



Diferenças estruturais produtivas entre os pequenos, médios e grandes estabelecimentos agropecuários baianos

Paulo Nazareno Alves Almeida¹
Elisabete da Silva Miranda²

Resumo: A produção agropecuária baiana, assim como a brasileira, é caracterizada por possuir um número elevado de pequenos estabelecimentos com pouca extensão de área, baixa capacidade de investimento e baixo uso de tecnologia. Em contrapartida, pode-se observar a presença de um pequeno número de estabelecimentos com grande extensão de área, elevada capacidade de investimentos e que produz sob elevado nível tecnológico. Busca-se, neste trabalho, verificar as diferenças estruturais produtivas entre os estratos dos pequenos, médios e grandes estabelecimentos agropecuários. Foram estimadas funções de produção agregadas para o Estado da Bahia, bem como para os estratos de área sob a forma funcional Translog e Cobb-Douglas. Foram estimadas as elasticidades de produção, bem como obtiveram-se as produtividades marginais e as taxas marginais de substituição técnica para cada estrato. Verificou-se que os estratos do pequeno e do médio, assim com o do pequeno e do grande, produzem sob níveis tecnológicos diferentes e que os estratos do médio e do grande estão sob o mesmo nível tecnológico. A produtividade marginal da terra para os três estratos de área foi negativa, a variável crédito não se mostrou estatisticamente significativa e as variáveis despesa e capital foram as que mais impactaram na produção agropecuária baiana em 2006.

Palavras-chave: Agropecuária. Bahia. Pequeno produtor.

Abstract: The Bahian and Brazilian agricultural production is characterized by a large number of small establishments with little area extension, low investment capacity and low technology use, while there are a small number of establishments with a large area, high investment capacity and which produces at a high technological level. This work aims to verify the productive structural differences between the layer of small, medium and large agricultural establishments. Aggregate production functions were estimated for the State of Bahia, as well as for the Translog and Cobb-Douglas functional form, production elasticities were estimated, as well as marginal productivity and marginal rate of technical substitution for each layer. It has been found that the strata of small and medium, as well as that of small and large produce under different technological levels and that strata of medium and large establishments are under the same technological level. The marginal productivity of the land for the three area strata was negative, the credit variable was not statistically significant in any strata and expenditure and capital variables were the most impactant in bahian farming production in 2006.

Keywords: Agriculture and livestock. Bahia. Small producer.

¹ Graduado em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutor em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP). Prof. Adjunto do Departamento de Ciências Sociais Aplicadas (DCIS) da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). E-mail: pauloalmeida@uefs.br.

² Graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). E-mail: limiran@live.com.

Introdução

A produção agropecuária brasileira e baiana ocorre em cenários edafoclimáticos bastante variados, e isso possibilita a exploração de atividades produtivas locais potenciais, conforme as características geográficas. Não obstante a diversidade das condições geográficas, a agropecuária brasileira também é marcada por condições desiguais na distribuição da terra, ou seja, há muitos pequenos estabelecimentos agropecuários que ocupam uma pequena porção da área agricultável, e poucos grandes estabelecimentos agropecuários que ocupam um vasto território.

Segundo Ferreira, Silveira e Garcia (2001), a dualidade da agropecuária brasileira (isto é, a existência de grande número de pequenos produtores detendo pouca área versus pequeno número de grandes produtores detendo muita área) torna o ambiente produtivo bastante heterogêneo. Neste, os médios e grandes produtores (normalmente agrupados como agropecuária patronal) convivem de forma desigual com os pequenos estabelecimentos (que muitas vezes usam, predominantemente, a mão de obra familiar). Os primeiros dispõem de nível tecnológico mais elevado, melhores condições de acesso ao crédito e aos mercados, enquanto que parte significativa dos pequenos estabelecimentos não possui essas mesmas prerrogativas. Em decorrência dessa realidade, torna-se necessário o estudo das condições estruturais de produção da agropecuária baiana. Enfatizar-se-á o estrato do pequeno estabelecimento agropecuário, visto que este é o mais carente em estrutura produtiva e em condições socioeconômicas. Desta forma, a análise da produção agropecuária, segmentando-a em três estratos de área, pode gerar informações úteis para a implantação de políticas públicas específicas ao atendimento dos pequenos produtores.

Objetiva-se no presente trabalho estudar as diferenças estruturais entre os estratos de área da agropecuária baiana. O objetivo específico consiste na estimativa das funções de produção para a agropecuária baiana nos estratos de área dos pequenos, médios e grandes estabelecimentos. Assumem-se as formas funcionais Cobb-Douglas (CD) e Transcendental Logarítmica (Translog) na estimativa das funções de produção. Serão feitos testes de estabilidade estrutural por meio do teste de Chow para verificar se uma única função de produção pode expressar a tecnologia de produção agropecuária aplicada no estado da Bahia, ou se as tecnologias de produção empregadas em cada estrato de área são diferentes. Serão realizadas análises tabulares para identificar diversos aspectos estruturais entre os estratos, tais como os níveis de trabalho, área e capital empregados nos estratos de área dos pequenos, médios e grandes estabelecimentos agropecuários.

Diferenças estruturais da agropecuária baiana em 2006

De forma geral, destacam-se na Bahia a produção de grãos no oeste, a produção de frutas no Vale do São Francisco, principalmente, na região de Juazeiro, a produção de papel e celulose no extremo sul baiano, bem como a exploração do cacau no sul, mais especificamente, na região de Ilhéus. Essas regiões são como oásis perante as condições de produção agropecuária reinantes no semiárido baiano,

onde são cultivados vários produtos, tais como feijão, sisal, milho, além de possuir numeroso rebanho ovinocaprino.

