

EFICIÊNCIA TÉCNICA E METATECNOLOGIA DO SEMIÁRIDO CEARENSE: MODELO DE METAFRONTIERA ESTOCÁSTICA

Technical efficiency and metatecnology of the Semiariid Cearense: Stochastic Metafrontier Model

Roberto Bruno Pessoa e Silva

Economista. Mestre em Economia Rural (PPGER/UFC). rbruno0591@gmail.com

Edward Martins Costa

Economista. Doutor em Economia (PIMES/UFPE). edwardcosta@ufc.br

José Newton Pires Reis

Agronomia (UFC). Doutor em Economia Aplicada (ESALQ/USP). newton@ufc.br

Felipe Pinto da Silva

Graduado em Economia (UFC). Mestre em Economia Rural (PPGER/UFC). dasilva.felipe@outlook.com

Resumo: Compara a eficiência técnica (ET) entre as regiões semiáridas e não semiáridas do Ceará, usando a abordagem metafronteira. A análise é desenvolvida usando uma tecnologia de *output* (produção agropecuária) e multientradas (capital, trabalho, terra, despesas com insumos e estoque de capital). Os resultados mostraram que a metatecnologia média para o semiárido cearense foi de 52%, ou seja, o produto máximo utilizado por suas combinações de fatores de produção é, em média, cerca de 52% da produção máxima que poderia ser alcançada (produção potencial) usando os mesmos fatores de produção e tecnologia disponível na região não semiárida. Com relação aos níveis médios de eficiência técnica (ET*) à metafronteira, o semiárido possui 44% e o não semiárido 70%. Com efeito, o conjunto de combinações dos insumos e produtos da região semiárida é bem menos eficiente do que o da região não semiárida. Diante dos resultados e para a base de dados analisadas, o não semiárido cearense possui, em média, maior eficiência técnica com relação à metafronteira.

Palavras-chave: Semiárido Ceará; Eficiência Técnica; Metatecnologia; Metafronteira de produção.

Abstract: Compare a technical efficiency (TE) between the semiarid and non semiarid regions of Ceará, using a metafrontier approach. The analysis is developed using an output technology (farming production) and multi-inputs (capital, labor, land, input expenses and capital stock). The results showed that the average metatechnology for the semiarid region of Ceará was 52%, that is, the maximum product used by its own combinations of factors of production is, on average, about 52% of the maximum production that could be produced (potential production) using the same factors of production and technology available in the non semiarid region. Regarding the average levels of technical efficiency (TE *) in the metafrontier, the semiarid has 44% and the non semiarid 70%. In this way, the set of combinations of the inputs and products of the region semiarid are much less efficient than the non semiarid region. Given the results and for the database analyzed, the non semiarid region of Ceará has, on average, greater technical efficiency compared to the metafrontier.

Keywords: Semiariid Ceará; Technical Efficiency; Metatecnology; Production Metafrontier.

1 INTRODUÇÃO

O setor agropecuário brasileiro, desde os anos de 1960, foi caracterizado por um intenso processo de modernização. A expansão da área cultivada, via ampliação do uso da mecanização, defensivos agrícolas, fertilizantes químicos, insumos modernos, entre outros, levou ao crescimento da produtividade agrícola.

Convém destacar, no entanto, que essas ampliações de produtividade na agropecuária não aconteceram de maneira simétrica entre os estados brasileiros. Sendo assim, ao longo desse processo, a região Nordeste do País se caracterizou por um menor aporte tecnológico aplicado à agropecuária, mais intensiva em trabalho, ao passo que as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste foram mais intensivas em capital (ALMEIDA, 2012).

Com relação à tentativa de modernização da agricultura nordestina, em especial a cearense, se intensificou desde os anos de 1970, com a construção de grandes perímetros irrigados públicos. Ao longo do tempo, no entanto, esse setor enfrenta alguns entraves para a evolução da eficiência produtiva, como o baixo nível técnico empregado nos cultivos (SULIANO et al., 2009).

Segundo Da Silva et al. (2016), o setor agropecuário nordestino está na contramão da dinâmica de produção moderna por indicar acesso restrito aos mercados, e isso causa dificuldades para o processo de desenvolvimento dessa atividade econômica. Os agricultores situados no semiárido cearense lidam com circunstâncias geográficas, culturais, históricas e institucionais distintas das demais regiões, que resultam em variadas oportunidades de produção.

De acordo com IPECE (2019), 93% do território cearense encontra-se no semiárido e partilha de características que não devem ser negligenciadas. Os solos possuem pouca profundidade, há deficiências hídrica, pedregosidade e, principalmente, susceptibilidade a erosão, que se dá por características morfológicas próprias, físicas e químicas, implicando baixa fertilidade natural; condição que se agrava dada a baixa pluviosidade da região. Nesses tipos de solo, mesmo com um alto investimento em insumos, os retornos em produtividade estão abaixo dos esperados, quando comparados com solos com boa aptidão agrícola (IPECE, 2019; DA SILVA et al., 2016). Em um panorama onde

as desigualdades regionais persistem e determinados setores se destacam, seja por ser foco explícito de uma política pública, seja pelo desempenho produtivo, surge, então, o interesse em verificar o desempenho produtivo da região não semiárida do Ceará.

Desse modo, o objetivo desta pesquisa é analisar as diferenças tecnológicas entre a região semiárida e a região não semiárida do Ceará para o período de 1975 a 2006. A delimitação da área de estudo relaciona-se ao fato, como bem aponta Mendonça et al. (2010), de que grande parte da população mais pobre do Estado do Ceará está situada na área rural, principalmente na área semiárida, e é muito vulnerável produtivamente, em períodos de seca, por exemplo. Assim, estudos técnicos que possam identificar os reais problemas da região são importantes para a formulação de políticas públicas de desenvolvimento regional, especialmente no fomento do semiárido cearense. Assim, torna-se relevante calcular as diferenças tecnológicas nas regiões delimitadas por este trabalho, já que se tem uma melhor caracterização da agropecuária dos municípios situados no semiárido e nas demais regiões do Ceará.

Serão observadas em que proporção as diferenças regionais próprias do Ceará, no que tange à qualidade do solo, à infraestrutura econômica, entre outras variáveis, influenciam na eficiência das firmas situadas nos grupos regionais. Dessa maneira, o emprego da metafronteira de produção, desenvolvido por Battese, Rao e O'Donnell (2004) e O'Donnell, Rao e Battese (2008), parece ser muito oportuno quando se pretende calcular as diferenças nas tecnologias de produção regional e conhecer a fronteira tecnológica.

Portanto, para apontar a dinâmica desse processo, este artigo foi distribuído em outras quatro seções, além da introdução. Na segunda seção, é apresentada uma revisão de literatura sobre o uso de modelos de eficiência técnica e metafronteira. A terceira seção expõe a metodologia. Na quarta seção, são mostrados os resultados, bem como as suas análises. E por fim, as considerações finais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este estudo mensura o desempenho, em termos de eficiência técnica, da fronteira agropecuária do

Estado do Ceará. A pesquisa inclui as características dos municípios situados no semiárido e não semiárido cearenses, levando em consideração as diferenças produtivas e tecnológicas regionais do Estado, que são importantes na composição das estratégias adotadas para o fomento do semiárido.

