

REVISTA BRASILEIRA DE POLÍTICAS PÚBLICAS
BRAZILIAN JOURNAL OF PUBLIC POLICY

Os incentivos econômicos à compra de colhedoras pelo Pronaf-Mais alimentos para os produtores de arroz irrigado do Rio Grande do Sul

The economic incentives for purchasing harvester combine via Pronaf-Mais alimentos for irrigated rice farmers in Rio Grande do Sul

João Mairton Moura de Araújo

Mário Conill Gomes

André Carraro

Sumário

CRIMES DE RESPONSABILIDADE DO PRESIDENTE DA REPÚBLICA.....	14
Carlos Ayres Britto	
REFLEXÕES SOBRE O FUTURO DO ESTADO CONSTITUCIONAL MODERNO.....	22
Cesar Luiz Pasold, Gabriel Real Ferrer e Paulo Márcio Cruz	
CONTRATOS PÚBLICOS Y MERCADO GLOBAL: UN ABORDAJE DESDE EL DERECHO ADMINISTRATIVO DEL SIGLO XXI.....	39
Bruno Ariel Rezzoagli	
CONTRATOS ADMINISTRATIVOS: CONCEITO E CRITÉRIOS DISTINTIVOS.....	53
Carlos Bastide Horbach	
OS INCENTIVOS ECONÔMICOS À COMPRA DE COLHEDORAS PELO PRONAF-MAIS ALIMENTOS PARA OS PRODUTORES DE ARROZ IRRIGADO DO RIO GRANDE DO SUL.....	70
João Mairton Moura de Araújo, Mário Conill Gomes e André Carraro	
LIMITAÇÕES À EXTRAFISCALIDADE APLICÁVEIS AO FATOR ACIDENTÁRIO DE PREVENÇÃO – FAP...84	
Daniel de Magalhães Pimenta	
DESCONSTRUINDO A INEFICÁCIA DOS DIREITOS SOCIAIS: POR UMA RECONSTRUÇÃO DOS DIREITOS SOCIAIS DEMOCRÁTICA, PARTICIPATIVA E TRANSNACIONAL	106
Daniela Lopes de Faria, Christian Norimitsu Ito e Inês Moreira da Costa	
DIREITO PROCESSUAL DE GRUPOS SOCIAIS ATUAL: ENTRE O ATIVISMO JUDICIAL E O GARANTISMO PROCESSUAL	125
Jefferson Carús Guedes	
POLÍTICAS PÚBLICAS, MÍNIMO EXISTENCIAL E PODER JUDICIÁRIO: A QUESTÃO DO DIREITO À MORADIA	151
Diogo de Calasans Melo Andrade	

BENEFÍCIOS DE RENDA MÍNIMA COMO UM DIREITO FUNDAMENTAL: ACESSO À JUSTIÇA E INCLUSÃO SOCIAL..... 167

Pedro Bastos de Souza

DESENVOLVIMENTO HUMANO SUSTENTÁVEL E ERRADICAÇÃO DA POBREZA EXTREMA: UMA ANÁLISE SOBRE A EXPERIÊNCIA PORTUGUESA 185

Veyzon Campos Muniz

A AÇÃO POPULAR AMBIENTAL COMO FORMA DE PARTICIPAÇÃO SOCIAL NA DEFESA DO MEIO AMBIENTE203

Luciano Marcos Paes e Paulo Roberto Polessio

DIREITO PENAL AMBIENTAL COMO TUTELA DE SUSTENTAÇÃO À ATUAÇÃO ADMINISTRATIVA E CIVIL NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA E NO JAPÃO 214

Luiz Gustavo Gonçalves Ribeiro e Lorena Machado Rogedo Bastianetto

CONSTRUÇÃO SOCIAL DO PROJETO POLOS DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO CONTEXTO DO PNPB: UMA ANÁLISE PERCEPTIVA230

Érika Cristine Silva, Maria das Dores Saraiva de Loreto, Haudrey Germiniani Calvelli e Ronaldo Perez

A CORRELAÇÃO ENTRE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS E O INCREMENTO DAS QUEIMADAS EM ALTA FLORESTA E PEIXOTO DE AZEVEDO, NORTE DO MATO GROSSO - AMAZÔNIA LEGAL246

Lilian Rose Lemos Rocha e Christopher William Fagg

POLÍTICAS PÚBLICAS, AGRICULTURA FAMILIAR E CIDADANIA NO BRASIL: O CASO DO PRONAF 256

Edir Vilmar Henig e Irenilda Ângela dos Santos

ATIVISMO JUDICIAL E PROMOÇÃO DA CIDADANIA: DESAFIOS PARA A EFETIVAÇÃO DOS DIREITOS SOCIAIS CONSTITUCIONALIZADOS 271

Gerardo Clésio Maia Arruda, Adriana Rossas Bertolini e Jânio Pereira Cunha

Os incentivos econômicos à compra de colhedoras pelo Pronaf-Mais alimentos para os produtores de arroz irrigado do Rio Grande do Sul*