Observa-se na Tabela 1 a distribuição percentual do número de estabelecimentos e da área ocupada nas sete mesorregiões do estado da Bahia, ou seja, ela reflete a estrutura fundiária baiana. Pode-se verificar que os grandes estabelecimentos agropecuários situados no Extremo Oeste Baiano ocuparam quase 80% das áreas agricultáveis daquela região, tendo apenas 4% dos estabelecimentos. As principais atividades agropecuárias dessa região estão relacionadas ao cultivo de grãos, principalmente soja e milho, destacando-se também a cultura do algodão herbáceo. A exploração dessas atividades, cujo destino do produto é a agroindústria e/ou mercado externo, requer grandes extensões de terra para gerar ganhos de escala. Retrata-se na Tabela 2 o valor da produção (VP) entre os estratos de área nas mesorregiões baianas.

Tabela 1 - Percentual de estabelecimentos e área dos pequenos, médios e grandes estabelecimentos agropecuários das mesorregiões baianas em 2006.

Mesorregiões	Pequeno		Médio		Grande	
	Nº	Área	Nº	Área	Nº	Área
Extremo Oeste Baiano (EOB)	77,81	7,26	17,98	14,16	4,22	78,58
Vale São-Franciscano da Bahia (VSFB)	82,48	21,30	16,35	31,73	1,17	46,96
Centro Norte Baiano (CNB)	90,18	26,46	8,97	40,26	0,85	33,28
Nordeste Baiano (NB)	93,86	34,11	5,67	34,12	0,48	31,77
Metropolitana de Salvador (MS)	95,58	20,73	3,96	29,54	0,45	49,73
Centro Sul Baiano (CSB)	87,74	26,66	11,33	39,81	0,94	33,54
Sul Baiano (SB)	82,88	16,43	15,50	38,38	1,62	45,19
Bahia	88,54	21,19	10,39	32,20	1,06	46,61

Fonte: IBGE (2017).

Observa-se na Tabela 2 que o estrato do pequeno estabelecimento foi responsável por 39,5% do VP, seguido pelo grande estabelecimento com 36,6% do VP agropecuário do estado. Essa elevada participação do grande estabelecimento no VP estadual é devido ao Extremo Oeste Baiano (EOB), pois este estrato de área respondeu por quase 90% da produção agropecuária desta mesorregião. A outra mesorregião com destacada participação do grande estabelecimento é a do Sul Baiano (SB). Encontram-se no extremo sul dessa mesorregião grandes empresas agropecuárias, principalmente as que estão voltadas à produção de papel e celulose (requer grandes extensões de terra). Destaca-se também a produção de mamão no extremo sul e, na região de Ilhéus-Itabuna, a produção de cacau, em que são encontrados muitos pequenos estabelecimentos.

Tabela 2 - Valor da produção (R\$ mil) agropecuária entre os estratos de área das mesorregiões baianas em 2006.

Mesorregiões	Pequeno	%	Médio	%	Grande	%	Total
EOB	145.661	6,3	112.144	4,8	2.070.769	88,9	2.328.574
VSFB	555.946	65,5	174.620	20,6	117.841	13,9	848.407
CNB	502.350	58,7	249.451	29,2	103.263	12,1	855.064
NB	810.136	67,0	298.937	24,7	99.658	8,2	1.208.731
MS	332.339	67,8	138.907	28,3	18.883	3,9	490.129
CSB	750.551	50,8	482.273	32,6	245.867	16,6	1.478.691
SB	434.320	25,1	678.461	39,3	614.289	35,6	1.727.070
Bahia	3.531.303	39,5	2.134.793	23,9	3.270.570	36,6	8.936.666

Fonte: IBGE (2017).

Adotou-se a variável trator como uma “proxy” do capital empregado na agricultura. Percebe-se que há, relativamente, a mesma quantidade de tratores nos três estratos. Por essa “proxy” não se pode afirmar que há diferenças de aporte de capital entre os estratos, contudo, a variável capital não se refere apenas ao número de tratores. Há vários aspectos combinados que retratam o aporte de capital na agropecuária, como o uso de cultivares mais produtivas, inseminação artificial, equipamentos de irrigação, entre outros.

Tabela 3 - Número de tratores nos estratos de área das mesorregiões baianas em 2006.

Mesorregiões	Pequeno	%	Médio	%	Grande	%	Total
EOB	352	5,57	744	11,77	5.224	82,66	6.320
VSFB	650	37,08	694	39,59	409	23,33	1.753
CNB	2.937	49,72	2.276	38,53	694	11,75	5.907
NB	2.258	52,65	1.468	34,23	563	13,13	4.289
MS	531	51,01	360	34,58	150	14,41	1.041
CSB	1.493	29,44	2.326	45,87	1.252	24,69	5.071
SB	679	21,18	1.529	47,69	998	31,13	3.206
Bahia	8.900	32,26	9.397	34,06	9.290	33,68	27.587

Fonte: IBGE (2017).

O último indicador selecionado para evidenciar as diferenças estruturais da agropecuária baiana é o número de pessoas ocupadas na agropecuária baiana (Tabela 4). Este retrata também a participação relativa dos parentes ocupados na atividade produtiva.

O pequeno estabelecimento foi o que mais empregou pessoas no processo produtivo, e isso é até mesmo um reflexo do maior número de estabelecimentos agropecuários do estado e é um

complemento da menor dotação de capital utilizado na agropecuária, mesmo que o número de tratores não tenha sido tão baixo quanto esperado. Além do estrato ser mais intenso em trabalho, também há uma participação muito grande dos parentes no processo produtivo, caracterizando o aspecto familiar neste tipo de produção. Percebe-se que a participação familiar no trabalho do pequeno estabelecimento é de quase 80%, enquanto que no médio e no grande é de aproximadamente 35% e 15%, respectivamente.

Tabela 4 - Número de pessoas e percentual de parentes ocupados na agropecuária baiana nos estratos de área das mesorregiões baianas em 2006.

