

# ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS MUNICÍPIOS PARAENSES RECEBEDORES DE COMPENSAÇÃO FINANCEIRA PELA EXPLORAÇÃO MINERAL

Josley Nogueira Nascimento<sup>1</sup>  
Juliana de Sales Silva<sup>2</sup>  
Dyeggo Rocha Guedes<sup>3</sup>

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo mensurar a eficiência técnica dos municípios paraenses arrecadadores dos *royalties* da CFEM no ano de 2017 em três âmbitos: atividade econômica, educação e saúde. As metodologias utilizadas foram o *Propensity Score Matching*, para criação de grupos de controle e tratamento; e a Análise Envoltória de Dados (DEA), para se mensurar as eficiências dos municípios. Os resultados alcançados apontaram que, em relação aos municípios eficientes, os não arrecadadores da CFEM foram maioria em relação aos arrecadadores, mostrando que maiores níveis de receitas públicas não significam necessariamente melhores condições de vida para a população.

**Palavras-chave:** CFEM; Eficiência; Atividade econômica; Educação; Saúde.

## ABSTRACT

This work aims to measure the technical efficiency of the municipalities of Pará that collected CFEM royalties in the year 2017 in three areas: economic activity, education and health. The methodologies used were the Propensity Score Matching, to create control and treatment groups; and the Data Envelopment Analysis (DEA), to measure the efficiencies of the municipalities. The results achieved showed that, in relation to efficient municipalities, the non-collectors of the CFEM were the majority in relation to the collectors, showing that higher levels of public revenues do not necessarily mean better living conditions for the population.

**Keywords:** CFEM; Efficiency; Economic activity; Education; Health.

## Área 1: ECONOMIA

### 1. INTRODUÇÃO

A Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), ou *royalties* da mineração, é o direito estabelecido pela Constituição de 1988, que determina o pagamento, por parte de produtores minerais, à União, estados, Distrito Federal e municípios, pelo direito

---

<sup>1</sup> Bacharel em Economia pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA). E-mail: josleynascimento@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutora em Economia e Professora da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA). E-mail: juliana.sales@unifesspa.edu.br.

<sup>3</sup> Doutor em Economia e Professor da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA). E-mail: dyeggorguedes@unifesspa.edu.br.

de exploração e comercialização de recursos de seus territórios. Assim, pode-se dizer que a CFEM é uma forma específica de uma localidade acessar a renda mineral, isto é, a parte da riqueza relativa de seu patrimônio que vai se esgotando na medida em que é explorado (INESC, 2019).

Referente a utilização deste recurso, este deve ser utilizado para o desenvolvimento de políticas públicas que tenham como objetivo a melhora da qualidade de vida das regiões, nos âmbitos de saúde, educação, infraestrutura e outros, além de desempenhar uma forma para se minimizar as externalidades sociais e ambientais causadas pela atividade mineral. No entanto, segundo a Constituição de 1988, não há obrigatoriedade de uso destes recursos, há apenas a ressalva que estes não podem ser utilizados para o pagamento de dívidas e despesas correntes com pessoal. Porém, por meio da Lei 13.540 de 18 de dezembro de 2017, passou-se a orientar que os recursos da CFEM, recebidos por estados e municípios, sejam preferencialmente destinados, pelo menos, 20% para atividades relativas à diversificação econômica, ao desenvolvimento mineral sustentável e ao desenvolvimento científico e tecnológico (INESC, 2019).

No Brasil, existem 5.570 municípios, deste total, 2.577, o equivalente a 46,27% do total, são beneficiários do recebimento de *royalties*, por ser impactado por algum processo da atividade extrativista (ANM, 2019). Segundo dados da Agência Nacional de Mineração (ANM), no ano de 2018, os 2.577 municípios receberam juntos R\$ 3.035.655.857,05. Deste valor, cerca de 45,39% foram destinados a municípios localizados na região Sudeste do País, principalmente no estado de Minas Gerais, principal produtor mineral, ao lado do estado do Pará. A segunda maior região brasileira em quantidade de arrecadação de *royalties*, é a Norte, onde localiza-se o Pará. Segundo ANM (2019), no ano de 2018 a Região apresentou 180 municípios beneficiados com recursos do CFEM, totalizando um recebimento de R\$ 1.334.986.319,87, o que representa aproximadamente, 44% do total arrecadado em todo o País neste período. Nota-se assim, a imensa importância da atividade mineral para as receitas dos estados e municípios desta Região.

Se tratando do estado do Pará, este se destaca dentro da região Norte devido a sua expressiva reserva de recursos minerais e grande volume de extração. Em relação a compensação financeira por esta atividade, o Estado se sobressai no contexto nacional como o segundo maior recebedor de recursos do CFEM, no qual do total de seus 144 municípios, 63 são recebedores (ANM, 2019). Entre os anos de 2008 e 2018, houve um aumento expressivo no volume de recursos de CFEM recebidos (443,46%), o qual passou de R\$ 238.114.077,06 (2008), para R\$ 1.294.063.533,93 (2018), sendo o Estado responsável, em 2018, por 42,63% do total arrecado no Brasil, e cerca de 96,94% do recebido pela região Norte (ANM, 2019). Ainda, o Pará se destaca por ter os dois principais municípios em volume de recebimento de *royalties*, dentre os 5 maiores do Brasil, que são Parauapebas com 22,6% e Canaã dos Carajás com 11,3% (ANM, 2019). Tais resultados demonstram a magnitude de recursos de compensação financeira que a localidade recebe por esta atividade e uma grande possibilidade de desenvolvimento socioeconômico, caso estes recursos sejam bem empregados.

Nesse contexto socioeconômico, o Pará mesmo com um alto volume de recebimento de recursos do CFEM, não consegue apresentar resultados muito significativos em seus indicadores socioeconômicos. Em 2017, o estado do Pará apresentou uma renda per *capita* de R\$ 468,49, 3º pior dentre todos os estados brasileiros, e sendo 56,15% abaixo da média nacional, que é R\$ 834,31. Conjuntamente, neste mesmo ano, o estado apresentou do total da sua população, 43,82% vulneráveis a pobreza (IBGE, 2017). Já em relação a educação, segundo dados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), o Estado apresentou no período de 2007 a 2017, um crescimento em seu índice de qualidade do ensino público, especificamente em relação a 3º série do ensino médio, de apenas 14,82%, com o

índice passando de 2,7 (2007), para 3,1 (2017), sendo o pior estado nesse quesito em 2007, e em 2017 o segundo pior, atrás apenas da Bahia (IDEB, 2018). Além disso, o Pará é o 8º Estado brasileiro com a pior expectativa de vida ao nascer, sendo de 72,29 anos, abaixo da média nacional que é de 75,99 anos (IBGE, 2017). Os resultados apresentados, demonstram uma possível falta de uma melhor eficiência de alocação dos recursos da CFEM no Estado, e a necessidade de buscar alternativas para a superação desses problemas.

Dito isto, é nesta perspectiva de observar a utilização dos recursos do CFEM no Pará, que esta pesquisa se debruça. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo analisar a eficiência técnica dos municípios paraenses arrecadadores dos *royalties* do CFEM para o ano de 2017 em três âmbitos, são eles: atividade econômica, educação e saúde.

Além desta introdução, o trabalho está estruturado em outras cinco seções. Na segunda seção será apresentado as teorias de finanças públicas e de eficiência técnica que embasam este trabalho. A terceira seção apresentará os trabalhos já desenvolvidos nessa área de pesquisa. A quarta seção trará a apresentação da estratégia empírica empregada para alcançar os objetivos propostos. A quinta irá expor os resultados e discussões da pesquisa. Por fim, a sexta seção trará as considerações finais do trabalho.

## 2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

### 2.1 FINANÇAS PÚBLICAS

Finanças Públicas é um termo que tem sido tradicionalmente aplicado ao conjunto de problemas da política econômica que envolvem o uso de medidas de tributação e de gastos públicos (MUSGRAVE, 1976). Assim, as finanças públicas podem ser compreendidas como uma ferramenta da política fiscal do Estado, que busca o financiamento das atividades do governo, por meio do planejamento, captação, gestão e execução de recursos, que vise promover a minimização das falhas de mercado.

O elemento central das finanças públicas é ser um instrumento que viabilize a atuação do Estado na economia, de forma a tentar sanar os problemas que o mercado por si só não consegue solucionar. Dessa forma, essa ação do governo caracteriza uma crítica a teoria econômica tradicional, já que esta considera a existência de mercados competitivos que geram uma alocação eficiente por si só, ou ótimo de Pareto, dado os pressupostos: a) não progresso técnico; b) concorrência perfeita; e c) informação perfeita entre todos os agentes econômicos. No entanto, os mercados sozinhos não geram uma situação ótima de Pareto, dada a existência de falhas de mercado, como existência de bens públicos, existência de monopólios naturais, externalidades, mercados incompletos, informação imperfeita entre os agentes e ocorrência de desemprego e inflação. Além disso, os mercados não garantem necessariamente a elevação do nível de emprego, estabilidade dos preços e taxa de crescimento de uma economia. Dito isto, evidencia-se a necessidade de atuação do governo para contornar tais gargalos (GIAMBIAGI; ALÉM, 2016).

Neste contexto, dada a complexidade do funcionamento da economia, a atuação do governo tendeu a se ampliar, e as ações do Estado ocorrem em três diferentes dimensões: a alocativa, distributiva e estabilizadora. A função alocativa é uma forma de intervenção do Estado com o objetivo de provir os bens e serviços, que o mercado por si só não tem incentivos para ofertá-los. A segunda função, a distributiva, tem como objetivo buscar diminuir as desigualdades resultantes da distribuição de renda, e com isso, levar a uma distribuição que seja justa entre a população. Por fim, têm-se a função estabilizadora, com o objetivo de provir níveis de emprego e salários que sejam satisfatórios a sociedade, por intermédio de ações do Estado sobre as políticas fiscais e monetárias.

Conforme a análise proposta deste trabalho de analisar a eficiência técnica dos municípios que arrecadam ou não CFEM, nas áreas de atividade econômica, educação, e

saúde, constituindo assim algumas funções orçamentárias dos municípios, torna-se necessário um maior aprofundamento na área da função alocativa, isto é, orçamentária dos municípios.