Com relação aos métodos para mensurar a fronteira de produção, alguns autores, entre eles Almeida (2012), buscaram medir a eficiência da função de produção tanto pelo método da análise de envoltória (DEA), quanto pelo método da fronteira estocástica. Entretanto, Coelli et al. (2005) e Hadley (2006) argumentaram que a fronteira estocástica é a mais apropriada às aplicações da agropecuária em razão dos erros aleatórios causados por condições climáticas extremas, bem como pelo fato das pragas e doenças inerentes ao setor, serem incluídos no termo do erro aleatório.

Logo, a especificação da função produtiva por fronteira estocástica para dados do tipo *cross-section* consiste, fundamentalmente, em um termo de erro com dois componentes, um para contabilizar os efeitos aleatórios e outro para contabilizar a ineficiência tecnológica. Com efeito, o padrão de fronteira estocástica é um modelo de regressão estimado por máxima verossimilhança com um distúrbio que é assimétrico e não normal (GREENE, 2008).

Muitos trabalhos, recentes, se destinam a comparações multilaterais de eficiência, e é aqui que surge o conceito de metafronteira de produção. Esse método foi proposto por Hayami (1969) e Hayami e Ruttan (1970), e sua utilização permite verificar as diferenças nas tecnologias de produção regional e conhecer o potencial (fronteira) da tecnologia. Sendo assim, essas diferenças são computadas em relação a uma mesma referência para as duas regiões, que é a metafronteira de produção (HAYAMI; RUTAN, 1971). Diversos trabalhos utilizaram o conceito de metafunção de produção com o objetivo de analisar as diferenças regionais na produção agrícola, como o de Battese et al. (2004) e Moreira e Bravo-Ureta (2010).

As diferenças regionais entre semiárido e não semiárido são bastantes evidentes, existindo uma extensa literatura econômica que se dedica ao tema. Suliano et al. (2009) e Da Silva et al. (2016) trazem com detalhes essas questões, em termos produtivos, socioeconômicos e de recursos naturais. Para o presente estudo, considera-se a atividade agropecuária praticada na região dependente

de vários fatores externos ao controle dos estabelecimentos rurais, como, por exemplo, no contexto ambiental onde o meio físico, o clima, o solo e a pluviosidade influenciam a produção e produtividade na agropecuária.

O Ceará, por estar em sua maior parte situado no semiárido, exibe uma cobertura vegetal típica de caatinga, não possuindo rios perenes e, por ser um dos Estados do Nordeste que denota maior vulnerabilidade à seca, as atividades econômicas, como a agropecuária, são objeto de severas limitações (SULIANO et al., 2009). A maioria das culturas agrícolas são exploradas sob o regime de sequeiro, o que agrava ainda mais a produção em virtude dos efeitos climáticos adversos, no entanto as irregularidades das chuvas impactam também na produção dos perímetros irrigados (CONAB, 2017). A seca dos últimos anos (2012 a 2016) resultaram, desde 2013, para o setor agropecuário, na suspensão das atividades de irrigação dos perímetros irrigados do vale do Curu e na restrição do uso de água nos perímetros irrigados dos vales do Jaguaribe, Banabuiú e Acaraú.

Nesse contexto, o fenômeno das secas é apontado em diversos estudos como uma das principais variáveis responsáveis pelo atraso no desenvolvimento da Região Nordeste e, inclusive, do Ceará. Conforme os autores Martinez (2002), Marengo (2010), Da Silva et al. (2016), entre outros, a seca provoca o colapso da produção agropecuária, o desarranjo do sistema produtivo e a destruição dos meios de produção dos setores econômicos, além de impactar o perfil produtivo do Estado. As atividades econômicas predominantes no semiárido do território cearense são a pecuária e a agricultura de subsistência, com o cultivo de mandioca, feijão e milho, estando estas culturas totalmente na dependência da chuva. Para o melhor entendimento da atividade agropecuária no território cearense, deve-se discutir suas especificidades.

O Noroeste Cearense é formado pelas microrregiões de Coreaú, Ibiapaba, Ipu, Litoral de Camocim e Acaraú, Meruoca, Santa Quitéria e Sobral. Nessa região, os solos são férteis e há maior regularidade climática, destacando-se as terras altas da Ibiapaba. Aqui, os cultivos do caju e coco-da-baía se sobressaem, sendo voltados para as agroindústrias de Fortaleza e Sobral. Já a microrregião de Fortaleza produz mandioca (voltadas para produção de farinha), caju e outras frutíferas. Por se

localizar na zona litorânea, fora do semiárido cearense, não sofre tanto com os problemas das secas. Os solos são arenosos e as precipitações pluviométricas são regulares e bem distribuídas (FERREIRA et al., 2006).

No sertão cearense tem-se as microrregiões do sertão de Crateús, sertão de Quixeramobim, sertão de Senador Pompeu e sertão dos Inhamuns. A atividade predominante é a pecuária extensiva, que denota baixa produtividade. É uma região típica do semiárido e voltada para a pecuária bovina e caprina, além da produção leiteira e de queijos. A escassez de água castiga o solo dos municípios dessa área, ainda que Quixeramobim apresente muitas áreas férteis. As terras com menor capacidade produtiva estão no Sertão Central e Inhamuns. Também é importante relatar que, de acordo com Ferreira et al. (2006), a maior parte da população pobre do Ceará localiza-se nessa região.

Nesse sentido a delimitação empírica escolhida, entre região semiárida e não semiárida, procura evidenciar heterogeneidade da agropecuária cearense, tanto em termos econômicos, quanto pela distribuição dos recursos naturais. Essas restrições impõem diferentes combinações factíveis de insumo-produto, a partir dos diferentes conjuntos tecnológicos disponíveis para cada uma das duas regiões.

2.1 Análise de Desempenho de Produtividade: Distintos Grupos numa mesma Região

Capalbo et al. (1990) explicam que estudos sobre a produtividade podem ser feitos sob variados níveis de análise, isto é, o pesquisador pode escolher analisar a produtividade à nível micro, composto por empresas e setor; ou a nível macro, composto por regiões, países etc. Posto isso, vários estudos estimaram o crescimento da produtividade agrícola entre os países, no plano macro, utilizando dados agregados (CAPALBO et al., 1990, COELLI E RAO, 2005, etc.).

De acordo com alguns desses autores, estudos no plano nacional são úteis para comparar as tendências macro, mas não na formulação de políticas no plano micro. Por exemplo, Bernard e Jones (1996) comentaram que as análises de produtividade baseadas em dados agregados de países não podem captar o comportamento de setores específicos da economia.