The economic incentives for purchasing harvester combine via Pronaf-Mais alimentos for irrigated rice farmers in Rio Grande do Sul

João Mairton Moura de Araújo**

Mário Conill Gomes***

André Carraro****

RESUMO

A inclusão de colhedoras como itens financiáveis pelo Pronaf-Mais Alimentos se apresenta como uma oportunidade para a difusão de tal tecnologia entre os agricultores familiares do Brasil. Todavia, os dados de vendas de máquinas não evidenciam um processo de difusão acelerado. Uma vez que a dependência de incentivos econômicos para os processos de difusão tecnológica são bem estabelecidos, o presente estudo avalia os impactos da compra de colhedoras pelas regras do financiamento do Programa Mais Alimentos para os agricultores a partir da modelagem dos custos do investimento. Com a análise focada nos produtores familiares de arroz irrigado do Rio Grande do Sul, estima-se que os custos provenientes da compra de máquinas são inferiores aos custos de contratação de colhedoras terceirizadas. Portanto, os termos do programa são adequados à difusão de tal tecnologia nas pequenas propriedades arroteiras do estado. Entre as configurações de máquinas, as colhedoras de maiores capacidade operacionais se revelaram as menos custosas.

Palavras-Chave: Agricultura familiar. Mecanização da agricultura. Modelo de custos.

ABSTRACT

The inclusion of combine harvesters as a fundable asset under Pronaf-Mais Alimentos presents as an opportunity for that technology's diffusion among family farmers in Brazil. However, the machinery's sells data does not point an accelerated diffusion process. Once the technology diffusion process dependency of economics incentives is settled, this research aims evaluating the impacts of a harvester combine financing via "Mais Alimentos" program for farmers based in a costs model of the investment. Being

* Recebido em 20/08/2015
Aprovado em 09/01/2016

** Possui graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Ceará (2013). Mestre em Organizações e Mercados pela Universidade Federal de Pelotas (2015). E-mail: joaomairton@gmail.com

*** Possui doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2001). Professor da Universidade Federal de Pelotas. E-mail: mconill@gmail.com

**** Possui doutorado em Economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2003). Professor da Universidade Federal de Pelotas. E-mail: andre.carraro@gmail.com

the analyses focused on irrigated rice farmers in Rio Grande do Sul, it is estimated that the costs of the machinery purchasing are lower than the alternative costs of service hiring, therefore the financing program terms are suitable to that technology's diffusion process among small irrigated rice farms of the state. Among the machinery settings, the harvester combine of highest operating capacity tend to have the lowest costs.

Keywords: Family farming. Agricultural mechanization. Costs models.

1. INTRODUÇÃO

A mecanização da produção agrícola é um fator importante para o aumento da produtividade da agricultura. Com o objetivo de fomentar a atividade de agricultores familiares, o governo federal criou um programa de financiamento subsidiado de máquinas para tal público, o Pronaf-Mais Alimentos. A importância do acesso ao crédito foi recentemente avaliada por Obrimah et al, evidenciando um impacto positivo na adoção de tecnologias de produção por agricultores familiares na Nigéria¹.

Porém, o programa de financiamento Mais Alimentos conta com uma série de regras dotadas de discricionariedade que direcionam para públicos e ativos específicos. Assim, espera-se que o sucesso do avanço da mecanização entre os agricultores familiares seja condicionado à adequação dos termos do programa às demandas dos produtores.

Em estudo recente, Manuelli e Seshadri apontam a coerência entre o processo de difusão de tratores nos Estados Unidos e as previsões advindas das teorias clássicas do comportamento da firma². Naquele trabalho, foi evidenciado que as demandas dos agricultores por tecnologias concorrentes são bem explicadas pelas diferenças dos custos de operá-las. Por outro lado, Takeshima et al apontam que, mesmo quando os custos das tecnologias se revelam adequados, problemas como a deficiência de oferta podem travar o processo de difusão em localidades específicas³.

A adição no ano de 2010 de colhedoras de grão como item financiável pelo Mais Alimentos constituiu uma oportunidade de se intensificar a difusão de colhedoras de menor porte entre agricultores familiares no Brasil. A intenção dos termos do financiamento consiste em incentivar a organização de grupos de agricultores para adquirir colhedoras de características específicas.

Dados da Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores apontam que em 2013 a venda de colhedoras de grãos no Brasil atingiu seu pico histórico. Por outro lado, no estado do Rio Grande do Sul, os dados sobre financiamento de colhedoras não evidenciam uma aceleração no processo de difusão desta tecnologia. A quantidade total de contratos de financiamentos de colhedoras automotrizes nacionais no estado em 2012 foi 966 enquanto em 2008, quando colhedoras não podiam ser financiadas pelo Mais Alimentos, foi de 949. O estado do Rio Grande do Sul concentra aproximadamente 67% da produção de arroz do Brasil⁴ e a maioria dos estabelecimentos são de caráter familiar⁵.

1 OBRIMAH, O. A.; ABIMIKU, F.; BRIGGS, P. B. *Peasant farming in emerging countries: does agricultural financing really have an impact?* Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=2483849>>. Acesso em: 1 fev. 2015.