Mesorregiões	Pequeno	%	Médio	%	Grande	%	Total
EOB	124.236	79,86	48.827	42,69	30.303	16,91	203.366
VSFB	206.189	77,10	65.498	51,89	15.406	16,87	287.093
CNB	452.246	78,06	89.439	35,31	16.273	19,66	557.958
NB	518.432	76,68	61.682	35,90	19.033	11,95	599.147
MS	114.696	80,16	18.662	17,22	3.251	33,07	136.609
CSB	565.735	80,44	149.782	37,42	30.430	16,06	745.947
SB	165.168	81,95	116.732	20,48	39.563	8,62	321.463
Bahia	2.146.702	78,78	550.622	34,82	154.259	14,63	2.851.583

Fonte: IBGE (2017).

A Tabela 5 mostra os indicadores de produtividade da terra, do trabalho e da relação trabalho-capital, bem como outros indicadores que permitem analisar um pouco mais o retrato da produção agropecuária baiana entre os estratos de área das mesorregiões baianas em 2006.

Observando-se a Tabela 5, percebe-se que a produtividade da terra dos pequenos estabelecimentos rurais é 237,5% maior do que a produtividade da terra do grande estabelecimento. O destaque fica para a mesorregião MS com R\$ 2.257,62/ha; isso é devido, muito provavelmente, ao cultivo de produtos hortícolas para abastecer a Região Metropolitana de Salvador. Um fato que deve ser levado em consideração é que essa medida de produtividade parcial sofre muita influência dos preços dos produtos do “mix” da região, salientando-se que o ano de 2006 não foi favorável em termos de preço aos produtores de grãos e isso pode ter afetado o valor da produção do EOB. Observa-se, ainda na Tabela 5, que a produtividade do trabalho do grande estabelecimento foi muito superior aos demais, sendo que uma pessoa ocupada na agropecuária do grande estabelecimento gerou R\$ 21.201,81, tendo sido impulsionado pelo EOB, cujo índice foi de R\$ 68.335,45. Já em relação à razão entre o valor da produção gerado pelas mesorregiões e o volume de financiamento captado, verifica-se que o estrato do médio estabelecimento foi o que apresentou a melhor relação, pois esse estrato produziu, em média, R\$ 18,25 para cada R\$ 1,00 de crédito captado, enquanto que para o grande estabelecimento foi de apenas R\$ 5,02 de valor da produção para cada R\$ 1,00 de financiamento.

Tabela 5 - Indicadores de produtividade da agropecuária nos estratos de área das mesorregiões baianas em 2006.

Mesorregião	Pequeno			Médio			Grande		
	VP/Área	VP/Pessoa	VP/Financ	VP/Área	VP/Pessoa	VP/Financ	VP/Área	VP/Pessoa	VP/Financ
EOB	309,88	1.172,45	8,66	122,35	2.296,76	5,50	407,12	68.335,45	3,70
VSFB	761,19	2.696,29	20,99	160,51	2.666,04	7,85	73,19	7.649,03	11,66
CNB	414,26	1.110,79	15,36	135,17	2.789,06	18,97	67,70	6.345,66	34,76
NB	654,79	1.562,67	18,16	241,55	4.846,42	30,60	86,47	5.236,06	2,79
MS	2.257,62	2.897,56	38,65	662,20	7.443,31	79,19	53,47	5.808,37	61,11
CSB	408,96	1.326,68	11,53	175,96	3.219,83	16,74	106,48	8.079,76	16,13
SB	682,29	2.629,57	21,26	456,33	5.812,13	32,52	350,83	15.526,86	23,00
Bahia	563,27	1.644,99	16,44	224,13	3.877,06	18,25	237,21	21.201,81	5,02

Mesorregião	Pequeno			Médio			Grande		
	VP/Estabelec	VP/Despesa	Trab./Cap.	VP/Estabelec	VP/Despesa	Trab./Cap.	VP/Estabelec	VP/Despesa	Trab./Cap.
EOB	4.379,46	3,16	352,94	14.594,48	0,80	65,63	1.148.513,03	0,60	5,80
VSFB	10.222,04	4,97	317,21	16.201,52	1,50	94,38	152.643,78	1,02	37,67
CNB	3.647,30	2,45	153,98	18.201,46	1,71	39,30	79.494,23	1,30	23,45
NB	5.021,33	4,44	229,60	30.691,68	1,06	42,02	121.386,11	0,72	33,81
MS	9.454,61	4,47	216,00	95.272,29	0,30	51,84	113.071,86	1,02	21,67
CSB	4.243,85	2,72	378,92	21.121,75	2,02	64,39	130.157,23	1,37	24,31
SB	7.431,13	3,50	243,25	62.067,61	2,26	76,35	536.965,91	1,17	39,64
Bahia	5.373,49	3,46	241,20	27.678,21	1,27	58,60	414.258,39	0,72	16,60

Fonte: IBGE (2017).

Ainda segundo a Tabela 5, tem-se o valor médio da produção de cada estrato produtivo, sendo que o valor médio do pequeno estabelecimento agropecuário foi de apenas R\$ 5.373,49 por ano, que por sua vez gera uma renda mensal de apenas R\$ 447,79. Esse índice retrata o baixo nível de renda do pequeno estabelecimento, perpetuando o estigma da fragilidade do pequeno produtor rural, em que a produção ocorre sob baixos níveis tecnológicos e a eterna ajuda de políticas governamentais assistencialistas, que não geram melhorias estruturais para a vida no campo. Esse indicador suscita a necessidade em se olhar para o pequeno produtor rural e em se trabalhar políticas públicas em várias frentes para alavancar a produção, elevar o nível tecnológico da produção, melhorar a educação, possibilitar o acesso aos mercados consumidores e/ou às agroindústrias para a produção de produtos que estejam em consonância com o mercado consumidor, tanto em quantidade como em qualidade. Enfim, gerar condições estruturais para prover melhores condições de vida no campo.

