

ADOÇÃO SEQUENCIAL DE TECNOLOGIA PÓS-COLHEITA APLICADA À CAFEICULTURA

Matheus Wemerson Gomes Pereira¹; Erly Cardo Teixeira²; João Eustáquio de Lima³

¹ Doutorando em Economia Aplicada – UFV/ Bolsista CNPq, matheuswgp@yahoo.com.br.

² Ph.D., professor titular, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Economia Rural, teixeira@ufv.br.

³ Ph.D., professor titular, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Economia Rural, jelima@ufv.br.

RESUMO: O objetivo desse artigo é avaliar os fatores que determinam os níveis de adoção da tecnologia de pós-colheita na cafeicultura da Zona da Mata Mineira. Primeiramente, constata-se pelo teste da razão da Máxima Verossimilhança, que o modelo sequencial é o mais apropriado para análise da adoção tecnológica. Em seguida, estimam-se o modelo Multinomial Logit e os efeitos marginais de quatro níveis de tecnologia pós-colheita. Verifica-se que associativismo, rentabilidade, treinamento, crédito, capital próprio e escolaridade, são os principais determinantes da adoção de níveis mais elevados de tecnologia pós-colheita aplicada à cafeicultura.

Palavras-chave: Adoção tecnológica, café, Multinomial Logit, razão de risco relativa.

SEQUENTIAL POST-HARVEST TECHNOLOGY ADOPTION IN BRAZILIAN COFFEE PLANTATION

ABSTRACT: The objective of this study is to evaluate the factors that determine the sequential adoption of post-harvest technology in coffee plantations in the state of Minas Gerais, Brazil. The Maximum likelihood ratio test is applied to identify if the sequential model is appropriate to analyze technology adoption. Then, it is estimated the Multinomial Logit model, and it is determined the marginal effects of four sequential levels of post-harvest technology. The results suggest the adoption of post-harvest technology occur in a sequential mode from the lowest to the highest level. Cooperative association, training, education, credit, profitability, and the stock of capital contributed the most to improve the adoption of higher levels of post-harvest technology.

Key words: technology adoption, coffee, Logit Multinomial, relative risk ratio.

JEL Classification: C21; O3; Q55

INTRODUÇÃO

É consenso entre os economistas que a adoção de novas tecnologias na agricultura tem contribuído, consideravelmente, para o aumento da produtividade e para a melhoria da qualidade dos produtos agrícolas. Na cafeicultura, a adoção das tecnologias pós-colheita é de fundamental importância para garantir melhor qualidade do produto e, conseqüentemente, aumentar os preços recebidos pelos produtores.

Nos últimos anos, o café, como *commodity*, teve seu valor bastante reduzido. Se forem considerados o índice de preços recebidos pelos produtores de café (IPR) e o índice de preços pagos pelos produtores no Brasil (IPP), no período de janeiro de 1995 a dezembro de 2004, FGV (2005), a relação de trocas teve queda à taxa geométrica de 10,08% ao ano. Levando-se em consideração algumas restrições, essa é uma indicação de que a lucratividade na produção cafeeira tem sido desfavorável. Dessa forma, com sua margem de lucro reduzida, o produtor deve buscar novas tecnologias que aumentem a produtividade e a qualidade do café.