2 MANUELLI, R. E.; SESHADRI, A. Frictionless technology diffusion: the case of tractors. *American Economic Review*, v. 104, n. 4, p. 1368–1391, 2014.

3 TAKESHIMA, H.; NIN–PRATTI, A.; DIAO, X. Mechanization and agricultural technology evolution, agricultural intensification in Sub-Saharan Africa: typology of agricultural mechanization in Nigeria. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 95, n. 5, p. 1230–1236, 2013. Disponível em: <<http://ajae.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/ajae/aat045>>. Acesso em: 3 dez. 2014.

4 COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Estudos de prospecção de mercado, safra 2012-2013*. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_11_16_41_03_prospeccao_12_13.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2014.

5 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo agropecuário 2006*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro>>. Acesso em: 27 fev. 2015.

Nesse contexto, justifica-se uma investigação quanto à atratividade das colhedoras para os produtores de arroz no estado, dadas às regras do programa de fomento quanto ao financiamento em grupo e às características das máquinas.

Assim, o objetivo deste estudo consiste em detalhar os custos das colhedoras financiáveis pela agricultura familiar do Rio Grande do Sul nos termos do Mais Alimentos e a partir disso avaliar se estes custos favorecem a difusão da tecnologia.

2. MÉTODO

Para avaliar a adequabilidade dos termos do programa de financiamento, foi utilizada modelagem de custos multiperíodos, os quais podem ser consolidados em valor presente para uma análise comparativa. Tal modelagem é amplamente utilizada na literatura que investiga estratégias de decisões de investimento e gerenciamento de ativos na agricultura. Assim, tendo em vista o investimento específico, foi adaptada a abordagem de Reid e Bradford⁶ a qual, além dos fluxos financeiros genéricos⁷, considera os custos de uma capacidade operacional inadequada.

Como o objetivo da modelagem consiste em avaliar a atratividade da compra de colhedoras nos termos do Mais Alimentos, alguns pontos merecem ser detalhados no método de avaliação.

O primeiro ponto se refere à unicidade temporal das condições do investimento. A análise de custos se limita à situação de compra no período atual, não considerando possibilidades de estratégias minimizadoras de custos que posterguem o investimento, uma vez que o comportamento dos termos do programa bem como o dos parâmetros-chaves são pouco previsíveis em períodos futuros. Com isso, foram excluídas as possibilidades de qualquer implicação quanto à substituição do equipamento. Ou seja, a modelagem se refere aos custos da compra da máquina no período atual e à posterior alienação em um período futuro, quando se encerram todos os fluxos financeiros do investimento. Com isso, não se definiu um horizonte de planejamento fixo, mas sim os custos relacionados ao investimento com qualquer duração razoável. Dadas as diferentes idades do investimento, a minimização de custos é feita com base no valor anual equivalente dos custos simulados.

Postas as devidas considerações, os componentes genéricos do modelo de custos para colhedoras de arroz é apresentado como segue.

Sobre o capital próprio:

$$K = PF - F \quad (1)$$

em que,

K - Capital próprio, valor que deve ser desembolsado no momento $N=0$ proveniente de recursos próprios (R\$ correntes).

PF - Preço de face da colhedora à vista (R\$ correntes).

F - Valor de face do financiamento para aquisição da máquina (R\$ correntes).

6 REID, D. W.; BRADFORD, G. L. A farm firm model of machinery investment decisions. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 69, n. 1, p. 64–77, 1987.

7 GRANT, E. L.; IRESON, W. G.; LEAVENWORTH, R. S. *Principles of engineering economy*. 7th ed. Nova Jersey: J. Wiley and Sons, 1982.

Sobre o Financiamento:

$$PMT_N = \begin{cases} F * \frac{(1+j)^{m-1} * j}{1-(1+j)^{-(n-m+1)}}; se m < N \leq n \\ 0; se m \geq N ou N > n \end{cases} \quad (2)$$

$$J_N = SF_{N-1} * j \quad (3)$$

$$SF_N = \begin{cases} J_N + SF_{N-1} - PMT_N; se N > 0 \\ F; se N = 0 \end{cases} \quad (4)$$

em que,

N - período específico no horizonte de planejamento (ano).

n - prazo total do financiamento (anos).

m - período de carência do financiamento (anos) somado de um (carência+1).

j – taxa de juros (%).

PMT_N - Valor da prestação do financiamento devido no período N (R\$ correntes).

J_N - Valor dos juros do financiamento referente ao período N (R\$ correntes).

SF_N - Saldo final do financiamento no período N (R\$ correntes).

Sobre os custos de manutenção e reparação:

$$M_N = PF * \mu_N \quad (5)$$

em que,

μ_N - Coeficiente de custos de manutenção e reparação, ($0 \leq \mu_N$).

M_N - Custos com manutenção e reparação no período N (R\$ correntes).