Em decorrência desse problema, alguns pesquisadores começaram a utilizar dados agrupados para distintas regiões ou estabelecimentos, com a finalidade de comparar as medidas de eficiência técnica (ET) da fronteira de produção por via de modelos separados para cada grupo. Sob essa óptica, Battese e Coelli (1992) estimaram os escores de eficiência técnica (ET) para estabelecimentos que cultivavam trigo em algumas regiões do Paquistão. Assim, foi estimada uma fronteira estocástica de produção para cada região delimitada, porém sem a presença de testes que buscassem captar a utilização de tecnologias iguais ou diferentes.

De acordo com Moreira e Bravo-Ureta (2010), numa situação em que diversos grupos de agricultores estão efetivamente fazendo uso da mesma tecnologia, então a medição da eficiência técnica deve ser feita com relação a uma fronteira comum, em vez de depender de fronteiras separadas para cada grupo. Essa é a dinâmica da abordagem metafronteira (MF) introduzida por Battese e Rao (2002), redefinida por Battese et al. (2004) e depois por O'Donnell et al. (2008).

A partir de diferentes conjuntos de tecnologia, escolhe-se o método eficiente de produção com diferentes combinações factíveis de “insumo-produto”, isto é, diferenciações tecnológicas da região influenciam na eficiência do setor em estudo. Assim sendo, na subseção a seguir, serão relatados alguns estudos que utilizaram essa e outras dinâmicas como forma de análise da produtividade.

2.2 Alguns Estudos sobre a Eficiência Técnica de Produção a Nível Nacional

Helfand, Magalhães e Rada (2015) analisaram a Produtividade total dos fatores e a eficiência técnica pelo modelo de fronteira estocástica, com suporte nos censos agropecuários no ano de 1985, e também para o período 1995-1996 e 2006. Com isso, foi examinada a relação entre o tamanho da propriedade e o crescimento da PTF agrícola do Brasil.

Para captar essa relação, os autores dividiram os estabelecimentos agrícolas em classes, baseados no tamanho do empreendimento e nas suas respectivas contribuições ao crescimento da PTF nacional. Os resultados para o Nordeste indicam que a segunda menor classe de estabelecimentos (de cinco a 20 hectares) respondeu por cerca de

18% da produção e 21% dos estabelecimentos da região. Os autores ressaltam que o Nordeste foi a classe que mais evoluiu em termos de eficiência técnica (7,75%), e também com relação ao crescimento da PTF (4,12%).

Em suma, trabalhos que buscam medir a eficiência técnica de metafronteira (MF) na região semiárida brasileira são pouquíssimos na literatura econômica. Sendo assim, o estudo de Da Silva et al. (2016) se destaca nesse sentido. Desse modo, Da Silva et al. (2016) dividiu amostra em dois grupos: região semiárida e região não semiárida, utilizando o método de metafronteira. Os resultados confirmaram a hipótese de os municípios pertencentes ao semiárido e demais regiões se depararem com distintas oportunidades de produção. Quando se comparam as duas regiões, o não semiárido possui a maior eficiência técnica (ET) média com relação à metafronteira.

Apresentados alguns estudos sobre desempenho produtivo agropecuário nas diversas regiões brasileiras, faz-se necessário conhecer alguns estudos internacionais que também serviram como base para a elaboração deste artigo.

2.3 Alguns Estudos sobre a Eficiência Produtiva no Contexto Internacional

Moreira e Bravo-Ureta (2010) fizeram uma comparação entre a eficiência técnica e os índices de metatecnologia (MTR) para fazendas leiteiras da Argentina, Chile e Uruguai, usando a abordagem de metafronteiras (MF). As MTR médias estimadas para Argentina, Chile e Uruguai são 83,8, 79,6 e 91,4%, respectivamente, e estes resultados são significativamente diferentes um do outro.

As fronteiras de produção da Argentina e do Uruguai são relativamente próximas à metafronteira, o que sugere que esses dois países talvez precisem aumentar os investimentos para promover a pesquisa local a fim de gerar novas tecnologias. Em contraste, o Chile poderia se beneficiar da pesquisa adaptativa, destinada a tornar a tecnologia emprestada da Argentina e/ou do Uruguai aplicável às condições locais, o que poderia ser uma maneira econômica de melhorar o desempenho da fazenda leiteira.

Jiang e Sharp (2015) analisaram as fazendas leiteiras da Nova Zelândia, Ilha do Norte e do Sul, utilizando o método de fronteira estocástica e um

painel desequilibrado para o período de 1998/99 e 2006/07. Logo, fizeram uso da metafronteira (MF) para calcular o hiato tecnológico e comparar a eficiência técnica, mediante o uso de programação linear. Constataram que as fazendas localizadas no Norte seguiram melhores práticas de manejo, pois estão mais próximas à metafronteira.

Fei e Lin (2016) abordaram a heterogeneidade tecnológica agrícola, empregando o método metafronteira e DEA para medir a eficiência energética agrícola da China. Em seguida, empregaram índice Malmquist para explorar a mudança da produtividade energética. Os resultados mostram que a eficiência energética agrícola é bastante baixa e tem características regionais diferentes. Portanto, sugeriram que a inovação tecnológica e a eficiência gerencial sejam promovidas para aumentar a eficiência energética e que se deve prestar mais atenção à região ocidental para equilibrar a diferença regional, o que ajuda no desenvolvimento sustentável da China.

De modo geral, a totalidade de autores que defende o melhoramento da PTF no sentido de auferir ganhos na produção é bastante ativa na literatura especializada. Portanto, a próxima seção trará a base teórica dos modelos de eficiência produtiva empregada nesta pesquisa, com o intuito de buscar validar o objetivo exposto desta análise.

3 METODOLOGIA

Em 1995, Battese e Coelli fizeram uma nova adaptação do modelo de fronteira estocástica de tal maneira que incorporaram variáveis explanatórias no termo de erro atribuído à ineficiência. Desse modo, o modelo de fronteira estocástica, em sua configuração genérica, é representado assim:

$$y_{it}^j = f(X_{it}, \beta^j) \cdot \exp\{v_{it}^j - u_{it}^j\} \quad (1)$$

Onde v_{it}^j é um termo de erro aleatório que possui média zero, no qual está associado a fatores fora do controle do produtor, como a variação climática e erros de medida por exemplo. Já o termo de erro u_{it}^j corresponde a uma variável aleatória não negativa, associada aos fatores de ineficiência técnica da i -ésima firma, que desloca para baixo a fronteira e produção.

De acordo com BATESSE e COELLI (1992), a eficiência técnica contida neste modelo é obtida pela razão entre a produção observada e a produção

$$ET_{it}^j = \frac{y_{it}^j}{f(X_{it}^j, \beta_{it}^j) \cdot \exp\{v_{it}^j\}} = \{ \exp(-u_{it}^j) \}, j = 1, 2, \dots, J \quad (2)$$

sendo assim, o componente corresponde aos choques exógenos, v_i , é simétrico ($-\infty < v_i < \infty$) e assume-se que é independente e identicamente distribuído. O v_i possui distribuição normal $iidN(0, \sigma_v^2)$ e capta os efeitos estocásticos fora do controle da firma. Por outro lado, o termo u_i é um componente de eficiência unilateral ($u_i \geq 0$) e cabe a ele capturar a ineficiência técnica da i -ésima firma. Esse termo unilateral pode seguir a distribuição normal truncada, meio normal, exponencial e gama.