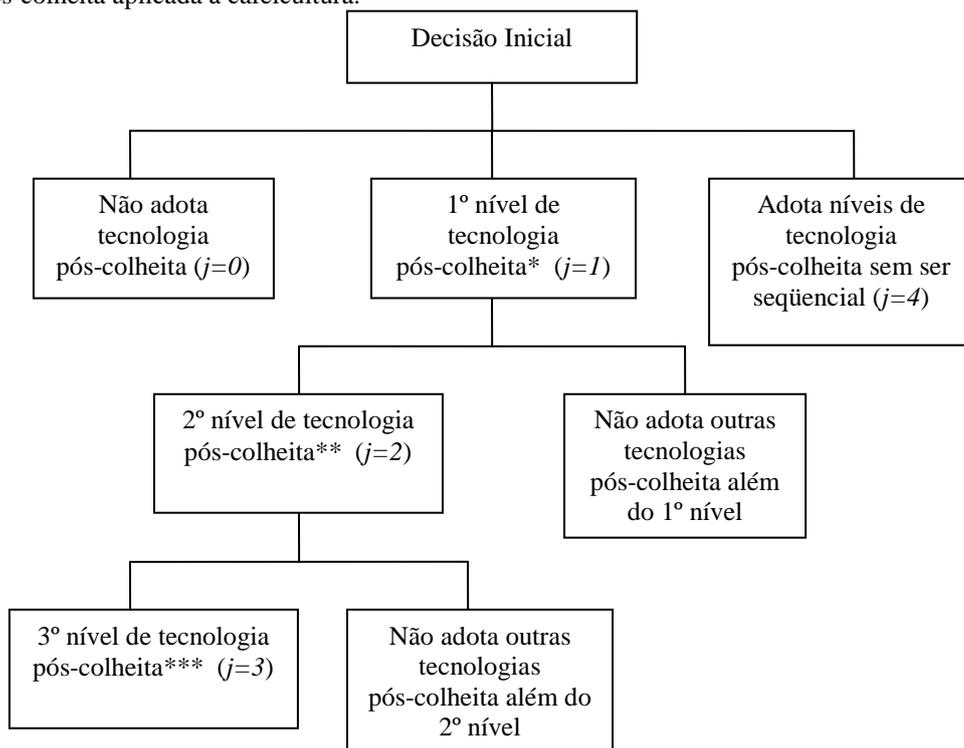
Diversos estudos têm procurado mensurar importância de novas tecnologias para a agricultura. Esse é o caso dos trabalhos desenvolvido por Silva e Teixeira (2002), que analisou os principais determinantes na adoção de tecnologia no plantio direto da soja em Goiás, e Monte e Teixeira (2006), que analisa os determinantes da adoção de tecnologia de despulpamento na cafeicultura do município de Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo. Também Lanna (2007) analisa os determinantes da adoção de tecnologia de despulpamento na cafeicultura, porém estuda o caso da região de Viçosa, Minas Gerais. Outro trabalho de destaque foi desenvolvido por Ersado et al (2004), que analisou a relação entre saúde, investimento público e decisão sequencial de adoção de tecnologia na agricultura no estado de Tigray, Etiópia.

A principal contribuição deste trabalho está em identificar os determinantes da seqüência de adoção da tecnologia de pós-colheita empregada na cafeicultura. Portanto, o objetivo deste trabalho é verificar se os níveis de tecnologia pós-colheita utilizados na cafeicultura são sequenciais, assim como identificar os fatores que determinam cada nível de adoção da tecnologia pós-colheita pelos cafeicultores da Zona da Mata Mineira, especificamente no município de Viçosa - MG.

MATERIAL E MÉTODOS

TECNOLOGIA SEQUENCIAL DE PÓS-COLHEITA APLICADA À CAFEICULTURA

Seguindo as características técnicas de manejo do café, a Figura 1 apresenta a árvore de decisão seqüencial de tecnologia pós-colheita aplicada à cafeicultura.



* Utiliza terreiro secador (revestido ou suspenso) .

** Utiliza terreiro secador (revestido ou suspenso), estufa, secador, beneficiador (piladeira).

***utiliza terreiro secador (revestido ou suspenso), estufa, secador, beneficiador (piladeira) e despulpador.

Figura 1 – Árvore da decisão seqüencial de tecnologia pós-colheita aplicada à cafeicultura.

Partindo da decisão inicial do cafeicultor, considera-se que o cafeicultor adota o primeiro nível de tecnologia pós-colheita se ele utilizar pelo menos o terreiro secador, revestido ou suspenso ($j=1$); caso contrário, considera-se que o cafeicultor não adota tecnologia pós-colheita ($j=0$). Se, além do terreiro secador, revestido ou suspenso, o cafeicultor utilizar estufa, secador e beneficiador (piladeira), considera-se que ele adota o 2º nível de tecnologia pós-colheita ($j=2$); caso contrário, adota somente o 1º nível de tecnologia pós-colheita. Se, além do terreiro secador, revestido ou suspenso, estufa, secador, beneficiador (piladeira), também adotar o despulpador, ele adota o 3º nível de tecnologia pós-colheita ($j=3$); caso contrário, adota o 2º nível de tecnologia pós-colheita. Pode ocorrer do cafeicultor adotar níveis de tecnologia distintos, sem se preocupar com a tecnologia anteriormente empregada, nesse caso, adota níveis de tecnologia de pós-colheita sem ser seqüencial ($j=4$).

