



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – ICsa  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS – DEECO



DANILO ALEKSANDER CHAGAS CIRINO

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA SOCIAL DOS MUNICÍPIOS DO QUADRILÁTERO  
FERRÍFERO COM O USO DO MÉTODO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS  
(DEA)

MARIANA  
Setembro 2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – ICsa  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS – DEECO



DANILO ALEKSANDER CHAGAS CIRINO

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA SOCIAL DOS MUNICÍPIOS DO QUADRILÁTERO  
FERRÍFERO A PARTIR DO MÉTODO DE ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE  
DADOS (D.E.A.)

Monografia apresentada ao Curso de  
Ciências Econômicas da Universidade  
federal de Ouro Preto como requisito para  
obtenção do título de bacharel  
em Ciências Econômicas.

**Orientador:** Prof. Dr. Victor Maia Senna  
Delgadodo

MARIANA

Setembro 2023

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

C578a Cirino, Danilo Aleksander Chagas.

Análise da eficiência social dos municípios do quadrilátero ferrífero com o uso do método de Análise Envoltória de Dados (DEA). [manuscrito] / Danilo Aleksander Chagas Cirino. - 2023.  
34 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientador: Prof. Dr. Victor Maia Senna Delgado.  
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.  
Instituto de Ciências Sociais Aplicadas. Graduação em Ciências Econômicas .

1. Análise de envoltória de dados. 2. Compensação financeira pela exploração de recursos minerais. 3. Desenvolvimento econômico - Aspectos sociais. 4. Ferro - Minas e mineração - Minas Gerais. 5. Minas e recursos minerais. 6. Qualidade de vida. I. Delgado, Victor Maia Senna. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 338.1(815.1)

Bibliotecário(a) Responsável: Essevalter De Sousa - Bibliotecário Coordenador  
CBICSA/SISBIN/UFOP-CRB6a1407



## FOLHA DE APROVAÇÃO

Danilo Aleksander Cirino Chagas

### Análise da eficiência social dos municípios do Quadrilátero Ferrífero com o uso do método de Análise Envoltória de Dados (DEA)"

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Ciências Econômicas

Aprovada em 15 de setembro de 2023

#### Membros da banca

Dr. - Victor Maia Senna Delgado - Orientador(a) (Universidade Federal de Ouro Preto)  
Dr. - Chrystian Soares Mendes - (Universidade Federal de Ouro Preto)  
B.Sc. Prof. - Reinaldo Francisco Araújo de Souza - (Universidade Federal de Ouro Preto)

Victor Maia Senna Delgado, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 25/10/2023



Documento assinado eletronicamente por **Victor Maia Senna Delgado, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 25/10/2023, às 23:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0615122** e o código CRC **9D6224F2**.

## **Resumo**

Neste estudo, realizou-se uma análise da eficiência social dos municípios do Quadrilátero Ferrífero e incluiu-se de maneira arbitrária o município de Conceição do Mato Dentro, por se tratar de um município por se tratar de um protagonista do setor de mineração no estado de Minas Gerais.

A partir de uma base de dados que se utilizou de indicadores básicos para a qualidade de vida da população, como saúde, educação, renda e qualidade do emprego e contraponto com a receita municipal juntamente com a arrecadação total da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), realizou-se o cálculo da eficiência social por meio da metodologia de Análise por Envoltória de Dados (DEA).

Os dados mostram que apenas um terço dos municípios pesquisados atingiu o nível de eficiência social no que diz respeito aos indicadores básicos de qualidade de vida. É possível perceber também que, dos municípios pesquisados, há uma forte correlação positiva entre participação da CFEM na receita municipal com o nível de ineficiência apresentado pelo modelo DEA.

Palavras Chave: Eficiência Social, DEA, CFEM, Quadrilátero Ferrífero, Dependência Econômica, Recursos Minerais, Qualidade de Vida.

## **Abstract**

In this study, we conducted an analysis of the social efficiency of municipalities in the Quadrilátero Ferrífero, and we included Conceição do Mato Dentro arbitrarily due to its significant role in the mining sector in the state of Minas Gerais.

Using a database that employed basic indicators for the population's quality of life, such as healthcare, education, income, and employment quality, in conjunction with municipal revenue and total revenue from the Financial Compensation for Mineral Exploitation (CFEM), we calculated social efficiency using the Data Envelopment Analysis (DEA) methodology.

The data reveals that only one-third of the surveyed municipalities achieved a level of social efficiency concerning basic quality of life indicators. Furthermore, among the surveyed municipalities, there is a strong positive correlation between CFEM's contribution to municipal revenue and the level of inefficiency identified by the DEA model.

**Keywords:** Social Efficiency, DEA, CFEM, Quadrilátero Ferrífero, Economic Dependency, Mineral Resources, Quality of Life.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>8</b>
2.1- IDH COMO REFERÊNCIA EM INDICADORES SOCIAIS.....	8
2.2- INDICADOR DE EFICIÊNCIA SOCIAL, UMA ALTERNATIVA PERTINENTE AO IDH.....	9
2.3- O CONTEXTO ECONÔMICO NA REGIÃO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO .....	10
2.4- E A CFEM? .....	10
<b>3. MÉTODO.....</b>	<b>11</b>
3.1- METODOLOGIA DEA .....	11
3.2- BASE DE DADOS .....	13
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>20</b>
4.1- PANORAMA DE RESULTADOS .....	20
4.2- ÍNDICE DE EFICIÊNCIA SOCIAL.....	20
4.3- DEA X IDH .....	22
4.4- RELAÇÃO PERCENTUAL DOS <i>INPUTS</i> COM O DEA.....	24
4.5- CORRELAÇÃO ENTRE <i>INPUTS</i> , <i>OUTPUTS</i> E EFICIÊNCIA NO MODELO DEA.....	25
<b>5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>27</b>
5.1- CONCLUSÃO.....	27
5.2- CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	28
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>29</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da economia brasileira está intimamente relacionado ao desenvolvimento da mineração, a qual se iniciou onde hoje se localiza o estado de Minas Gerais, a partir das incursões das bandeiras paulistas, no fim do século XVII, na região chamada de quadrilátero ferrífero.

Formada por um conjunto de 33 cidades <sup>1</sup> localizadas na região central do estado de Minas Gerais, o quadrilátero ferrífero tem como vértices as cidades de Mariana, Itabira, Congonhas e Itaúna Azevedo, et. al., N.D, com aproximadamente 4,7 milhões de habitantes (IBGE, 2022). A extensa bibliografia construída sobre a região, majoritariamente, se debruça sobre os seus aspectos geológicos, o que explica sua importância para as ciências geológicas e, obviamente, também sua importância para indústria da mineração mundial e mesmo com tamanha notoriedade nas áreas mencionadas, a região ainda carece de uma maior atenção por parte da academia para com seus aspectos econômicos e sociais. Tendo em visto que ainda hoje boa parte dos municípios que compõem o quadrilátero ferrífero têm como importante motor de suas economias a atividade mineradora, torna-se importante entender como e se os recursos financeiros advindos da mineração contribuem para o desenvolvimento da região.

Desde a descoberta das reservas de metais preciosos na região, a atividade extrativista se expandiu para todo o território nacional e com o avanço das tecnologias de mineração, a atividade tornou-se uma grande fonte de riqueza para o país, ampliando constantemente sua relevância na economia brasileira e conseqüentemente no crescimento e desenvolvimento das regiões mineradoras.