3.1 O Método de Metafronteira (MF)

Dado o conjunto produto, $P(x) = \{y: x \text{ pode produzir } y\} = \{y: (x, y) \in T\}$ – que representa a curva de possibilidade de produção – sua borda será traduzida como sendo o produto de metafronteira. A função de metadistância mede a quantidade máxima do produto que a firma pode obter pela utilização de dado vetor insumo.

Assim, Segundo Coelli et al. (2005), uma combinação de insumo e produto (x, y) , sob a óptica do método de metafronteira, só será eficiente, se e somente se, $d(x, y) = 1$. Essa premissa, no entanto, só será validada se forem respeitadas as propriedades da função distância produto orientada, que são:

- i) $d_o(x, y) = 0$, para todo x não negativo;
- ii) $d_o(x, y)$ é não decrescente em q e não negativa em x ;
- iii) $d_o(x, y)$ é linearmente homogênea em q ;
- iv) $d_o(x, y)$ é quase convexa em x e convexa em q ; e
- v) se q pertence ao conjunto de possibilidades de produção de x (i.e., $q \in P(x)$), então $d_o(x, y) \leq 1$.

Logo, essas combinações, que são tecnicamente factíveis para as firmas localizadas na região analisada, estão inseridas em um conjunto tecnológico de um grupo (região) específico. Portanto, a borda do conjunto produto daquela região delimitada pelo pesquisador é dada como fronteira regional.

correspondente à fronteira de produção. Logo, sua expressão é dada pela seguinte fórmula:

Para que isso ocorra, no entanto, alguns pressupostos têm que ser respeitados com relação ao conjunto produto e função distância. Esses pressupostos são:

- i) se $(x, y) \in T^j$ para cada j então $(x, y) \in T$;
- ii) se $(x, y) \in T$ então $(x, y) \in T^j$ para algum j ;
- iii) $T = \{T^1 \cup T^2 \cup T^3 \dots \cup T^j\}$;
- iv) $d^j(x, y) \geq d(x, y)$, para todo $k=1, 2, \dots, J$; e
- v) a convexidade de $P(x)$ não necessariamente implica a convexidade do conjunto

Analisando atentamente o pressuposto *iv*, tem-se que a fronteira regional não pode de maneira alguma ser menor de que a função metadistância. O cálculo da distância entre a fronteira regional j e a metafronteira (MF) é aplicável quando se tem distâncias diferentes, o que é denominado de razão de metatecnologia (MTR) para a região j . Tem-se que:

$$MTR^j(x, y) = \frac{d(x, y)}{d^j(x, y)} = \frac{ET(x, y)}{ET^j(x, y)} \quad (3)$$

Pode-se extrair da equação MTR o seguinte:

$$ET^*(x, y) = ET^j(x, y) \times MTR^j(x, y) \quad (4)$$

Essa nova expressão diz que a eficiência técnica da firma no tocante à metafronteira é o produto entre a eficiência técnica da fronteira regional específica e a metatecnologia. Portanto, o processo de obtenção dos valores de MF utilizados neste artigo consiste em dois estágios, sendo que o primeiro tem como pilar de sustentação a elaboração de fronteiras estocásticas regionais e o segundo leva em consideração a estimação da MF por meio de técnicas de programação linear.

3.2 Base de Dados e o Modelo Empírico

Os dados foram obtidos dos Censos Agropecuários de 1970 a 2006, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram retiradas 138 informações dos municípios

cearenses, sendo divididas em duas regiões: semi-árida e não semi-árida (de acordo com a Sudene).

Dividiu-se também a série histórica em quatro períodos: 1975, 1985, 1995/1996, 2006. A escolha do horizonte de tempo se dá pela disponibilidade dos dados do Censo agropecuário, mantendo o mesmo intervalo de 10 anos¹, como proposto por Braganolo (2012), bem como da maturação do processo de mecanização iniciado em 1960 e meados de 1970². A fim de manter o painel balanceado na amostra, foram retirados tanto os municípios que não apresentaram informações com relação a alguma variável em algum ano, quanto aqueles que em determinado ano deixaram de ser semi-árido e/ou não semi-árido.

Com relação às limitações do estudo, tem-se que: a) não foi possível separar a região rural e urbana dos municípios, em razão da própria natureza dos dados. b) a análise por estabelecimentos agropecuários seria o ideal, porém a obtenção desses dados é custosa, o que acabou inviabilizando essa possibilidade para o presente estudo. Deve-se destacar que essa escolha possui implicações na

qualidade dos resultados, já que não se captura os efeitos para as microunidades (estabelecimentos agropecuários). Entretanto, a partir da abordagem metodológica de metafronteira de produção, junto a uma sólida revisão de literatura, tenta-se reduzir esse problema ao observar em que proporção as diferenças regionais, entre o semiárido e o não semi-árido cearense, no que tange à qualidade do solo, à diferença climática, à infraestrutura econômica, entre outras variáveis, impactam na eficiência agropecuária praticada nos diferentes grupos regionais.

No tocante as variáveis escolhidas, foram deflacionados a preços de 2000 pelo deflator implícito do PIB retirados do Censo Agropecuário, com exceção da variável equipamento (contida no fator capital) que no Censo Agropecuário dos anos de 1995/1996 não foi disponibilizada.

Sendo assim, foi utilizada uma *proxy* proposta por Braganolo (2012) e utilizada por Silva et al. (2016), deflacionada a preços (R\$) de 2000 pelo deflator implícito da formação bruta de capital, retirado do Ipeadata. O Quadro 1 possui informações das variáveis utilizadas que representam os fatores de produção.

Quadro 1 – Variáveis utilizadas na Pesquisa

Fator de Produção	Variável de Representação na Amostra
Produto	PIB Agropecuário Municipal
Terra	Área total das terras plantadas com lavouras permanentes e temporária
Trabalho	Pessoal ocupado na agropecuária (proprietários + trabalhadores contratados)
Despesas com insumos	Gastos com fertilizantes, defensivos, sementes, mudas, energia etc.
Estoque de capital	Valor dos bens dos agricultores (Soma de construções rurais, máquinas e equipamentos)

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados do: Da Silva et al. (2016). Elaboração própria.

O primeiro passo para mensurar a metafronteira (MF) de produção consiste em encontrar os valores estimados das fronteiras regionais por fronteira estocástica. Assim, a fronteira estocástica de produção é dada por:

$$\ln Y_{it}^j = \beta_1 + \beta_2 \ln L_{it}^j + \beta_3 \ln T_{it}^j + \beta_4 \ln K_{it}^j + \beta_5 \ln I_{it}^j + v_{it}^j - u_{it}^j$$

Onde:

Y_{it} = produto agropecuário do município cearense i no tempo t , da região j ;

L_{it} = fator de produção terra do município cearense i no tempo t da região j ;

T_{it} = trabalho por município i no tempo cearense t da região j ;

K_{it} = estoque de capital por município cearense i no tempo cearense t da região j ;

I_{it} = despesas com insumos por município cearense i no tempo t da região j ;

v_{it} = distúrbios aleatórios da função de produção e que por hipótese se distribui como $iid \sim N(0, \sigma^2)$

u_{it} = ineficiência técnica da produção que se assume, por hipótese a distribuição $iid \sim HN(0, \sigma^2)$ ou a distribuição $u_{it} \sim iid N^{+}(\mu, \sigma_u^2)$.