A alocação do orçamento público em relação a esfera Federal apresenta diversas funções de destinação dos recursos, que ao todo são 28<sup>4</sup>. Na esfera Estadual, a alocação do orçamento está direcionada principalmente para a educação, previdência social, saúde, segurança pública e judiciário estadual. Enquanto que na esfera municipal, setor de interesse deste trabalho, está direcionada principalmente para a área da educação, saúde, administração pública, gestão urbana e previdência social. Dentre estas, as áreas educacional e de saúde se destacam dentro desta alocação em função dos municípios serem os responsáveis pela maioria das escolas do ensino infantil e fundamental do País, além das creches; e por firmarem o Pacto pela Saúde em 2006, estabelecendo aos municípios a responsabilidade final da gestão da saúde de determinada localidade (MACIEL, 2013).

Dada a apresentação da alocação dos gastos do governo com base em cada esfera governamental, torna-se de grande importância para um melhor entendimento acerca do problema de pesquisa deste trabalho a apresentação da conceituação e divisão das receitas e despesas públicas.

As receitas são compreendidas como o meio de custeio das despesas e investimentos públicos. De todas as classificações de receitas, dentro da problemática de pesquisa deste trabalho, a de transferências correntes se encontra com maior destaque, já que é a forma pela qual ocorre o recebimento da compensação financeira pelos municípios. Este tipo de origem de receita se deve ao ingresso proveniente de outros entes ou entidades, referentes a recursos pertencentes ao ente ou entidade recebedora ou ao ente ou entidade transferidora, conforme condições preestabelecidas ou mesmo sem qualquer exigência, desde que o objetivo seja a aplicação em despesas correntes. Neste contexto, um exemplo de condição preestabelecida é a lei da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), estabelecida na constituição de 1988, que determina a União, estados, municípios, uma contraprestação pela utilização econômica dos recursos minerais de seus respectivos territórios (DNPM, 2018).

Tais receitas são utilizadas de forma a viabilizar as três funções do governo (alocativa, distributiva e estabilizadora), ou seja, as despesas públicas. Assim, as despesas públicas podem ser conceituadas como os gastos do Estado para viabilizar o funcionamento da máquina pública, e sua atuação alocativa na provisão de bens e serviços necessários à sociedade. Dessa forma, tais gastos são realizados de forma a viabilizar o alcance de resultados das políticas públicas planejadas pelos governos, sendo necessária autorização legal para a sua execução (GADELHA, 2017).

As despesas são classificadas em duas categorias: as obrigatórias e as discricionárias. A primeira corresponde a grande parte dos gastos do governo, que são os gastos do Estado determinados como necessários, e que já estão definidos por lei, como por exemplo os gastos com educação, saúde e previdência, ou seja, as despesas de natureza obrigatória são aquelas cuja execução o ente público não tem a discricionariedade para suspender. Já as despesas discricionárias são os gastos realizados em determinadas áreas com base na disponibilidade dos recursos, como por exemplo investimentos e programas públicos. A realização dessas

---

<sup>4</sup> As 28 funções são: administração; agricultura; assistência social; ciências e tecnologia; comunicações; comércio e serviço; cultura, defesa nacional; desportos e lazer; direitos da cidadania; educação; encargos especiais; energia; essencial à justiça; gestão ambiental; habitação; indústria; judiciária; legislativa; organização agrária; previdência social; relações exteriores; saneamento; saúde; segurança pública; trabalho; transporte; e urbanismo.

despesas não é determinada por nenhum ato legal, apesar do compromisso de atender a algumas regras constitucionais (GADELHA, 2017).

A CFEM é uma contraprestação pela utilização econômica dos recursos minerais em seus respectivos territórios, isto é, é uma contrapartida da empresa exploradora aos municípios, estados e União pela exploração dos recursos naturais (CNM, 2013). Vale destacar que a CFEM não é considerada um imposto, mas sim uma contraprestação pela exploração de um patrimônio do Estado, no caso os recursos minerais, cabendo a Agência Nacional de Mineração (ANM), autarquia vinculada do Ministério de Minas e Energia, a fiscalização, arrecadação e distribuição dos recursos as diversas esferas do governo (ANM, 2019).

Conforme a Lei 13.540 de 18 de dezembro 2017, o valor arrecadado pela CFEM deve ser calculado com base no faturamento bruto das vendas dos produtos extraídos pelas empresas, e cada tipo de mineral tem sua porcentagem específica de compensação sobre esse valor, como apresentado no Quadro 1. Quando não ocorre a venda porque o produto foi consumido, transformado ou utilizado pelo próprio minerador, o valor da CFEM é baseado na soma das despesas diretas e indiretas ocorridas até o momento da utilização do produto mineral (ANM, 2019). No Quadro 2 é apresentado como essa compensação financeira está dividida por cada esfera de governo.

**Quadro 1:** Alíquotas de Compensação Financeira por tipo de substância mineral

<b>Alíquota</b>	<b>Substância</b>
3,5%	Minério de ferro.
3%	Bauxita, Mangânes, Nióbio, Sal-gema.
2%	Diamante e demais substâncias minerais, incluído cobre.
1,5%	Ouro.

Fonte: INESC (2019).

**Quadro 2:** Alíquotas de Compensação Financeira por tipo de esfera governamental

<b>Alíquota</b>	<b>Esfera de Governo</b>
10%	Federal (ANM, IBAMA, CTM e FNDCT).
15%	Municípios afetados pela mineração.
15%	Estado de extração.
60%	Município produtor.

Fonte: INESC (2019).

Quanto à aplicação da CFEM, os recursos não apresentam uma destinação específica de área de utilização. Apenas é determinado que os recursos não poderão ser utilizados para o pagamento de dívida ou no quadro permanente de pessoal da União, dos estados, Distrito Federal e dos municípios. Com base na compreensão de como são estruturadas as finanças públicas do Estado, e indo ao encontro do problema de pesquisa estabelecido neste trabalho, é necessário o entendimento acerca do tema da eficiência na literatura econômica.

## 2.2 EFICIÊNCIA

A eficiência é uma forma de qualificar o desempenho de unidades de produção com base em suas combinações de um conjunto de insumos em relação aos seus custos de aquisição ou nível de produção, dada a tecnologia disponível. Neste contexto se destacam as teorias de Debreu (1951), Farrell (1957) e Coelli *et al.* (2005).

O primeiro indicador de eficiência produtiva foi apresentado pelo economista americano Gerard Debreu em 1951, em seu artigo *The Coefficient of Resource Utilization*. Seu indicador de eficiência tem como principal objetivo determinar uma minimização de utilização de recursos (bens ou serviços) de produção de forma eficiente no sentido de Pareto, que não prejudique a quantidade final de produção de uma empresa.

Posteriormente, utilizando as ideias de Debreu, Michael J. Farrell desenvolveu em 1957 seu artigo *The Measurement of Productive Efficiency*, um indicador inovador que determina a eficiência de uma empresa dependendo de dois fatores de recursos de produção: o técnico e o alocativo. No qual o primeiro refere-se a uma combinação ótima de fatores de produção (insumos) para se obter o máximo de produto, enquanto que o segundo, uma combinação ótima desses fatores de produção, levando em perspectiva os seus preços relativos.

Avançando nos conceitos estabelecidos por Farrell (1957), Coelli *et al.* (1998) dividem a eficiência técnica em uma análise pela ótica do insumo (*input*) ou produto (*output*), isto é, analisada pela utilização de insumos na produção ou na quantidade da produção final. A ótica *input* aborda como é possível reduzir os insumos de produção sem diminuir a quantidade produzida por uma empresa, enquanto que a ótica *output* aborda como se expande a quantidade produzida sem se alterar os insumos da produção.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

Diversos estudos sobre recebimento de *royalties* já foram realizados, no qual pode-se destacar os trabalhos de Queiroz e Postali (2010) e Tavares e Almeida (2014), com análise a nível nacional. Além, de Enriquez (1998), e Hijazi *et al.* (2015), que investigam o tema a nível de uma região específica. Já estudos voltados especificamente sobre a mensuração da eficiência técnica na utilização desses *royalties*, que é o objetivo de análise deste trabalho, destacam-se alguns que já abordaram a CFEM, como os trabalhos de Rodrigues e Silveira (2009), Gomes *et al.* (2013), Castro *et al.* (2016) e Rodrigues e Teixeira (2017).

Rodrigues e Silveira (2009) buscaram estudar a eficiência na aplicação de recursos destinados às áreas sociais e às atividades econômicas distintas à mineração nos municípios mineradores da região central do estado de Minas Gerais no ano de 2007. Como metodologia, utilizaram o DEA com base em variáveis de atividade econômica, educação, saúde e saneamento básico, de modo a desempenhar uma comparação de eficiência entre os municípios mineradores e não mineradores desta Região. Os resultados obtidos demonstraram que os municípios mineradores apresentaram resultados inferiores nas áreas de saúde, educação e saneamento básico em relação aos municípios não mineradores, indicando que os recursos da CFEM talvez estejam sendo utilizados de forma ineficientes pelos municípios com extração mineral. A única área que esses municípios apresentaram resultados positivos foi na atividade econômica, fator que pode ser explicado pela concentração de empresas ao entorno dessas localidades. Em relação a sustentabilidade socioeconômica, estes municípios não obtiveram esse fator, já que os desenvolvimentos das áreas sociais destes municípios não acompanharam o aumento da produção mineral e da arrecadação da CFEM.

Gomes *et al.* (2013) analisaram em seu estudo a eficiência técnica da aplicação dos recursos da CFEM nos indicadores socioeconômicos dos municípios mineradores da Região Norte do Brasil no ano de 2010. Os autores utilizaram como metodologia o DEA, com variáveis de atividade econômica, saúde, educação e saneamento básico. Os resultados obtidos demonstraram que 60% dos municípios mineradores e 22% dos municípios não mineradores da Região Norte, apresentaram eficiência na utilização de seus recursos da CFEM, para o desenvolvimento desses indicadores socioeconômicos, no qual, os municípios mineradores obtiveram melhores resultados em relação aos não mineradores. No entanto, os

autores ressaltaram que mesmo estes apresentando melhores resultados, ainda se mostram muito abaixo do esperado, indicando que os municípios mineradores devam buscar realocar de uma forma ainda melhor seus recursos da compensação financeira.

