

ESTUDO TÉCNICO E ECONÔMICO DE DIFERENTES OPERAÇÕES MECANIZADAS NA CAFEICULTURA

João Paulo Barreto Cunha¹, Fabio Moreira da Silva², Felipe Gabriel Lorenzoni Martins³,
Fagner Goes da Conceição⁴, Lais Guerra Camelo⁵

(Recebido: 15 de abril de 2015; aceito: 08 de julho de 2015)

RESUMO: Com a adoção da mecanização na cafeicultura, diversas operações, antes manuais, passaram a ser realizadas por máquinas, o que permitiu aumento da capacidade produtiva e redução dos custos. O conhecimento e aplicação de critérios técnicos e econômicos para obtenção dos custos de produção são de suma importância, pois permitem que os custos estimados apresentem solidez e sejam confiáveis, proporcionando melhor competitividade ao produtor. Objetivando-se, realizar uma análise técnica e econômica de diferentes operações mecanizadas na cafeicultura, o trabalho foi conduzido no município de Alfenas- MG, onde foram analisados tempos necessários para a realização de diversas operações dos conjuntos mecanizados e também os seus respectivos custos fixos e variáveis. A análise de cada conjunto foi realizada pelo produto de horas totais despendidas em cada operação, em função dos custos de produção. Com base nos dados obtidos, os tempos de reparos e manutenção afetam diretamente a disponibilidade mecânica dos conjuntos mecanizados. A depreciação e os custos com combustível são os principais componentes que compõem os custos fixos e variáveis, respectivamente. As operações de recolhimento e varrição do café de chão são as operações com a menor viabilidade técnica e econômica, apresentando custos improdutivos superiores aos custos produtivos.

Termos para indexação: Eficiência operacional, custos operacionais, viabilidade econômica, disponibilidade mecânica.

TECHNICAL AND ECONOMIC STUDY OF DIFFERENT MECHANIZED OPERATIONS IN THE COFFEE CULTURE

ABSTRACT: After the adoption of mechanization in coffee growing many formerly manual operations are now performed by machines, allowed increased production capacity and reduce costs. The knowledge and application of technical and economic criteria for obtaining production costs are of paramount importance as they allow the estimated costs show strength and are reliable, providing better market competitiveness. With the objective of conduct a technical and economic analysis of different mechanized operations in coffee the work was carried out in Alfenas- MG, which assessed the time required to perform various operations mechanized sets and also their respective fixed and variable costs were analyzed. The analysis of each set was performed by the product of total hours spent in each operation, in terms of production costs. Based on data obtained times of repairs and maintenance directly affect the mechanical availability of mechanized sets. The depreciation and fuel costs are the main components that make up the fixed and variable costs, respectively. The coffee gathering and sweeping operations are the worst technical feasibility and hence economical, featuring superior unproductive costs to production costs.

Index terms: Operational efficiency, operating costs, economic feasibility, mechanical availability.

1 INTRODUÇÃO

O café é uma das principais culturas agrícolas do Brasil e, com a adoção da mecanização por parte dos produtores, diferentes operações, antes onerosas e demoradas realizadas manualmente, passaram a ser realizadas de forma mais rápida e eficiente, aumentando assim a capacidade operacional dos sistemas e redução dos custos.

Segundo Toledo et al. (2010), operações mecanizadas na agricultura devem ser planejadas de forma racional, permitindo aumento da rentabilidade do campo. Tal resultado passa por um melhor gerenciamento de todos os conjuntos mecanizados utilizados durante o ciclo produtivo da cultura. Dessa maneira, a determinação e

quantificação das variáveis que influenciam o processo produtivo são fatores que possibilitam o sucesso das operações mecanizadas, otimizando e permitindo a viabilidade econômica da atividade (OLIVEIRA JUNIOR; SEIXAS; BATISTA, 2009).

A decomposição das tarefas, por meio da determinação de tempos com movimentos úteis e inúteis permite obter informações sobre o desempenho e a capacidade de trabalho das máquinas agrícolas, sendo parâmetros de grande importância no gerenciamento de sistemas mecanizados agrícolas, auxiliando na tomada de decisões e visando à máxima eficiência dos sistemas (MOLIN et al., 2006).