É de suma importância para este trabalho fazer a devida separação entre os conceitos de crescimento e desenvolvimento regional, pois apesar de muitas vezes serem confundidos no debate leigo, são bastante diferentes. Erber (2011) aborda o conceito de crescimento como sendo o aumento da capacidade de se produzir mais do mesmo

---

<sup>1</sup> Fonte: Municípios do QFe <<https://qfe2050.ufop.br/municipios-do-qfe>> – Acesso em 08/04/2023

e desenvolvimento implica em mudança estrutural, Vieira e Santos (2012) completam dizendo que essa mudança implica em transformações relacionadas a um cognitivo coletivo que permite hierarquizar problemas e soluções, facilitando a coordenação entre os atores sociais.

Nesse sentido, é possível questionar em que medida a exploração mineral tem trazido contribuições para o desenvolvimento das regiões mineradoras, em especial na região do quadrilátero ferrífero. Quando trazemos os dados do município de Congonhas, a título de exemplo, que se por um lado em 2021 teve a quarta maior arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM)<sup>2</sup> no estado de Minas Gerais, por outro lado, porém, naquele mesmo ano, segundo dados do IRMS 2021, a cidade possuía apenas 43,6% de sua população no mercado formal de trabalho e segundo dados do Censo (2010) mostram de 34,7% tinham renda mensal *per capita* de até meio salário mínimo por pessoa<sup>3</sup>. Obviamente, não é possível concluir causa e efeito, ou ausência dele, partindo apenas dos dados mencionados, porém tais informações são recorrentes ao analisarmos os municípios mineradores brasileiros, e na região do quadrilátero ferrífero não diferente, conforme será demonstrado neste trabalho, e com isso torna-se inevitável o questionamento se há e em que medida, movimentos por parte das entidades competentes, ações de promoção do desenvolvimento regional, como a verticalização e clusterização da cadeia produtiva, que são consideradas medidas consagradas na promoção do desenvolvimento nas cidades da região, conforme colocado por Filho (1996).

A atividade mineradora no estado de Minas Gerais, ainda hoje, é um importante elemento motor da economia mineira, sendo responsável no ano de 2013 por 8% do PIB estadual e com participação de, aproximadamente, 24% na cadeia industrial do estado (IBRAM, 2016). Dados da Agência Nacional de Mineração (2020), em seu relatório anual, mostram que a indústria mineradora atingiu todas as regiões do país e apesar da grande relevância do estado mineiro na produção mineradora nacional, hoje a unidade da federação com a maior participação na produção de commodities

---

<sup>2</sup> Agência Nacional de Mineração – Maiores Arrecadadores. Disponível em: <[https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/relatorios/cfem/maiores\\_arrecadadores.aspx](https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/relatorios/cfem/maiores_arrecadadores.aspx)> - Acesso em: 10 out. 2021

<sup>3</sup> Dados do Censo Nacional de 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/parauapebas/panorama>> - Acesso em: 10 out. 2021

minerais é o estado do Pará, com uma produção que somou R\$63,5 bilhões em 2020, seguido por Minas Gerais com R\$51,7 bilhões. Ainda segundo os dados da ANM, juntos os dois estados concentram 89,4% do valor gerado na produção mineral do Brasil naquele ano. Apesar do protagonismo dos estados de Minas Gerais e Pará no setor em questão, todos as unidades federativas brasileiras possuem algum tipo de atividade extrativa mineral em seu portfólio industrial.

Todos os valores mencionados acima, se tornam ainda mais relevantes quando se observa que o Brasil possui a segunda maior indústria mineradora do mundo, onde o país possui grande peso também no comércio internacional do setor. A partir dos dados disponíveis no repositório de dados sobre o comércio internacional da Organização das Nações Unidas (ONU), a plataforma Comtrade Database<sup>4</sup>, em todo o ano de 2020, o país exportou quantia de US\$28,9 bilhões em produtos minerais, ficando atrás apenas da líder, Austrália, no ranking de maiores exportadores de commodities minerais.

Nota-se que tal indústria possui grande relevância na economia nacional e nesse sentido faz-se necessário entender não somente o impacto econômico gerado pelo setor nas regiões onde atua, mas também o impacto social e em que medida as principais regiões mineradoras do país se beneficiam ou não dos recursos gerados pela atividade para os municípios e aqueles que lá vivem.

Os estudos que abordam o desenvolvimento humano são uma tentativa de recolocar as pessoas no centro das discussões nas discussões sobre economia e produção de políticas públicas (GOR E GUITAL, 2010). A partir dessa ideia surgem também críticas aos indicadores econômicos tradicionais, pois, segundo Ferraz *et al.* (2021), não são capazes de contemplar as capacidades humanas. Bilbao-Ubillos (2013) expõe que o tradicional indicador de desenvolvimento humano, o IDH já é não capaz de traduzir de forma eficiente o grau desenvolvimento de determinados grupos populacionais por desconsiderar, fatores como acesso à educação, renda, questões de gênero e

---

<sup>4</sup> Comtrade - Download trade data. Disponível em: <<https://comtrade.un.org/data>>. Acesso em: 10 out. 2021.

variáveis ambientais. Daí, surge a necessidade de criação de indicadores alternativos para que se possa ter uma visão mais aproximada da realidade das pessoas, a fim de se construir ferramentas capazes medir a eficiência social de políticas públicas e em que medidas tais políticas contribuem para o desenvolvimento humano. E nesse sentido, os municípios componentes do quadrilátero ferrífero utilizam os recursos obtidos por meio das atividades mineradoras em seu território, para fazer frente às demandas e compensações necessárias à sua população, primando pela melhoria de sua qualidade de vida?

A partir de uma metodologia alternativa ao IDH, que aborda o desenvolvimento humano através da análise da eficiência social, que segundo Mariano *et al.* (2015) é a abordagem que relaciona a transformação gerada pelo crescimento econômico em qualidade de vida.

Tendo em vista que os estudos na área da eficiência social são um tema ainda pouco explorado pela literatura econômica, que os estudos publicados até o momento não abordam os principais municípios mineradores e dada a relevância de longa data da região do quadrilátero ferrífero para a indústria extrativo mineral na para a economia nacional, este estudo busca compreender se os municípios componentes do quadrilátero ferrífero utilizam os recursos arrecadados a partir da atividade mineradora de forma eficiente aplicando-os na melhoria do bem estar de sua população. O objetivo deste trabalho é mensurar o índice de eficiência social dos municípios que compõem a região do quadrilátero ferrífero mineiro, com base nos recursos arrecadados via CFEM (*inputs*) e em indicadores de desenvolvimento econômicos e sociais (*outputs*) por meio do método de Análise por Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*).