MODELO ECONOMÉTRICO

Nas adoções seqüenciais de tecnologia pós-colheita usa-se o teste da razão da máxima verossimilhança, que se baseia na comparação da função de verossimilhança do modelo restrito (i.e., do modelo seqüencial) e do modelo irrestrito (i.e., do modelo não seqüencial), definido por Johnston e Dinardo (2001) por:

$$\lambda = \frac{L_*}{L}, \quad (1)$$

em que L_* é o valor da função de verossimilhança do modelo restrito (seqüencial); L , valor da função de verossimilhança do modelo irrestrito (não seqüencial), e $0 \leq \lambda \leq 1$. A estatística do teste, que é o logaritmo da razão de verossimilhança e equivale a:

$$LR = 2(\ln L - \ln L_*) \sim \chi^2_m, \quad (2)$$

portanto, LR segue a distribuição de qui-quadrado (χ^2), com m graus de liberdade. A hipótese nula a ser testada é de que o modelo estimado seqüencialmente é igual ao modelo estimado não-seqüencial, ou, em outros termos,

$$H_0: \text{Modelo seqüencial} = \text{Modelo não seqüencial}. \quad (3)$$

$$H_1: \text{Modelo seqüencial} \neq \text{Modelo não-seqüencial}.$$

Se a hipótese nula for rejeitada, o modelo seqüencial será escolhido e o cafeicultor se defrontará com quatro possibilidades de escolha em três níveis de tecnologia pós-colheita ($j=0, j=1, j=2$ e $j=3$, Figura 1). Se a decisão seqüencial não for usada. No caso da hipótese nula não ser rejeitada, então não se adotará tecnologia pós-colheita ou adotar-se-á tecnologia sem ser seqüencial (i.e., $j=0$ ou $j=4$).

No caso em que a variável dependente apresenta forma discreta e pode assumir diversas categorias, o método mais apropriado para o exame da questão é conhecido como Multinomial Logit (MNL). Também no caso da adoção

seqüencial, o modelo MNL é usualmente o mais empregado, como no caso dos trabalhos desenvolvidos por Dorfman (1996) e Ersado et al. (2004).

Neste modelo, a probabilidade de ocorrência da resposta é decorrente de um conjunto de regressores como escolaridade, treinamento, produtividade, etc. (Greene, 2003).

Nesse modelo, de acordo com Greene (2003), as equações estimadas geram um conjunto de probabilidades para $J+1$ escolhas do indivíduo i com características X_i . Uma forma de resolver esse problema é utilizar uma normalização, em que se admite que $\beta_0 = 0$. Assim, tem-se a seguinte especificação:

$$\text{Prob}(Y_i = j) = \frac{e^{\beta_j X_i}}{1 + \sum_{k=1}^J e^{\beta_k X_i}}, \text{ para } j=0,1,2,3. \quad (5)$$

Segundo Bressan et al. (2008) no modelo MNL o efeito das variáveis explicativas sobre a $\text{Prob}(Y_i=j)$ pode ser escrito pela razão de risco relativa (RRR), que é definida por:

$$RRR = \frac{P(Y = j/x+1)/P(Y = k/x+1)}{P(Y = j/x)/P(Y = k/x)}. \quad (6)$$

A interpretação da RRR no indica o efeito sobre a probabilidade de escolha da alternativa j em relação a alternativa k , decorrente de mudanças relativas nas probabilidades, sendo que x representa o vetor das variáveis atributos. A RRR no modelo Multinomial Logit pode ser obtida pelo exponencial dos coeficientes estimados, de forma similar a odds-ratio do modelo logístico. A diferença é que a razão de risco relativa fornece as mudanças relativas nas probabilidades.

BASE DE DADOS

Os dados da pesquisa são primários e foram obtidos, por meio de questionários estruturados, por Lanna (2007) e aplicados aos produtores de café do município de Viçosa, Minas Gerais, no período de fevereiro a junho de 2007. A amostra utilizada foi do tipo aleatório simples, em que a escolha de um indivíduo em determinada população tem a mesma probabilidade de ocorrência.