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro/UFRRJ - Instituto de Tecnologia Departamento de Engenharia - Rod. BR 465 - Km 7 - 23.890-000 - Seropédica - RJ- engrbarretocunha@gmail.com

^{2,3,4,5} Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Engenharia/DEG -Cx. P. 3037- 37.2000-000 - Lavras - MG famsilva@deg.ufla.br, felipe_lorenzoni@yahoo.com.br, desenho.fg@gmail.com, laisguerrac@gmail.com

Simões e Silva (2010) afirmam que o estudo de tempos e movimentos tem grande importância como ferramenta de auxílio para o dimensionamento adequado da produção, permitindo identificar os elementos componentes da operação, buscar a melhoria de métodos e posterior fixação do tempo padrão de operação. Outra ferramenta importante na tomada de decisão é a determinação dos custos de produção. Segundo Whitney (1988), o desempenho econômico de máquinas agrícolas é estimado pelos custos operacionais, os quais se dividem em custos fixos e custos variáveis.

Segundo Oliveira, Lopes e Fiedler (2009), o estudo de tempos e movimentos se faz importante para a detecção de tempos improdutivo, ou seja tempos desperdiçados, que reduzem a eficiência operacional das atividades mecanizadas que compõem o sistema de produção. Diversas culturas já foram estudadas por tais ferramentas como tomate, cana-de-açúcar, citricultura, sendo seu uso mais difundido no planejamento das atividades mecanizadas na silvicultura, onde vêm apresentando resultados satisfatórios, na otimização das operações de campo.

A mecanização da lavoura cafeeira é um processo relativamente novo onde, operações antes realizadas de forma manual passaram a ser realizadas por tratores, colhedoras e implementos agrícolas, o que permitiu maior agilidade aos trabalhos realizados. Informações sobre a eficiência e a viabilidade do uso da mecanização na cafeicultura são escassas. Objetivou-se, no presente trabalho, realizar uma análise técnica e econômica, em diferentes operações mecanizadas na cafeicultura, por meio do estudo de tempos e movimentos e da determinação dos custos operacionais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Conquista, localizada no município de Alfenas, Minas Gerais, com coordenadas geográficas de 21° 18' 20" S e 45° 55' 24" W e relevo bastante plano conferindo a condição de 100% das áreas mecanizadas, conforme classificação de Silva e Carvalho (2011).

Foram avaliadas diferentes operações mecanizadas, realizadas durante as diferentes fases do ciclo produtivo do cafeeiro. Dentre as operações estudadas, destacam-se: 1) operações de implantação da cultura, constituídas pelo preparo das covas e transplante; 2) operações de manejo

da cultura constituídas pela adubação, poda do cafeeiro, manejo de invasoras com trincha cafeeira e aplicação de agroquímicos; 3) as operações de colheita constituídas pela derriça com colhedora automatizada, varrição e recolhimento do “café de chão”.

Inicialmente, foi determinado o número de ciclos operacionais, para cada operação mecanizada estudada, sendo os mesmos estimados pela metodologia de Barnes (1968), para um erro de amostragem admissível fixado em 5%, conforme Equação 1. No presente estudo, consideraram-se 290 ciclos, para cada operação mecanizada realizada.

$$n \geq \frac{t^2 \cdot (CV)^2}{E^2} \quad (1)$$

Onde:

- n- Ciclo operacionais necessários;
- t- Valor t student, no nível de probabilidade desejado e (n-1) graus de liberdade;
- CV- Coeficiente de variação (%);
- E- Erro admissível (%)

Os dados foram coletados de acordo com a realização das operações, durante o ciclo produtivo do cafeeiro, nos anos de 2012, 2013 e 2014, atendendo à amostragem mínima estimada pela metodologia de Barnes (1968). Com relação às jornadas de trabalho das operações, foram consideradas de 8, 9 e 12 horas, em função do tipo de operação realizada, adotando-se os turnos padrões da área estudada.

A determinação dos tempos de trabalho, nas diferentes operações mecanizadas estudadas, foram realizadas por meio de um cronômetro digital. Os tempos coletados foram em escala de segundos e separados em: tempo produtivo e tempo improdutivo. O tempo improdutivo foi constituído pelo somatório do tempo auxiliar, tempo para manobras e tempo para reparos e manutenção.

O tempo produtivo caracterizou-se pela ação dos conjuntos mecanizados em campo, sendo determinado a partir dos deslocamentos dos conjuntos, durante a execução das operações. Os tempos de deslocamento para as operações estudadas foram mensurados, a partir do momento em que os conjuntos estavam em regime estável de trabalho.

Para a determinação dos tempos improdutivos foram considerados o tempo auxiliar, tempo para manobras e tempo para reparos e manutenção. O tempo auxiliar foi composto do horário de almoço dos operadores e suas necessidades fisiológicas, o abastecimento dos implementos das operações de adubação, aplicação de agroquímicos e transplântio como as operações de transbordo na colheita e recolhimento.