Este trabalho está estruturado em cinco seções, onde a primeira é esta introdução e a seguir será feita uma revisão dos estudos realizados acerca das aplicações da Análise por Envoltória de Dados (DEA) enquanto método, a terceira seção descreve detalhadamente a metodologia utilizada da DEA e a base de dados utilizada, a quarta seção tratará de demonstrar e analisar os resultados obtidos a partir da aplicação do método proposto aos dados indicados na seção anterior e, por fim, na seção cinco farar-se-á a conclusão seguida das considerações finais.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1- IDH Como Referência em indicadores sociais

Dado o consenso dos estudos sobre desenvolvimento humano que evidenciam que tal conceito precisa ser abordado com a ideia clara que se trata de uma análise bastante mais ampla do que a indicação de crescimento de uma economia, o que é feito a partir da medição do valor agregado dos produtos por ela produzida em um determinado período de tempo. Para demonstrar o desenvolvimento humano, é preciso considerar fatores como qualidade de vida de uma população, educação, renda, saúde, dentre outros fatores. A discussão sobre desenvolvimento humano não é recente, porém foi amplificada com a divulgação do primeiro Relatório de Desenvolvimento Humano publicado no ano de 1990, pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD<sup>5</sup>, onde a questão foi colocada em pauta como sendo um problema global e estabeleceu-se com principal indicador para medição do desenvolvimento humano o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, o qual segue, ainda hoje, como o mais conhecido indicador relacionado ao tema.

Proposto inicialmente pelo economista Amartia Sen, em fins da década de 1980 e incorporado no PNUD em 1990, o IDH faz a mensuração do desenvolvimento humano por meio da análise de diversos indicadores que podem variar de acordo com a disponibilidade de dados da região pesquisada, porém buscam nortear a análise para três dimensões principais: longevidade, educação e renda o índice entrega um valor contínuo que varia entre 0 e 1, de forma que zero indica baixíssima/nenhuma qualidade de vida em uma localidade e um, denota a completude dos atributos para que um ser humano tenha absoluta qualidade de vida em uma determinada localidade. Em 1998, foi publicado o IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, que é uma adaptação da metodologia do IDH original, feita a partir dos dados do Censo.

Ainda hoje o Índice de Desenvolvimento Humano traz importantes informações para analisar as regiões onde sua metodologia é aplicada, porém o indicador traz consigo limitações de análise que se por hora são decorrentes do viés criado pelo olhar humano, ou seja, em alguma medida, nota-se um certo superdimensionamento das

---

<sup>5</sup> PNUD – Disponível em: <<https://www.undp.org/pt/brazil/o-que-%C3%A9-o-rdh>> – Acesso em: 08/04/2023

capacidades do indicador, conforme colocado por Guimarães e Januzzi (2005), onde, inclusive, em determinado momento de sua análise se utiliza da palavra “reificação”, para descrever a relação de determinados formuladores de políticas públicas no uso do IDH por se tratar de um indicador inseto de viés político e ideológico nas análises que propicia, onde tal ideia logo trata de ser rechaçada pelo próprio autor ao citar um trecho expondo que tal desconsidera as relações internacionais que dificultam o acesso à riqueza por parte dos países, perpetuando as desigualdades entre os países e centralizando as discussões no debate sobre a eficiência do Poder Público (JANUZZI 2005).

A análise de Barros, Carvalho e Franco (2003) expõe uma outra limitação importante do IDH ao colocar que o indicador impossibilita a análise de um país, por exemplo, a partir da agregação de dados que dos IDHs da média ponderada dos IDHs dos estados.

## **2.2- Indicador de Eficiência Social, uma alternativa pertinente ao IDH**

Os indicadores de eficiência social surgem, assim como o IDH, com a proposta de mensurar a capacidade de um país, estado ou região, através de sua performance na gestão dos recursos disponíveis, de prover riqueza econômica e qualidade de vida para a sua população.

A fim de propor uma nova metodologia para tal, Mariano (2019) propõe um índice de Eficiência Social, onde o indicador é construído a partir de uma metodologia de com uma base matematicamente mais robusta, porém bastante versátil.

Mariano (2019), faz uma importante diferenciação de conceitos ao introduzir o tema da eficiência social, onde argumenta sobre a diferença entre eficiência e eficácia. Eficácia é alcançada ao se atingir um objetivo ou meta; já eficiência é a virtude de uma pessoa ou máquina em atingir o melhor desempenho possível com o mínimo dispêndio de recursos e/ou menor incidência de erros. O mesmo autor enfatiza ainda que é possível ser eficiente e não ser eficaz e, da mesma forma, é possível que uma ação seja eficaz sem que seja eficiente.

### **2.3- O Contexto Econômico na Região do Quadrilátero Ferrífero**

A utilização de uma metodologia capaz de mensurar se há e em que nível as cidades do quadrilátero ferrífero são eficientes na aplicação dos recursos obtidos por meio da atividade mineradora para a população residente mostra sua importância, pois sabe-se que os municípios da região têm sua estrutura econômica baseada na indústria extrativa mineral e indústria de transformação e conforme coloca Vieira (2003), com raras exceções, as cidades da região são dependentes economicamente das indústrias do setor, o que fez com que muitas cidades da região ficassem estagnadas em nível de crescimento e o nível de emprego e renda, fica à mercê da volatilidade do restrito mercado em que estão.

Em sua dissertação, Correa (2022) nomeia o primeiro capítulo como “Maldição e dádiva das regiões intensivas em recursos naturais”, isto para discorrer sobre as evidências que demonstram que a dependência da matriz econômica lastreada na extração de recursos naturais tende a favorecer as condições políticas historicamente consolidadas na região, ampliando a concentração de riquezas e favorecendo a corrupção, o que cria uma verdadeira dicotomia na análise de regiões como é o caso do Quadrilátero Ferrífero, pois se por um lado, a riqueza mineral da região gera uma grande quantidade de emprego e renda para a região, há também, em caso de não aplicação de políticas de governança sólidas, um aumento da concentração da riqueza e do poder político gerados pela atividade.

### **2.4- E a CFEM?**

Trazendo luz sobre a Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), que é um tributo previsto no texto constitucional de 1988, criado para ser a contrapartida da empresa mineradora aos territórios onde a referida empresa possui operação que envolva exploração de petróleo, gás natural, recursos hídricos para fins de produção de energia e/ou outros recursos minerais no território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva.

A contrapartida foi efetivamente implementada pela lei nº 7.990/1989, alterada pela lei nº 13.540/2017 e sua normatização, arrecadação e fiscalização é de responsabilidade do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). A alíquota da CFEM varia entre 1% a 4% do valor bruto de comercialização (deduzidos os tributos incidentes sobre a comercialização), a depender do produto mineral extraído e seus recursos

são repartidos entre União (10%, onde, 7% vão para a ANM, 1% para o FNDCT, 1,8% para o CETEM e 0,2% vão para o IBAMA), estado de onde o recurso foi extraído (15%), para os municípios afetados pela atividade de mineração (15%) e município produtor (60%) (BRASIL, 2017). Criada justamente para compensar o dano ambiental provocado pela atividade extrativista na região onde se encontram as operações das empresas mineradoras se encontram, a CFEM é um elemento importante na composição deste trabalho, dado que sua aplicação fim deve destinar recursos a projetos visando melhoria da infraestrutura, meio ambiente, saúde e educação dos locais impactados direta ou indiretamente pela atividade mineradora (CNM, 2012).

### 3. MÉTODO

#### 3.1- Metodologia DEA

O modelo DEA se utiliza do conceito de eficiência relativa, onde a produtividade é maximizada a partir da construção de uma fronteira de eficiência, que será construída a partir de dados empíricos, onde dada uma certa quantidade de *inputs*, será gerado um nível de *outputs* e a eficiência social será tão grande quanto mais próximos os *outputs* estiverem próximos da fronteira de eficiência gerada pelos *inputs* (MARIANO, 2019).