Buscou-se analisar a relação entre o valor da produção e as despesas agropecuárias realizadas em 2006 e foi verificado que, em geral, o grande estabelecimento produziu menos do que foi gasto no processo produtivo, destacando-se negativamente o EOB, pois gerou apenas R\$ 0,60 para cada R\$ 1,00 de despesa agropecuária. Mais uma vez, o pequeno estabelecimento foi o que gerou a melhor relação, produzindo R\$ 3,46 para cada R\$ 1,00 de despesa agropecuária. E, por último, a relação trabalho-capital demonstra que o pequeno estabelecimento é intensivo em trabalho. Os índices revelam que havia cerca de 240 pessoas ocupadas no pequeno estabelecimento para cada trator, enquanto que no grande esse índice era de 17 trabalhadores para cada trator.

Face ao exposto, conclui-se que os indicadores agropecuários entre os estratos são bastante diferentes, havendo “espaço” para a melhoria em vários desses índices. É notório que o pequeno estabelecimento tem grande importância para a agropecuária baiana, tanto nos aspectos produtivos, como nos aspectos sociais para a fixação do homem no campo. Contudo, as condições de produção e, conseqüentemente, de vida dessa população devem ser melhoradas, com políticas associadas à produção agropecuária, políticas de convivência com a seca e ações que aproximem o setor produtivo dos grandes mercados, principalmente com a agroindústria. Deve-se englobar o ensino de boas práticas agropecuárias e empreendedorismo no campo, pois estes aspectos podem gerar a produção de melhores produtos e tornar os produtores mais competitivos. O papel do estado em gerar melhores condições de negócio é preponderante para aumentar o nível de bem-estar social no campo.

Metodologia

A função de produção permite obter uma relação entre os insumos utilizados no processo produtivo e a quantidade produzida, porquanto, desta forma, serão estimadas funções de produção por meio das formas funcionais Cobb-Douglas (CD) e Translog. Após as estimativas das funções de produção para o Estado da Bahia subdividido nos estratos de área do pequeno, do médio e do grande

estabelecimento, utilizou-se o método do teste de Chow e das variáveis binárias, para avaliar a estabilidade estrutural das funções de produção em relação aos referidos estratos.

As duas formas funcionais citadas são bastante utilizadas na estimativa empírica das funções de produção agropecuárias. Segundo Lyu, White e Lu (1984), a função CD assume homogeneidade de grau 1 (um), elasticidade de substituição unitária e separabilidade entre os fatores de produção. Algumas condições características da função CD mostram-se restritivas, bem como as suposições de homogeneidade e separabilidade. Ainda segundo os autores, o uso da forma funcional flexível translog pode eliminar os problemas associados a estas suposições restritivas. A forma funcional translog foi proposta por Christensen, Jorgenson e Lau (1971, 1973) e se constitui em uma aproximação de segundo grau da expansão da série de Taylor para qualquer função arbitrária duplamente diferenciável. Esta função não impõe qualquer tipo de restrição sobre a elasticidade de substituição dos fatores (unitária ou constante), nem assume separabilidade e nem homogeneidade. As suposições de separabilidade e homogeneidade podem ser testadas e os valores da elasticidade de substituição podem ser calculados para cada ponto dos insumos utilizados (LYU; WHITE; LU, 1984).

Foram estimadas duas funções de produção para cada forma funcional, uma com a inserção da variável crédito e outra sem, para cada estrato de área. Objetiva-se observar o impacto que a variável crédito possui na produção agropecuária em cada estrato. A função de produção translog³ para os municípios baianos em seus estratos de área considerados no estudo é especificada conforme Christensen, Jorgenson e Lau (1971) e assume a seguinte forma⁴:

$$\begin{aligned} \ln VP = & \beta_0 + \beta_A \ln A + \beta_K \ln K + \beta_D \ln D + \beta_T \ln T + \frac{\beta_{AA}}{2} (\ln A)^2 + \frac{\beta_{KK}}{2} (\ln K)^2 + \frac{\beta_{DD}}{2} (\ln D)^2 \\ & + \frac{\beta_{TT}}{2} (\ln T)^2 + \beta_{AK} \ln A. \ln K + \beta_{AD} \ln A. \ln D + \beta_{AT} \ln A. \ln T + \beta_{KD} \ln K. \ln D \\ & + \beta_{KT} \ln K. \ln T + \beta_{DT} \ln D. \ln T + u \end{aligned}$$

onde:

VP corresponde ao valor da produção no ano por tipo de produção, condição do produtor em relação às terras, classes de valor da produção, grupos de atividade econômica e grupos de área total (em R\$ mil);

A representa a área dos estabelecimentos, em hectare, por grupos de atividade econômica, condição do produtor em relação às terras (proprietário, assentado sem titulação definitiva, arrendatário, parceiro e ocupante), tipo de prática agrícola e grupos de área total;

K é o valor total dos bens dos estabelecimentos agropecuários (em R\$ mil);

³ A função CD será obtida pela estimativa dos parâmetros do modelo translog, excluindo-se os termos quadráticos e de interatividade.

⁴ Optou-se por omitir o subscrito “i” referente ao município baiano.

- D** corresponde ao valor das despesas (em R\$ mil) realizadas no ano por tipo de despesa, condição do produtor em relação às terras (proprietário, assentado sem titulação definitiva, arrendatário, parceiro e ocupante), grupos de atividade econômica e grupos de área total. Neste tocante, utilizar-se-á um modelo com todas as despesas agropecuárias e outro somente com as despesas diretamente relacionadas à produção agropecuária;
- T** é o quantitativo do pessoal ocupado em estabelecimentos agropecuários em 31/12/2006. Considera-se a soma do pessoal com e sem laço de parentesco com o produtor por sexo, grupos e classe de atividade econômica e grupos de área total;
- u** é o termo de erro da estimativa da função de produção.