O tempo para manobras foi composto pela soma dos tempos de manobra de cada conjunto mecanizado e também pelo tempo de deslocamento dos conjuntos mecanizados desde o abrigo das máquinas até o campo e os deslocamentos, referentes à mudança de frente de trabalho, dentro das glebas. Já os tempos referentes à reparos e manutenção foram obtidos por meio da soma dos tempos para abastecimento de combustíveis de cada trator em sua respectiva operação, do tempo gasto para a lubrificação dos implementos de cada operação mecanizada e o tempo de possíveis reparos, realizados in loco nas áreas estudadas. A partir dos tempos produtivos e improdutivos, que constituíram cada operação estudada, foram consideradas as médias dos tempos gastos e as mesmas foram utilizadas para a determinação dos rendimentos e capacidades.

A disponibilidade mecânica, segundo Simões, Iamonti e Fenner (2010), foi definida como o percentual do tempo de trabalho, delineado à máquina mecanicamente apta a desenvolver suas operações, o qual consiste em desconsiderar o tempo despendido para efetuar reparos ou manutenção, conforme Equação 2.

$$Dm = \left(\frac{T_{prod}}{T_{prod} + T_{rep}} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

Onde:

Dm- Grau de disponibilidade mecânica (%);

T_{prod}- Tempo produtivo (h);

T_{rep}- Tempo de interrupção para realizar reparos e manutenções (h).

De acordo com Simões e Silva (2012), a eficiência de utilização apresenta equivalência com relação às horas utilizadas e às horas totais, por conseguinte, advém do tempo improdutivo da máquina agrícola, conforme Equação 3.

$$Eu = \left(\frac{T_{prod} + T_{aux}}{T_{prod} + T_{imp}} \right) \cdot 100 \quad (3)$$

Onde:

E_u- eficiência de utilização (%);

T_{prod}- tempo produtivo (h);

T_{aux}- tempo auxiliar (h);

T_{imp}- tempo improdutivo (h).

Para determinar a percentagem de tempo efetivamente trabalhado, foi determinada a eficiência operacional de acordo com a metodologia proposta por Oliveira, Lopes e Fiedler (2009), conforme apresentado na Equação 4.

$$Eo = \left(\frac{T_{prod}}{T_{prod} + T_{aux}} \right) \cdot 100$$

Onde:

E_o - Eficiência operacional (%);

T_{prod}- Tempo produtivo (h);

T_{aux}- Tempo auxiliar (h).

A análise econômica das operações mecanizadas estudadas baseou-se no custo operacional de cada conjunto utilizado. Para a determinação dos custos, utilizou-se a metodologia proposta por Silva e Carvalho (2011) e Silva et al. (2013), com valores reais e estimados para operações mecanizadas na cafeicultura. As informações necessárias para o cálculo foram obtidas por meio de coletas de campo e dados gerenciais da propriedade em que foi realizado o estudo, e processadas por meio de planilhas eletrônicas. O custo operacional englobou os custos fixos (depreciação, juros, seguro e alojamento) e os custos variáveis (combustíveis, lubrificantes, graxas, reparos e manutenção e custos referentes à mão de obra).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A identificação dos tempos necessários para cada etapa operacional foi obtida respeitando-se as peculiaridades de cada operação mecanizada avaliada. De acordo com a Tabela 1, observa-se que, a disponibilidade mecânica dos conjuntos nas operações estudadas apresentaram valores acima de 70%. As operações de recolhimento, manejo de invasoras, transplantio e varrição apresentaram os menores valores, isto pode ser explicado pelo maior tempo despendido com manutenções corretivas, tais como o embuchamento das máquinas, pois são implementos que trabalham em contato direto com o solo ou com material vegetal.

Concomitante a esse resultado, é possível observar que as mesmas operações apresentaram os menores valores para a eficiência de utilização, visto que se trata de um parâmetro diretamente relacionado à maior quantidade de tempos improdutivo, ou seja, tempos perdidos durante a operação, como reparos e manobras.

Com relação à eficiência operacional nas operações mecanizadas estudadas, somente a operação de recolhimento apresentou valor de eficiência de 40,5%, abaixo dos padrões de 50%, descritos por American Society of Agricultural Engineers - ASABE (2003), como o mínimo aceitável. Em contrapartida, as demais operações estudadas apresentaram valores de eficiência operacional variando entre 51 e 73%.