Um pressuposto de grande relevância para análises Índice de Eficiência Social é importante fazer uma diferenciação de conceitos de eficiência e eficácia. Eficácia é alcançada ao se atingir um objetivo ou meta; já eficiência é a virtude de uma pessoa ou máquina em atingir o melhor desempenho possível com o mínimo dispêndio de recursos e/ou menor incidência de erros. Também é importante destacar que é possível ser eficiente e não ser eficaz e, da mesma forma, é possível que uma ação seja eficaz sem que seja eficiente (MARIANO 2019).

O modelo de Análise por Envoltória de Dados ou método DEA, é um método de programação linear, tradicionalmente utilizado na Pesquisa Operacional, que foi desenvolvido para mensurar eficiência relativa de Unidades Tomadoras de Decisão (*Decision Making Units - DMUs*), com base nas variáveis de *inputs* e/ou *outputs* previamente selecionados (ALMEIDA; MARIANO; REBELATTO, 2006).

A partir da definição de Lins e Meza (2000, apud Campos, Neto e Amoedo 2006), o rigor de uma medida de eficiência técnica deve observar o conceito Pareto-Koopmans, o qual propõe que um vetor *input-output* apresentará eficiência técnica se, somente se:

i) Nenhum dos *outputs* pode ser aumentado sem que algum outro *output* seja reduzido ou algum *input* necessite ser aumentado.

ii) Nenhum dos *inputs* possa ser reduzido sem que algum outro *input* seja aumentado ou algum *output* seja reduzido.

Proposto inicialmente por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978, o método DEA possui atualmente uma grande variedade de modelos aplicáveis às mais diversas áreas. Para este estudo, o modelo escolhido é o não paramétrico de Retornos Variáveis a Escala (*Variable Returns of Scale- VRS*) ou modelo BCC, em homenagem aos seus autores originais, Banks, Charnes e Cooper (1984), onde buscaram considerar os ganhos escala em seu cálculo, o que permite identificar se os dados analisados apresentam retornos constantes, crescentes ou decrescentes de escala (Idem).

Para Mariano (2007), modelos não paramétricos são aqueles que se utilizam da construção empírica de uma fronteira de produção que irá basear as análises posteriores (idem). E Varian (2006), define os conceitos de retornos de escala da seguinte forma: retornos constantes de escala ocorrem quando um incremento na produção proporciona um ganho proporcional na produtividade, já retornos crescentes de escala ocorrem quando um incremento na produção promove aumentos mais que proporcionais na produtividade e os retornos decrescentes de escala, ocorrem quando um aumento na produção produz um aumento menos que proporcional ao ganho que se tem em produtividade.

A partir dos pressupostos apresentados para a construção do modelo, Mariano (2007) descreve em (1) a função a ser otimizada e em (2) e (3) as respectivas restrições:

$$MAX P0 = \sum_{i=1}^m ui \cdot yi0 + u \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n vj \cdot xj0 = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_i + u - \sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{jk} \leq 0 \quad \text{para } k = 1, 2, \dots, z \quad (3)$$

Onde:

Onde:

$u_i$  = peso calculado para o produto  $i$

$v_j$  = peso calculado para o insumo  $j$

$x_{jk}$  = quantidade do insumo  $j$  para unidade  $k$

$y_{ik}$  = quantidade do produto  $i$  para unidade  $k$

$x_{j0}$  = quantidade do insumo  $j$  para unidade em análise

$y_{i0}$  = quantidade do produto  $i$  para unidade em análise

$z$  = número de unidades em avaliação

$m$  = número de tipos de produtos

$n$  = número de tipos de insumo

$u$  = coeficiente de retorno a escala

$u_i$  e  $v_j \geq 0$

$u$  sem restrição de sinal.

Mariano (2007) aponta que o método de aplicação do método proposto por Gollany e Roll (1989) e corroborado por Lins e Meza (2000) é dividido em três fases:

- 1- Definição das DMUs a entrarem na análise;
- 2- Seleção dos *inputs* e *outputs* relevantes para estabelecer a eficiências das DMUs selecionadas;
- 3- Definição do modelo a ser utilizado e se será voltado aos *inputs* ou *outputs*.

### 3.2- Base de dados

Mariano (2007), finaliza apontando que não há consenso sobre a quantas DMUs devem constar no modelo dado o número de variáveis (*inputs/outputs*), porém considera-se que essa relação deve ser de, no mínimo, o dobro.

De acordo com o centro de estudos avançados do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto, em sua publicação intitulada de “Mapa Geológico do Quadrilátero Ferrífero” de 2019, os municípios que compõem a região

são 33, onde cada município representa uma DMU, os quais seguem listados na TAB 1 abaixo.

É importante destacar de antemão, para que não haja problemas de interpretação das informações ao longo da leitura e análise deste trabalho, que o município de Conceição do Mato Dentro não faz parte do Quadrilátero Ferrífero<sup>6</sup>. O município em questão faz parte da Macrorregião de Diamantina, portanto, fora do perímetro do quadrilátero, base deste trabalho.

Tal município foi incluído na análise por dois motivos principais: o primeiro deles é o fato de se um município onde a atividade mineradora se iniciou na última década, especificamente em 2017<sup>7</sup>; e o segundo motivo, que é complementar ao primeiro, é o fato de que em 2021, ano base deste trabalho, o município de Conceição do Mato Dentro foi o município mineiro que teve a maior quantia recolhida da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), o que o torna um importante *benchmark* para análises como as realizadas neste trabalho.

**Tabela 1: Lista de Municípios do Quadrilátero Ferrífero**

<b>N</b>	<b>Município</b>	<b>N</b>	<b>Município</b>
01	Barão de Cocais	18	Mariana
02	Belo Horizonte	19	Mário Campos
03	Belo Vale	20	Mateus Leme
04	Betim	21	Moeda
05	Caeté	22	Nova Lima
06	Catas Altas	23	Ouro Branco
07	Conceição do Mato Dentro*	24	Ouro Preto
08	Congonhas	25	Raposos
09	Conselheiro Lafaiete	26	Rio Acima
10	Ibirité	27	Rio Manso
11	Igarapé	28	Rio Piracicaba
12	Itabira	29	Sabará
13	Itabirito	30	Santa Bárbara
14	Itatiaiuçu	31	Santa Luzia
15	Itaúna	32	São Gonçalo do Rio Abaixo
16	Jeceaba	33	São Joaquim de Bicas
17	João Monlevade	34	Sarzedo

Fonte: Elaboração própria

<sup>6</sup> Quadrilátero Ferrífero – Disponível em: <<https://qfe2050.ufop.br/>> - Acesso em: 08/09/2023

<sup>7</sup> Operação Anglo American em CMD: <<https://brasil.angloamerican.com/pt-pt/imprensa/noticias/2017/10-07-2017>> - Acesso em 08/09/2023

Apresentados os municípios que compõem as DMUs, a TAB. 2, abaixo, descreve a lista com dos indicadores socioeconômicos que irão compor o cálculo do modelo DEA. A lista está organizada de forma a separar os indicadores que serão usados *inputs* do modelo e em seguida aqueles indicadores que serão os *outputs*.