A descrição do modelo translog com a inserção da variável crédito assume o seguinte formato, conforme descrito em Christensen, Jorgenson e Lau (1971) e, assim como descrito na nota de rodapé 3, a função CD será estimada pela exclusão dos termos quadráticos e interativos:

$$\begin{aligned} \ln VP = & \beta_0 + \beta_A \ln A + \beta_K \ln K + \beta_D \ln D + \beta_T \ln T + \beta_C C + \frac{\beta_{AA}}{2} (\ln A)^2 + \frac{\beta_{KK}}{2} (\ln K)^2 + \frac{\beta_{DD}}{2} (\ln D)^2 \\ & + \frac{\beta_{TT}}{2} (\ln T)^2 + \frac{\beta_{CC}}{2} (\ln C)^2 + \beta_{AK} \ln A \cdot \ln K + \beta_{AD} \ln A \cdot \ln D + \beta_{AT} \ln A \cdot \ln T \\ & + \beta_{AC} \ln A \cdot \ln C + \beta_{KD} \ln K \cdot \ln D + \beta_{KT} \ln K \cdot \ln T + \beta_{KC} \ln K \cdot \ln C + \beta_{DT} \ln D \cdot \ln T \\ & + \beta_{DC} \ln D \cdot \ln C + \beta_{TC} \ln T \cdot \ln C + v_i \end{aligned}$$

A variável **C** da função precitada corresponde ao valor dos financiamentos (crédito) obtidos pelos produtores de cada município baiano, por cada tipo de agente financeiro e por qualquer tipo de crédito, ou seja, governamental ou não. A variável **v** corresponde ao termo residual da função de produção com a variável crédito.

Conforme Christensen, Jorgenson e Lau (1971) e Lyu, White e Lu (1984), a partir da função translog, pode-se obter as elasticidades de produção de cada fator por meio das derivadas entre as variáveis dependentes e as explicativas. Mediante a suposição de maximização de lucro, a razão entre as derivadas gera a taxa marginal de substituição técnica entre os fatores de produção (CHRISTENSEN; JORGENSON; LAU, 1971; PAVELESCU, 2011). Desta forma, as elasticidades podem ser calculadas como:

$$\begin{aligned} \varepsilon_A &= \frac{\partial VP}{\partial A} \cdot \frac{A}{VP} = \frac{\partial \ln VP}{\partial \ln A} = \beta_A + \beta_{AA} \ln(A) + \beta_{AK} \ln(K) + \beta_{AD} \ln(D) + \beta_{AT} \ln(T) \\ \varepsilon_K &= \frac{\partial VP}{\partial K} \cdot \frac{K}{VP} = \frac{\partial \ln VP}{\partial \ln K} = \beta_K + \beta_{KK} \ln(K) + \beta_{AK} \ln(A) + \beta_{KD} \ln(D) + \beta_{KT} \ln(T) \\ \varepsilon_D &= \frac{\partial VP}{\partial D} \cdot \frac{D}{VP} = \frac{\partial \ln VP}{\partial \ln D} = \beta_D + \beta_{DD} \ln(D) + \beta_{AD} \ln(A) + \beta_{KD} \ln(K) + \beta_{DT} \ln(T) \end{aligned}$$

$$\varepsilon_T = \frac{\partial VP}{\partial T} \cdot \frac{T}{VP} = \frac{\partial \ln VP}{\partial \ln T} = \beta_T + \beta_{TT} \ln(T) + \beta_{AT} \ln(A) + \beta_{KT} \ln(K) + \beta_{DT} \ln(D)$$

As taxas marginais de substituição técnica podem ser calculadas como a razão entre as elasticidades parciais de produção, ou como a razão entre os produtos marginais (SNYDER; NICHOLSON, 2012).

$$TMST_{AK} = - \left. \frac{dk}{da} \right|_{vp=vp_0} = \frac{\frac{\partial \ln VP}{\partial \ln A}}{\frac{\partial \ln VP}{\partial \ln K}} = \frac{\beta_A + \beta_{AA} \ln(A) + \beta_{AK} \ln(K) + \beta_{AD} \ln(D) + \beta_{AT} \ln(T)}{\beta_K + \beta_{KK} \ln(K) + \beta_{AK} \ln(A) + \beta_{KD} \ln(D) + \beta_{KT} \ln(T)},$$

ou de forma mais simples:

$$\begin{aligned} TMST_{TA} &= \frac{PMg_T}{PMg_A} & TMST_{TK} &= \frac{PMg_T}{PMg_K} & TMST_{DK} &= \frac{PMg_D}{PMg_K} \\ TMST_{TD} &= \frac{PMg_T}{PMg_D} & TMST_{AD} &= \frac{PMg_A}{PMg_D} \end{aligned}$$

Conforme Lyu, White e Lu (1984), a produtividade marginal de cada fator pode ser obtida por:

$$\begin{aligned} PMg_A &= \varepsilon_A \cdot \frac{VP}{A} & PMg_D &= \varepsilon_D \cdot \frac{VP}{D} \\ PMg_K &= \varepsilon_K \cdot \frac{VP}{K} & PMg_T &= \varepsilon_T \cdot \frac{VP}{T} \end{aligned}$$

Referente aos dados utilizados neste trabalho, os mesmos foram extraídos do Censo Agropecuário 2006, sendo eliminados do estudo os municípios em que não havia registro de informações para a composição agregada das variáveis referentes às funções de produção.

A teoria econômica relacionada ao campo da economia da produção, mais especificamente à área da economia agrícola, estabelece que a variável área pode apresentar um sinal tanto positivo quanto negativo. Espera-se, *a priori*, que o sinal do coeficiente da área seja positivo, indicando que quanto maior a área destinada à agropecuária (a base de dados não faz distinção entre área plantada e área colhida, desta forma, fez-se a suposição de que as duas são iguais), maior o valor da produção. Contudo, é possível que o sinal deste coeficiente seja negativo, indicando que é possível aumentar o valor da produção com redução da área agricultável, devido aos ganhos de produtividade da terra. Espera-se que os sinais dos coeficientes das outras variáveis sejam todos positivos.