Com relação à eficiência operacional, o maior valor foi encontrado na operação de colheita, apresentando valor de 72,9%. Tais resultados foram obtidos pela maior eficiência de utilização da operação e a menor quantidade de tempo, perdidos com abastecimento de combustível, reparos e manutenção durante a operação. Isto permitiu a elevação dos tempos produtivos e a consequente obtenção de valores aceitáveis de eficiência operacional, conforme Molin e Milan (2002), que preconizam valores entre 70 e 90%.

Os tempos produtivos e improdutivo das operações estudadas foram obtidos em função do tempo médio despendido, dentro de um turno normal de trabalho, nas áreas avaliadas. As operações agrícolas avaliadas foram realizadas em turnos de 8, 9 e 12 horas diárias.

Observando-se os valores dos tempos produtivos das operações avaliadas, conforme a Tabela 2, dentre as operações que utilizam turnos de oito horas, a operação de poda foi a que apresentou melhor resultado. Com relação às operações com turno de doze horas, o maior valor

foi encontrado na operação de colheita mecanizada do café. Tais resultados são explicados pelo baixo número de paradas forçadas do conjunto durante as operações, devido à necessidade de possíveis reparos, o que faz com que a mesma seja a operação com maior eficiência operacional dentre as avaliadas.

Os tempos auxiliares foram maiores nas operações de pulverização, adubação, colheita, recolhimento e varrição. No caso das operações de aplicação de agroquímicos e adubação, os valores mais altos são explicados pela necessidade de abastecimento dos reservatórios, de tempos em tempos, dos equipamentos utilizados. No caso da operação de colheita, o valor é explicado pela necessidade de se utilizar um transbordo para a coleta do café colhido nas áreas, o que faz com que colhedoras, que não possuam reservatórios pulmão, fiquem à espera da operação em campo.

As operações de recolhimento e varrição apresentaram os piores resultados, em função de sua baixa capacidade operacional, em relação a outras operações estudadas. Fato esse explicado pela menor velocidade operacional dos conjuntos onde, no caso da operação de recolhimento, há a necessidade do conjunto deslocar-se das áreas de trabalho para a realização do transbordo do material recolhido após a varrição, pois são operações que se completam.

Com base nos dados obtidos, o tempo auxiliar foi o principal contribuinte para um maior tempo improdutivo, em metade das operações. O resultado já era esperado pela necessidade de abastecimento ou transferência de café colhido ou recolhido mecanicamente, o que necessita um correto planejamento da atividade como um todo. Tais resultados poderiam ser até melhores com a aproximação dos pontos de apoio em determinadas glebas o que otimizaria o tempo, reduzindo-o. Isto aconteceria, pois os deslocamentos até os locais de apoio tiveram uma parcela de contribuição relevante, para que esses resultados fossem obtidos.

No caso dos tempos de manobras, as operações de recolhimento e varrição apresentaram os maiores valores. Tal resultado é explicado pela necessidade de realizar uma parada no início e fim de cada rua, para a suspensão e abaixamento do implemento, isto pois, são implementos utilizados para recolher café caído no chão, tendo assim a necessidade da correta regulagem da altura dos mecanismos de varrição e recolhimento, para que haja o maior rendimento da operação.

TABELA 1 - Determinação da disponibilidade mecânica (D_m), eficiência de utilização (E_u) e eficiência operacional (E_o) das diferentes operações mecanizadas do café.

Operação Mecanizada	D_m (%)	E_u (%)	E_o (%)
Preparo de cova	83,3	72,1	67,8
Transplântio	79,4	64,6	63,9
Apl. Agroquímicos	84,3	76,4	62,1
Adubação	83,9	73,7	61,5
Poda (decote)	86,0	72,3	68,2
Manejo de invasoras	71,8	64,2	62,9
Colheita	89,8	82,6	72,9
Varrição e enleiramento	77,3	59,1	51,0
Recolhimento	71,9	53,8	40,5

TABELA 2 - Determinação dos tempos produtivos, auxiliares, de manobras e reparos e manutenção, nas diferentes operações mecanizadas estudadas.