Sobre os custos operacionais:

$$O_N = \begin{cases} (d_N * k_N + y_N) * T_N; se N > 0 \\ 0; se N = 0 \end{cases} \quad (6)$$

$$T_N = \left(\frac{D}{v_N} \right) * u^{-1} \quad (7)$$

$$D = \frac{A * 0,01}{1 * 0,0003048} \quad (8)$$

$$V_N = \begin{cases} \frac{D}{t_N}; \text{ se } t_N \leq \frac{D}{w(Z)} \\ w(Z); \text{ se } t_N > \frac{D}{w(Z)} \end{cases} \quad (9)$$

em que,

O_N - Custos operacionais no período N (R\$ correntes).

d_N - Preço do litro de diesel no período N (R\$ correntes).

k_N - Consumo horário médio de diesel no período N (litros/hora).

y_N - Custos com o operador da colhedora por hora, salários + encargos trabalhistas (R\$ correntes/hora).

u - Coeficiente de eficiência de tempo da colhedora ($1 \geq u > 0$).

l - Largura da plataforma de corte da colhedora (em pés).

t_N - Tempo máximo disponível para colheita no período N (horas).

A - Área total percorrida na lavoura (em ha).

D - Deslocamento linear total dentro da lavoura (km).

V_N - Velocidade de deslocamento durante a operação de colheita no período N (km/hora).

T_N - Tempo total de uso da colhedora no período N (horas).

$w(Z)$ - velocidade de deslocamento compatível com um nível de perda mínimo φ (km/hora), dependente do conjunto de características Z .

Sobre o capital recuperável:

$$VR_N = VN_N(X) * a_N(N, X) \quad (10)$$

em que,

VR_N - Valor residual da colhedora quando vendida no período N (R\$ correntes).

VN_N - Valor de uma colhedora similar nova no período N (R\$ correntes).

a_N - Coeficiente de depreciação da colhedora no período N (R\$ correntes).

X - conjunto de características relevantes para diferenciar o preço das colhedoras.

Sobre o progresso tecnológico:

$$G_N = (RG_N - R_N) * (1 - r) \quad (11)$$

$$RG_N = RP_N * (1 - g_n) \quad (12)$$

$$R_N = RP_N * (1 - p_n) \quad (13)$$

$$RP_N = \frac{(A * Q_N * \rho_N)}{(1 - p_o)} \quad (14)$$

$$p_N = \varphi * \left(1 + \left(\frac{V_N - w(Z)}{w(Z)} \right) \right) \quad (15)$$

$$g_N = p_N * (1 - s)^N \quad (16)$$

em que,

G_N - Custos do progresso tecnológico consideradas as colhedoras futuras no período N (R\$ correntes).

R_N - Receita da colheita usando a colhedora atual no período N (R\$ correntes).

RG_N - Receita da colheita se fossem usadas as colhedoras futuras no período N (R\$ correntes).

RP_N - Receita potencial da lavoura com nível 0% de perdas no período N (R\$ correntes)

p_N - nível de perdas da colheita no período N(%).

g_N - nível de perdas da colheita das colhedoras futuras no período N(%).

q_N - preço do arroz no período N (R\$ correntes).

Q_N - Quantidade de arroz produzida por ha no período N.

r - Alíquota dos impostos sobre o lucro líquido.

φ - Nível de perdas da colheita em condições ideais (%).

s - taxa anual de redução de perda das colhedoras futuras ($1 > s \geq 0$).

Sobre os custos do dimensionamento da máquina:

$$C_N = RP_N * (p_n - \varphi) * (1 - r) \quad (17)$$

em que,

C_N - Custos do distanciamento entre as condições de uso reais e as ideais da colhedora no período N (R\$ correntes).

Sobre a tributação sobre o lucro líquido:

$$I_N = (DC_N + J_N + M_N + O_N) * r \quad (18)$$

$$B_N = \begin{cases} \left(VR_N - \left(PF * \left(1 - \frac{N}{vc} \right) \right) \right) * r; & \text{se } VR_N \geq PF * \left(1 - \frac{N}{vc} \right) \\ 0; & \text{se } VR_N \leq PF * \left(1 - \frac{N}{vc} \right) \end{cases} \quad (19)$$

$$DC_N = \begin{cases} \frac{PF}{vc}; & \text{se } 0 < N \leq vc \\ 0; & \text{se } N > vc \text{ ou } N = 0 \end{cases} \quad (20)$$

em que,

I_N - Redução de custos pela redução do lucro líquido (R\$ correntes)

DC_N - Depreciação contábil anual no período N (R\$ correntes).

B_N - Imposto incidente sobre os ganhos de capital (R\$ correntes)

vc - tempo de vida útil para fins contábeis (anos).

O custo anual uniforme equivalente:

Com base nas relações que compõem os custos em cada período do horizonte de planejamento, a análise econômica é feita sobre o custo anual uniforme equivalente ($CAUE_{\pi}$) da soma de todos os custos e descontos em determinado período para cada uma das opções de máquinas.

