



CARACTERIZAÇÃO DO ÍNDICE DE MECANIZAÇÃO EM LAVOURAS CAFEIEIRAS

Tiago de Oliveira Tavares¹, Rouverson Pereira da Silva², Rodrigo Ticle Ferreira³, Larice Ávila Lemos⁴, Alex Rangel Gonzaga⁵, Leonardo Campos de Assis⁶

Apresentado no
XXI Simpósio Brasileiro de Pesquisa em Cafecultura Irrigada
20 de março de 2019, Araguari – MG, Brasil

RESUMO: Nos últimos anos, a cultura cafeeira se expandiu para áreas de baixa declividade, possibilitando a mecanização. A mecanização vem ganhando força devido aos custos de produção e escassez de mão-de-obra. Essas novas características dentro o processo de produção, tem sido determinante para a expansão da mecanização em Minas Gerais, principal estado produtor do grão. Diante desse novo cenário, o estudo teve como objetivo caracterizar o Índice de Mecanização (ha kW^{-1} ou kW ha^{-1}) relação entre potência pela área. As áreas de estudo selecionadas, ao total de 14 propriedades agrícolas, encontram-se no Cerrado de Minas Gerais, englobando as regiões do Noroeste, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Foram consideradas as quantidades de tratores em cada uma das propriedades e analisado os dados gerenciais da frota. Os resultados encontrados foram utilizados para criar um modelo matemático que explique a relação de quantidade de tratores em função dos tamanhos das propriedades. Os resultados demonstram que a medida em que se aumenta a área ocorre um aumento do número de tratores na propriedade, porém, não há aumento no Índice de Mecanização.

PALAVRAS-CHAVE: tratores, eficiência operacional, gestão.

INTRODUÇÃO

A mecanização da produção agrícola é importante para impulsionar a produtividade das áreas agrícolas e o uso de ferramentas, implementos e tratores de tipo, tamanho e potência adequados podem ajudar a melhorar a eficiência do tempo e do trabalho. Os tratores estão presentes praticamente em todas as operações agrícolas. Na cafeicultura se encontra desde o preparo de solo, transplante, correção via calagem, adubações e controle de plantas daninhas, até a aruação, colheita, varrição e recolhimento (ORTEGA; JESUS 2011). Ano após ano é visível que, cada vez mais, a modernização da mecanização agrícola tem possibilitado maiores níveis de eficiência e agilidade. De acordo com Silva, et al. (2010) a mecanização na cafeicultura vem se desenvolvendo cada vez mais em todas as etapas do processo produtivo devido a migração para regiões de topografia favorável e da substituição das antigas lavouras por outras com características e espaçamentos mais apropriados à utilização de tratores. Para os autores a mecanização dos processos é a chave para manter o Brasil na liderança mundial de produção de café. De acordo com Schlosser et al. (2004), as máquinas munidas de motor, como tratores, podem gerar um indicativo denominando “Índice de Mecanização” expresso em potência relacionado pela área (ha kW^{-1} ou kW ha^{-1}). A utilização deste índice permite criar o valor de referência para outras novas propriedades que irão iniciar determinado sistema de produção agrícola. Segundo Mello (1996), estudos sobre Índice de Mecanização adquire grande

importância por influenciar um dos custos mais expressivos na produção agrícola, ou seja, da mecanização agrícola, potencializando os resultados dessa atividade agrícola. Neste sentido o objetivo do presente trabalho foi caracterizar o Índice de Mecanização em relação aos tratores da cafeicultura moderna (super mecanizada) da região do cerrado mineiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido em 14 propriedades agrícolas do Cerrado de Minas Gerais (Figura 1), englobando as regiões do Noroeste (Presidente Olegário), Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (Araxá, Perdizes, Ibiá e Tapira). As propriedades foram selecionadas com base no *brainstorming* realizado entre as equipes do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola da UNESP de Jaboticabal, Projeto Educampo/Sebrae e C3 Consultoria e Pesquisa. As informações das propriedades agrícolas são mostradas na Tabela 1.