O emprego do método da máxima verossimilhança é usado para estimar os parâmetros da

1 De 1970 até 1995/1996 o Censo agropecuário era quinquenal, passando a ser decenal desde então.

2 Durante esse período foi criado o Sistema Nacional de Crédito Rural, consolidada a Extensão Rural e institucionalizada a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

equação de fronteira de produção, o que enseja o conhecimento do tamanho das eficiências técnicas de cada município contido na amostra. Desde esse ponto, tem-se acesso à possibilidade de estimar as fronteiras regionais do semiárido e não semiárido, assim como da fronteira agrupada. No entanto, é preciso aplicar alguns testes para saber qual modelo deve ser aplicado na pesquisa

3.3 Testes Realizados

3.4.1 Teste da Forma Funcional

Com os resultados dos dois modelos e seus respectivos valores de log verossimilhança (LL) obtidos pela estimação, considera-se o valor da estatística de verossimilhança generalizada (LR) forma funcional e aplica-se o teste de hipótese (FEITOSA, 2009):

H_0 : LL Cobb – Douglas

H_1 : LL Translog

$LR = -2 [\ln LL H_0 - \ln LL H_1] \sim \chi^2$

$LR > T_{KP}$ (tabela de Kodde e Palm, 1986) rejeita-se H_0

3.4.2 Teste de Ausência do Progresso Técnico

Neste teste, considera-se que os coeficientes correspondentes às variáveis relacionadas ao tempo na função Cobb-Douglas são iguais a zero ou não. Usam-se também a razão da verossimilhança generalizada e a Tabela de Kodde e Palm (1986).

3.4.3 Efeito da Ineficiência Técnica na Função de Produção

São levados em consideração o valor da log de verossimilhança generalizada e o valor crítico en-

contrado pela tabela de Kodde e Palm (1986). Os graus de liberdade correspondem às variáveis de ineficiência (FEITOSA, 2009). Logo:

H_0 : Inexistência de ineficiência técnica (MQO)

H_1 : Hipótese alternativa: a ineficiência técnica deve ser considerada no modelo

3.4.4 Existência de Duas Fronteiras Regionais

Mais uma vez fez-se uso do teste de verossimilhança generalizado para verificar a hipótese de as duas regiões serem representadas pela mesma fronteira de produção estocástica. Com efeito, se tem:

H_0 : LL da fronteira agrupada

H_1 : LL é a soma dos valores de LL das fronteiras regionais referente às demais regiões

Rejeitando H_0 , a fronteira de produção agrupada é rejeitada, ou seja, assume-se a hipótese de fronteiras regionais distintas.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

4.1 Análise Descritiva

A Tabela 1 mostra as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas neste estudo. Analisando o total produzido pelo setor agropecuário, pode-se perceber que a região semiárida obteve valores, em média, maiores do que na região não semiárida. Com relação às despesas com insumos, a região não semiárida gasta, em média, mais do que a semiárida. Isso implica dizer que, em média, o não semiárido tem mais acesso a quantidade de fertilizantes, de defensivos, de energia, de água etc. do que a região semiárida.

Tabela 1 – Estatística Descritiva das Regiões Semiáridas e não Semiáridas do Ceará no Período de 2006

Variáveis	Região	Média	Desvio padrão	Mín	Max
Produto (R\$ milhões)	Semiárido	11.448,47	10.140,92	702,33	64.530,40
	Não semiárido	11.330,79	9.748,67	228,94	48.590,64
Área (Ha)	Semiárido	12.466,59	11.840,81	681,54	96.771,91
	Não semiárido	11.790,27	10.985,99	390,23	54.198,79
Trabalho (pessoas ocupadas)	Semiárido	7.622,86	5.388,65	530,00	30.308,00
	Não semiárido	6.749,02	5.519,75	478,00	28.773,00
Capital (R\$ Milhões)	Semiárido	105.463,58	120.277,48	3.501,89	873.998,21
	Não semiárido	99.882,16	112.065,34	3.473,30	539.695,21
Despesas com insumos	Semiárido	4.363,01	5.865,55	129,54	48.049,48
	Não semiárido	5.875,56	7.358,79	268,80	38.903,21

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados do IBGE/Ipeadata (2017).

Ainda pela Tabela 1, o fator capital médio da região não semiárida se sobressai na quantidade de máquinas, equipamentos e construções rurais no ano de 2006. Após realizar as análises descritivas dos dados, a próxima subseção abordará as estimativas da fronteira estocástica.

4.2 Análise das Estimações

Conforme a Tabela 2, as três fronteiras superaram os seus valores críticos, e, portanto, se rejeita a hipótese nula, o que atesta a importância de in-

corporar a ineficiência técnica ao modelo. Já para o teste de ausência de progresso técnico, o modelo não confirma a presença de progresso técnico na região não semiárida. Resultado semelhante foi encontrado no trabalho de Campos e Braga (2016).

Por último foi testada a existência de duas fronteiras regionais diferentes no tocante à possibilidade produtiva entre as duas regiões. Conforme a Tabela 2, os municípios pertencentes ao semiárido e não semiárido empregam distintas tecnologias de produção, validando o uso da lógica conceitual da metafronteira (MF) de produção.

Tabela 2 – Prova de Razão Verossimilhança dos parâmetros das fronteiras de produção

Teste	Região	Hipótese nula	Graus de Liberdade	Valor de gama	Valor crítico	Decisão (Valor de 5%)
Inexistência de eficiência técnica	Fronteira agrupada	$H_0: \gamma = 0$	1	11,12	2,7	Rejeita H_0
	Fronteira semiárido	$H_0: \gamma = 0$	1	11,62	2,7	Rejeita H_0
	Fronteira não semiárido	$H_0: \gamma = 0$	1	4,514	2,7	Rejeita H_0
Ausência de progresso técnico	Fronteira agrupada	$H_0: \beta_6 = 0$	1	15,48	2,7	Rejeita H_0
	Fronteira semiárido	$H_0: \beta_6 = 0$	1	6,40	2,7	Rejeita H_0
	Fronteira não semiárido	$H_0: \beta_6 = 0$	1	1,40	2,7	Não Rejeita H_0
Existência de duas fronteiras regionais	Não se aplica	H_0 : Fronteira agrupada	7	58,52	13,4	Rejeita H_0

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

4.3 Primeiro Estágio para a Estimação da Metafronteira: as Fronteiras Regionais

A Tabela 3 contém as informações da estimação das fronteiras regionais. Na região não semiárida, os parâmetros não estatisticamente significativos foram o intercepto, o trabalho e o capital. Para a região semiárida, somente o intercepto não foi estatisticamente significativo. Para o fator trabalho, os coeficientes estimados de ambas as fronteiras denotaram um sinal positivo, dentro do esperado.