O trabalho de Castro *et al.* (2016), por sua vez, objetivou calcular e analisar a eficiência da aplicação dos recursos compensatórios da exploração mineral por parte dos municípios mineradores da região Norte do Brasil no ano de 2010. Além disso, a partir dos resultados encontrados, o trabalho buscou fazer uma comparação dos indicadores sociais entre os municípios mineradores e os não mineradores. Para isso, os autores utilizaram como metodologia não paramétrica a Análise Envoltória de Dados (DEA), a partir de variáveis de atividade econômicas, educação, saúde e saneamento básico. Os resultados obtidos para os 125 municípios analisados na pesquisa, com 25 municípios mineradores e 100 não mineradores, indicaram que 60% dos municípios mineradores foram eficientes na alocação dos seus recursos para a melhoria das variáveis citadas, e cerca de 22% dos municípios não mineradores também foram eficientes na melhoria destas variáveis. Apesar disso, ambos os tipos de municípios apresentaram baixa eficiência média nos setores de saúde, educação e saneamento básico, demonstrando uma falta de melhor alocação de recursos nesses setores por ambos os municípios.

Rodrigues e Teixeira (2017) analisaram os determinantes da (in)eficiência dos gastos públicos em educação, principalmente nos anos iniciais do ensino fundamental, dos 20 municípios mineradores do estado de Minas Gerais que mais receberam *royalties* da mineração no ano de 2013. Para alcançar tais objetivos, foi utilizada uma metodologia em dois estágios, na qual a primeira consistiu na DEA, enquanto a segunda, uma regressão Tobit. A partir disso, os autores observaram que 85% dos municípios apresentaram forte ou moderada ineficiência, indicando que o aumento de arrecadação de compensação financeira não foi acompanhado de melhoria da educação. Cabe ressaltar, porém, que os autores indicam que os resultados de uma melhoria na alocação desses recursos para a educação só poderão ser comprovados no longo prazo, já que o impacto do aumento de gastos nessa área não é imediato, ou seja, leva tempo para se concretizar.

#### 4. METODOLOGIA

Conforme os objetivos deste trabalho, para conseguir chegar aos resultados esperados, toma-se a seguinte metodologia, que foi realizada em duas fases: a) *Propensity Score Matching*; e b) Análise Envoltória de Dados. Assim, nesta seção é desenvolvida a apresentação da estratégia empírica utilizada, bem como as variáveis e fontes de dados.

##### 4.1 PROPENSITY SCORE MATCHING

Primeiramente, para que haja a possibilidade de comparação dos municípios que recebem recursos do CFEM e dos que não recebem, livres de possíveis vieses, foi necessário proceder à criação de dois grupos, um tratado e outro grupo de não tratado. Sendo assim, estão no grupo de tratado os municípios paraenses que recebem os *royalties* da mineração, e no grupo de não tratado os municípios paraenses que não recebem tal recurso.

Destaca-se que esta criação foi de suma importância para que os grupos comparados, tivessem características observáveis similares e estatisticamente válidas. Dessa forma, se torna possível afirmar que as diferenças observadas nas eficiências técnicas dos municípios paraenses, poderiam ser atribuídas ao recebimento dos recursos da CFEM.

Para tal procedimento, foi utilizado o *Propensity Score Matching*, ou Pareamento por Escore de Propensão, que segundo Becker e Ichino (2002) é uma maneira de “corrigir” a estimativa dos efeitos do tratamento, controlando a existência de fatores de dessemelhanças,

com base na ideia de que o viés é reduzido quando a comparação dos resultados é realizada usando grupos de tratados e não tratados, que sejam os mais semelhantes possíveis.

Este método consiste na construção de grupos estatisticamente comparáveis, baseado em um modelo de probabilidade de participação no tratamento, a partir das características observadas. Assim, com base na utilização deste método, cada participante é pareado com um não-participante similar, e a diferença média dos resultados ao longo dos dois grupos (tratados e os não tratados), isto é, os resultados das variáveis de interesse (atividade econômica, educação, saúde) são comparados, para se obter o efeito do tratamento, que neste trabalho se refere ao recebimento dos recursos da CFEM (SILVEIRA, 2015). Os participantes que não obtiverem nenhum escore são descartados<sup>5</sup>, já que isto inviabiliza sua base para comparação.

Assim, Khandker *et al.* (2009) determinam o PSM como a construção de um grupo de comparação estatística que se baseia em um modelo de probabilidade de participação do tratamento  $T$ , dependente das características observadas  $X$  ou a pontuação de propensão, como apresentado na seguinte equação:

$$P(X) = Pr(T = 1 | X) \quad (1)$$

Neste trabalho,  $T$  é uma variável binária que assume valor 1 se o município recebe *royalties* e 0 caso contrário, e  $X$  refere-se ao vetor de características observáveis que afetam esse recebimento.

Destaca-se que o pareamento deve ser, preferencialmente, feito com base em características anteriores à situação analisada, que para este trabalho corresponde à situação antes do recebimento dos recursos da CFEM. Quando não se possui tais dados, de acordo com Gertler *et al.* (2017), deve-se escolher variáveis explicativas que não podem ser resultados do tratamento analisado. Assim, as variáveis selecionadas para estimação do PSM neste trabalho foram aquelas que possivelmente determinam o recebimento do CFEM, mas que não são resultado da eficiência.

Normalmente, o PSM é estimado por modelos paramétricos, tais como os Logit ou Probit (CAMERON, TRIVEDI; 2005). Além disso, diferentes abordagens de pareamento podem ser utilizadas, como Pareamento ao Vizinho mais próximo (*Nearest-Neighbor matching*); Pareamento radial (*Caliper or radius matching*); Pareamento de Kernel (*Kernel and local linear matching*) e Pareamento estratificado (*Stratification or interval matching*) (KHANDKER *et al.*, 2009). Neste trabalho, foi utilizada a do vizinho mais próximo, por ser uma das mais utilizadas na literatura.

Os pressupostos necessários para a identificação do efeito do tratamento são: i. presença de independência condicional; e ii. presença de um apoio comum. A independência condicional afirma que, dado um conjunto de variáveis observáveis  $X$  que não são afetados pelo tratamento, os resultados potenciais  $Y$  são independentes da atribuição do tratamento  $T$ . Essa independência condicional é determinada pela equação (2), com  $Y_i^T$  representando os resultados para os participantes e  $Y_i$  representando os não tratados (KHANDKER *et al.*, 2009).

$$(Y_i^T, Y_i) \perp T_i | X_i \quad (2)$$

Como o método de pareamento é um procedimento que visa parear um grupo tratado com um não tratado, baseado nas suas variáveis observáveis  $X$ , se há determinação da participação no tratamento a partir de características não observáveis, a independência

---

<sup>5</sup> Apesar de alguns municípios receberem pouco recurso do CFEM, estes foram considerados como tratados, devido a análise não ser da eficiência do recurso do CFEM e sim dos municípios que recebem algum recurso da mineração, ou seja, em relação a toda a renda do município.



condicional será violada e o PSM se tornará um método inapropriado para a pesquisa (KHANDKER *et al.*, 2009).

Já a suposição de apoio comum afirma que, as observações do tratamento devem ser possíveis de comparação com os resultados dentro do intervalo da distribuição do escore de propensão (KHANDKER *et al.*, 2009). Esta situação é apresentada em (3):

$$0 < P(T_i = 1 | X_i) < 1 \quad (3)$$

Além disto, a eficácia do PSM depende da existência de um grande e aproximado número igual de observações dos participantes e dos não participantes, de modo que uma região substancial de suporte comum possa ser encontrada (KHANDKER *et al.*, 2009). Dessa forma, as unidades de tratamento deverão, portanto, ser semelhantes às unidades de não tratamento em termos de características observadas não afetadas pelo recebimento de CFEM. Logo, algumas unidades de não tratamento podem ter que ser descartadas para garantir a comparabilidade do método (KHANDKER *et al.*, 2009).

Com base no apresentado, a utilização desta metodologia possibilitou alcançar o objetivo de comparar a eficiência dos municípios que recebem ou não recursos da CFEM.

#### 4.2 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

Após a utilização do *Propensity Score Matching* para o tratamento dos dados e a determinação de dois grupos comparáveis, esses grupos podem ser considerados prontos para a mensuração de suas devidas eficiências técnicas, sem a interferência de vieses que poderiam prejudicar a análise. Assim, foi possível comparar os escores de eficiência técnica de cada grupo, sem influência de outros motivos, a não ser o recebimento dos recursos da CFEM.

Dado isto, para alcançar esse objetivo de determinar esses escores de eficiência, foi utilizado o método da Análise Envoltória de Dados (DEA, sigla em inglês), que consiste na utilização de modelos lineares capazes de determinar a fronteira de eficiência, isto é, determinar o desempenho de cada Unidade de Tomada de Decisão (DMU, sigla em inglês), que neste trabalho refere-se aos municípios paraenses, na relação entre seus insumos (*input*) e produto (*output*). Os resultados desses escores de eficiência variam entre 0 e 1, em que 1 refere-se à eficiência, e 0 a ineficiência. Assim, quanto mais próximo de 1 o escore do município, mais eficiente tecnicamente ele é.

O DEA envolve o uso de métodos de programação linear para construir um parâmetro não paramétrico, isto é, uma construção de uma similaridade entre os múltiplos insumos e produtos gerados por cada município (COELLI *et al.*, 2005). Por meio disso, determina-se uma fronteira de eficiência sobre os dados analisados, em que cada DMU é comparada com a DMU mais eficiente encontrada.

De acordo com Ferreira e Gomes (2009), a medida de eficiência para cada DMU é obtida pela razão entre a soma ponderada dos produtos e a soma ponderada dos insumos. Para a *i*-ésima DMU, tem-se:

$$\text{Eficiência da DMU } i = \frac{\mu' y_i}{v' x_i} = \frac{\mu_1 y_{1i} + \mu_2 y_{2i} + \dots + \mu_m y_{mi}}{v_1 x_{1i} + v_2 x_{2i} + \dots + v_k x_{ki}} \quad (4)$$

Em que  $\mu$  é um vetor ( $m \times 1$ ) de pesos associados aos produtos e  $v$  é um vetor ( $k \times 1$ ) de pesos associados aos insumos;  $y$  refere-se aos produtos; e  $x$ , aos insumos utilizados na *i*-ésima DMU.

O método DEA foi introduzido inicialmente por Charnes *et al.* (1978) trazendo uma evolução na teoria de eficiência técnica de Farrell (1957), determinando um modelo de medida relativa da eficiência dadas as combinações dos recursos, tanto em relação a Retornos Constantes de Escala (CRS, sigla em inglês), como para Retornos Variáveis de Escala (VRS,

sigla em inglês) (RAFAELI, 2009). Com base nos objetivos propostos por este trabalho, foi utilizado o modelo VRS que possui o axioma da convexidade entre *inputs* (insumos) e *outputs* (produtos).