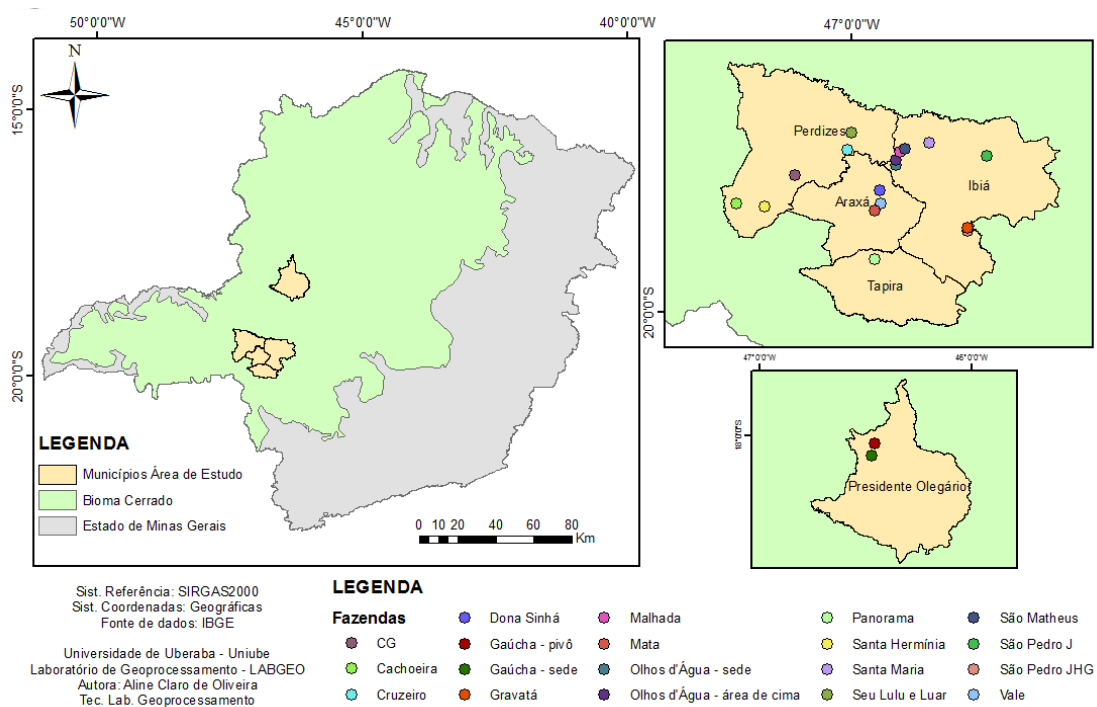


Figura 1. Região de realização da pesquisa no estado de Minas Gerais, com destaque para os municípios que tiveram propriedades avaliadas.

Tabela 1. Informações das propriedades agrícolas.

Código	Propriedades (Nome)	Área de café (há)	Município
P1	Dona Sinhá	28,2	Araxá
P2	Vale e Mata	121,3	Araxá
P3	Olhos d'água	46	Ibiá
P4	São Pedro	258,9	Ibiá
P5	São Pedro	57,5	Ibiá
P6	Santa Maria	273,6	Ibiá

P7	São Matheus	328,1	Ibiá
P8	Gravatá	47,6	Ibiá
P9	CG	66,4	Perdizes
P10	Cruzeiro	196,5	Perdizes
P11	Santa Hermínia	385	Perdizes
P12	Seu Lulu e Luar	107,2	Perdizes
P13	Gaúcha	400	Presidente Olegário
P14	Panorama	94,7	Tapira

Inicialmente foram consideradas as quantidades de cada um dos tratores em cada uma das propriedades. Posteriormente, analisou-se os dados gerenciais, tais como idade dos tratores, potência (quando se aplica), valor de compra, modelo, capacidade de carga para os tratores (quando se aplica). Os resultados encontrados foram utilizados para criar um modelo matemático que explique a relação de quantidade de tratores em função dos tamanhos das propriedades e relação entre elas. Considerando a possibilidade que a quantidade de tratores em geral possam estar sub ou superdimensionadas criou-se um modelo teórico, estimado com base nas capacidades produtivas dos tratores pelos catálogos e nas propriedades. Para os cálculos de demanda dos tratores de cada propriedade foram consideradas aquelas com maior frequência. Para avaliar a intensidade do uso da potência, a partir dos tratores e das áreas agrícolas amostradas, utilizou-se o Índice de Mecanização (ha kW^{-1}), em cada propriedade, adaptando-se o índice proposto por Schollosser et al. (2004) (Equação 1).

$$IM = \frac{AC}{P} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

IM = Índice de Mecanização (ha kW^{-1});

AC = Área cultivada com café (ha);

P = Potência dos tratores (kW).

Devido ao fato de as lavouras cafeeiras apresentarem diversos tipos de equipamentos agrícolas, além dos tratores, determinou-se também índice de utilização de equipamentos, considerando-se a relação entre o tamanho das lavouras de café e o número absoluto de equipamentos (tratores e implementos) (ha máquina^{-1}) (Equação 2).

$$IUE = \frac{AC}{QE} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

IUE = Índice de utilização de equipamentos ($\text{ha equipamento}^{-1}$);

AC = Área cultivada com café (ha);

QE = Quantidade de cada tipo de equipamento.