Entre as duas regiões, o trabalho é mais intenso nos municípios do não semiárido, uma vez que essa localidade apresenta “melhores” condições de mercado e de clima, dando mais chances ao pequeno produtor. Vale frisar a importância de investimentos na educação, principalmente técnica, da mão de obra trabalhista do setor, pois isso pode resultar em ganhos no desempenho produtivo local, conforme destacam Da Silva et al. (2016).

Em relação às despesas com insumo, representadas pela variável I_{it} , mais uma vez a região não semiárida se destaca por indicar maiores ganhos

no uso intensivo de insumos na produção, em detrimento da região semiárida. Segundo o modelo, quanto maiores forem os gastos com os insumos, maior será o impacto no desempenho produtivo do setor agropecuário.

O fator de maior impacto na produção da região semiárida é o capital. A busca pela constante modernização de máquinas, tratores e equipamentos se constitui meio importante para manter a produção agropecuária no semiárido. Corroboram para essa lógica os trabalhos de Moreira e Bravo-Uretra (2010) e Da Silva et al. (2016).

Tabela 3 – Fronteira Estocástica Estimada

Variáveis	Parâmetros	Ceará	Não Semiárido	Semiárido
(intercepto)	β_1	0,42* (0,25)	1,25 (0,82)	0,20 (0,25)
L_{it}	β_2	0,22*** (0,03)	-0,03 (0,1)	0,3*** (0,03)
T_{it}	β_3	0,24*** (0,42)	0,49*** (0,14)	0,18*** (0,04)

Variáveis	Parâmetros	Ceará	Não Semiárido	Semiárido
K_{it}	β_4	0,22*** (0,02)	0,02 (0,08)	0,26*** (0,03)
I_{it}	β_5	0,29*** (0,02)	0,48*** (0,09)	0,24*** (0,03)
	γ	0,25*** (0,07)	0,35* (0,16)	0,30*** (0,09)
	σ_u^2	0,05** (0,02)	0,16* (0,10)	0,05** (0,02)
	σ_v^2	0,17*** (0,01)	0,30*** (0,05)	0,13*** (0,01)
	ET média	0,84	0,76	0,84
	Log-Verossimilhança	-314,17	-74,36	-206,71

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Nota: Onde: $\gamma = (\hat{\delta}^2)_u / (\hat{\delta}^2_u + \hat{\delta}^2_v)$.

*A codificação para a significância dos coeficientes estimados:

***' significante a um nível de 5%.

A média da eficiência técnica variou entre as fronteiras regionais. Enquanto o semiárido possui um escore médio de eficiência de 84%, o não semiárido ofereceu 76%, ou seja, com base nas melhores combinações dos fatores de produção, seria possível melhorar os resultados da agropecuária no semiárido e não semiárido cearense em aproximadamente 16% e 24%, respectivamente.

4.4 Segundo Estágio: a Metafronteira

De acordo com a Tabela 4, a média de MTR estimada para o caso do semiárido é de 52%, variando de um mínimo de 43% a um máximo de 66%. Isso implica dizer que, no semiárido, o produto máximo utilizado por suas combinações de fatores de produção é, em média, cerca de 52% da produção máxima que poderia ser produzida (produção potencial) usando os mesmos fatores de produção e a tecnologia disponível na região não semiárida.

Assim, os municípios da região semiárida poderiam aumentar sua produção em até cerca de 48% se a tecnologia disponível para todos os municípios (a tecnologia correspondente à metafronteira) fosse adotada. É preciso destacar que o desempenho da região semiárida pode estar relacionado ao fato de que os estabelecimentos dessa região são menores e possuem menos acesso à tecnologia.

Os valores das medidas de MTR e ET para a fronteira estocástica e em relação à metafronteira estão resumidos na Tabela 4. Portanto, as médias

das medidas de eficiência técnica (ET*), calculadas com suporte nos modelos de fronteira estocástica específicos da região semiárida com relação àquelas da metafronteiras, são 44% (Tabela 4). Desse modo, a adoção de melhores práticas maximizaria os resultados da agropecuária no semiárido em até 56%, o que ocasionaria um aumento na qualidade de vida, principalmente dos pequenos produtores.

Tabela 4 – Estatística descritiva das Eficiências Técnicas (ETs) e Metatecnologias (MRTs) estimadas

Estatísticas	ET semiárido	MTR semiárido	ET* semiárido	ET=ET* não semiárido
Média	0,84	0,52	0,44	0,70
Desvio-padrão	0,07	0,04	0,05	0,10
Mínimo	0,60	0,43	0,28	0,32
Máximo	0,97	0,66	0,58	0,82

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Por outro lado, a região não semiárida obteve um escore de ET* médio de 70%, com um mínimo de 32% e um máximo de 82%. Quando se defrontam os escores da ET* médias das duas regiões, fica evidente que a região não semiárida é tecnicamente mais eficiente do que a região semiárida.

No tocante aos municípios do não semiárido, Bela Cruz foi o que obteve a maior eficiência técnica com relação à metafronteira (MF), seguida de Fortaleza e Paracuru. Na Tabela 5, encontram-se, em ordem decrescente, os cinco municípios que obtiveram melhores desempenhos das ET*. Vale salientar que os Apêndices A e B contêm a lista de todos os municípios estudados por esta pesquisa com os respectivos valores das ETs e MRTs.

Tabela 5 – Amostras Municipais das ETs e MRTs Médias (1975-2006)

Municípios do semiárido - CE (1975-2006)	ET	MTR	ET*
Arneiroz	0,91	0,64	0,58
Araripe	0,91	0,62	0,56
Santana do Cariri	0,97	0,57	0,55
Jaguaruana	0,88	0,62	0,55
Orós	0,89	0,60	0,54
Municípios não semiárido - CE (1975-2006)	ET=ET*		

Municípios do semiárido - CE (1975-2006)	ET	MTR	ET*
Bela Cruz		0,82	
Fortaleza		0,81	
Paracuru		0,80	
Viçosa do Ceará		0,78	

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Os três primeiros municípios que obtiveram as melhores ET* do semiárido foram Arneiroz (58,05%), Araripe (56%) e Santana do Cariri (55%). Ressalta-se que nenhum município cearense atingiu a borda da metafronteira (ET*=100%).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No tocante aos resultados do modelo, a redução do desempenho dos municípios e o baixo desempenho da região semiárida do Estado merecem atenção por parte do governo, no sentido de compensar as desvantagens estruturais por ações governamentais de apoio à agropecuária. Observou-se também uma relação positiva e significativa entre eficiência técnica e nível tecnológico da produção agropecuária para os municípios analisados no experimento.

Com efeito, regiões de pior desempenho quanto à eficiência exprimem também baixo nível de utilização de tecnologias modernas, o que compromete a rentabilidade da atividade agropecuária e a permanência dos produtores nessa atividade, levando ao êxodo rural e fluxos migratórios, principalmente para as regiões de maior atividade econômica; isso contribui para aumentar a pressão sobre as cidades, resultando em criminalidade, desemprego etc.