Assim, o cálculo dos custos relevantes incorridos pela aquisição da colhedora no período 0 e posterior alienação no período π é realizado com base na equação 21.

$$CAUE_{\pi} = \left(K + \left(\frac{SF_N + B_N - VR_N}{(1+tma)^N} \right) + \sum_{N=0}^{N=\pi} \left(\frac{PMT_N + M_N + O_N + G_N + C_N - I_N}{(1+tma)^N} \right) \right) * \frac{(1+tma)^N * tma}{(1+tma)^N - 1} \quad (21)$$

em que,

$CAUE_{\pi}$ - Custo Anual Uniforme Equivalente da soma de todos os custos e descontos até o período π .

tma - Taxa mínima de atratividade do investimento (%).

3. RESULTADOS

Adquirir uma colhedora nova pelo Mais alimentos surge como uma alternativa não apenas para aqueles produtores que possuem colhedoras velhas, mas também àqueles que dependem da contratação de serviços de colheita terceirizados.

O programa de financiamento aparece como uma oportunidade de substituição da colheita terceirizada por uma operação de colhedora própria. Assim, devem-se conhecer quais os custos de cada uma destas opções para um produtor individualmente.

O problema da colheita terceirizada pode ser descrito pelo modelo de custos desenvolvido anteriormente. Com base nele, pode-se modelar o comportamento do fornecedor do serviço e com isso têm-se as condições das operações que se traduzirão em custos para o agricultor. Análise similar pode ser encontrada em recente estudo de Houssou et al⁸, para serviços terceirizados de tratores. A simulação dos custos aplicando a modelagem anteriormente apresentada foi baseada em suposições e fontes diversas sobre elementos importantes observados na produção do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, os quais estão explicitados na Tabela 1.

Tabela 1 – Especificação do ambiente de escolha de colhedoras, alguns parâmetros

Parâmetro	Valor/ lei de movimento	Fonte
N=0	Ano de 2013	Suposição
PFm	RS 322.596	MDA ¹
Fi	R\$ 150.000	MDA
Rb	R\$ 360.000 a.a	MDA
q_0	R\$ 32,9 pelo saco de 50 kg	IRGA ²
Q_0	150,7 sacos de 50kg por ha	IRGA
Ag	3	Solução eq. 23
A	217,83 há	Solução eq. 22

8 HOUSSOU, N. et al. Agricultural mechanization in Ghana: is specialized agricultural mechanization service provision a viable business model? *American Journal of Agricultural Economics*, v. 95, n. 5, p. 1237–1244, 2013. Disponível em: <<http://ajae.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/ajae/aat026>>. Acesso em: 28 fev. 2015.

Parâmetro	Valor/ lei de movimento	Fonte
P_r	0,01	Suposição
P_0	6%	Suposição
S	5% a.a	Suposição
Φ	3,5%	Suposição
t_N	300 horas	Suposição
U	0,6	Suposição
k_0	12,88 litros/hora	Coletado
d_N	R\$ 2,46 por litro	Coletado
w(cv=150)	2 km/h	Suposição
L	Em pés	Depende da colhedora
Cv	Em cv	Depende da colhedora
PF	Em R\$ corrente	Depende da colhedora
t_N	300 horas	Suposição
R	24%	Alíquotas médias coletadas
PIB_N	3%	Suposição
$IPCA_N$	4,5%.	Suposição
M	3+1	MDA
N	10 anos	MDA
J	2 % a.a.	MDA
Im	4,5% a.a	Suposição
Tma	10% a.a.	Suposição

Fonte: Dos autores

Quem compra uma colhedora com fins de ofertar serviços de colheita tem nesse ativo um item gerador de fluxos de caixa tanto negativos (custos) quanto positivos (receita), diferenciando-se do agricultor, o qual não pode atribuir a receita gerada pela operação de colheita individualmente à colhedora.

A receita do ofertante de serviços de colheita no estado é baseada em uma porcentagem (b) da quantidade de grãos colhida (R_N), equação 33. Tal percentual gira em torno de 10%. Assim, é de interesse do ofertante que se colha uma grande quantidade, pois suas receitas são proporcionais. Por outro lado, os custos do proprietário de uma colhedora para tais fins são praticamente os mesmos dos agricultores que possuem colhedoras, havendo apenas pequenas modificações na maneira como as perdas se convertem em custos.

A primeira modificação deve ser feita na equação dos custos do dimensionamento (equação 17). Como o produtor tem receita equivalente a b da quantidade total colhida (R_N), qualquer quantidade não colhida se converte em perdas do fornecedor do serviço na proporção b. Então para a colheita terceirizada a equação 17 foi substituída pela equação 23. A modificação adicional segue a mesma lógica quanto aos custos associado ao progresso tecnológico, substituindo a equação 11 pela equação 24.

$$RT_N = (R_N) * (1 - r) * b \quad (22)$$

$$C_N = RP_N * (p_n - \varphi) * (1 - r) * b \quad (23)$$

$$G_N = (RG_N - R_N) * (1 - r) * b \quad (24)$$

em que,

b - proporção da receita colhida que se converte em receita do fornecedor de serviços de colheita terceirizada.

RT_N - Receita do fornecedor de serviços de colheita terceirizada no período N.

