custo total da colheita semimecanizada seria de R\$ 1.692/ha; ou parcial de R\$ 7,05/medida, com redução de 41% em relação à manual.

### CUSTOS DA COLHEITA MECANIZADA


O sistema mecanizado de colheita é o mais adotado por médios e grandes produtores. Utilizam-se colhedoras

automotrizes ou tracionadas, com alto desempenho operacional e redução de custos. As colhedoras operam em média 55 medidas/hora em lavouras típicas do sul de Minas, e chega a colher mais de 80 medidas/hora, em algumas lavouras plantadas em renque e com relevo favorável. Para as automotrizes, o custo na safra de 2012 foi de R\$ 130/h. Considerando-se uma lavoura com produção média de 30 sacas/ha, com volume de 240 medidas/ha, a operação mecanizada necessita de 4 h/ha colhendo em torno de 75% da carga de frutos, o que representa um volume de 180 medidas, colhidas a um custo operacional de R\$ 520/ha.

Contudo, é preciso considerar o custo da operação de repasse manual para se colher os frutos restantes e os que caíram no chão, num total de 60 medidas/ha. Ao custo de R\$ 16/medida (valor médio com encargos sociais), resulta em R\$ 960/ha o custo do repasse manual; ou seja, mais que o dobro do custo da máquina, o que eleva o custo final da colheita no sistema mecanizado para R\$ 1.480/ha, ou R\$ 6,17/medida, com redução de 56% em relação à manual. Mesmo produtores que não dispõem de colhedora e fizeram a colheita com máquina alugada, a R\$ 200/h, o valor da medida chega a R\$ 7,33 (redução de 48%).

### CUSTOS DA COLHEITA SUPERMECANIZADA

No sistema supermecanizado, a colheita é feita com duas passadas da colhedora, para colheita seletiva e retirada de cerca de 97% dos frutos, o que dispensa a operação de repasse. Para a colheita seletiva, a velocidade operacional recomendada é de 1.600 m/h — o dobro da convencional. Isso requer um período de 3 h/ha, ao custo de R\$ 780/ha, em duas passadas. Neste caso, é necessário o recolhimento dos frutos caídos, em média 14% do total, o que corresponde a 33 medidas/ha. Normalmente, o recolhimento é, também, mecanizado, com a retirada de cerca de 80% do café de chão, a um custo de R\$ 6

a R\$ 10/medida, o que resulta num custo final de colheita em torno de R\$ 991/ha, ou R\$ 4,38/medida, com redução de 69% em relação à manual. Portanto, o uso de máquinas no sistema de colheita promove a redução nos custos, o que reflete o elevado custo operacional relativo ao desempenho do serviço braçal perante a viabilidade técnica e econômica de sistemas mecanizados. Além disso, a mecanização promove benefícios indiretos, como a maior rapidez do processo e a colheita seletiva, que resultam em melhor qualidade do café produzido. 

\***Fábio Moreira da Silva** é professor do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (Ufla) (famsilva@deg.ufla.br); **Flávio Castro da Silva** é professor da professor Universidade Federal Fluminense (UFF); **Felipe Oliveira e Silva** é engenheiro, docente da Universidade Federal de Itajubá (Unifei) e pesquisador do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE); **Davi Hipólito da Silva** é diretor-administrativo da Sicob-Cooperosa.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALASTREIRE, L. A. *Máquinas agrícolas*. São Paulo: Manole, 1990. 310 p.
- FIGUEIREDO, C. A. P. *Estudo comparativo entre o custo horário de diferentes faixas de potência de tratores agrícolas*. Monografia de conclusão de curso. 2007, 29 p.
- HOJI, Masakazu. *Administração financeira: uma abordagem prática*. 5ª edição. São Paulo: Atlas, 2006. 527 p.
- MIALHE, L. G. *Manual de mecanização agrícola*. São Paulo: CERES, 1974. 301 p.
- RESENDE, G. C.; KRETER, A. C. A legislação trabalhista sobre os custos de transação na agricultura. In: SOBER — XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Administração e Sociologia Rural. Rio Branco — Acre, 2008.
- SILVA, F. C. et al. Comparativo de duas metodologias para obtenção do custo horário de máquinas na colheita mecanizada do café. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, SBEA, Londrina, 2012.