Dado o grande hiato tecnológico constatado pelo modelo de metafronteira, um meio de elevar a fronteira de produção de toda a região semiárida (com o objetivo de acompanhar os municípios da região não semiárida) seria a busca por melhorias na organização estrutural, na assistência técnica, em recursos financeiros mais realistas e de um apoio à comercialização mais consistente. Outro meio, segundo o modelo, seria a tentativa de adoção da tecnologia potencial disponível para todos os municípios de tal maneira que suas fronteiras de produção se desloquem para cima.

Uma forma de alcançar um desenvolvimento agropecuário sustentável é a busca por maior resiliência da produção agropecuária cearense às irregularidades climáticas, própria da região semiárida. Mesmo nos perímetros irrigados, há uma grande dependência das chuvas, o que indica que apenas expandir a área irrigada não seria a solução, ou mesmo o simples aumento e modernização do estoque de capital, desconsiderando as características da região semiárida. Daí a importância do fortalecimento do papel das instituições de assistência técnica e extensão rural (Ater) com capilaridade local.

A discussão é ampla e merece maior aprofundamento da dinâmica envolvida no processo que contribua de modo efetivo para o desenvolvimento econômico e social do semiárido cearense. Portanto, os dados sugerem que há espaço para melhoria da produção agropecuária, desde que se aproveitem os insumos aplicados utilizando a tecnologia potencial.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, P. N. A. **Fronteira de produção e eficiência técnica da agropecuária brasileira em 2006**. Tese (Doutorado). Economia Aplicada. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba: Esalq, 2012.
- BATTESE, G. E.; COELLI, T. J. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. **Journal of Productivity Analysis**, v. 3, p. 153-169, 1992.
- BATTESE, G. E.; RAO, D. S. P.; O'DONNELL, C. J. A metafrontier production function for estimation of technical efficiencies and technology gaps for firms operating under different technologies. **Journal of Productivity Analysis**, 21, p. 91-103, 2004
- BATTESE, G. E.; RAO, D. S. P. Technology gap, efficiency, and a stochastic metafrontier function. **International Journal of Business and Economics**, v. 1, n. 2, p. 87-93, 2002.
- BERNARD, A. B.; JONES, C. I. Comparing apples to oranges: productivity convergence and measurement across industries and countries. **The American Economic Review**, p. 1.216-1.238, 1996.

- BRAGAGNOLO, C. **Produtividade, crescimento e ciclos econômicos na agricultura brasileira**. 2012. 168 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba - SP, 2012.
- CAMPOS, S. A. C.; BRAGA, M. J. Eficiência e nível tecnológico na agropecuária mineira. *Orbis Latina*, v. 5, n. 2, 2016.
- CAPALBO, S. M.; BALL, V. E.; DENNY, M. G. S. International comparisons of agricultural productivity: development and usefulness. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 72, n. 5, p. 1.292-1.297, 1990.
- COELLI, T. J.; RAO, D. S. P.; O’DONNELL, C. J.; BATTESE, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. Springer Science & Business Media, 2005.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **O comportamento da agropecuária cearense – período 2010 a 2016**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlaCMS/uploads/arquivos/17_01_24_12_04_16_comportamento_de_agropecuaria_cearense_-_perodo_2010_a_2016.pdf>. Acesso em: jan. 2017.
- DA SILVA, F. P. et al. **Pobreza rural e dualidade produtiva no Nordeste Brasileiro**. Texto para discussão Ipea, n. 2.250. Brasília: Ipea, 2016.
- FEI, R.; LIN, B. Energy efficiency and production technology heterogeneity in China’s agricultural sector: a meta-frontier approach. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 109, p. 25-34, 2016.
- FEITOSA, D. G. **Três ensaios sobre crescimento econômico na América Latina e no Brasil**. 2009. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza: UFC, 2009
- FERREIRA, M. de O.; RAMOS, L. M. ROSA, ALT da; LIMA, PVPS; LEITE, LA de S. Especialização produtiva e mudança estrutural da agropecuária cearense. *Teoria e Evidência Econômica, Passo Fundo*, v. 14, n. 26, p. 91-111, 2006.
- GREENE, W. H. The econometric approach to efficiency analysis. *The measurement of productive efficiency and productivity growth*, v. 1, p. 92-250, 2008.
- HADLEY, D. Patterns in technical efficiency and technical change at the farm level in England and Wales, 1982-2002. *Journal of Agricultural Economics*, v. 57, n. 1, p. 81-100, 2006.
- HAYAMI, Y.; RUTTAN, V.W. **Agricultural development: an international perspective**. Baltimore, Md/London: The Johns Hopkins Press, 1971.
- HAYAMI, Y. Sources of agricultural productivity gap among selected countries. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 51, n. 3, p. 564-575, 1969.
- HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. Agricultural productivity differences among countries. *The American Economic Review*, v. 60, n. 5, p. 895-911, 1970.
- HELFAND, S.; MAGALHÃES, M.; RADA, N. **Brazil’s agricultural total factor productivity growth by farm size**. Inter-American Development Bank, 2015.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. 2006. Disponível em: <http://goo.gl/V8b1ga>. Acesso em: 19 fev. 2017.
- IPECE. INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Ceará em Mapas: Caracterização territorial**. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12.htm>>. Acesso em: 19 fev. 2019.
- JIANG, N.; SHARP, B. Technical efficiency and technological gap of New Zealand dairy farms: a stochastic meta-frontier model. *Journal of Productivity Analysis*, v. 44, n. 1, p. 39-49, 2015.
- MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. *Parcerias estratégicas*, v. 13, n. 27, p. 149-176, 2010.
- MARTINEZ, P. H. Vida e morte no sertão: história das secas no Nordeste nos séculos XIX e XX. *Revista Brasileira de História*, v. 22, n. 43, p. 251-254, 2002.
- MENDONÇA, K. V.; CAMPOS, R. T.; LIMA, P. V. P. S.; BATISTA, P. C. S. Análise das causas socioeconômicas da pobreza rural no Ceará. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 41, n. 3, p. 519-542, jul./set. 2010.
- MOREIRA, V. H.; BRAVO-URETA, B. E. Technical efficiency and metatechnology ratios for dairy farms in three southern cone countries: a stochastic meta-frontier model. *Journal of Productivity Analysis*, v. 33, n. 1, p. 33-45, 2010.

O'DONNELL, C. J.; RAO, D. S. P.; BATTESE, G. E. Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios. **Empirical Economics**, v. 34, n. 2, p. 231-255, 2008.

SULIANO, Daniel Cirilo; MAGALHEAS, Klinger Aragão; SOARES, Rogério Barbosa; A INFLUÊNCIA DO CLIMA NO DESEMPENHO DA ECONOMIA CEARENSE. **Texto para discussão IPECE**, n 56, 2009.