O tamanho da amostra a ser entrevistada é de 59 produtores de café. A amostra entrevistada para realização do trabalho foi de 61 produtores rurais, acrescentando-se mais 2 produtores (3%) como margem de segurança.

Na Tabela 1 encontram-se a descrição das variáveis independentes, a forma das variáveis, assim como as médias e os desvios-padrão das variáveis, lembrando que todas as variáveis devem contribuir positivamente para aumentar o nível de tecnologia pós-colheita.

Tabela 1 – Estatística descritiva das variáveis independentes, Minas Gerais, 2007

Variável	Descrição	Mensurada em:	Geral	
			Média	Desvio-padrão
Escolaridade (es)	Anos em que o produtor frequentou a escola.	Anos	9,06	6,88
Associativismo (as)	Participação dos cafeicultores em alguma associação de produtores do município, ou seja, que faça parte da ARCA (Associação Regional de Cafeicultores), ou da Associação de Produtores de Café das Serra de Minas, ou se é assistido pelo PRO-CAFÉ (Programa Municipal de Fomento á Cafeicultura)	(Sim=1, Não =0)	0,5737	0,4986
Área (área)	Área total explorada com a cafeicultura.	Hectares (ha)	40,51	38,91
Crédito de custeio e de investimento (cred)	Gastos para custear a safra agrícola e adquirir máquinas e equipamentos, nas últimas cinco safras.	Reais (R\$)	7.076,38	17.946,04

Treinamento (t)	Participação do produtor e dos funcionários em curso de natureza técnica, com vistas em capacitação no manuseio de máquinas e equipamentos e no desenvolvimento correto de técnicas de pós-colheita, como forma de melhorar a qualidade do café produzido, e/ou pelo recebimento de assistência técnica durante a safra.	(Sim=1, Não =0)	0,5409	0,5052
Produtividade (prod)	Produtividade média das últimas cinco safras agrícolas.	sacas/hectare (sc/ha)	28,097	11,707
Rentabilidade (r)	Consideração do cafeicultor sobre o preço recebido na comercialização da última safra.	(Médio/alto=1, baixo =0)	0,5573	0,5008
Capital próprio (kp)	A variável capital próprio é dada pelo capital próprio do produtor em forma de benfeitorias, máquinas ou equipamentos na propriedade rural.	Reais (R\$)	124.420,63	123.935,25

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se ainda que, do total das unidades produtoras, 83,6% têm na cafeicultura a principal atividade agropecuária; em 4,9% a cafeicultura é apontada juntamente com outras atividades, como milho, feijão, bovinocultura de leite; e em 11,5% das propriedades, são outras as principais atividades com destaque para bovinocultura de leite e avicultura.

A área média das propriedades rurais é de 40,51 hectares (Tabela 1), com amplitude de 3 a 176 hectares. A média das áreas destinadas à exploração cafeeira é de 14,1 hectares, com amplitude de 0,35 a 70 hectares. Quanto ao tipo da propriedade em Viçosa, 88,5% são de agricultura familiar, já que apresentam até quatro módulos fiscais no tamanho da propriedade, sendo cada um de 22 hectares no município de Viçosa-MG, o que demonstra a importância da cafeicultura para geração de renda da região, principalmente entre os agricultores familiares.

As variáveis dependentes de análise são os níveis de tecnologia pós-colheita; considera-se o valor um, caso o produtor adotar a tecnologia pós-colheita; e zero, se não adotar de acordo com a Figura 1. Para captar esse comportamento, optou-se por trabalhar com variáveis *dummies*, em que D1 é a *dummy* do 1º nível tecnológico; D2, *dummy* do 2º nível tecnológico; e D3, *dummy* do 3º nível tecnológico. A Tabela 2, descreve o nível tecnológico assumido pelo cafeicultor, de acordo com as *dummies*.

Tabela 2 – Níveis tecnológicos construídos a partir das variáveis *dummies*

Dummies tecnológicas	Categorias de adoção seqüencial			
	(j = 0)	(j = 1)	(j = 2)	(j = 3)
D1*	0	1	1	1
D2**	0	0	1	1
D3***	0	0	0	1

Nota: * D1 = 1, se adotar o 1º nível de tecnologia pós-colheita, e D1 = 0, caso contrário.