**Tabela 2: Lista de Variáveis**

<b>Variáveis de <i>Input</i></b>		
<i>Variável</i>	<i>Período</i>	<i>Fonte</i>
CEFEM*	2021	ANM
Receita Municipal*	2021	IRMS

<b>Variáveis de <i>Output</i></b>		
<i>Variável</i>	<i>Período</i>	<i>Fonte</i>
Taxa de Emprego Formal	2021	IRMS
Rendimento Médio Salarial	2021	IRMS
Índice de Qualidade Geral da Educação	2021	IRMS
% população urbana em domicílios com abastecimento de água (rede)	2021	IRMS
Taxa Nascidos Vivos com Abaixo do Peso	2021	IRMS

\* Para o melhor ajuste ao modelo, os dados da CFEM e da Receita Municipal, foram utilizados de forma per-capta e os dados populacionais que baseiam o cálculo per-capta de cada município correspondem aos dados do Censo 2022.

Fonte: Elaboração própria

Dadas as DMUs, variáveis de *input* e *output*, segue abaixo a base de dados utilizada no cálculo.

**Tabela 3: Base de Dados Utilizada**

N	Município	INPUTS		OUTPUTS				
		Receita per-capta	CFEM per-capta	Taxa de emprego	Rendimento médio	Qualidade educação	Pop. urbana com água	Nascidos com peso normal
1	Barão de Cocais	5081,16	468,3	31,4	2561,44	0,37	84,3	90,64
2	Belo Horizonte	5033,12	0	67,5	4207,19	0,38	95	88,85
3	Belo Vale	25558,25	10883,07	17	2111,77	0,36	99,6	92,71
4	Betim	4839,82	3,3	33,2	3174,08	0,38	89,1	89,39
5	Caeté	2677,75	28,79	16,4	2401,72	0,41	99,3	88,31
6	Catas Altas	13709,72	6432,66	34,2	3151,8	0,42	90,3	95,65
7	Conceição do Mato Dentro	30993,86	22470,89	49,4	3607,43	0,32	87,3	89,56
8	Congonhas	13538,31	4883,01	43,6	2962,88	0,4	82,2	89,89
9	Conselheiro Lafaiete	2824,6	7,28	23,3	2058,29	0,43	87	90,43
10	Ibirité	2506,04	0	12,9	2390	0,34	82,7	89,46
11	Igarapé	3450,42	345,83	22,2	2196,34	0,38	88,6	90,45
12	Itabira	6916,38	2386,59	37,3	2641,73	0,38	100	91,09
13	Itabirito	12798,44	0,36	49,1	2815,51	0,47	95,5	90,71
14	Itatiaiuçu	21325,39	10705,12	53,2	3301,97	0,35	96,7	91,34
15	Itaúna	3777,12	3,46	40,3	2477,58	0,39	100	92,57
16	Jeceaba	16320,65	0,72	105	4899,27	0,4	99,8	92,59
17	João Monlevade	3453,12	0	32,8	2370,38	0,4	100	90,07
18	Mariana	8508,24	4836,11	38,3	2790,53	0,35	100	91,3
19	Mário Campos	2927,41	90,29	14,3	2771,69	0,32	94,8	91,35
20	Mateus Leme	3561,91	597,91	27,1	1953,42	0,41	78,9	84,93
21	Moeda	4522,72	0,62	19,2	2048,48	0,37	100	93,15
22	Nova Lima	10640,02	2337,37	73	4009,05	0,41	94,7	90,62
23	Ouro Branco	4368,9	0,3	45,8	3383,37	0,42	96,8	88,84
24	Ouro Preto	6128,78	1142,05	33,6	3783,8	0,37	97,3	85,54
25	Raposos	2596,09	0	8,9	2074,91	0,39	88,4	89,62
26	Rio Acima	7992,69	1148,22	19	2442,67	0,35	99	86,73

27	Rio Manso	3613,38	0,05	13,2	1795,81	0,46	97,5	87,5
28	Rio Piracicaba	5470,36	4,54	25,2	2630,19	0,42	92,8	91,74
29	Sabará	2652,2	86,55	19,2	2773,59	0,34	78,6	90,11
30	Santa Bárbara	5339,16	441,78	29,6	2805,59	0,38	81,8	86,47
31	Santa Luzia	2665,99	1,59	17,7	2459,66	0,37	76,5	89,47
32	São Gonçalo do Rio Abaixo	38310,24	12908,8	97,6	3516,3	0,4	100	90,98
33	São Joaquim de Bicas	3309,19	13,82	27,2	2215,86	0,37	90,7	88,76
34	Sarzedo	5170,5	500,07	39,1	2788,66	0,4	91,2	92,02

Fonte: Elaboração própria

Dado que estão descritas as informações a respeito da metodologia a ser aplicada, o modelo foi apresentado e detalhadamente explicado, a base montada e da forma com que os dados foram organizados explicitadas, segue-se daqui para o próximo capítulo, onde serão apresentados os resultados obtidos.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1- Panorama de Resultados**

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos a partir da execução do modelo de eficiência social, baseado no método de Análise por Envoltória de Dados (DEA), o qual teve sua estrutura de cálculos executada no software RGui, versão 4.3.1.

Conforme apresentado no capítulo anterior, constam no cálculo as informações dos 33 municípios do quadrilátero ferrífero mais a cidade de Conceição do Mato Dentro, totalizando 34 municípios presentes no estudo.

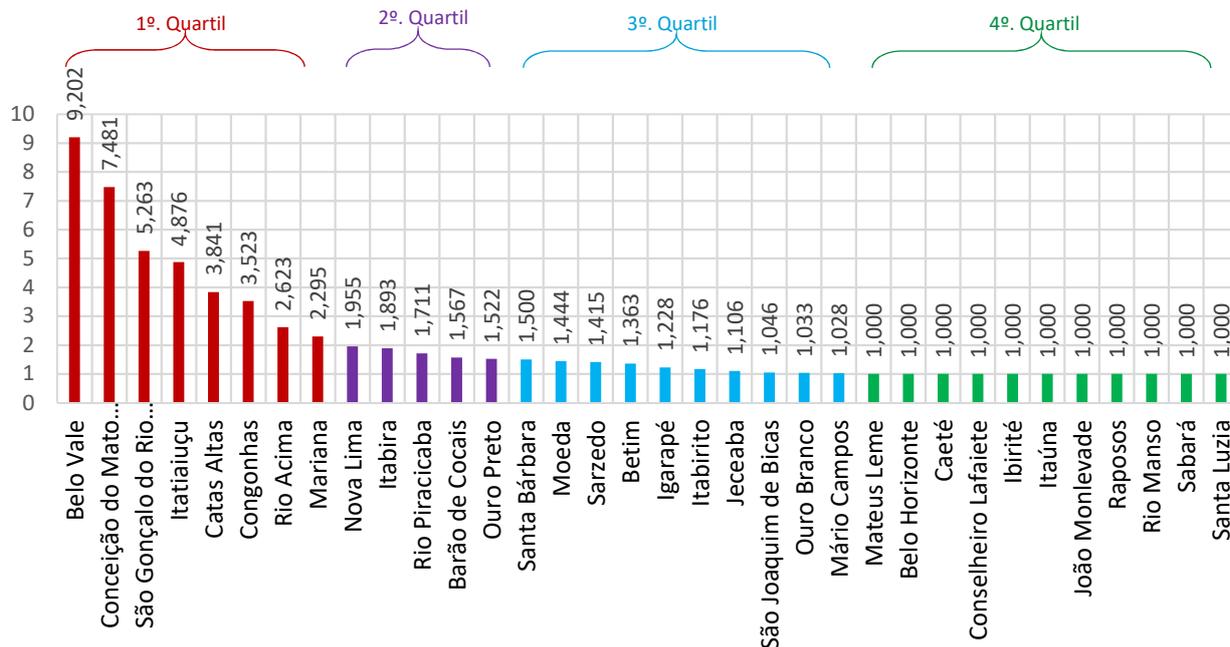
Os resultados do cálculo da eficiência social serão demonstrados e analisados individualmente em um primeiro momento e no decorrer do texto serão apresentados novos elementos como detalhamento do comportamento dos dados em cada quartil, além da correlação da eficiência calculada com cada variável e por fim, um comparativo com o IDH.