As demais alterações se referem ao fato de que proprietários de colhedoras para tal fim não são público-alvo do programa Mais Alimentos. Portanto, as colhedoras de categorias III ou IV não possuem descontos de 18% e não podem ser financiadas nos termos do programa para esse público.

Uma vez que as colhedoras de classes III e IV são em geral consideradas tecnicamente adequadas à colheita de arroz do público-alvo do programa de financiamento, a presente simulação considera que as colhedoras que um fornecedor de serviços terceirizados pode adquirir são as mesmas consideradas anteriormente. Para efeito de simplificação, considera-se que o fornecedor não utiliza capital de terceiros para a aquisição da máquina, ($F=0$).

Especificado dessa forma, tem-se, para cada período N, uma série de custos e receitas que podem ter seus valores presentes acumulados e transformados em séries anuais uniformes. O valor da série anual uniforme das receitas menos os custos, equação 25, pode ser analisado como uma medida de lucro líquido.

$$LL_{\pi} = \left(\left(\sum_{N=0}^{N=\pi} \frac{RT_N}{(1+تما)N} \right) * \frac{(1+تما)^N * تما}{(1+تما)^{N-1}} \right) - CAUE_{\pi} \quad (25)$$

em que

LL_{π} - Lucro líquido anual uniforme do fornecedor de serviços de colheita terceirizada até o período π .

Como uma firma convencional, espera-se que as decisões de produção do ofertante de colheita terceirizada objetive a maximização de seu lucro, dadas as suas restrições. Para a presente análise, considera-se que o produtor dispõe de K unidades monetárias no período $N=0$, suficiente para adquirir apenas uma das colhedoras. Assim, a restrição que age ativamente no problema do produtor é o tempo disponível para as operações de colheita no estado ($t_N=300$ horas).

O produtor deve escolher qual colhedora e a quantidade de serviços oferecida, equivalente à área total colhida, no tempo disponível. Os custos do produtor não sofrem grandes influências das perdas enquanto ele não cobre áreas suficientemente grandes que esgotem as 300 horas da colheita disponíveis. Em relação a esse limite, o aumento dos custos operacionais é a principal fonte de variação.

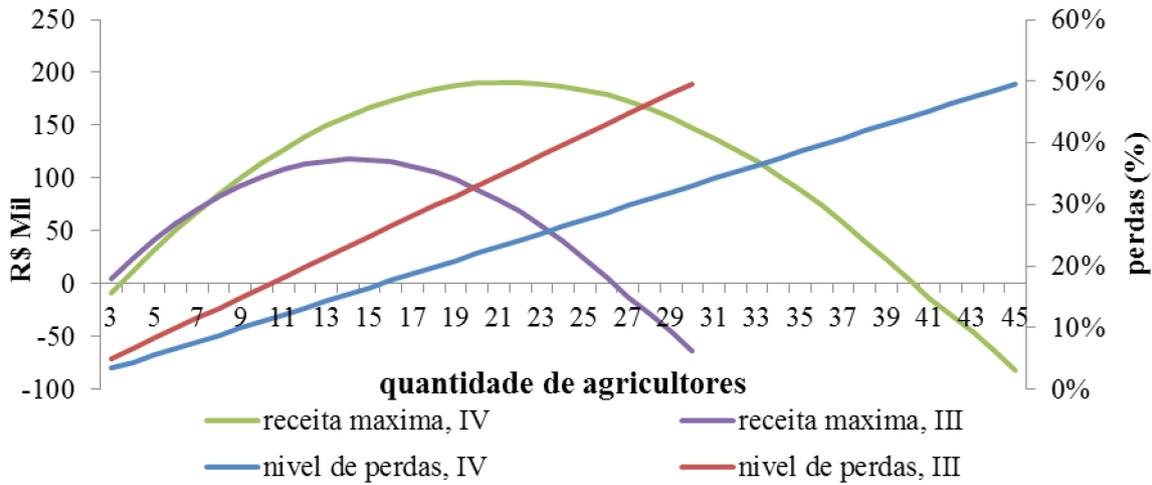
A partir da área que é suficientemente grande para demandar mais de 300 horas de operação em condições de perdas mínimas, os custos com as perdas decorrentes do aumento da velocidade de operação começam a ser positivos, enquanto os custos operacionais ficam fixos, pois não se aumentam as horas trabalhadas.

Já a receita é crescente para as primeiras quantidades adicionais de área colhida, mas, devido às perdas geradas pela restrição de tempo, a receita diminui quando a área colhida é muito grande.

Normalizando a área total colhida pela quantidade de agricultores público-alvo do programa Mais Alimentos, considerando que cada um teria 72,6 ha de lavoura de arroz irrigado a serem colhidos. A figura 1 apresenta o comportamento do lucro líquido máximo do fornecer de serviço terceirizado para cada quanti-

dade de agricultores que ele escolha atender (Agt) e o nível de perdas da operação (p_N).