Operações Mecanizadas	Produtivo (h)	Auxiliar (h)	Manobras (h)	Reparos e manutenção (h)
Preparo de cova	4,77	0,99	1,27	0,96
Transplântio	4,62	1,20	1,41	1,77
Aplicação de agroquímicos	5,01	1,86	1,19	0,93
Adubação	4,95	1,68	1,42	0,95
Poda (decote)	5,50	0,87	1,76	0,88
Manejo de invasoras	4,62	1,05	1,52	1,81
Colheita	8,07	1,84	1,16	0,92
Varrição e enleiramento	5,33	1,76	3,35	1,56
Recolhimento	4,19	2,26	3,91	1,64

A observação da Figura 1 permite uma melhor compreensão dos dados discutidos, sendo possível observar a porcentagem de tempos produtivos e improdutivos, para cada operação estudada. É possível observar que as operações de transplântio e de manejo de invasoras apresentam a menor diferença entre os tempos produtivos e improdutivos (2,6%). Já as operações de enleiramento e recolhimento apresentaram tempos improdutivos maiores que os tempos produtivos. No caso, a operação de colheita apresentou a maior porcentagem de tempos produtivos (67,26%). Observam-se que os tempos perdidos com manobras e reparos foram os que mais impactaram nos resultados obtidos para a quantidade de tempo improdutivo nessa operação.

Seixas, Barbosa e Rummer (2004)

consideram o estudo de tempos e movimentos uma técnica muito importante no desenvolvimento de operações mecanizadas, pois o tempo consumido para cada um dos elementos do ciclo operacional permite a organização do trabalho e, a dedução da produtividade e do custo por unidade produzida. Sendo assim, todos os estudos realizados com a utilização dessa técnica podem ser aplicados em diversas áreas, apresentando, assim, a polivalência desses trabalhos para a otimização dos processos. No caso específico da cafeicultura, a obtenção de tais informações permite um melhor dimensionamento e gerenciamento das atividades mecanizadas.

Na Tabela 3, observam-se os custos de produção dos conjuntos, para cada operação, em função de uma hora de trabalho.

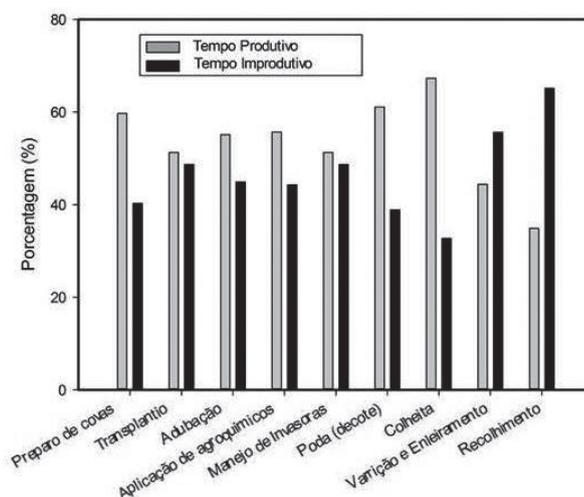


FIGURA 1 - Tempos produtivos e improdutivo das operações mecanizadas.

TABELA 3 - Custos de produção dos conjuntos mecanizados estudados em reais por hora (R\$ h⁻¹).

Operações Mecanizadas	Dep.	J	S+A	Comb.	Lub.	RM	MO	Total
Preparo de cova	9,11	2,80	1,53	24,86	2,53	7,13	8,40	56,36
Transplântio	11,38	3,03	1,67	19,59	2,09	8,75	19,61	66,12
Aplicação de agroquímicos	13,30	4,28	2,43	18,23	2,27	10,45	8,40	59,36
Adubação	9,03	3,02	1,72	19,12	2,15	6,66	8,40	50,10
Poda (decote)	14,36	3,44	1,96	13,94	2,56	11,39	8,40	56,05
Manejo de invasoras	8,50	2,96	1,63	23,45	3,20	6,18	8,40	54,32
Colheita	40,25	16,82	8,63	27,84	5,56	28,75	11,21	139,06
Varrição e enleiramento	21,39	4,96	2,82	15,85	2,91	17,51	8,40	73,84
Recolhimento	23,87	5,37	3,07	19,39	3,55	19,71	8,40	83,36

Custos referentes à: Depreciação (Dep.); Juros (J); Seguro e alojamento (S+A); Combustível (Comb.); Lubrificantes (Lub.); Reparos e manutenção (RM); Mão de obra (MO).

De acordo com os resultados, é possível observar que as operações, que constituem a colheita mecanizada do café, apresentaram custos horários de R\$ 139,06, 83,36 e 73,84, por hora trabalhada nas operações de colheita, varrição e recolhimento, respectivamente, constituindo-se das operações com custos mais elevados, dentre as estudadas.