O Modelo VRS foi criado por Banker *et al.* (1984) com o objetivo de trazer um ajuste ao modelo CRS, introduzindo os fatores que levam a imperfeição da competitividade. Neste contexto, segundo Guerreiro (2006), o modelo VRS é uma forma de eficiência resultante da divisão do modelo CRS em duas componentes: eficiência técnica e a eficiência de escala. A eficiência técnica corresponde à utilização dos insumos de forma ótima pela empresa e a eficiência de escala corresponde à medida da distância entre a empresa analisada e a empresa mais produtiva.

Este modelo determina a existência de uma fronteira de eficiência que leva em conta a existência de retornos crescentes como decrescentes das suas DMU's. Assim, considera-se que, um acréscimo nos insumos poderá promover um acréscimo nos produtos, não necessariamente proporcional, ou até mesmo um decréscimo (GUERREIRO, 2006).

Dessa forma, de modo a tentar introduzir esses efeitos, o modelo VRS traz uma restrição de convexidade  $\mathbb{1}'\lambda = 1$ , isto é, um vetor  $\mathbb{1}$ , para modificar o problema da programação linear do modelo CRS. Logo:

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta, & (5) \\ & \text{Sujeito: } -q_i + Q\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\ & \mathbb{1}'\lambda = 1, \\ & \lambda \geq 0. \end{aligned}$$

Com base nisso, o modelo VRS forma um convexo de interseção, que envolvem os pontos de dados com mais força do que o casco cônico do CRS e, portanto, fornece pontuações de eficiência técnica maiores ou iguais àquelas obtido usando o modelo CRS (COELLI *et al.*, 2005).

#### 4.3 DADOS

Nesta pesquisa foram considerados os 144 municípios paraenses, os quais serão divididos em dois grupos (mineradores e não mineradores) apresentados nos Quadros 3 e 4, respectivamente.

**Quadro 3:** Municípios arrecadadores de CFEM no estado do Pará

MUNICÍPIOS ARRECADADORES DA CFEM							
1	ABAETETUBA	17	CAPITÃO POÇO	33	MOJU	49	SANTANA DO ARAGUAIA
2	ACARÁ	18	CASTANHAL	34	MONTE ALEGRE	50	SANTARÉM
3	ALMEIRIM	19	CUMARU DO NORTE	35	NOVA IPIXUNA	51	SANTO ANTÔNIO DO TAUÁ
4	ALTAMIRA	20	CURIONÓPOLIS	36	NOVA TIMBOTEUA	52	SÃO FÉLIX DO XINGU
5	ANANINDEUA	21	ELDORADO DO CARAJÁS	37	NOVO PROGRESSO	53	SÃO GERALDO DO ARAGUAIA

6	AUGUSTO CORRÊA	22	IGARAPÉ-AÇU	38	ORIXIMINÁ	54	SÃO JOÃO DO ARAGUAIA
7	AURORA DO PARÁ	23	INHANGAPI	39	OURÉM	55	SÃO MIGUEL DO GUAMÁ
8	AVEIRO	24	IPIXUNA DO PARÁ	40	PARAGOMINAS	56	TERRA SANTA
9	BARCARENA	25	IRITUIA	41	PARAUPEBAS	57	TRAIRÃO
10	BELEM	26	ITAITUBA	42	PRIMAVERA	58	TUCURUI
11	BENEVIDES	27	JACAREACANGA	43	REDEÇÃO	59	URUARÁ
12	BONITO	28	JACUNDÁ	44	RIO MARIA	60	VIGIA
13	BRASIL NOVO	29	JURUTI	45	RURÓPOLIS	61	VITÓRIA DO XINGU
14	BREU BRANCO	30	MÃE DO RIO	46	SANTA BÁRBARA DO PARÁ		
15	CANAÃ DOS CARAJÁS	31	MARABÁ	47	SANTA IZABEL DO PARÁ		
16	CAPANEMA	32	MARITUBA	48	SANTA MARIA DAS BARREIRAS		

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANM (2019).

**Quadro 4:** Municípios não arrecadadores de CFEM no estado do Pará

MUNICÍPIOS NÃO ARRECADADORES DA CFEM							
1	ABEL FIGUEIREDO	22	CONCÓRDIA DO PARÁ	43	NOVA ESPERANÇA DO PIRIÁ	64	SANTA LUZIA DO PARÁ
2	AFUÁ	23	CURRALINHO	44	NOVO REPARTIMENTO	65	SANTARÉM NOVO
3	ÁGUA AZUL DO NORTE	24	CURUÁ	45	ÓBIDOS	66	SÃO CAETANO DE ODIVELAS
4	ALENQUER	25	CURUÇÁ	46	OEIRAS DO PARÁ	67	SÃO DOMINGOS DO ARAGUAIA
5	ANAJÁS	26	DOM ELISEU	47	PACAJÁ	68	SÃO DOMINGOS DO CAPIM
6	ANAPU	27	FARO	48	PALESTINA DO PARÁ	69	SÃO FRANCISCO DO PARÁ
7	BAGRE	28	FLORESTA DO ARAGUAIA	49	PAU-D'ARCO	70	SÃO JOÃO DA PONTA
8	BAIÃO	29	GARRAFÃO DO NORTE	50	PEIXE-BOI	71	SÃO JOÃO DE PIRABAS
9	BANNACH	30	GOIANÉSIA DO PARÁ	51	PIÇARRA	72	SÃO SEBASTIÃO DA BOA VISTA

10	BELTERRA	31	GURUPÁ	52	PLACAS	73	SAPUCAIA
11	BOM JESUS DO TOCANTINS	32	IGARAPÉ-MIRI	53	PONTA DE PEDRAS	74	SENADOR JOSÉ PORFÍRIO
12	BRAGANÇA	33	ITUPIRANGA	54	PORTEL	75	SOURE
13	BREJO GRANDE DO ARAGUAIA	34	LIMOEIRO DO AJURU	55	PORTO DE MOZ	76	TAILÂNDIA
14	BREVES	35	MAGALHÃES BARATA	56	PRAINHA	77	TERRA ALTA
15	BUJARU	36	MARACANÃ	57	OURILÂNDIA DO NORTE	78	TOMÉ-AÇU
16	CACHOEIRA DO ARARI	37	MARAPANIM	58	QUATIPURU	79	TUCUMÃ
17	CACHOEIRA DO PIRIÁ	38	MEDICILÂNDIA	59	RONDON DO PARÁ	80	TRACUATEUA
18	CAMETÁ	39	MELGAÇO	60	SALINÓPOLIS	81	ULIANÓPOLIS
19	CHAVES	40	MOCAJUBA	61	SALVATERRA	82	WISEU
20	COLARES	41	MOJUÍ DOS CAMPOS	62	SANTA MARIA DO PARÁ	83	XINGURA
21	CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA	42	MUANÁ	63	SANTA CRUZ DO ARARI		

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANM (2019).

As variáveis que foram utilizadas no *Propensity Score Matching*, bem como as suas fontes de dados, estão expostas no Quadro 5. No que se refere as variáveis utilizadas na Análise Envoltória de Dados (DEA), estas são apresentadas no Quadro 6, juntamente com as suas fontes de dados.

**Quadro 5:** Variáveis utilizadas no Propensity Score Matching

Variáveis	Fonte
Quantidade populacional	Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas – FAPESPA (2018)
Renda <i>per capita</i>	

Fonte: Elaboração própria.

**Quadro 6:** Variáveis da Análise Envoltória de Dados

Indicadores	Insumo/Produto	Variáveis	Fontes
Econômico	INPUT	Transferência da União <i>per capita</i>	Secretária do Tesouro Nacional – Siconfi (2017)
		Transferência do Estado <i>per capita</i>	
		Receita Tributária <i>per capita</i>	
	OUTPUT	Valor adicionado da agropecuária <i>per capita</i>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017)
Valor adicionado bruto da indústria <i>per capita</i>			

		Valor adicionado bruto dos serviços <i>per capita</i>	
<b>Educação</b>	INPUT	Despesas com educação	Secretária do Tesouro Nacional – Siconfi (2017)
	OUTPUT	Taxa de abandono do ensino fundamental	Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas – FAPESPA (2018)
		Número de matrículas no ensino fundamental	
		Índice IDEB anos iniciais 9º	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB (2018)
Índice IDEB anos iniciais 5º			
<b>Saúde</b>	INPUT	Despesas com saúde	Secretária do Tesouro Nacional – Siconfi (2017)
	OUTPUT	Quantidade de leitos de internação por 1000 habitantes	Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas – FAPESPA (2018)
		Taxa de nascidos vivos	
		Taxa de mortalidade	
Número de postos de atendimento por 10000 habitantes			

Fonte: Elaboração própria.

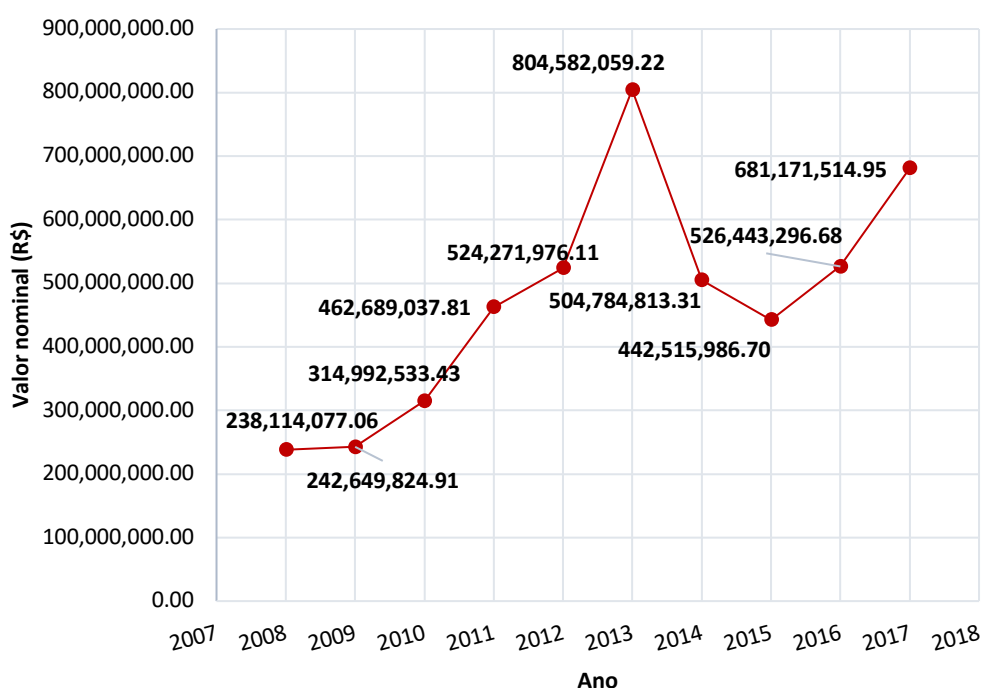
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ANÁLISE SOCIOECONÔMICA

O estado do Pará possui 144 municípios, dos quais 61 receberam compensação financeira pela exploração de recursos minerais em 2017 (ANM, 2019). O Estado apresenta um imenso volume de arrecadação de recursos da CFEM, com destaque, a nível nacional e internacional, pela sua grande riqueza mineral e sua qualidade. Fator este que contribui diretamente e indiretamente para as receitas públicas dos municípios detentores dessa renda, possibilitando a melhoria dos indicadores socioeconômicos dos municípios, caso sejam bem alocados.