Quanto a análise estatística, as variáveis foram submetidas à análise descritiva utilizando-se medidas de tendências central (média aritmética e mediana) e medidas de dispersão (amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação). Os valores de coeficiente de variação foram classificados seguindo a determinação de Pimentel-Gomes e Garcia (2002), que o classifica como muito alto (>30%); alto (entre 21 e 30%); médio (11 a 20%) e baixo (<10%). Utilizou-se ainda o diagrama de *Box-plot* para verificar a distribuição dos dados e constatar possíveis *outliers*. Quando contatados, os *outliers* foram eliminados para as análises posteriores, impedindo que estes interferissem nos resultados dessas análises. Realizou-se a análise de

correlação entre as variáveis para compreender a interação entre o tamanho das áreas de café e número de tratores nas propriedades. A correlação seguiu as faixas indicadas por Baba et al. (2014) sendo: $r = |0,00|$ até $|0,19|$ (correlação muito fraca); $r = |0,20|$ até $|0,39|$ (correlação fraca); $r = |0,40|$ até $|0,69|$ (correlação moderada); $r = |0,70|$ até $|0,89|$ (correlação forte) e; $r = |0,90|$ até $|1,00|$ (correlação muito forte). Posteriormente, realizou-se a análise de variância (ANOVA) e, quando significativa ao teste de F a 5%, utilizou-se regressões com intuito de demonstrar o comportamento de cada máquina/implemento e suas interações com o tamanho das lavouras, optando sempre pela regressão significativa de maior grau.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando as 14 propriedades nota-se que, de maneira geral, existe elevada variação no dimensionamento dos tratores abordados (Figura 2). Observa-se, pela análise descritiva, que o Índice de Mecanização médio das propriedades é de $21,0 \text{ ha trator}^{-1}$, variando de $11,9$ a $39,3 \text{ ha máquina}^{-1}$, demonstrando elevada amplitude. Por meio da análise de *Box-plot* nota-se que 50% dos valores situaram-se próximos da mediana, variando entre $14,3$ (Q1) e $23,4$ (Q3) ha trator^{-1} (Figura 4.a). É interessante notar que das 6 propriedades que possuem maior área de café, três situam-se acima do quartil superior ($Q3=23,4 \text{ha trator}^{-1}$), sendo que uma delas caracteriza-se como um ponto discrepante (*outlier*) por apresentar relação de $39,30 \text{ ha trator}^{-1}$. Este *outlier* é observado na Fazenda Cruzeiro (P10) e uma possível explicação é o fato de que esta propriedade não realiza o recolhimento mecanizado do café de varrição, deixando de realizar, portanto, quatro operações anuais [arruação (soprar e triturar), varrição e recolhimento, demandando assim, menor quantidade de tratores. As três maiores propriedades (P4, P6 e P11) que estão dentro do intervalo interquartilico, caracterizam-se por apresentar número de tratores, normalmente mais antigos, decorrente de uma decisão pela aquisição de tratores usados ou da não renovação constante da frota. Quando se observa as propriedades que se situaram-se abaixo do quartil inferior ($Q1 = 14 \text{ ha trator}^{-1}$) nota-se que nestas (P1, P3 e P8) existe maior relação de tratores por área, provavelmente devido ao fato de que em determinadas épocas do ano existe a necessidade de realizar diversas operações concomitantemente, levando à necessidade de maior número de tratores. Um exemplo desta situação é o período da colheita, quando além da operação de colheita (realizada com máquina tracionada por um trator) ocorre a necessidade de outros dois tratores, sendo um para tracionar a carreta graneleira e outro para atividades de pós-colheita. Nota-se que o coeficiente de variação foi muito alto (PIMENTEL-GOMES & GARCIA, 2002), o que pode ser atribuído à elevada amplitude, decorrente da heterogeneidade do tamanho das lavouras cafeeiras e do perfil dos proprietários, uma vez que a decisão quanto à aquisição de tratores e implementos agrícolas é tomada pelo proprietário sem obedecer a critérios técnicos previamente estabelecidos.