### **4.2- Índice de Eficiência Social**

O gráfico 1, abaixo, traz os resultados do cálculo de eficiência social a partir da Análise por Envoltória de Dados (DEA) para cada um dos 33 municípios que compõem o quadrilátero ferrífero, mais a cidade de Conceição do Mato Dentro.

A informações do gráfico estão organizadas em ordem decrescente a partir de seu índice de eficiência calculado e a foi feita uma separação dos quartis de análise com o auxílio cores contrastantes para facilitar a análise. Em vermelho, estão destacados os municípios do primeiro quartil, onde constam aqueles que obtiveram um valor de eficiência social variando de 9,202 (maior valor da série) a 2,000; no segundo quartil, em roxo, estão os municípios que obtiveram valores de eficiência entre 1,999 a até 1,500; em azul, o terceiro quartil destaca os municípios com valores de eficiência entre 1,499 e 1,001; já os municípios destacados na cor verde, são aqueles que atingiram 1,000 no cálculo do modelo.

**Gráfico 1: Eficiência obtida e divisão dos quartis**



Fonte: Elaboração própria

É possível notar que o grau de eficiência dos municípios pesquisados apresenta uma variabilidade relativamente baixa nos três últimos quartis. Tal variação, mesmo que pequena deve ser considerada como relevante, pois o objetivo é que todos os municípios maximizem sua eficiência social, ou seja, ofereçam qualidade de vida a sua população. Dito isso, destaca-se o primeiro quartil, onde foram obtidos os piores valores de eficiência social, já que uma DMU é tão eficiente, quanto mais próxima de 1,000 for o resultado obtido e nesse sentido, os municípios de Belo Vale, Conceição do Mato Dentro, São Gonçalo do Rio Abaixo, Itatiaiuçu, Catas Altas, Congonhas, Rio Acima e Mariana, apresentaram os piores indicadores de eficiência social dentre os municípios analisados.

Chama atenção no primeiro quartil, composto por 8 municípios, a presença de municípios de Congonhas e Mariana, tendo em que são regiões mundialmente famosas pelo seu histórico com a mineração e inclusive exploram essas raízes com viés turístico, porém boa parte de sua população ainda carece da infraestrutura básica do Estado, tendo em vista que os indicadores de *output* utilizados foram escolhidos justamente por serem básicos para promoção de qualidade de vida. Excetuando o

indicador de nível de emprego formal, os demais poderiam, inclusive, ser, eventualmente, utilizados conjuntamente para o cálculo do IDH de tais municípios.

No segundo quartil, composto por 5 municípios, chama a atenção a presença de Nova Lima, com um índice de eficiência em 1,995, o município conhecido por apresentar um valor alto no IDH, 0,81 IBGE (2010). É um caso passível de ser aprofundado em estudos futuros. Já Ouro Preto se enquadra no mesmo caso de Mariana e Congonhas.

No terceiro quartil, temos os 10 municípios que ficaram próximos de alcançar a maior eficiência social possível com base nos *inputs* apresentados, porém ainda carecem de medidas de aperfeiçoamento para o nível máximo de eficiência. Os destaques são os municípios de Moeda, São Joaquim de Bicas, Jeceaba. Os três municípios, apesar de apresentarem níveis razoáveis de eficiência social, têm IDH abaixo de 0,7. Também são casos relevantes de serem aprofundados.

Já o quarto quartil, temos os 11 municípios que alcançaram o maior patamar possível de eficiência social a partir dos *inputs* utilizados. Comparativamente, o município de Rio Manso se destaca, pois apresentou o nível máximo de eficiência, porém seu IDH disponível é 0,65 (IBGE, 2010).

#### **4.3- DEA x IDH**

A TAB. 4, abaixo, apresenta os resultados de eficiência gerados pelo modelo DEA e os respectivos IDHs dos municípios pesquisados. Pode-se observar que há grande heterogeneidade nos dados. Calculado o coeficiente de correlação entre as variáveis e o resultado da correlação é de -0,399, o que indica uma baixa correção negativa entre as variáveis. Porém um padrão pode ser observado entre os municípios do primeiro quartil, onde 5 dos 8 municípios do quartil revelam ter o indicador de eficiência social no pior dos quartis, também apresentam IDH abaixo de 0,7, o que corrobora com o resultado demonstrado pelo indicador de eficiência social, trazendo maior robustez ao argumento de que os municípios mencionados, de fato, carecem de aperfeiçoar a eficiência dos investimentos e serviços prestados à suas respectivas populações.

**Tabela 4: DEA x IDH**

<b>Quartil</b>	<b>Município</b>	<b>DEA</b>	<b>IDH</b>
1º	Belo Vale	9,202181	0,65
1º	Conceição do Mato Dentro	7,480669	0,63
1º	São Gonçalo do Rio Abaixo	5,263282	0,66
1º	Itatiaiuçu	4,876355	0,67
1º	Catas Altas	3,841491	0,68
1º	Congonhas	3,522835	0,78
1º	Rio Acima	2,622722	0,73
1º	Mariana	2,294663	0,74
2º	Nova Lima	1,954539	0,81
2º	Itabira	1,893368	0,75
2º	Rio Piracicaba	1,71132	0,69
2º	Barão de Cocais	1,566601	0,72
2º	Ouro Preto	1,521818	0,74
3º	Santa Bárbara	1,499667	0,71
3º	Moeda	1,444054	0,64
3º	Sarzedo	1,415183	0,73
3º	Betim	1,363489	0,75
3º	Igarapé	1,227531	0,7
3º	Itabirito	1,176195	0,73
3º	Jeceaba	1,105714	0,66
3º	São Joaquim de Bicas	1,046034	0,66
3º	Ouro Branco	1,033073	0,76
3º	Mário Campos	1,027596	0,7
4º	Mateus Leme	1	0,7
4º	Belo Horizonte	1	0,81
4º	Caeté	1	0,73
4º	Conselheiro Lafaiete	1	0,76
4º	Ibirité	1	0,7
4º	Itaúna	1	0,76
4º	João Monlevade	1	0,76
4º	Raposos	1	0,73
4º	Rio Manso	1	0,65
4º	Sabará	1	0,73
4º	Santa Luzia	1	0,71

Fonte: Elaboração própria

#### 4.4- Relação percentual dos *inputs* com o DEA

A TAB. 5, abaixo, demonstra que há uma correlação positiva entre a relação da CFEM per-capta com a Receita per-capta, relação esta que demonstra quanto a CFEM gerada pelo município em questão representa receita desse mesmo município, importante lembrar que a data base é ano de 2021.