Dado isto, o Gráfico 1 apresenta a evolução do montante de recebimento de recursos da CFEM pelo estado do Pará, no período de 2008 a 2017.

**Gráfico 1:** Receita total de CFEM recebida pelo Pará de 2008 a 2017



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANM (2019).

Com base nos dados apresentados no Gráfico 1, pode-se observar que entre os anos de 2008 e 2017, o total da receita referente ao CFEM apresentou um crescimento percentual de cerca de 186,07%. Dado este resultado, espera-se que o imenso crescimento desta renda disponível seja responsável por tornar significativamente melhores o desempenho da atividade econômica, educação e saúde destes municípios em relação aos municípios que não recebem esta renda.

## 5.2 ESTIMATIVAS DO PSM

Para se chegar ao objetivo do trabalho, o primeiro passo realizado foi o pareamento por escore de propensão (*Propensity Score Matching - PSM*), com o objetivo de identificar na amostra total de municípios, um grupo de controle o mais semelhante possível ao grupo de tratamento, com base em um conjunto de características observáveis. A Tabela 1 traz os resultados desta etapa, na qual tem-se as médias da amostra não pareada (amostra original) e pareada, subdivididos em não tratados (municípios não arrecadadores da CFEM) e tratados (municípios arrecadadores da CFEM). A amostra inicialmente possuía 126 municípios e, após o pareamento, foram excluídos 10 municípios paraenses.

**Tabela 1:** Resultados do *Propensity Score Matching*

Variáveis	Amostra não pareada			Amostra pareada		
	Tratado	Não Tratado	t-test	Tratado	Não Tratado	t-test
<i>população</i>	96.395	34.103	0,012***	46.081	45.712	0,960 <sup>ns</sup>
<i>renda</i>	19.893	11.051	0,000***	13.478	12.876	0,627 <sup>ns</sup>
Redução do viés %	<i>população</i> (99,4)			<i>renda</i> (93,2)		

Ps R <sup>2</sup>	0,180	0,002
LR chi <sup>2</sup>	31,15	0,26
p>chi <sup>2</sup>	0,000	0,880

Fonte: Elaboração própria com resultados da pesquisa.

Nota: \*\*\*Indica que as médias são estatisticamente diferentes do grupo de tratados a 1%; <sup>ns</sup> indica que as médias não são estatisticamente diferentes a 1%.

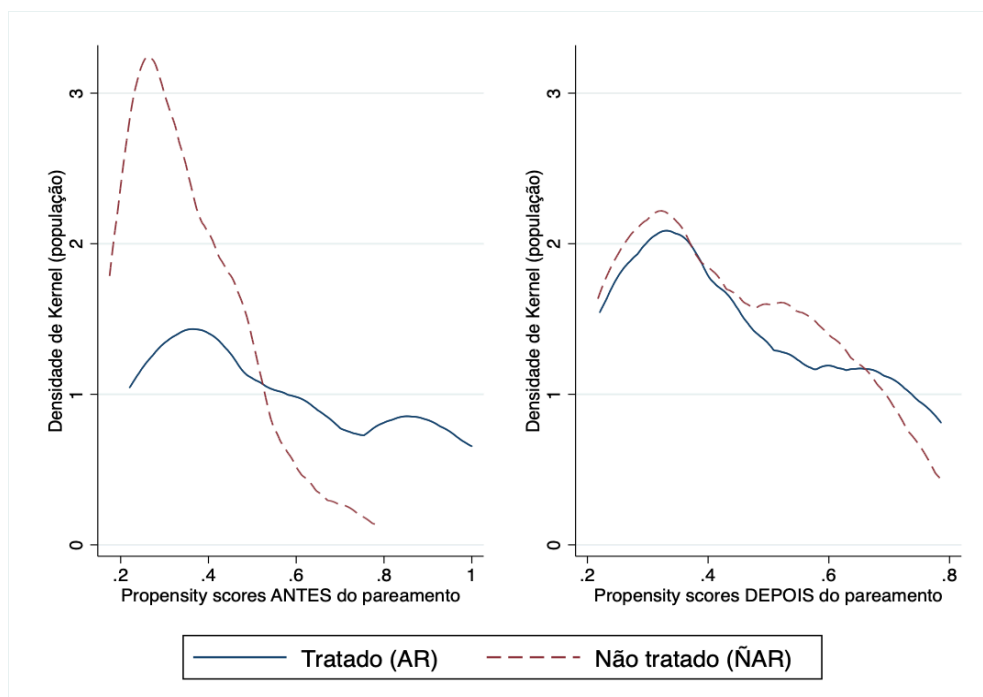
Ainda, na Tabela 1, é possível observar a boa qualidade do ajustamento. Nota-se que houve redução do viés padronizado antes e depois do pareamento, as médias entre os grupos de não tratados e tratados, foram todas estatisticamente diferentes a 1%, e após o pareamento, todas as médias das variáveis foram estatisticamente iguais entre os grupos. Por fim, nota-se um baixo pseudo-R<sup>2</sup> após o pareamento.

Outra forma se observar a qualidade do pareamento, é por meio da análise gráfica. O Gráfico 2 (próxima página) mostra as estimativas das funções densidades pelo método de Kernel para as duas variáveis utilizadas para o pareamento: população (2a) e renda (2b) com o objetivo de verificar o balanceamento antes e depois do pareamento. Notam-se diferenças na distribuição dos escores de propensão entre os municípios tratados (AR) e não tratados (ÑAR), tanto para a *população* (Gráfico 2a) quanto para a *renda* (Gráfico 2b). Antes do pareamento, a maioria das unidades do grupo de não tratados apresentavam valores estimados acima, enquanto as unidades tratadas apresentavam valores estimados mais baixos. Após o pareamento, as distribuições próximas tornaram-se próximas dentro da região de suporte comum.

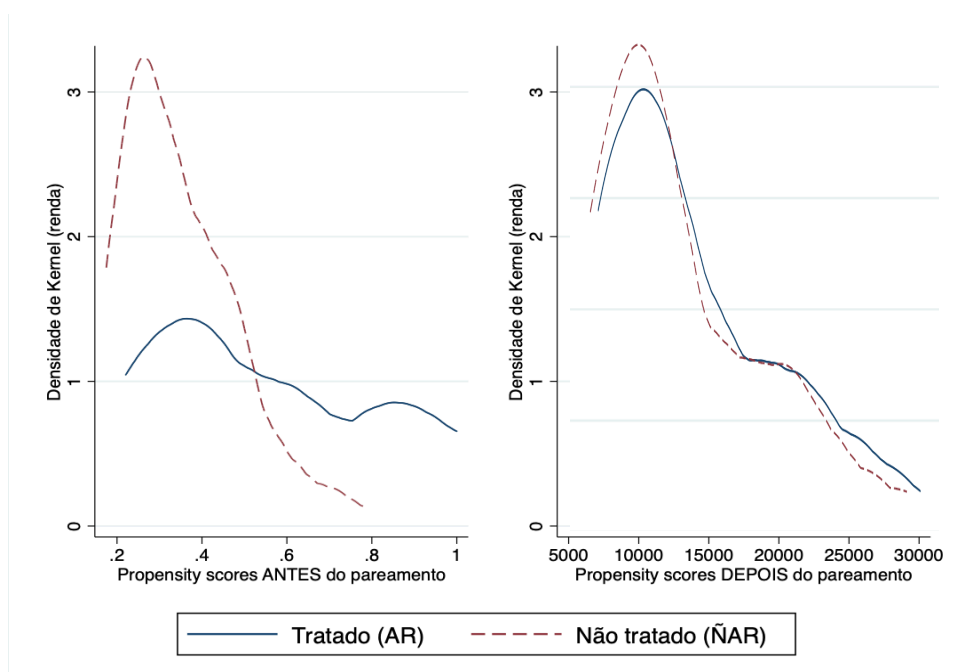
Nesse sentido, percebe-se que após o pareamento, as variáveis independentes foram controladas tornando possível a comparação dos grupos (arrecadores da CFEM e não arrecadores da CFEM) em condições de igualdade estatística, indicando que o pareamento foi realizado com êxito.

**Gráfico 2:** Funções de densidade para população e renda, antes e depois do pareamento

(2a)



(2b)



Fonte: Elaboração própria com resultados da pesquisa.

Nota: AR – municípios arrecadores de CFEM; ÑAR - municípios não arrecadores de CFEM.

### 5.3 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

Partindo para as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas neste trabalho, a Tabela 2 apresenta os resultados para os grupos de tratados (municípios recebedores da CFEM) e não tratados (municípios não recebedores da CFEM).

Observa-se que o grupo de tratados apresentou uma quantidade bem superior de pessoas economicamente ativas (PEA), além de uma renda *per capita* superior em



comparação ao grupo não tratado. Este fato pode ser explicado pelo aumento populacional dos municípios que apresentam atividades minerais, a qual por conta da alta possibilidade de geração de empregos e salários mais elevados que outros municípios, tende a incentivar a migração de pessoas para estas regiões.

Nesta percepção, a cidade de Canaã dos Carajás é um exemplo desta situação, a qual é detentora do maior projeto de minério de ferro do mundo (INESC, 2019), e entre os anos de 2013 e 2017, apresentou um crescimento de vínculos de emprego formal na área de indústria de cerca de 368,88%, e crescimento na remuneração média por trabalhador formal de 57,65%, no mesmo período, sendo a maior remuneração neste quesito no estado em 2017, e 35,6%, maior que a remuneração média geral do estado do Pará neste ano (FAPESPA, 2019).