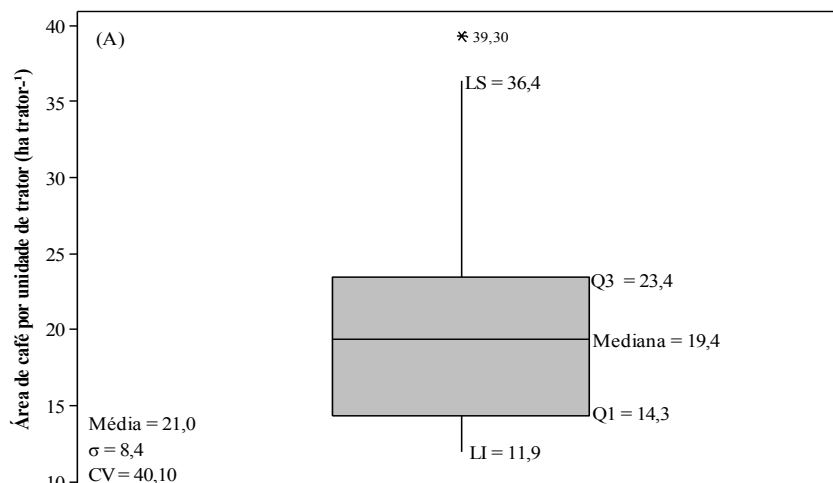


Figura 2. Estatística descritiva e análise de Box-plot para o Índice de Utilização de Equipamentos em relação aos tratores nas propriedades avaliadas

A análise de regressão linear mostrou tendência significativa de aumento para número de tratores quando relacionados ao tamanho das lavouras das propriedades (Figura 3). Pode-se notar que apesar da existência de um comportamento oscilatório, é possível ajustar uma regressão linear ($R^2 = 0,8585$), indicando que para cerca de 86% dos dados há crescimento linear do número de tratores por propriedade. Observa-se que as propriedades P12, P2 e P13 apresentam número de tratores abaixo da linha de tendência, destoando do comportamento da maioria das propriedades, indicando que nestas propriedades os tratores trabalham de forma mais intensiva nas atividades executadas durante o ano. Por outro lado, as propriedades P11 e P4 trabalham com menor relação de área por trator, indicando que possivelmente estas propriedades estejam com maior ociosidade dos tratores. Em pesquisa semelhante Gimenez e Milan (2007) obtiveram, na soja, que o número de tratores se eleva acompanhando o crescimento das lavouras e, que nas propriedades maiores a mecanização tende a ser mais eficiente. Outro fato interessante é o número médio de tratores no cultivo de soja é muito menor que a cafeicultura, isso se dá pela capacidade de campo operacional na soja ser muito maior em relação ao café, uma vez que os equipamentos de produção de grãos, em geral, terem largura de trabalho muito maior que as atividades da cafeicultura, que a largura de trabalho, normalmente, é o espaçamento entre as linha de café. Tendo em vista este comportamento crescente do número de tratores quando se relaciona com o crescimento do tamanho das áreas, surge um outro fator passível de análise: será que as fazendas maiores possuem maior relação de potência por unidade de área? A resposta pode ser obtida observando-se a Figura 4, na qual verifica-se que o Índice de Mecanização não apresentou regressão linear significativa pelo teste F a 5% de probabilidade. Desta forma, tem-se que o Índice de Mecanização deve ser então representado pela média, indicando que existe em média, nas propriedades analisadas, $0,45 \text{ ha kw}^{-1}$. Schlosser et al. (2004) obtiveram resultados diferentes com produção de arroz, na pesquisa os autores citam que o tamanho da área de cultivo acarretou diferenças expressivas, reduzindo de forma significativa a relação de potência por unidade de área. Uma vez que a média pode representar a distribuição do Índice de Mecanização nas propriedades analisadas, pode-se inferir, em função da área, qual será a potência necessária para realizar a mecanização da lavoura cafeeira.