Resultados e discussão

Apresentam-se nesta seção os resultados referentes às estimativas das funções de produção da agropecuária baiana em 2006 para os estratos dos pequenos, médios e grandes estabelecimentos agropecuários, bem como os testes de estabilidade estrutural entre os três estratos, objetivando conhecer se a tecnologia de produção agropecuária empregada está sendo absorvida igualmente entre os produtores dos mesmos. Foram realizados testes para verificação do nível de colinearidade entre as variáveis explicativas dos modelos, observando-se níveis elevados na estimativa da função de produção Translog, o que já era esperado. Também foram realizados testes de White para a detecção da heteroscedasticidade e utilizou-se a metodologia dos erros padrão robustos de White para a estimativa dos erros padrão dos coeficientes da regressão. O “software” utilizado nas estimativas das funções foi o Stata 13.1.

Observa-se na Tabela 6 os resultados dos testes de Chow para os estratos considerados no estudo. Percebe-se que há quebra estrutural entre os estratos dos pequenos e médios estabelecimentos, assim como entre o pequeno e o grande estabelecimento. Não se observou quebra estrutural entre os estratos do médio e do grande estabelecimento.

Tabela 6 - Testes de estabilidade estrutural entre os estratos dos pequenos, médios e grandes estabelecimentos agropecuários baianos em 2006.

Estratos comparados	Teste F
Pequeno com médio	2,442**
Pequeno com grande	2,305**
Médio com grande	0,616 ^{ns}

Fonte: dados da pesquisa.

** significativo a 5% de significância

^{ns} não significativo

Conforme os resultados do teste de estabilidade estrutural, não se deve estimar uma equação de regressão única para a agropecuária baiana envolvendo os dados agregados para os 3 estratos de área. Muito embora não tenha sido detectada quebra estrutural entre os estratos do médio e do grande estabelecimento, optou-se em tratar esses dois estratos de forma distinta. Em decorrência deste resultado, verifica-se na Tabela 7 os resultados da estimativa da função de produção Cobb-Douglas para os três estratos de área da agropecuária baiana. Optou-se por omitir os resultados da forma funcional Translog, pois os coeficientes são quase todos não estatisticamente significativos.

Destaca-se, nessa tabela, que a área afetou negativamente a produção agropecuária em todos os estratos. O maior impacto ocorreu no médio estabelecimento, sendo que a elevação de 1% na área agropecuária causou uma redução de 0,4% no valor da produção.

Todas as outras variáveis afetaram o valor da produção positivamente, ou seja, a elevação dos gastos referentes às despesas, o aumento do aporte de capital e o aumento do número de trabalhadores

provocaram elevação no valor da produção agropecuária. O estrato do pequeno estabelecimento foi mais responsivo em relação às despesas agropecuárias, sendo que a elevação de 1% nas despesas gerou um aumento de 0,5% no valor da produção.

Os resultados observados corroboram com Chaves (2012) e Miranda (2015) para todas as variáveis selecionadas, assim como corroboram com alguns resultados encontrados em Almeida (2012) ao tratar da agropecuária brasileira e das suas grandes regiões geográficas.

Os estratos do médio e do grande estabelecimento apresentaram os maiores coeficientes de elasticidade para o capital, mesmo sendo mais intensivos nestes insumos, o que, teoricamente deveria gerar menor produtividade marginal, conforme pode ser visto nas Tabelas 3 e 5, na relação trabalho-capital, principalmente para a mesorregião do extremo oeste baiano. Como era de se esperar, o estrato do pequeno estabelecimento apresentou menores respostas do valor da produção em relação ao trabalho, já que esse estrato é intensivo em trabalho, o que faz com que a produtividade marginal seja menor. Os coeficientes da elasticidade desta variável foram maiores nos estratos do médio e do grande estabelecimento, pois também são os que utilizam o fator trabalho em menor escala. Os estratos do médio e do grande estabelecimento são mais intensivos em capital, e o pequeno número de trabalhadores gera um aumento marginal na produção superior ao estrato do pequeno estabelecimento, pois este apresenta maior quantitativo de pessoas ocupadas na agropecuária.

Ainda segundo a Tabela 7, verificou-se que a variável crédito não foi estatisticamente significativa em nenhum dos estratos, tendo, inclusive, apresentado sinal negativo para o estrato do grande estabelecimento. Esses resultados contrariam a teoria econômica, visto que era esperado um sinal positivo para a variável crédito, pois a política de crédito rural objetiva elevar a produção agropecuária, via aquisição dos insumos necessários à produção, bem como modernizar o setor e gerar novas possibilidades de comercialização do produto, proporcionando a abertura de janelas de comercialização em períodos posteriores à época da safra.

Castro (2008) argumentou que o crédito de custeio possibilita um relaxamento da restrição de recursos na aquisição dos insumos necessários ao processo produtivo. Conforme este argumento, espera-se uma relação direta entre as despesas e o valor da produção, tendo o crédito rural gerado um impacto indireto na produção agropecuária. Esse aspecto é observado na Tabela 7, ao se identificar relação significativa entre essas variáveis.

Observou-se na Tabela 7 que os retornos à escala foram constantes, exceção feita ao grande estabelecimento com a inclusão da variável crédito, cujo retorno foi crescente à escala.

As produtividades marginais dos fatores de produção da equação Cobb-Douglas estão dispostos na Tabela 8. Percebe-se, de forma geral, que as produtividades marginais da terra foram negativas, indicando que o acréscimo de mais 1 ha na área agricultável gera perda do valor da produção ou, de outra forma, a redução da área agricultável em 1 ha, provocará a elevação do valor da produção.

Tabela 7 - Função de produção Cobb-Douglas dos pequenos, médios e grandes estabelecimentos agropecuários baianos em 2006.