APÊNDICE A – REGIÃO SEMIÁRIDOS: ETS E MRTS MÉDIAS DOS MUNICÍPIOS (1975-2006)

Municípios do Semiárido	ET	MTR	ET*
Abaiara	0,759234	0,658566	0,50
Acopiara	0,800812	0,469426	0,38
Aiuaba	0,847422	0,513449	0,44
Alcântaras	0,856679	0,469711	0,40
Altaneira	0,812486	0,475467	0,39
Alto Santo	0,654657	0,516126	0,34
Antonina do Norte	0,759311	0,597114	0,45
Aracati	0,867924	0,552304	0,48
Aracoiaba	0,864239	0,476989	0,41
Araripe	0,909032	0,620667	0,56
Aratuba	0,9005	0,570209	0,51
Arneiroz	0,909552	0,638332	0,58
Assaré	0,854508	0,583325	0,50
Aurora	0,789406	0,564058	0,45
Baixio	0,816469	0,566247	0,46
Barbalha	0,753381	0,487064	0,37
Barro	0,843795	0,533604	0,45
Baturité	0,867373	0,509627	0,44
Boa Viagem	0,871228	0,514969	0,45
Brejo Santo	0,786406	0,522028	0,41
Campos Sales	0,823783	0,488563	0,40
Canindé	0,864921	0,499052	0,43
Capistrano	0,804065	0,500778	0,40
Caridade	0,82927	0,524731	0,44
Cariré	0,872763	0,464103	0,41
Caririçu	0,842625	0,520601	0,44
Cariús	0,772085	0,560144	0,43
Carnaubal	0,904629	0,538315	0,49
Catarina	0,835292	0,506273	0,42
Caucaia	0,855367	0,46604	0,40
Cedro	0,882631	0,565688	0,50
Coreaú	0,831029	0,508258	0,42
Crateús	0,802281	0,511037	0,41
Crato	0,883882	0,536789	0,47
Farias Brito	0,855856	0,602421	0,52
Frecheirinha	0,868209	0,566966	0,49
General Sampaio	0,886335	0,508078	0,45
Granjeiro	0,914297	0,508289	0,46
Groaíras	0,907426	0,505101	0,46
Guaraciaba do Norte	0,926756	0,528121	0,49
Guaramiranga	0,865953	0,469396	0,41
Hidrolândia	0,937084	0,521302	0,49
Icó	0,82328	0,472016	0,39
Iguatu	0,892945	0,477906	0,43
Independência	0,808111	0,467361	0,38
Ipaumirim	0,804631	0,536729	0,43
Ipu	0,907936	0,544897	0,49
Ipueiras	0,892166	0,472423	0,42
Iracema	0,653482	0,480952	0,31
Irauçuba	0,878565	0,496642	0,44
Itaiçaba	0,848153	0,5563	0,47
Itapagé	0,908375	0,546685	0,50
Itapipoca	0,831893	0,517726	0,43
Itapiúna	0,817886	0,54703	0,45
Itatira	0,903926	0,580546	0,52
Jaguaretama	0,881263	0,552518	0,49
Jaguaribara	0,821918	0,618505	0,51
Jaguaribe	0,770399	0,552377	0,43

Municípios do Semiárido	ET	MTR	ET*
Jaguaruana	0,876301	0,623425	0,55
Jardim	0,85582	0,616156	0,53
Jati	0,599929	0,46472	0,28
Juazeiro do Norte	0,736787	0,501426	0,37
Jucás	0,792386	0,512099	0,41
Lavras da Mangabeira	0,83813	0,539257	0,45
Limoeiro do Norte	0,929485	0,511512	0,48
Maranguape	0,8545	0,506991	0,43
Massapê	0,904835	0,519451	0,47
Mauriti	0,772518	0,519367	0,40
Meruoca	0,797577	0,495802	0,40
Milagres	0,737979	0,521655	0,38
Missão Velha	0,818906	0,470368	0,39
Mombaça	0,820719	0,489402	0,40
Monsenhor Tabosa	0,784404	0,502099	0,39
Morada Nova	0,818096	0,465614	0,38
Mucambo	0,817591	0,456318	0,37
Mulungu	0,914452	0,427175	0,39
Nova Olinda	0,826654	0,496952	0,41
Nova Russas	0,855826	0,465765	0,40
Novo Oriente	0,847928	0,499811	0,42
Orós	0,893641	0,600808	0,54
Pacajus	0,826103	0,588522	0,49
Pacoti	0,885811	0,567636	0,50
Pacujá	0,836898	0,632701	0,53
Palhano	0,880892	0,538858	0,47
Palmácia	0,821668	0,50469	0,41
Parambu	0,826913	0,500237	0,41
Paramoti	0,832984	0,537513	0,45
Pedra Branca	0,870468	0,500201	0,44
Penaforte	0,618543	0,48898	0,30
Pentecoste	0,833801	0,53661	0,45
Pereiro	0,786856	0,553973	0,44
Piquet Carneiro	0,844769	0,543082	0,46
Poranga	0,894726	0,459979	0,41
Porteiras	0,797054	0,528268	0,42
Potengi	0,856705	0,485898	0,42
Quixadá	0,829566	0,53008	0,44
Quixeré	0,909348	0,473854	0,43
Redenção	0,824851	0,514096	0,42
Reriutaba	0,934404	0,490391	0,46
Russas	0,788041	0,534696	0,42
Saboeiro	0,774873	0,504441	0,39
Santa Quitéria	0,633638	0,587936	0,37
Santana do Acaraú	0,780696	0,522616	0,41
Santana do Cariri	0,96849	0,567414	0,55
São Benedito	0,91647	0,540731	0,50
São João do Jaguaribe	0,823139	0,535644	0,44
Senador Pompeu	0,831233	0,55055	0,46
Sobral	0,838258	0,465629	0,39
Solonópole	0,919136	0,478277	0,44
Tabuleiro do Norte	0,780534	0,550851	0,43
Tamboril	0,887185	0,516495	0,46
Tauá	0,884753	0,507854	0,45
Tianguá	0,939125	0,536081	0,50
Ubajara	0,926435	0,518439	0,48
Umari	0,675905	0,484473	0,33
Uruburetama	0,926452	0,535814	0,50
Várzea Alegre	0,878159	0,556968	0,49

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

APÊNDICE B – REGIÃO NÃO SEMIÁRIDA: ETS E MRTS MÉDIAS DOS MUNICÍPIOS (1975-2006)

Município	ET=ET*
Acarauá	0,742332334
Aquiraz	0,660700531
Beberibe	0,69592709
Bela Cruz	0,822033142
Camocim	0,740638896
Cascavel	0,68504815
Chaval	0,742305343
Fortaleza	0,811826476
Granja	0,728948217
Marco	0,701557123
Martinópole	0,603626524
Moraújo	0,715625668
Morrinhos	0,764195211
Pacatuba	0,661794349
Paracuru	0,795404092
São Gonçalo do Amarante	0,322517073
São Luís do Curu	0,690561166
Senador Sá	0,756595364
Trairi	0,710048041
Uruoca	0,669690812
Viçosa do Ceará	0,776795923

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.