No que diz respeito à operação de adubação, a mesma apresentou o menor custo horário dentre as operações estudadas. Analisando-se sob a perspectiva do custo operacional da operação, o cenário permanece o mesmo por se tratar da operação mecanizada com maior capacidade operacional, conforme o primeiro artigo do

presente estudo. Segundo Piacentini et al. (2012), o custo operacional expressa a relação do custo horário de determinado conjunto mecanizado e a sua capacidade de trabalho, permitindo o uso racional dos mesmos.

Na Figura 2, são apresentados os valores dos custos horários de produção, em função das porcentagens dos custos fixos e variáveis. Em todas as operações avaliadas, os custos variáveis apresentaram-se maiores que os custos fixos. No caso das operações de implantação e manejo da cultura, observa-se uma maior diferença entre os valores dos custos fixos e dos custos variáveis.

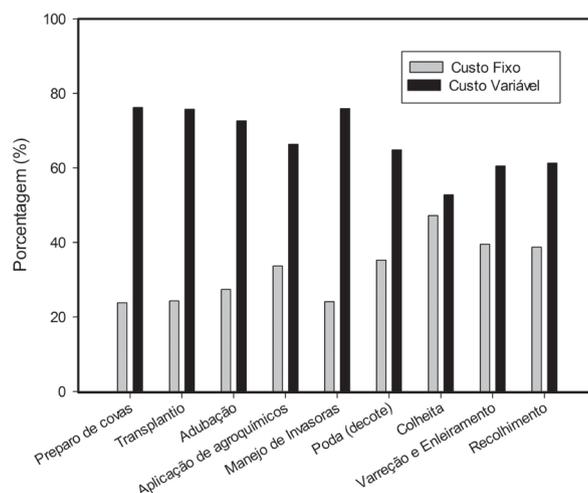


FIGURA 2 - Custos percentuais totais nas diferentes operações mecanizadas estudadas.

No caso das operações de colheita, varrição e recolhimento, ocorreram maiores participações dos custos fixos, em comparação às outras operações estudadas. Tais resultados são explicados pela maior participação da depreciação dos conjuntos mecanizados e juros, por considerarmos o valor de aquisição de equipamentos novos (Ribeiro; SAVASTANO JÚNIOR; ABLAS, 1999).

Analisando-se o impacto do combustível nos custos variáveis das operações estudadas, é possível afirmar que foi o fator que mais impactou no custo horário. Os resultados obtidos corroboram com os encontrados por Simões, Silva e Fenner (2011), que dentro deste contexto, verificaram que o consumo de combustível é um dos itens que mais impactou os custos operacionais, podendo chegar a valores de, aproximadamente, 30%.

Os custos referentes à mão de obra, observou-se um maior gasto nas operações de colheita e transplante. No caso da colheita, por se tratar de um equipamento com maior grau tecnológico, os operadores recebem, em muitos casos, não somente um salário maior, em comparação aos operadores de trator de operações mecanizadas rotineiras, como também recebem bonificação sobre a quantidade de café colhido no dia.

Na operação de transplante o resultado é esperado, pois utiliza uma maior quantidade de pessoas envolvidas na operação. Dessa forma, para a composição dos custos não se deve somente levar em consideração somente o operador do trator, como também incluir nos custos o pessoal de apoio, composto de mais três pessoas, por se

tratar de uma operação semimecanizada diferente de todas as outras avaliadas.

Outro ponto a ser destacado com relação aos custos variáveis e à maior participação do fator reparo e manutenção. No caso das operações mecanizadas de implantação e manejo da cultura, em média, apresentou valores de 11 a 20% do custo variável. Já as operações mecanizadas da colheita apresentaram valores médios superiores, ou seja, entre 21 a 24%.

De acordo com Reis et al. (2005), a manutenção adequada dos equipamentos permite um aumento da eficiência de trabalho, devido a menores tempos com interrupções para a correção de eventuais problemas, e seus custos compõem grande fatia dos custos operacionais, o que pode ser atribuído também ao uso intenso das máquinas, servindo de parâmetro para o uso racional ou a troca dos mesmos.

Em todas as operações analisadas, os custos com lubrificantes representaram valores correspondentes até 6%, sendo possível afirmar que é o fator que menos contribuiu para os custos variáveis das máquinas. Os resultados corroboram com os obtidos por Jasper e Silva (2013), que avaliaram o custo operacional horário de diferentes operações mecanizadas no estado de São Paulo.

Na Figura 3, são apresentados os resultados para os custos totais anuais para cada operação estudada, considerando-se a viabilidade das operações, em função da associação dos custos com os tempos produtivos e improdutivos obtidos.