Variáveis	Pequeno				Médio				Grande			
	Coefficiente	Valor-p	Coefficiente	Valor-p	Coefficiente	Valor-p	Coefficiente	Valor-p	Coefficiente	Valor-p	Coefficiente	Valor-p
Intercepto	0,9423	0,077	0,4168	0,487	0,4426	0,375	-0,4442	0,432	-2,4952	0,125	-0,5485	0,004
Área	-0,2687	0,001	-0,1651	0,084	-0,4042	0,000	-0,3231	0,001	-0,1323	0,301	-0,2433	0,004
Despesa	0,5253	0,000	0,5778	0,000	0,4561	0,000	0,3952	0,000	0,5221	0,000	0,4131	0,000
Capital	0,3262	0,000	0,2338	0,033	0,499	0,000	0,5635	0,000	0,4707	0,006	0,5712	0,000
Trabalho	0,2833	0,000	0,3523	0,000	0,4391	0,000	0,4365	0,000	0,4820	0,000	0,3072	0,000
Crédito	0,0778	0,124			0,0254	0,418			-0,0238	0,622		
N° Obs	403		416		342		411		49		297	
R^2	60,62		64,19		73,99		68,79		93,47		80,94	
\bar{R}^2	60,13		63,85		73,60		68,48		92,71		80,67	
F	122,24***		184,21***		191,14***		195,99***		164,55***		354,91	
$\sum \beta_i$	0,9256		0,9987		1,0154		1,0721		1,3187		1,0482	
F (RCE)	1,44 ^{ns}		0,00 ^{ns}		0,13 ^{ns}		1,90 ^{ns}		6,33**		1,24 ^{ns}	

Fonte: Dados da pesquisa.

* significativo ao nível de 10% de significância

** significativo ao nível de 5% de significância

*** significativo ao nível de 1% de significância

^{ns} não significativo

Tabela 8 - Produtividades marginais dos fatores de produção da agropecuária baiana em 2006.

Estratos	PMg_A	PMg_K	PMg_D	PMg_T
Pequeno	-92,99	0,04	2,00	665,93
Médio	-72,31	0,06	0,50	2.901,59
Grande	-58,45	0,07	0,31	11.618,28

Fonte: dados da pesquisa.

O maior impacto da baixa produtividade da terra foi sentido no pequeno estabelecimento, cujo acréscimo de 1 ha na área agricultável gerou uma redução de R\$ 92,99 no valor da produção. Verifica-se também que o capital apresentou baixa produtividade nos três estratos de área. A produtividade marginal da despesa, ou seja, dos insumos de curto prazo diretamente relacionados ao processo produtivo, foi mais elevada no estrato do pequeno estabelecimento, sendo que R\$ 1,00 adicional de despesa gerou uma elevação de R\$ 2,00 no valor da produção. E, por último, percebeu-se que a produtividade marginal do trabalho foi bastante elevada no estrato do grande estabelecimento, em que a contratação de um trabalhador adicional gerou, em média, uma elevação de R\$ 11,6 mil no valor da produção.

A taxa marginal de substituição técnica (TMST) representa uma troca entre os fatores de produção mantendo-se a produção inalterada. Desta forma, a TMST deve apresentar sinal negativo, pois o aumento do uso de um fator deve gerar redução no uso do outro fator para manter a produção inalterada. Os valores da TMST serão apresentados com sinal positivo, exceto ao se relacionar a área, pois o produto marginal deste insumo foi negativo, o que apresentaria uma taxa crescente na TMST entre os insumos terra e os demais. Isso se constitui em violação ao preconizado pela teoria econômica, pois aumentar-se-ia o uso dos dois insumos e a produção permaneceria inalterada.

As Tabelas 9 a 11 expõem as TMST entre os fatores de produção entre os estratos considerados.

Analisando-se a Tabela 9, verifica-se que a TMST entre o trabalho e a despesa foi de R\$ 332,97 para uma pessoa ocupada na agropecuária do pequeno estabelecimento, enquanto que a taxa de troca entre o trabalho e o capital foi de R\$ 16,6 mil de capital por um trabalhador e seria necessário trocar R\$ 50,00 de despesa por R\$ 1,00 de capital.

Tabela 9 - Taxas marginais de substituição técnica entre os insumos produtivos do pequeno estabelecimento agropecuário baiano em 2006

	Trabalho	Área	Despesa	Capital
Trabalho	1			
Área	-7,16	1		
Despesa	332,97	-46,50	1	
Capital	16.648,25	-2.324,75	50	1

Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 10 - Taxas marginais de substituição técnica entre os insumos produtivos do médio estabelecimento agropecuário baiano em 2006

	Trabalho	Área	Despesa	Capital
Trabalho	1			
Área	-40,13	1		
Despesa	5.803,18	-144,62	1	
Capital	48.359,83	-1.205,17	8,33	1

Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 11 - Taxas marginais de substituição técnica entre os insumos produtivos do grande estabelecimento agropecuário baiano em 2006

	Trabalho	Área	Despesa	Capital
Trabalho	1			
Área	-198,77	1		
Despesa	37.478,32	-188,55	1	
Capital	165.975,43	-835,00	4,43	1

Fonte: dados da pesquisa.

As taxas de troca entre o trabalho e o capital aumentam ainda mais para os outros estratos (Tabelas 10 e 11), sendo que no grande estabelecimento a taxa indica que se deve abdicar de quase R\$ 166 mil de capital para 1 trabalhador e permanecer produzindo a mesma quantidade. Comportamento similar ocorre com a TMST entre o trabalho e a despesa, sendo que no grande estabelecimento, ao empregar um trabalhador a mais, deve-se abdicar de R\$ 37,5 mil de despesa.

Conclusão

O estrato do pequeno estabelecimento agropecuário foi o que mais produziu na Bahia no ano de 2006, mesmo tendo ocupado o menor percentual de área agricultável no estado. O estrato do grande estabelecimento foi o segundo que mais produziu, mesmo ocupando o maior percentual da área agricultável na Bahia.

Os três estratos considerados foram homogêneos em relação ao quantitativo de tratores, sendo que a maior parte está no médio estabelecimento, seguido do estrato do grande estabelecimento, destacando-se a microrregião do extremo oeste baiano, que também é onde se concentra o maior número de grandes estabelecimentos.