Em relação a educação, os municípios que não recebem recursos da CFEM, apresentaram, em média, maiores gastos em despesas educacionais que os municípios que recebem essa renda. Mas, mesmo com maiores gastos, os índices de notas do IDEB foram menores e as taxas de abandono maiores que os observados pelos municípios que recebem CFEM. Por fim, em relação a saúde, observa-se resultados distintos entre os municípios que recebem ou não o CFEM. Percebe-se que os municípios arrecadadores apresentam maiores gastos, leitos, possuem menores taxas de mortalidade infantil, maiores taxas de nascidos vivos, comparativamente aos municípios não arrecadadores.

**Tabela 2:** Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas

Variáveis	Não tratados	Tratados
	Média	Média
<i>População</i>	37.507,33	96.394,88
<i>PEA</i>	2.553,90	15.478,39
<i>Renda per capita</i>	11.703,30	19.893,48
<i>IFGF</i>	0,19	0,29
<i>Território</i>	5.194.630	1.16e+07
<i>Baixo_amazonas</i>	0,12	0,11
<i>Marajó</i>	0,3	0
<i>Região_metropolitana</i>	0,02	0,18
<i>Nordeste</i>	0,33	0,29
<i>Sudoeste</i>	0,07	0,14
<i>Sudeste</i>	0,33	0,29
<i>Econômico</i>	1.291,42	1.507,87
<i>PIB_serviço</i>	15.438,49	8.202,76
<i>PIB_indústria</i>	17.063,53	2.933.795
<i>PIB_agropecuário</i>	3.882,33	2.806,38
<i>Despesa_educação</i>	1.007,81	862,43
<i>Matrícula_fundamental</i>	6.963,18	10.377,41
<i>Nota_IDEB_9</i>	3,42	3,52

<i>Nota_IDEB_5</i>	4,10	4,51
<i>Taxa_abandono</i>	4,79	3,62
<i>Despesa_saúde</i>	379,01	435,60
<i>Leitos</i>	48,10	127,68
<i>Taxa_nascido_vivo</i>	86,58	88,21
<i>Posto_atendimento</i>	4,00	3,36
<i>Taxa_mortalidade</i>	16,29	16,19
<i>Bolsa_família</i>	5.085,60	9.245,84
<i>Gini</i>	0,59	0,57
<i>IDHM_renda</i>	0,57	0,59
<i>IDHM_longevidade</i>	0,78	0,78
<i>IDHM_educação</i>	0,44	0,47
<i>Razão de dependência</i>	61,74	56,79
<b><i>Nº Observação</i></b>	<b>60</b>	<b>56</b>

Fonte: Elaboração própria com resultados da pesquisa.

#### 5.4 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

A Tabela 3 (próxima página) apresenta os resultados de eficiência técnica a partir da metodologia DEA, criando uma fronteira de eficiência a partir de dados *input* e *output* dos municípios obtidos sob as condições de retornos constantes, variáveis e de eficiência de escala, dos municípios arrecadadores e não arrecadadores.

Com base nos resultados de eficiência a partir de retornos variáveis (modelo utilizado neste trabalho por possuir o axioma da convexidade entre *inputs* e *output*), especificamente em relação ao âmbito econômico, apresentados na Tabela 3, os municípios não arrecadadores (ÑAR) apresentaram maiores escores de eficiência que os municípios arrecadadores (AR). Do total de 60 municípios não arrecadadores, pareados no método *PSM*, 5 (cinco) se mostraram eficientes e dos 56 (cinquenta e seis) arrecadadores, 4 (quatro) foram eficientes. Mas, ambos os grupos de municípios obtiveram médias de eficiência abaixo da metade potencial que poderia alcançar, indicando que, caso os recursos tivessem sido melhor alocados, os não arrecadadores poderiam ter aumentado sua eficiência em 58% ( $1 - 0,42$ ), e os arrecadadores em 66% ( $1 - 0,34$ ).

**Tabela 3:** Eficiência técnica dos municípios arrecadadores e não arrecadadores da CFEM no Pará, sob condição de retornos constantes e variáveis de escala

Retornos	Média		DP		Mínimo		Máximo		Municípios Eficientes	
	AR	ÑAR	AR	ÑAR	AR	ÑAR	AR	ÑAR	AR	ÑAR
<b>ECONÔMICO</b>										
<i>Retornos constantes</i>	0,31	0,34	0,27	0,22	0,02	0,11	1	1	2	3
<i>Retornos variáveis</i>	0,34	0,42	0,27	0,24	0,03	0,15	1	1	4	5
<i>Eficiência de escala</i>	0,86	0,82	0,19	0,19	0,21	0,35	1	1	13	18

EDUCAÇÃO										
<i>Retornos constantes</i>	0,49	0,71	0,21	0,18	0,13	0,42	1	1	4	7
<i>Retornos variáveis</i>	0,88	0,88	0,08	0,09	0,72	0,73	1	1	10	10
<i>Eficiência de escala</i>	0,56	0,80	0,21	0,15	0,15	0,48	1	1	4	8
SAÚDE										
<i>Retornos constantes</i>	0,71	0,74	0,21	0,19	0,13	0,34	1	1	5	9
<i>Retornos variáveis</i>	0,95	0,94	0,05	0,06	0,71	0,79	1	1	12	17
<i>Eficiência de escala</i>	0,74	0,78	0,21	0,18	0,13	0,35	1	1	5	10

Fonte: Elaboração própria com resultados da pesquisa.

Nota: DP – desvio-padrão; AR – municípios arrecadadores de CFEM; ÑAR - municípios não arrecadadores de CFEM.

No âmbito da educação, os dois grupos obtiveram a mesma quantidade de municípios eficiente, 10 (dez) cada, e a mesma média eficiência técnica (88%). Conforme estes resultados, os municípios arrecadadores e não arrecadadores ainda apresentaram em média, 12% (1 – 0,88) de ineficiência. Assim, correspondendo a possibilidade de elevação da eficiência neste âmbito, caso haja uma melhor alocação das despesas direcionada a área educacional. Portanto, verificou-se que os municípios não arrecadadores, mesmo apresentando menores receitas, logo, menos recursos destinados a investimento na área de educação, conseguem obter a mesma eficiência que municípios que recebem CFEM, e que dispõem de maior variedade e quantidade de receitas.

Em relação ao âmbito da saúde, os municípios não arrecadadores obtiveram uma maior quantidade de municípios eficientes, 17 (dezessete) no total, contra 12 (doze) eficientes do grupo arrecadador. Este resultado fortalece a visão de que esses municípios mesmo com a ausência das rendas do CFEM, conseguem obter uma alocação satisfatória no âmbito da saúde. Porém, os municípios arrecadadores obtiveram uma média de eficiência superior na margem (95%) ao dos não arrecadadores (94%). Sendo assim, os municípios que recebem a CFEM, mesmo apresentando uma quantidade menor de municípios eficiente no âmbito da saúde, obtiveram uma alocação bastante relevante. Não diferente disto, o resultado dos não arrecadadores também se mostra relevante, dada a ausência dessa renda em sua receita.

Logo, o resultado da eficiência ao total, somado todos os âmbitos analisados, indicam que os municípios não arrecadadores, mesmo ausentes da renda da CFEM, são maioria em termos de quantidade de municípios eficientes, quando se consideram os âmbitos da atividade econômica e da saúde, comparado com os municípios recebedores. Este resultado vai ao encontro do resultado obtido no trabalho de Rodrigues e Silveira (2009), em relação aos municípios do estado de Minas Gerais, onde os municípios que não recebem *royalties* apresentam resultados melhores do que os municípios da base mineradora.

As Figuras 1, 2 e 3 (próximas páginas) apresentam a distribuição geográfica no estado do Pará<sup>6</sup> da eficiência técnica dos municípios arrecadadores da CFEM e dos não arrecadadores, nos âmbitos econômico, educação e saúde, respectivamente.

Na Figura 1 observa-se que os municípios arrecadadores mais eficientes se localizam principalmente nas regiões Sudoeste, Sudeste e Nordeste paraense, regiões estas onde se encontram grandes projetos minerais, como por exemplo o complexo de S11D (Canãa dos Carajás), Salobo (Marabá) e Hydro (Barcarena). Em relação aos não arrecadadores, estes se

<sup>6</sup> O mapa completo do estado do Pará está disponível no Anexo 1, Figura 1A.

encontram localizados principalmente nas regiões sudeste e nordeste. Dentre estes, se destaca o município de Novo Repartimento, com o 3º maior rebanho bovino do estado do Pará, e um dos maiores do Brasil (FAPESPA, 2018).

No âmbito de educação (Figura 2), os municípios arrecadadores, como explanado anteriormente, apresentaram maiores médias de eficiência técnica, e os municípios mais eficientes neste âmbito, se localizam em grande quantidade, principalmente nas regiões Sudeste e Sudoeste do Pará. Já os não arrecadadores mais eficientes, se localizam quase que em sua totalidade nas regiões Sudeste e Nordeste. Este resultado, pode ser explicado pela qualidade da educação pública nessas regiões, onde, em 2017, dentre os 10 municípios paraenses que obtiveram os maiores resultados em relação ao índice IDEB das escolas públicas (5º ano – séries iniciais), 6 destes estão localizados nas regiões Sudeste e Sudoeste do estado (FAPESPA, 2018).

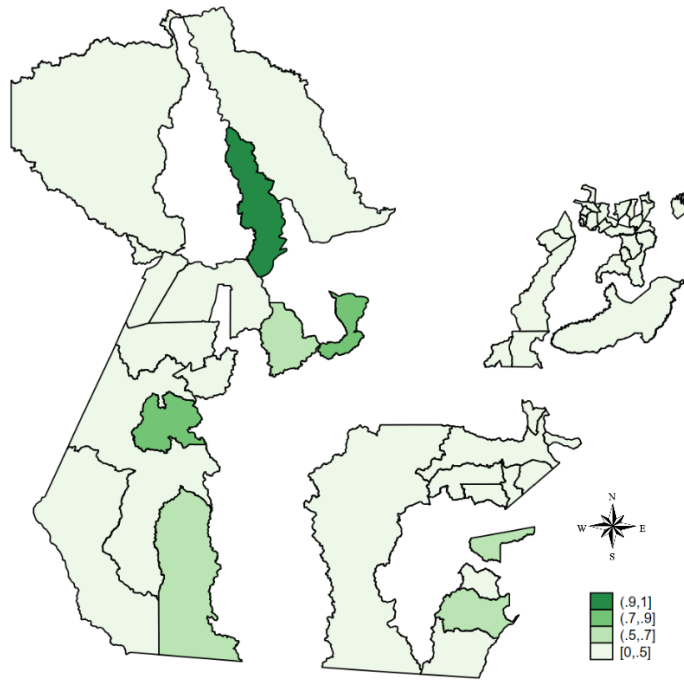
Em relação a saúde (Figura 3), os resultados da distribuição geográfica dos municípios eficientes se mostram semelhantes aos obtidos em relação a área da educação, com a maioria dos municípios arrecadadores se localizando nas regiões Sudeste e Sudoeste, e os não arrecadadores se localizando em maior quantidade nas regiões Sudeste e Nordeste do Pará. Isso pode ser explicado pelo fato de que, dado o tamanho populacional destas regiões, os investimentos em saúde tendem a ser maiores, já que dos 16 (dezesesseis) municípios paraenses com população acima de 100 mil habitantes, 9 (nove) estão localizados nessas regiões<sup>7</sup>. Ainda, é importante reconhecer, que a maioria dos municípios apresentados, de ambos os grupos, apresentaram em média uma eficiência bastante expressiva.