Figura 1 – Gráfico do Lucro líquido máximo da colheita terceirizada e nível de perdas da operação (p_N) utilizando-se cada colhedora (classe III ou IV) por quantidade de agricultores atendidos



Fonte: elaboração própria

Pela figura 1, identifica-se que a colhedora da categoria IV tem o potencial de gerar maior lucro para o fornecedor de serviços de colheita terceirizada. A combinação dessa colhedora atendendo um público de 21 agricultores geraria um lucro anual equivalente máximo de R\$ 225.093, operando a um nível de perdas de 23% (p_N), em um horizonte de planejamento de nove anos. A colhedora de categoria III seria preferível apenas se não houvesse expectativas de atender mais do que cinco agricultores.

A figura 1 explica em parte as queixas dos agricultores quanto à terceirização da colheita. De fato, os fornecedores de serviços de colheita terceirizados têm incentivos para aumentar a velocidade de operação, deteriorando a qualidade dos serviços prestados. Além disso, qualquer atraso na operação de uma lavoura pode deixar outra sem o serviço.

O nível desejável de perdas $p_N=23\%$ pelo fornecedores do serviço dificilmente seria tolerado pelos agricultores em condições normais, exceto quando as condições climáticas apresentem a perspectiva de perda total da lavoura. De fato, os produtores rurais monitoram a qualidade do serviço prestado e pressionam para que não se atinjam tais níveis de perdas. Entretanto, a operação terceirizada conta com um nível muito menor de controle do agricultor quando comparada à operação de uma colhedora própria. Para a comparação entre os custos das duas opções, considere-se que os agricultores limitem em $p_N=10\%$ o nível de perdas máximo admissível. Assim, operações que atinjam níveis superiores seriam totalmente rejeitadas por esses.

Sendo 10% o nível máximo de perdas (p_N), os fornecedores de serviços terceirizados maximizariam seus lucros individuais adquirindo colhedoras da categoria IV e atenderiam a nove agricultores ($Agt=9$), tendo um lucro anual equivalente de R\$ 132.736 em um horizonte de planejamento de nove anos ($\pi=9$).

Os custos individuais dos agricultores que contratarem estes serviços seriam formados pela soma de dois componentes. O primeiro é a proporção b da quantidade colhida, que é igual à receita do fornecedor de serviços de colheita terceirizada (RT_N). O segundo é a diferença entre as perdas da colheita terceirizada e as perdas que poderiam ser alcançadas em uma operação de perdas mínimas. A equação 26 apresenta tais custos em termos de série anual uniforme equivalente.

$$CAUETI_{\pi} = \left(\sum_{N=0}^{N=\pi} \frac{RT_N + (RP_N * (p_N - \varphi) * (1-r) * (1-b)) * Agt^{-1}}{(1+tma)^N} \right) * \frac{(1+tma)^N * tma}{(1+tma)^N - 1} \quad (26)$$

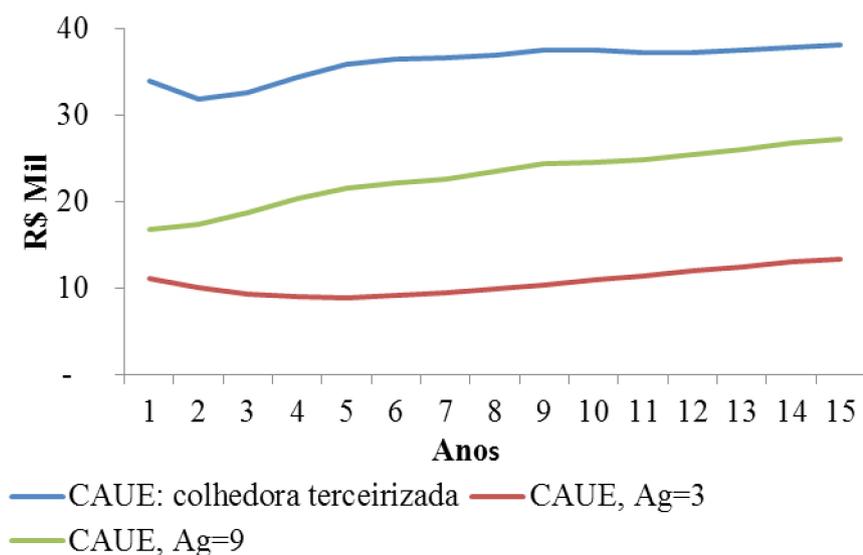
em que,

Agt - Quantidade de agricultores atendidos pela mesma colhedora terceirizada

CAUETI_π - Custos individuais de cada agricultor atendido pela mesma colhedora terceirizada no período π.

Dividindo a série de CAUE's da colhedora da categoria IV pela quantidade de agricultores utilizada na simulação (Ag=3), pode-se compará-los com os valores da equação 37. Na figura 5, são apresentados os custos anuais individuais de ambas as opções, colhedora própria adquirida em grupo de três agricultores, nove agricultores e contratação de colhedora terceirizada.