O maior quantitativo de pessoas ocupadas na agropecuária baiana está no pequeno estabelecimento e o menor número de pessoas está no grande estabelecimento, sendo este caracterizado por ser menos intensivo em trabalho e mais intensivo em capital. E o contrário é observado no pequeno estabelecimento, em que este é intensivo em trabalho. Verifica-se que o pequeno estabelecimento foi o que apresentou a maior relação trabalho-capital, com quase 250 pessoas para um trator, enquanto que no grande estabelecimento essa razão é de 17 trabalhadores para um trator.

Embora a produtividade da terra tenha sido baixa no pequeno estabelecimento, esta ainda foi a maior entre os estratos considerados. Em contrapartida, até mesmo por ser o estrato que contém o maior número de pessoas ocupadas na agropecuária, a produtividade do trabalho no pequeno estabelecimento foi o menor, ou seja, foi no pequeno estabelecimento em que o trabalhador gerou o menor valor da produção. Tal questão pode ter sido causada pelo baixo nível tecnológico adotado nesse estrato e por se encontrar as piores condições de produção, comparativamente, aos outros estratos. A maior produtividade do trabalho foi observada no grande estabelecimento.

A melhor conversão entre o financiamento captado e o valor produzido foi verificada no pequeno estabelecimento e a pior conversão no grande estabelecimento, justamente o estrato que mais capta recursos creditícios, por possuir maiores condições de oferta de garantia e o que apresenta o maior aporte tecnológico empregado na produção agropecuária. Isso pode ter ocorrido porque os preços dos grãos, produto mais cultivado nesse estrato, não eram elevados, assim como o valor unitário desse produto é menor, comparado a outros produtos cultivados no pequeno estabelecimento, tais como os produtos hortícolas e frutíferos.

Observou-se que a tecnologia de produção agropecuária na Bahia é difundida de forma diferenciada, ou seja, os estratos de área adotaram diferentes padrões tecnológicos, visto que não se pode utilizar a estimativa da função de produção agregada para a Bahia. Há distinção entre as tecnologias de produção entre os estratos do pequeno e do médio, assim como entre o pequeno e o grande estabelecimento. A tecnologia de produção agropecuária entre o médio e o grande é a mesma, ou seja, esses estabelecimentos adotaram os mesmos padrões tecnológicos disponíveis.

A variável crédito não se mostrou estatisticamente significativa, mas isso não quer dizer que a variável não seja importante. Necessitam-se de mais estudos para elucidar essa relação do crédito com o valor da produção. Percebe-se, porém, que o crédito de custeio é a modalidade destinada à aquisição dos insumos necessários ao processo produtivo, e que há relação significativa entre as despesas e o valor da produção.

As variáveis despesa e capital foram as que mais contribuíram na elevação da produção, visto que foram essas que tiveram as maiores elasticidades de produção nos três estratos.

A produtividade marginal da terra (área) foi negativa nos três estratos, indicando que o aumento da área gerava redução no valor da produção ou, de outra forma, a redução da área gerava elevação do valor da produção. Esse aspecto indica que se deve reduzir a área agricultável para que haja maior valor da produção. Tal insumo está sendo mal alocado no processo produtivo. Os outros insumos apresentaram produtividade marginal positiva, conforme esperado pela teoria econômica.

A forma funcional Cobb-Douglas mostrou ser melhor do que a Translog, pois a última apresentou vários coeficientes que não foram estatisticamente significativos, ou seja, estatisticamente esses coeficientes eram iguais a zero. Desta forma, optou-se por não calcular as elasticidades de produção, nem as produtividades marginais e as taxas marginais de substituição técnica sob essa forma funcional.

Referências

- ALMEIDA, P.N.A. **Fronteira de produção e eficiência técnica da agropecuária brasileira em 2006**. 2012. 205p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- BCB. Anuário estatístico do crédito rural 2006. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/?relrural2006>>. Acesso em: 22 março 2017.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Relatório final do grupo de trabalho interministerial para redelimitação do semi-árido nordestino e do polígono das secas**. Brasília, 2005. Disponível em: <http://http://www.cpatsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB1839.pdf>. Acesso em 14 nov. 2016.
- CASTRO, E.R. de. **Crédito rural e oferta agrícola no Brasil**. 2008. 112p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- CHAVES, A.F. **Função de produção da agropecuária baiana em 2006**. 2012. 63p. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2012.
- CHRISTENSEN, L.R.; JORGENSON, D.W.; LAU, L.J. Conjugate duality and the transcendental logarithmic function. **Econometrica**, v.39, n.4, p.255-256, jul. 1971.
- _____.; _____.; _____. Transcendental logarithmic production frontiers. **Review of economics and statistics**, v.55, n.1, p.28-45, feb. 1973.
- FERREIRA, B.; SILVEIRA, F.G.; GARCIA, R.C. A agricultura familiar e o Pronaf: contexto e perspectivas. In: GASQUES, J.G.; CONCEIÇÃO, J.C.P.R. da (Org). **Transformações da agricultura e políticas públicas**. Brasília: IPEA, 2001. cap.14, p.479-539.
- IBGE. **Censo agropecuário 2006**: Brasil, grandes regiões e unidades da federação. IBGE: Rio de Janeiro, 2009. 777p.
- IBGE. **Censo agropecuário 2006**: segunda apuração. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2006/segunda-apuracao>>. Acesso em: 22 março 2017.
- LYU, S-J.L.; WHITE, F.C.; LU, Y-C. Estimating effects of agricultural research and extension expenditures on productivity: a translog production function approach. **Southern journal of agricultural economics**, v.16, n.2, p.1-8, dec. 1984.
- MIRANDA, E. da S. **Função de produção da agropecuária baiana em 2006**. 2015. 68p. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas), Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015.
- PAVELESCU, F-M. Some aspects of the translog production function estimation. **Romanian journal of economics**, v.32, n.1, p.131-150, 2011.

SNYDER, C.; NICHOLSON, W. **Microeconomic theory**: basic principles and extensions. 11th ed. Canadá: South-Western Cengage Learning, 2012. 738p.

*Recebido em: janeiro de 2019.
Aprovado em: dezembro de 2019.*