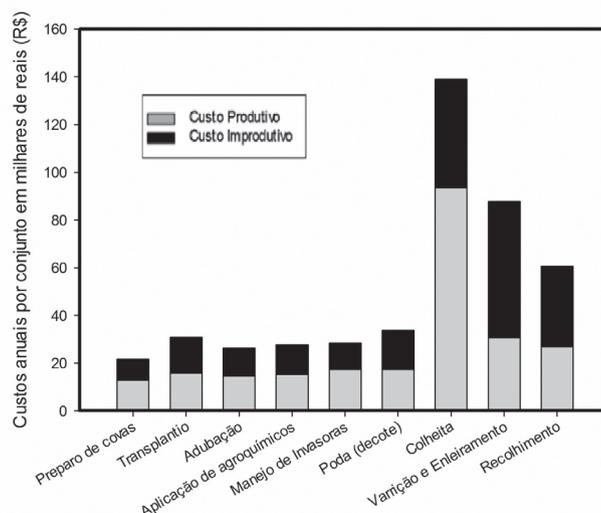


FIGURA 3 - Custos anuais totais de um conjunto mecanizado, em função dos tempos produtivos e improdutivos.

Observa-se que todas as operações de implantação e manejo da cultura mostraram-se viáveis, apresentando certo equilíbrio nos valores gastos e nos valores realmente revertidos em trabalho, pelo conjunto mecanizado nas operações de pulverização, adubação, transplântio, preparo de covas e manejo de invasoras. Dessa forma, mesmo em algumas operações, os tempos improdutivos serem considerados até elevados, eles não inviabilizaram as operações, pelo fato de possuírem custos produtivos maiores que os improdutivos.

Dentre todas as operações avaliadas, a que apresentou maior diferença entre custos produtivos e improdutivos foram as operações de poda e colheita, mostrando assim serem as operações mais viáveis, permitindo com quem, no caso da poda, aproximadamente 60 % de todo seu gasto anual (R\$ 28417,3) fossem revertidos em trabalho. No caso da operação de colheita, os valores aproximaram-se dos 70 % dos custos anuais (R\$ 139.059,90), o que permitiu que a colheita fosse a operação mais viável das avaliadas.

Efeito contrário foi observado nas operações de recolhimento e enleiramento. Na operação de varrição e enleiramento, é possível observar que o conjunto mecanizado consome, aproximadamente R\$ 33747,1 de todo seu custo anual, sem realizar trabalho. No caso da operação de recolhimento, o cenário mostra-se menor onde 65% do custo anual da operação (R\$ 87861,4) fossem desperdiçados, sem a realização de trabalho.

Uma das soluções para o aumento da viabilidade da colheita mecanizada na cafeicultura seria a adoção da colheita seletiva dos frutos, ou

seja, somente os frutos maduros são colhidos (Souza; QUEIROZ; RAFULL, 2006). Diante do exposto, essa prática pode permitir a redução da necessidade de se realizarem os processos de varrição, enleiramento e recolhimento do “café de chão”, operações estas que apresentaram os menores resultados no presente estudo.

Analisando de uma maneira global os resultados obtidos, as operações mostraram-se viáveis. Em contrapartida, os mesmos indicam que as operações podem passar por melhorias e conseqüente aumento da viabilidade com a otimização dos tempos, para abastecimento e deslocamento das áreas para os pontos de apoio.

Os resultados do presente estudo mostram que, mesmo em áreas totalmente mecanizadas e com frentes de trabalhos e pontos de apoio móveis, é de suma importância a realização de uma análise sobre a viabilidade técnica e econômica das operações mecanizadas, independente do tipo de grau tecnológico do produtor. Segundo Peloia e Milan (2010), a medição do desempenho de suas atividades de modo sistêmico ainda é um conceito pouco utilizado na agricultura, seja em grandes propriedades como em pequenas, e o setor de mecanização se insere nesse contexto.

Diante do exposto, o conhecimento e aplicação de critérios técnicos e econômicos para obtenção dos custos de produção são de suma importância, pois permitem que os custos estimados apresentem solidez e sejam confiáveis, proporcionando, dessa forma, uma melhor competitividade de mercado (Simões; Silva, 2012).

Com base nos dados obtidos no presente

estudo, é possível afirmar que a mecanização da lavoura cafeeira é um processo em evolução, e seu gerenciamento ainda carece de informações precisas. Tais resultados também permitem afirmar que, grande parte das operações mecanizadas na cafeicultura são viáveis e a substituição da mão de obra por sistemas mecanizados vem permitindo uma maior praticidade, otimização das operações e a redução de custos.