Figura 2 – Gráfico dos CAUE's individuais por idade do investimento: colhedora própria (Classe IV) e terceirizada



Fonte: elaboração própria

Embora as vidas econômicas das opções sejam diferentes, percebe-se que os custos associados à contratação de serviços de colheita de terceiros é uma opção mais custosa do que as opções de associação em grupos para financiar uma colhedora nova pelo programa Mais Alimentos. A proporção $b=10\%$ e o elevado nível de perdas $p_N=10\%$ põem a opção de colheita terceirizada em uma posição pouco competitiva em relação à aquisição de máquinas em grupo. Embora o nível de perdas $p_N=10\%$ desfavoreça a opção por terceirização, quando se igualam as condições de colheita da colheita terceirizada com a máquina própria ($Ag=Agt=9$, $p_N=10\%$) a terceirização ainda se releva mais custosa, como destaca a figura 2.

Embora $Ag=3$ tenha sido escolhido pela capacidade de escolha entre qualquer das máquinas financiáveis em 100% do seus preços, este tamanho do grupo de agricultores escolhendo uma colhedora de classe IV compõe a configuração de menor CAUE individual entre as demais combinações de máquinas e tamanho dos grupos, figura 2. Enfatiza-se que obtendo-se menores custos individuais ao se formarem grupos corrobora a relação entre maiores eficiências técnicas e a participação em agrupamento de produtores de arroz irrigado descrita por Gedara et al⁹.

9 GEDARA, K. M. et al. Factors affecting technical efficiency of rice farmers in village reservoir irrigation systems of Sri Lanka. *Journal of Agricultural Economics*, v. 63, n. 3, p. 627–638, 2012. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1477-9552.2012.00343.x>>. Acesso em: 28 fev. 2015.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o sucesso de políticas que tenham por objetivo a difusão de tecnologias de produção, é crucial que se conheçam os custos dos produtores. A adição das colhedoras como item financiável pelo Mais Alimentos foi feita de forma que criou incentivos econômicos que justificam a compra destas máquinas por pequenos produtores. Os resultados deste artigo apontam, portanto, que as condições de demanda, baseada nos custos dos produtores, estão favoráveis à decisão por financiamentos destes ativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Estudos de prospecção de mercado, safra 2012-2013*. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_11_16_41_03_prospecao_12_13.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2014.

GEDARA, K. M. et al. Factors affecting technical efficiency of rice farmers in village reservoir irrigation systems of Sri Lanka. *Journal of Agricultural Economics*, v. 63, n. 3, p. 627–638, 2012. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1477-9552.2012.00343.x>>. Acesso em: 28 fev. 2015.

GRANT, E. L.; IRESON, W. G.; LEAVENWORTH, R. S. *Principles of engineering economy*. 7th ed. Nova Jersey: J. Wiley and Sons, 1982.

HOUSSOU, N. et al. Agricultural mechanization in Ghana: is specialized agricultural mechanization service provision a viable business model? *American Journal of Agricultural Economics*, v. 95, n. 5, p. 1237–1244, 2013. Disponível em: <<http://ajae.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/ajae/aat026>>. Acesso em: 28 fev. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo agropecuário 2006*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro>>. Acesso em: 27 fev. 2015.

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ. *Custo de produção do arroz irrigado médio ponderado no Rio Grande do Sul, sistema de cultivo mínimo, estimativa da safra 2013/14*. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/upload/20140318133121custo_de_producao_medio_ponderado_arroz_irrigado_2013_14.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2014

MANUELLI, R. E.; SESHADRI, A. Frictionless technology diffusion: the case of tractors. *American Economic Review*, v. 104, n. 4, p. 1368–1391, 2014.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. *Pronaf-Mais alimentos*. Disponível em: <<http://portal.mda.gov.br/portal/saf/maisalimentos/>>. Acesso em: 8 jan. 2015.

OBRIMAH, O. A.; ABIMIKU, F.; BRIGGS, P. B. *Peasant farming in emerging countries: does agricultural financing really have an impact?* Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=2483849>>. Acesso em: 1 fev. 2015.

REID, D. W.; BRADFORD, G. L. A farm firm model of machinery investment decisions. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 69, n. 1, p. 64–77, 1987.

TAKESHIMA, H.; NIN-PRATI, A.; DIAO, X. Mechanization and agricultural technology evolution, agricultural intensification in Sub-Saharan Africa: typology of agricultural mechanization in Nigeria. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 95, n. 5, p. 1230–1236, 2013. Disponível em: <<http://ajae.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/ajae/aat045>>. Acesso em: 3 dez. 2014.

(Notas)

- 1 BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. *Pronaf-Mais alimentos*. Disponível em: <<http://portal.mda.gov.br/portal/saf/maisalimentos/>>. Acesso em: 8 jan. 2015.
- 2 INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ. *Custo de produção do arroz irrigado médio ponderado no Rio Grande do Sul, sistema de cultivo mínimo, estimativa da safra 2013/14*. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/upload/20140318133121custo_de_producao_medio_ponderado_arroz_irrigado_2013_14.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2014.

Para publicar na revista Brasileira de Políticas Públicas, acesse o endereço eletrônico www.rbpp.uniceub.br
Observe as normas de publicação, para facilitar e agilizar o trabalho de edição.