**Figura 1:** Distribuição geográfica da eficiência técnica econômica dos municípios arrecadadores (a) e não arrecadadores (b) da CFEM no Pará

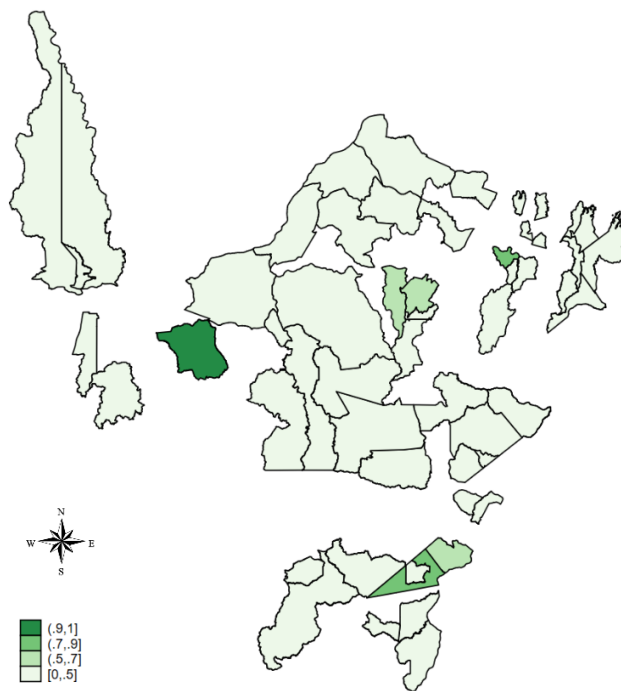
(a)

---

<sup>7</sup> Abaetetuba, Cametá, Marabá, Paragominas, Parauapebas, São Félix do Xingu, Tailândia e Tucuruí.

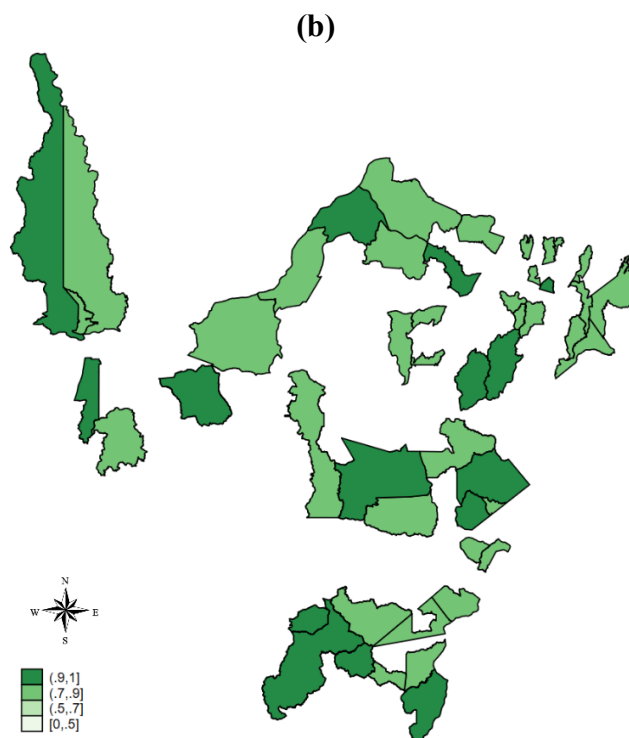
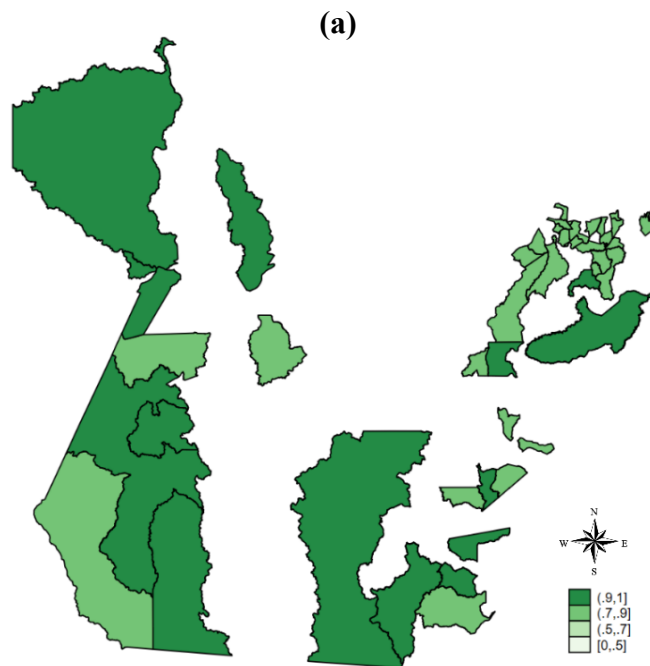


(b)



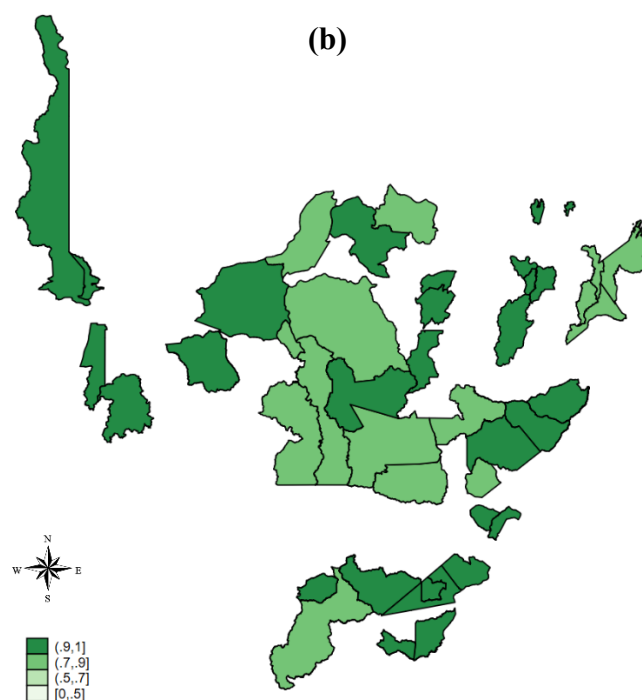
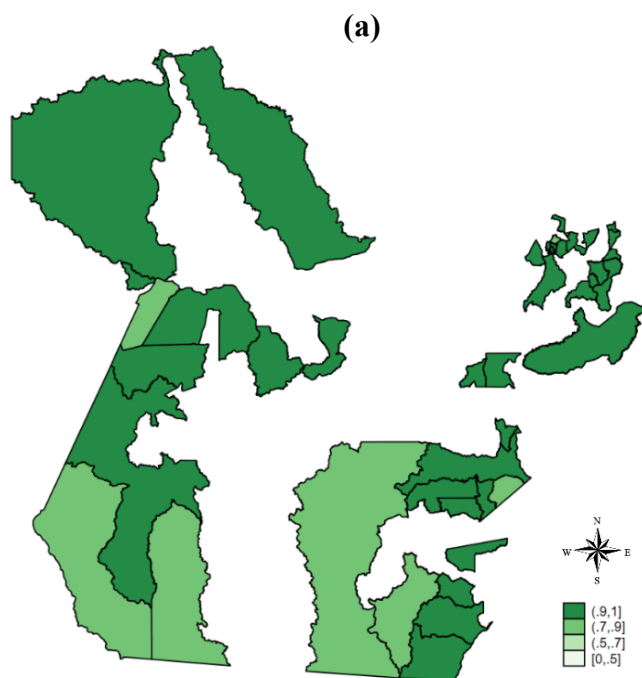
Fonte: Elaboração própria com resultados da pesquisa.

**Figura 2:** Distribuição geográfica da eficiência técnica da educação dos municípios arrecadadores (a) e não arrecadadores (b) da CFEM no Pará



Fonte: Elaboração própria com resultados da pesquisa.

**Figura 3:** Distribuição geográfica da eficiência técnica da saúde dos municípios arrecadadores (a) e não arrecadadores (b) da CFEM no Pará



Fonte: Elaboração própria com resultados da pesquisa.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de como é feita a gestão e aplicação dos recursos públicos de uma região é de suma importância para saber se essa aplicação proporciona uma melhoria da qualidade de vida da população. Em especial, regiões que obtêm recursos de *royalties*, que se configura como uma renda excepcional que pode trazer uma possibilidade de melhoria da qualidade dos indicadores socioeconômicos, comparativamente a localidades que não tem acesso a essa renda.

Neste contexto, de modo a analisar a utilização dos recursos de *royalties* no estado do Pará, este trabalho teve como objetivo geral analisar a eficiência técnica dos municípios paraenses arrecadadores dos *royalties* do CFEM nos âmbitos da atividade econômica, educação e saúde, para o ano de 2017. Dado esses objetivos, por meio do *Propensity Score Matching* chegou-se ao total de 116 municípios com características semelhantes e aptos para se fazer o levantamento de suas eficiências e comparações, sendo 60 (sessenta) deles não arrecadadores e 56 (cinquenta e seis) arrecadadores.