Em uma análise superficial da TAB. 5 é possível notar que existe uma tendência de correlação positiva entre as variáveis. Onde, quanto maior a relação da CFEM per-capta com a receita per-capta do município, maior também o índice de eficiência social, ou seja, maior o grau de ineficiência.

**Tabela 5: CFEM per-capta /Receita per-capta comparado ao DEA**

<b>Município</b>	<b>CFEM per-capta Receita per-capta</b>	<b>DEA</b>
Belo Vale	42,58%	9,202181
Conceição do Mato Dentro	72,50%	7,480669
São Gonçalo do Rio Abaixo	33,70%	5,263282
Itatiaiuçu	50,20%	4,876355
Catas Altas	46,92%	3,841491
Congonhas	36,07%	3,522835
Rio Acima	14,37%	2,622722
Mariana	56,84%	2,294663
Nova Lima	21,97%	1,954539
Itabira	34,51%	1,893368
Rio Piracicaba	0,08%	1,71132
Barão de Cocais	9,22%	1,566601
Ouro Preto	18,63%	1,521818
Santa Bárbara	8,27%	1,499667
Moeda	0,01%	1,444054
Sarzedo	9,67%	1,415183
Betim	0,07%	1,363489
Igarapé	10,02%	1,227531
Itabirito	0,00%	1,176195
Jeceaba	0,00%	1,105714
São Joaquim de Bicas	0,42%	1,046034
Ouro Branco	0,01%	1,033073
Mário Campos	3,08%	1,027596
Mateus Leme	16,79%	1
Belo Horizonte	0,00%	1
Caeté	1,08%	1
Conselheiro Lafaiete	0,26%	1
Ibirité	0,00%	1

Itaúna	0,09%	1
João Monlevade	0,00%	1
Raposos	0,00%	1
Rio Manso	0,00%	1
Sabará	3,26%	1
Santa Luzia	0,06%	1

Fonte: Elaboração própria

#### 4.5- Correlação entre *Inputs*, *Outputs* e Eficiência no Modelo DEA

A fim de entender se um indicador utilizado influencia mais ou menos na composição do indicador de eficiência social calculado, a TAB. 6 foi elaborada com o coeficiente de correlação de cada variável utilizada na construção do modelo o resultado trouxe algumas informações relevantes.

**Tabela 6: Correlação dos *inputs*, não ponderados pela população, com o grau de eficiência calculado**

<i>Input x DEA</i>	Correlação
CEFEM Recolhida x DEA	0,552607448
Receita Municipal x DEA	-0,092699935

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 7: Correlação do *inputs* do modelo com o grau de eficiência calculado**

<i>Input x DEA</i>	Correlação
CEFEM Per-capta Recolhida x DEA	0,854133242
Receita Per-capta Municipal x DEA	0,901491381

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 8: Correlação do *outputs* do modelo com o grau de eficiência calculado**

<i>Input x DEA</i>	Correlação
Taxa de Emprego Formal e DEA	0,193053887
Rendimento Médio e DEA	0,136204129
Índice de Qualidade Geral da Educação e DEA	-0,291492054
% população urbana em domicílios com abastecimento de água (rede) e DEA	0,157470023
Nascidos Vivos com Peso Normal e DEA	0,277176056

Fonte: Elaboração própria

Analisando a TAB. 6, nota-se que quando calculadas as correlações da CEFEM recolhida e da receita municipal (em valores totais arrecadados em 2021), observa-se que há uma correlação moderada entre a CEFEM e o indicador de eficiência social calculado e uma correlação não significativa entre a receita municipal. Porém, ao ponderar os valores pela população, na TAB. 7, observa-se que há forte correlação entre as ambas as variáveis com o indicador de eficiência calculado, o que reforça a

análise de que, de fato, há baixa eficiência da utilização dos recursos arrecadados pelos municípios não que têm uma grande arrecadação per-capta, mas, fazendo uma análise conjunta dos dados das TAB.s 5 e TAB. 7, aqueles municípios tem pior performance no indicador de eficiência social, quão maior é a participação da CFEM na sua arrecadação dada a população residente na região.

Dados os resultados acima apresentados e das análises feitas, a sequência deste estudo tratará de consolidar as análises, apresentar as devidas conclusões e expor as considerações finais a respeito do estudo.

## 5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1- Conclusão

Neste estudo, os indicadores utilizados foram estrategicamente escolhidos para que estejam presentes as óticas de análise que promovem o básico que uma determinada população precisa ter para atingir um nível razoável de qualidade de vida. Um indicador relacionado a prestação de serviço de saúde básica, um indicador sobre a qualidade da educação, um indicador de renda e um indicador de qualidade do emprego.

Uma relevante conclusão obtida a partir da análise dos dados reforça a ideia de dualidade colocada por Correa (2022), onde, em resumo, a autora discute sobre se uma região uma região ser intensiva em recursos naturais, bom ou ruim. Observa-se que se por um lado quando uma região intensiva em recursos naturais aumenta significativamente a arrecadação municipal, por outro lado, os municípios tendem a apresentar certa dependência de tais recursos. O que, no curto prazo, é algo esperado, mas trazendo a luz para os resultados daqueles municípios pioneiros na mineração em terras brasileiras, Mariana e Ouro Preto, há bastante tempo a mineração é protagonista em sua arrecadação e seus respectivos indicadores de eficiência apontam para necessidade de melhoria significativa dos indicadores de *output* para que suas populações tenham acesso ao básico para melhoria da qualidade de vida na região.

Se Ouro Preto e Mariana surpreendem pelo fato serem pioneiros ainda não apresentarem níveis satisfatórios de eficiência, o município de Conceição do Mato Dentro também surpreende, mas pelo fato de ser aquele onde a atividade mineradora se iniciou há pouco mais de seis anos, porém parece estar cometendo os mesmos erros dos “veteranos” mencionados. Mesmo tendo terceira maior arrecadação da CFEM do estado de Minas Gerais no ano de 2021, a qual 43,5% da receita municipal naquele ano, a cidade obteve o segundo pior resultado no indicador de eficiência social, o que somado, por exemplo ao fato de a cidade apresenta o pior resultado no indicador de qualidade da educação, o que indica que, tudo mais constante, a cidade se tornará extremamente dependente dos recursos da mineração, agravando assim os problemas de desigualdade já presentes na região pode agravar problemas sociais e se tornando um foco de corrupção do governo local.

Para estudos futuros, recomenda-se aprofundar na bibliografia disponível a fim trazer análises mais robustas com o intuito de transformar os dados obtidos em ferramentas capazes de direcionar os formuladores de políticas públicas dos municípios estudados na melhoria da qualidade de vida de suas populações.

Sugere-se também que há uma oportunidade interessante de se produzir um estudo de caso específico para o caso do município para cada município presente no primeiro quartil da TAB. com os resultados de eficiência, em especial, os municípios de Belo Vale, Conceição do Mato Dentro, São Gonçalo do Rio Abaixo, Itatiaiuçu, Catas Altas, pois apresentam um nível de eficiência significativamente baixo e por serem municípios bastante pequenos, o potencial benefício de um estudo específico para direcionar as políticas públicas das regiões é considerável.