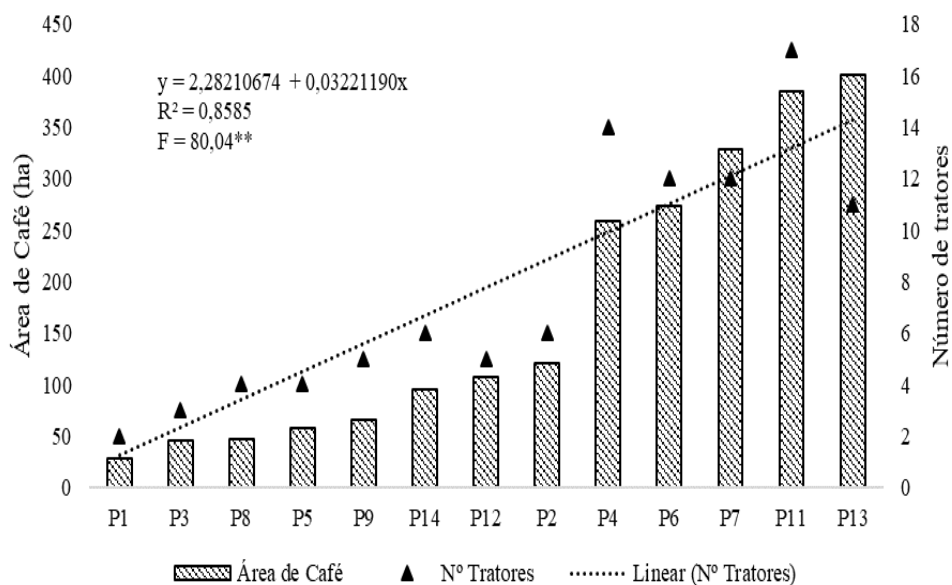


Figura 3. Regressão linear para o número de tratores das propriedades avaliadas.

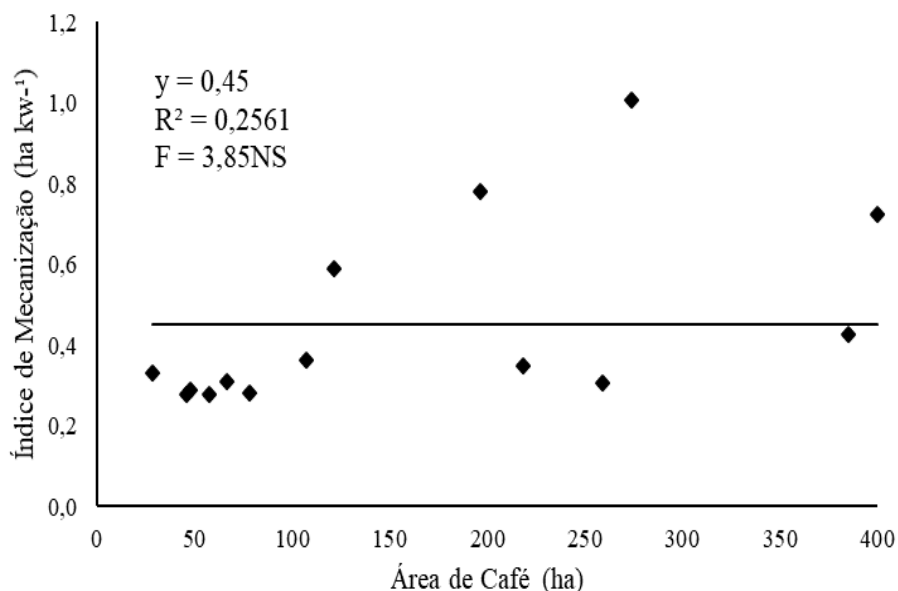


Figura 4. Regressão linear para o Índice de Mecanização (ha trator⁻¹) das propriedades avaliadas.

CONCLUSÕES

Há crescimento linear do número de tratores a medida em que se aumenta a área da propriedade. As fazendas maiores não possuem uma relação de Índice de Mecanização maiores, como se esperava. O Índice de Mecanização deve ser representado pela média encontrada nas propriedades.

REFERÊNCIAS

BABA, R. K.; VAZ, M. S. M. G.; COSTA, J. Correção de dados agrometeorológicos utilizando métodos estatísticos. **Rev. bras. meteorol.**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 515-526, Dec. 2014.

GIMENEZ, L.M.; MILAN, M. Diagnóstico da mecanização em uma região produtora de grãos. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 210-219, Apr. 2007.

MELLO, I. Desafios da mecanização na cadeia do arroz irrigado. In: WORKSHOP SOBRE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA NA REGIÃO DO CLIMA TEMPERADO, 2., 1996, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: UFPel, 1996. p.87-90.

ORTEGA, A. C.; JESUS, C. M. Território café do Cerrado: transformações na estrutura produtiva e seus impactos sobre o pessoal ocupado. **Revista Economia Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 49, n. 3, p. 771-800, 2011.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações pra uso de aplicativos. Piracicaba: Fealq, 2002. 309p.

SCHLOSSER, J.F.; MACHADO, O.D.C.; DEBIASI, H.; PINHEIRO, E.D. Índice de Mecanização de propriedades orizícolas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.791-4, 2004.

SILVA, F. M.; SOUZAS, J. C. S.; SILVA, A. C. Café derramado. **Cultivar Máquinas**, v.9, n.1, p. 18-20, abr 2010.