No que se refere a mensuração da eficiência destes municípios, realizada por meio do DEA, observou-se que os municípios paraenses que não são arrecadadores da CFEM foram, em especial para atividade econômica e saúde, maioria em relação a eficiência técnica na utilização dos seus recursos públicos, em relação aos municípios que são recebedores dessa renda. Este resultado demonstra, que a hipótese estabelecida neste trabalho, de que maiores receitas públicas, como a arrecadação de CFEM, tendem a levar a melhores condições nos indicadores socioeconômicos, não aconteceu para os casos dos municípios do Estado do Pará no ano de 2017. Situação semelhante a observada por Rodrigues e Silveira (2009) no estado de Minas Gerais, onde os municípios da base mineradora recebedores de *royalties*, apresentaram menor eficiência em seus indicadores socioeconômicos, comparado com os municípios não arrecadadores desta renda. Tal resultado sugere que maiores níveis de receitas públicas nem sempre são transformadas em melhorias da qualidade de vida da população. A maioria dos municípios paraenses que são ausentes da arrecadação da CFEM, demonstraram apresentar uma melhor gestão e aplicação de seus recursos, uma vez que promovem eficiência significativa nos três âmbitos, e no caso especial da atividade econômica e da saúde, maior aos de municípios com recursos superiores.

Por fim, apesar das limitações do trabalho, principalmente em relação a uma maior variedade de dados disponíveis e atualizados, considera-se que foi possível cumprir com o objetivo e obter resultados consistentes em relação a eficiência dos municípios paraenses arrecadadores da CFEM, nos âmbitos de atividade econômica, educação e saúde. Entretanto, novos estudos sobre este tema são fundamentais para se buscar o aprofundamento ainda maior da utilização destes recursos. Nesse sentido, como sugestões para pesquisas futuras pode-se considerar a estimação de fatores determinantes para as eficiências encontradas, bem como a utilização de mais âmbitos de análise, como saneamento básico e segurança pública. Além disto, pesquisas que considerem diretamente os recursos da CFEM e de que modo ele é utilizado em cada âmbito.

## REFERÊNCIAS

- ANM - Agência Nacional de Mineração. Ministério de Minas e Energia (Org.). **Extra Sistema Arrecadação: CFEM - Arrecadação**. Brasília: ANM, 2019. Disponível em: <[https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao\\_cfem.aspx](https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao_cfem.aspx)>. Acesso em: 05 dez. 2019.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078 – 1092, 1984.



BECKER, S. O.; ICHINO, A. Estimation of average treatment effects based on propensity scores. **The Stata Journal**, v. 2, n. 4, p. 358-377, 2002.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics: methods and applications**. Cambridge, 2005.

CASTRO, T. A.; NEGRÃO, K. R. M.; GOMES, S. C. Eficiência socioeconômica de municípios mineradores do Norte brasileiro: uma aplicação de Análise Envoltória de Dados. **Colóquio Organizações, Desenvolvimento e Sustentabilidade**, v. 5, n. 1, p. 172-190, 2016.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429 – 444, 1978.

COELLI, T. J.; RAO, D.S. P.; O'DONNELL, C. J.; BATTESE, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. 2a ed., Library of Congress, 2005.

CNM - Confederação Nacional de Municípios. **Estudos Técnicos CNM / Confederação Nacional de Municípios – Brasília: CNM, 2013. 252 páginas. Volume 5.**

DEBREU, G. The Coefficient of Resource Utilization. **Econometrica**, v. 19, n. 3, p. 273 – 292, 1951.

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais CFEM, 2018. Disponível em: <<https://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/Cfem.php>>. Acesso em: 05 dez. 2019.

ENRIQUEZ, M. A. R. S. **Royalties da mineração: instrumento de promoção do desenvolvimento sustentável de regiões mineradoras na Amazônia Oriental?** Tese de Doutorado, 1998.

FAPESPA. **Anuário Estatístico do Pará, 2018.** Disponível em: <https://www.fapespa.pa.gov.br/sistemas/anuario2018/>. Acesso em: 30 nov. 2021.

FAPESPA. **Anuário Estatístico do Pará, 2019.** Disponível em: <http://www.fapespa.pa.gov.br/menu/163>. Acesso em: 11 out. 2021.

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)**, v. 120, n. 3, p. 253-281, 1957.

FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. **Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações**. 1º reimpressão. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009.

GADELHA, S. R. B. **Curso Introdução ao Orçamento Público, 2017.** Disponível em: <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/3171>. Acesso em 15 jan. 2020

GERTLER, P.; MARTÍNEZ, S.; PREMAMAND, P.; RAWLINGS, L. B; VERMEERSCH, C. M. J. 2017. **La evaluación de impacto en la práctica**. Segunda Edición. Banco Mundial. 372 p.

GIAMBIAGI, F.; ALÉM, A. **Finanças públicas: teoria e prática no Brasil**. 5ª ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

GOMES, S. C.; CHAVES, T. A.; NEGRÃO, K. R. M.; CABRAL, E. R. Análise da Eficiência na Gestão Pública dos Municípios Mineradores da Região Norte do Brasil: uma Aplicação de Análise Envoltória de Dados (DEA). **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 7, n. 1, p. 1-23, 2015.

GUERREIRO, A. S. **Análise da Eficiência de Empresas de Comércio Eletrônico usando Técnicas da Análise Envoltória de Dados**. 2006. Tese de Doutorado. PUC-Rio. Disponível em: [https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/9973/9973\\_1.PDF](https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/9973/9973_1.PDF). Acesso em: 02 fev. 2020.

HIJAZI, H. S. N.; PIRES, J. B.; LICORIO, A. M. O. Compensação financeira pela exploração de recursos mineirais-CFEM. **Revista Eletrônica do Departamento de Ciências Contábeis & Departamento de Atuária e Métodos Quantitativos (REDECA)**, v. 2, n. 2, p. 37-55, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 05 dez. 2019.

IDEB (Org.). **IDEB - Resultados e Metas**. 2018. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultado/home.seam?cid=10088071>. Acesso em: 18 jan. 2020.

INESC. **Na cidade do maior projeto de minério do mundo, royalties são utilizados sem compromisso com garantia de direitos**. 17 dez. 2019. Disponível em: <https://www.inesc.org.br/na-cidade-do-maior-projeto-de-minerio-do-mundo-royalties-sao-utilizados-sem-compromisso-com-garantia-de-direitos/>. Acesso em: 11 out. 2021.

KHANDKER, S.; KOOLWAL, G. B.; SAMAD, H. **Handbook on impact evaluation: quantitative methods and practices**. The World Bank, 2009.

MACIEL, P. J. Finanças públicas no Brasil: uma abordagem orientada para políticas públicas. **Revista de Administração Pública**, v. 47, n. 5, p. 1213-1241, 2013.

MUSGRAVE, R. A. **Teoria das finanças públicas: um estudo de economia governamental**. São Paulo: Atrás, 1976.

QUEIROZ, C. R. A.; POSTALI, F. A. S. Rendas do petróleo e eficiência tributária dos municípios brasileiros. **Revista Economia & Tecnologia**, v. 6, n. 3, 2010.

RAFAELI, L. **A análise envoltória de dados como ferramenta para avaliação do desempenho relativo**. Dissertação de Mestrado [PPGEP-UFRGS], 2009.

RODRIGUES, A. C.; TEIXEIRA, F. A. Determinantes da (in)eficiência do gasto público em educação: o caso dos municípios mineradores de Minas Gerais. **Revista Espaços**, v. 38, n.20, 2017.

RODRIGUES, A. C. M.; SILVEIRA, S. F. R. Análise da eficiência socioeconômica dos municípios mineradores da região central de Minas Gerais. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO. São Paulo: **Anais do XXXIII Encontro da ANPAD**, 2009.

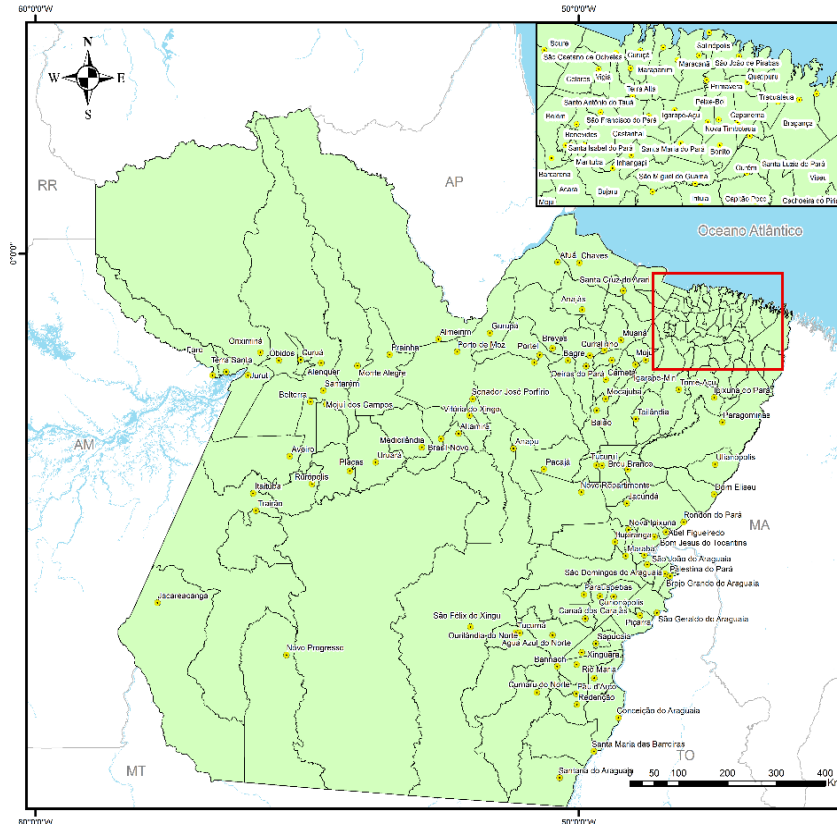
SICONFI: Secretaria do Tesouro Nacional. **Contas Nacionais**, 2017. Disponível em: [https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/pages/public/consulta\\_finbra/finbra\\_list.jsf](https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/pages/public/consulta_finbra/finbra_list.jsf). Acesso em: 20 ago. 2020.

SILVEIRA, L. F. V. **A avaliação do impacto de um treinamento utilizando Propensity Score Matching**: uma abordagem não-paramétrica e semiparamétrica. Dissertação de Mestrado [PPGE-UFRGS], 2015.

TAVARES, F. S.; ALMEIDA, A. N. Os impactos dos Royalties do Petróleo em gastos sociais no Brasil: Uma análise usando Propensity Score Matching. **Revista Economia & Tecnologia**, v. 10, n. 2, 2014.

# ANEXO 1: Mapa do estado do Pará

## Figura 1A: Mapa do estado do Pará



Fonte: IBGE, 2014.  
Elaboração: FAPESPA, 2018.

Fonte: FAPESPA (2018).