## **5.2- Considerações Finais**

Em setembro de 2023, período em que este estudo foi concluído, uma nova proposta de reforma tributária está em tramitação no congresso nacional, o que tem acalorado debates em todo o Brasil. Muito se questiona se no país o nível de tributação paga e muitos somos levados a pensar que o Estado brasileiro é grande e inchado, em se tratando de recursos financeiro e humanos. Tais discussões são sim de grande relevância em qualquer sociedade, porém o debate sobre a eficiência dos gastos públicos fica em um plano bem menor, sendo ofuscada pelas falas sobre a quantidade de tributos e ao finalizar este estudo, fica evidente a necessidade de trazer luz para o debate para melhoria da eficiência dos gastos do Estado brasileiro em favor do aperfeiçoamento da prestação de serviços públicos à população.

A publicação dos dados populacionais do Censo Demográfico de 2022 foi fundamental para uma melhor fidedignidade dos dados desde estudo, porém ainda há muito dados a serem divulgados, como os do IDH, entre outras informações que dependem indiretamente do Censo para manter a robustez dos dados e consequentemente das análises obtidas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, U. R.; MACHADO, M. M. M.; CASTRO, P. T. A.; RENGER, F. E.; TREVISOL, A.; BEATO, D. A. C. **Geoparque Quadrilátero Ferrífero (MG)/ Proposta**. v.1, p.185-220. N.D; Disponível em: <http://www.desenvolvimento.mg.gov.br/assets/projetos/1081/130fd1adf19cc74be83c7c6c829c53b9.pdf>

BARROS, Ricardo Paes de; CARVALHO, Mirela de; FRANCO, Samuel. **TEXTO PARA DISCUSSÃO N° 986**: o índice de desenvolvimento da família (idf). Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2003. Disponível em: [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2946/1/TD\\_986.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2946/1/TD_986.pdf). Acesso em: 02 jul. 2023

BILBAO-UBILLOS, Javier. Another Approach to Measuring Human Development: the composite dynamic human development index. **Social Indicators Research**, [S.L.], v. 111, n. 2, p. 473-484, 9 mar. 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11205-012-0015-y>. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11205-012-0015-y.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2021;

BRASIL. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICÍPIOS. **Estudos Técnicos**: Entenda a CFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais). 2012. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca/ET%20Vol%205%20-%202014.%20Entenda%20a%20CFEM.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2021;

BRASIL. Lei nº13.540, de 18 de dezembro de 2017. Altera as Leis nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e 8.001, de 13 de março de 1990, para dispor sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). **Subchefia para Assuntos Jurídicos**. Brasília, DF: Presidência da República, [2017] .Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2017/Lei/L13540.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13540.htm);

CAMPOS, Samuel Alex Coelho; FERREIRA NETO, João Ambrósio; AMOEDO, Nora Beatriz Presno. Eficiência técnica dos produtores de leite no Projeto de Assentamento Fruta D'Anta, João Pinheiro – MG. **Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, Rio Branco, 20 jul. 2008. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Disponível em: <https://encurtador.com.br/colWX;corr>

CORREA, Beatriz Cunha Freitas. **ANÁLISE DA GOVERNANÇA NA RESILIÊNCIA REGIONAL PARA OS MUNICÍPIOS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO EM MINAS GERAIS (2004- 2019)**. 2022. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, 2022. Disponível em: [https://repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/155777/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O\\_An%c3%a1liseGovernan%c3%a7aResili%c3%aancia.pdf](https://repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/155777/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O_An%c3%a1liseGovernan%c3%a7aResili%c3%aancia.pdf). Acesso em: 07 set. 2023;

ERBER, Fabio S.. As convenções de desenvolvimento no governo Lula: um ensaio de economia política. **Revista de Economia Política**, [S.L.], v. 31, n. 1, p. 31-55, mar. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31572011000100002>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rep/a/Mw34qzCwY77WKmMcCbj7Y5B/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 09 nov. 2021

FERRAZ, Diogo; ALVES, Raquel Lessa; CORREA, Jaqueline; SANTIAGO, Beathriz dos Santos. EFICIÊNCIA SOCIAL NA AMAZÔNIA BRASILEIRA. **XXVII SIMPEP - Simpósio em Engenharia de Produção**: Como a Engenharia de Produção Pode Preparar as novas Gerações para os Desafios do Século XXI, Bauru, 10 nov. 2021

GUIMARÃES, José Ribeiro Soares; JANNUZZI, Paulo de Martino. IDH, INDICADORES SINTÉTICOS E SUAS APLICAÇÕES EM POLÍTICAS PÚBLICAS: uma análise crítica. **R. B. Estudos Urbanos e Regionais**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 73-90, maio 2005. Disponível em: [file:///C:/Users/Aleksander%20Chagas/Downloads/crisleme,+06-guimaraes\\_januzzi.pdf](file:///C:/Users/Aleksander%20Chagas/Downloads/crisleme,+06-guimaraes_januzzi.pdf). Acesso em: 02 jul. 2023

GOR, Seth Omondi; GITAU, Ciliaka Millicent Wanjiru. RETHINKING THE HDI: amore theoretically consistent alternative. **Oida: International Journal of Sustainable Development**. Ontário, p. 85-90. 05 set. 2010. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1671022](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1671022). Acesso em: 10 nov. 2021

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (Brasília). **Panorama da Mineração em Minas Gerais**. 2015. Disponível em: <https://ibram.org.br/wp->

content/uploads/2021/02/Panorama-da-Mineracao-em-Minas-Gerais-2016.pdf.

Acesso em: 10 nov. 2021.

JANNUZZI, Paulo de Martino. **Indicadores Sociais no Brasil**: conceitos, fontes de dados e aplicações. 3. ed. São Paulo: Alínea, 2005. 141 p.

MARIANO, E. B. Conceitos Básicos de Análise de Eficiência produtiva. **XIV SIMPEP**, 2007.

MARIANO, Enzo Barberio; SOBREIRO, Vinicius Amorim; REBELATTO, Daisy Aparecida do Nascimento. Human development and data envelopment analysis: a structure dliterature review. **Omega: The International Journal of Management Science**. [S.L.], p. 33-49. 14 jan. 2015. Disponível em: <https://s100.copyright.com/AppDispatchServlet?publisherName=ELS&contentID=S0305048315000043&orderBeanReset=true>. Acesso em: 11 nov. 2021

VARIAN, H. R. **Microeconomia - Princípios Básicos - Uma Abordagem Moderna**. Rua Sete de Setembro. 111- 16" andar 20050-006 Rio de Janeiro RJ Brasil: Elsevier Editora Ltda., 2006.

VIEIRA, Edson Trajano; SANTOS, Moacir José dos. Desenvolvimento econômico regional: uma revisão histórica e teórica. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 344-369, 26 abr. 2012. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/679/296>. Acesso em: 09 nov. 2021

VIEIRA, Renata Souza. **EXTRATIVISMO MINERAL E CRESCIMENTO ECONÔMICO EM MUNICÍPIOS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO DE MINAS GERAIS**. 2003. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/9000>. Acesso em: 09 set. 2023