**D2 = 1, se adotar o 2º nível de tecnologia pós-colheita, e D2 = 0, caso contrário.

***D3 = 1, se adotar o 3º nível de tecnologia pós-colheita, e D3 = 0, caso contrário.

RESULTADOS

A Tabela 3 apresenta o teste da razão da verossimilhança, em que testa-se a hipótese de adoção dos níveis tecnológicos empregados na cafeiculturas são seqüenciais, estatisticamente isto é feito testando a hipótese de que o modelo estimado seqüencialmente é igual ao modelo estimado de modo não-seqüencial. O resultado do teste rejeita fortemente a hipótese de igualdade entre os modelos, indicando que a adoção de tecnologia pós-colheita empregada na cafeicultura é seqüencial, ou seja, o cafeicultor para adotar o despoldador, antes ele deverá utilizar a estufa, secador e beneficiador, que por sua vez deverá utilizar o terreiro secador (revestido ou suspenso). De posse desses resultados, verifica-se a importância de políticas que aumentem os níveis tecnológicos empregados pelos cafeicultores.

É possível verificar, ainda, que o modelo estimado é globalmente significativo, visto que, pelo teste de Razão de Verossimilhança (LR), é possível rejeitar a hipótese nula de que todos os coeficientes associados às variáveis explicativas sejam nulos.

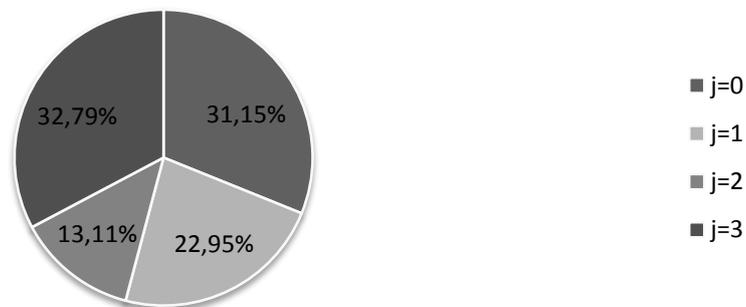
Tabela 3 – Teste da razão da verossimilhança para adoção seqüencial

Log L [•] = - 58,816	$\chi^2_{tab} = 3,84$
Log L ^{••} = - 148,65	LR > χ^2_{tab}
LR = 179,6748	Rejeita <i>H</i> ₀ ao nível de 1% de significância.

Nota: • Log L é o valor do logaritmo da função de verossimilhança do modelo irrestrito.
 •• Log L* é o valor do logaritmo da função de verossimilhança do modelo restrito.
 ••• Valor do χ^2_{tab} ao nível de 0,01 de significância com 1 grau de liberdade.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os cafeicultores podem ser divididos em quatro grupos, em que 31,14% deles não adotam nenhum tipo de tecnologia pós-colheita (i.e., $j=0$); 22,95% adotam somente o primeiro nível de tecnologia pós-colheita ($j=1$); 13,11% adotam o segundo nível de tecnologia ($j=2$); e 32,79% adotam o terceiro nível de tecnologia pós-colheita ($j=3$), ou seja, despolpam o café. Esta divisão é representada na Figura 2.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 2 – Divisão dos cafeicultores de acordo com os níveis de tecnologia pós-colheita.

Esses resultados indicam que, apesar de parte significativa dos cafeicultores (32,79%) adotarem o maior nível de tecnologia pós-colheita, parcela bastante alta não adota nenhum tipo de tecnologia pós-colheita (31,14%), ou adota níveis inferiores de tecnologia (36,06%).

Na estimação do modelo Multinomial Logit seqüencial foi considerado como base o 3º nível de adoção seqüencial ($j=3$), portanto, os resultados devem ser interpretados em relação ao maior nível de tecnologia pós-colheita. A Tabela 4 mostra o resultado dos coeficientes do modelo MNL, nos diferentes níveis de adoção seqüencial, com suas respectivas significâncias estatísticas. Como os coeficientes estimados não representam as respostas marginais, a Tabela 4 apresenta também a razão de risco relativa (*RRR*), que deve ser interpretada como mudanças relativas nas probabilidades ou, de forma similar, ao *odds-ratio* do modelo logístico, com sua respectiva significância estatística.