Com relação às operações de varrição e recolhimento, é possível afirmar que ambas as operações tratam-se de um dos gargalos. Mesmo não apresentando viabilidade econômica, a mecanização dessas etapas vem demonstrando maior praticidade e redução do tempo, em relação às mesmas operações realizadas de forma manual, e tais resultados podem estar muito mais relacionados com limitações das máquinas encontradas no mercado.

4 CONCLUSÕES

Na mecanização da cultura cafeeira, o item depreciação é o principal componente dentre os que compõem os custos fixos, enquanto o item combustível foi o principal componente, dentre os que compõem o custo variável.

Todas as operações mecanizadas estudadas mostraram-se viáveis tanto tecnicamente como economicamente, com exceção das operações de enleiramento e recolhimento, que apresentaram custos improdutivos superiores aos custos produtivos, devido ao baixo desempenho operacional.

A operação de colheita mecanizada apresentou os melhores resultados, devido aos menores tempos perdidos durante sua operação, em comparação a outras operações estudadas na cafeicultura.

5 AGRADECIMENTOS

À Ipanema Coffees, pelo auxílio e concessão das áreas para a realização do experimento.

6 REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Agricultural machinery management data**. Saint Joseph, 2003. 6 p.

BARNES, R. M. **Motion and time study**: design and measurement of work. 6th ed. New York: J. Wiley, 1968. 799 p.

JASPER, S. P.; SILVA, R. A. P. Estudo comparativo do custo operacional horário da mecanização agrícola utilizando duas metodologias para o estado de São Paulo. **Nucleus**, Ituverava, v. 10, n. 2, p. 119-126, 2013.

MOLIN, J. P. et al. Utilização de dados georreferenciados na determinação de parâmetros de desempenho em colheita mecanizada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 759-767, 2006.

MOLIN, J. P.; MILAN, M. Trator e implemento: dimensionamento, capacidade operacional e custo. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. (Ed.). **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002. cap. 13, p. 409-436.

OLIVEIRA, D.; LOPES, E. S.; FIEDLER, N. C. Avaliação técnica e econômica do Forwarder na extração de toras de pinus. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 525-533, 2009.

OLIVEIRA JÚNIOR, E. D.; SEIXAS, F.; BATISTA, J. L. F. Produtividade de feller-buncher em povoamento de eucalipto em relevo acidentado. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 4, p. 905-912, 2009.

PELOIA, P. R.; MILAN, M. Proposta de um sistema de medição de desempenho aplicado à mecanização agrícola. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 681-691, 2010.

PIACENTINI, L. et al. Software para estimativa do custo operacional de máquinas agrícolas - MAQCONTROL. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 609-623, 2012.

REIS, G. N. dos et al. Manutenção de tratores agrícolas e condição técnica dos operadores. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 282-290, 2005.

RIBEIRO, S. A.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; ABLAS, D. S. Avaliação do desempenho operacional e econômico de máquinas para fenação na cultura de coastcross. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 56, n. 2, p. 147-151, 1999.

SEIXAS, F.; BARBOSA, R. F.; RUMMER, R. Tecnologia protege saúde do operador. **Revista da Madeira**, Curitiba, n. 14, p. 68-73, 2004.

SILVA, F. M.; CARVALHO, G. R. Evolução da mecanização na cafeicultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 261, p. 52-65, 2011.

SILVA, F. M. et al. Viabilidade técnica e econômica da colheita mecanizada do café. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 13, p. 98-101, 2013.

SIMÕES, D.; IAMONTI, I. C.; FENNER, P. T. Avaliação técnica e econômica do corte de eucalipto com feller-buncher em diferentes condições operacionais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 649-656, out./dez. 2010.

SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Análise técnica e econômica das etapas de produção de mudas de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 359-366, 2010.

_____. Desempenho operacional e custos de um trator na irrigação pós-plantio de eucalipto em campo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 2, p. 164-170, 2012.

SIMÕES, D.; SILVA, M. R.; FENNER, P. T. Desempenho operacional e custos da operação de subsolagem em área de implantação de eucalipto. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 692-700, 2011.

SOUZA, C. M. A.; QUEIROZ, D. M.; RAFULL, L. Z. L. Derrça portátil na colheita total e seletiva de frutos do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 11, p. 1637-1642, nov. 2006.

TOLEDO, A. et al. Comportamento espacial da demanda energética em semeadura de amendoim em Latossolo sob preparo convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 12, n. 30, p. 459-467, 2010.

WHITNEY, B. **Choosing and using farm machines**. Edinburgh: Land Technology, 1988. 412 p.