Nos resultados para ($j=0$) do MNL, foram identificadas seis variáveis estatisticamente significativas, a saber: escolaridade do produtor (*es*), associativismo (*as*), área total explorada com a cafeicultura (*areatotal*), crédito (*cred*), treinamento (*t*) e capital próprio (*kp*), além da constante. Por meio da *RRR*, observa-se que o aumento nas variáveis (*es*), (*as*), (*cred*), (*t*) e (*kp*) diminui as chances de o produtor não adotar nenhum nível de tecnologia pós-colheita, se comparados com os que a adotam ($j=3$), visto que a *RRR* foi menor do que a unidade.

Para a alternativa ($j=1$), dos oito coeficientes estimados, sete foram estatisticamente significativos, além da constante. Somente a variável associativismo (*as*) não foi estatisticamente significativa, razão por que não interfere na probabilidade de o cafeicultor adotar o primeiro nível de tecnologia pós-colheita. Por meio da *RRR*, observa-se que o aumento nas variáveis (*es*), (*cred*), (*t*), (*prod*), (*r*) e (*kp*) diminui as chances de o produtor adotar o 1º nível de tecnologia pós-colheita, se comparado com os que a adotam ($j=3$), visto que a *RRR* foi menor do que a unidade.

Por fim, na alternativa ($j=2$), observa-se que, dos oito coeficientes estimados, sete foram estatisticamente significativos, com a constante não-significativa. A variável escolaridade (*es*) não foi estatisticamente significativa, razão por que não interferiu na probabilidade de o cafeicultor adotar o segundo nível de tecnologia pós-colheita. Por meio da *RRR*, observa-se que o aumento nas variáveis: (*as*), (*cred*), (*t*) e (*kp*) diminuem as chances de o produtor adotar o 2º nível de tecnologia pós-colheita, se comparado com os que a detêm ($j=3$), visto que a *RRR* foi menor do que a unidade. Em contrapartida, o aumento nas variáveis (*areatotal*), (*prod*) e (*r*) aumentam as chances de o cafeicultor adotar o 2º nível de tecnologia pós-colheita, se comparado aos que detêm tecnologia ($j=3$), ou seja, se a área total, a produtividade e a rentabilidade estiverem altas no 2º nível tecnológico, o cafeicultor tenderá a permanecer nesse nível (i.e., aumentam as chances de adoção do 2º nível tecnológico em comparação ao 3º nível).

Tabela 4 – Estimativas do modelo MNL baseado na adoção seqüencial (base $j=3$)

Variáveis explicativas•	Categorias de adoção seqüencial					
	$(j=0)$		$(j=1)$		$(j=2)$	
	Coefficiente	<i>RRR</i>	Coefficiente	<i>RRR</i>	Coefficiente	<i>RRR</i>
<i>es</i>	-0,0861*** (0,0506)	0,9174*** (0,0464)	-0,7982* (0,1706)	0,4501* (0,0768)	0,0438 ^{ns} (0,0804)	1,0448 ^{ns} (0,0839)
<i>as</i>	-3,3226* (1,0430)	0,03605* (0,0376)	-1,1542 ^{ns} (1,2223)	0,3153 ^{ns} (0,3854)	-5,6223* (1,1597)	0,0036* (0,0042)

areatotal	0,0318** (0,0140)	1,0323** (0,0144)	0,0912* (0,0190)	1,0955* (0,0208)	0,0294*** (0,0156)	1,0298*** (0,0161)
cred	-0,00012* (3,47E-05)	0,9998* (3,47E-05)	-0,0002** (0,0001)	0,9998** (0,00008)	-4,7E-05** (0,0000)	0,99995** (2,11E-05)
t	-1,8575** (0,7394)	0,15605** (0,1153)	-2,8127* (0,8665)	0,060045* (0,05207)	-1,5715*** (0,8957)	0,2077*** (0,1860)
prod	-0,00036 ^{ns} (0,0282)	0,9996 ^{ns} (0,0282)	0,0756** (0,0378)	1,0785** (0,0408)	0,0704** (0,0356)	1,0729** (0,0381)
r	-0,03411 ^{ns} (0,6138)	0,966465 ^{ns} (0,5932)	-2,0784** (0,8074)	0,125132** (0,101)	2,0081** (0,8839)	7,4487** (6,5843)
kp	-2,4E-05* (6,76E-06)	0,999976* (6,76E-06)	-3,9E-05* (8,33E-06)	0,9999* (8,33E-06)	-1,2E-05** (5,07E-06)	0,9999** (5,07E-06)
constante	7,19024* (1,3223)	- -	7,9324* (1,4132)	- -	0,9034 ^{ns} (1,4844)	- -

Nota: * significativo a 1%. ** significativo a 5%. *** significativo a 10%. ^{ns} não-significativo.

• em que: (es) escolaridade; (as) associativismo; (areatotal) área total explorada na cafeicultura; (cred) crédito; (t) treinamento; (prod) produtividade; (r) rentabilidade e (kp) capital próprio.

(Os valores entre parênteses são os desvios-padrão).

Fonte: Dados da pesquisa.

CONCLUSÕES

Os cafeicultores adotam níveis de tecnologia de pós-colheita de forma sequencial. Os produtores que despulpam o café apresentam, na média, maiores níveis de escolaridade e capital próprio, se comparados aos que não adotam nenhum tipo de tecnologia pós-colheita, assim como, também apresentam na média maiores níveis de escolaridade e treinamento, se comparados aos que adotam apenas o terreiro secador.

Para os produtores que não adotam tecnologia pós-colheita, as variáveis escolaridade, associativismo, crédito, treinamento e capital próprio diminuem as chances de o produtor não adotar nenhum nível de tecnologia pós-colheita. Para os cafeicultores que adotavam o 1º nível de tecnologia pós-colheita, a escolaridade, o associativismo, o crédito, o treinamento, a rentabilidade e o capital próprio aumentam a probabilidade de adoção de maiores níveis tecnológicos. No segundo nível tecnológico observa-se que o associativismo, o crédito, o treinamento e o capital próprio aumentam as chances de o produtor adotar o maior nível de tecnologia pós-colheita.

Ou seja, as principais variáveis determinantes da adoção de maiores níveis tecnológicos são o associativismo, a rentabilidade, o treinamento, o crédito, o capital próprio e escolaridade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRESSAN, V. G. F.; BRESSAN, A. A.; LIMA, J. E.; BRAGA, M. J. Análise da alavancagem das empresas de capital aberto do agronegócio brasileiro: uma abordagem usando Logit Multinomial. **Revista de Economia e Agronegócio**, vol.6, n.1. jan./abr. 2008. p.51-80.
- DORFMAN, J. H. Modeling Multiple Adoption Decision in a Joint Framework. **American Journal of Agricultural Economics**, 78(3), Aug 1996. p. 547-557.
- ERSADO, L.; AMACHER, G.; ALWANG, J. Productivity and land enhancing technologies in Northern Ethiopia: health, public investments, and sequential adoption. **American Journal of Agricultural Economics**. 86(2), May 2004. p. 321-331.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV. **Séries econômicas**. Disponível em: <<http://www.fgv.br>>. Acesso em: 10 de março de 2005.
- GREENE, W. H. **Econometric Analysis**. 5th. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2003. p.719-723.
- JOHNSTON, J. ; DiNARDO, J. **Métodos econométricos**. 4^a.ed. Lisboa: McGraw-Hill, 2001. 573 p.
- LANNA, G. B. M. **Determinantes da adoção de tecnologia de “pós-colheita” na cafeicultura de Viçosa, MG**. Viçosa: PROBIC/FAPEMIG. 84p. Relatório final (Iniciação científica) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- MONTE, E. Z., TEIXEIRA, E. C. Determinantes da adoção da tecnologia “pós-colheita” na cultura do café em Venda Nova do Imigrante, ES. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. v.44, n. 02, p.201-217, 2006.
- SILVA, S. P.; TEIXEIRA, E. C. Determinantes da adoção tecnológica “plantio direto” na cultura de soja em Goiás. **Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, DF.**, v.40, n.2, p. 305-326, 2002.