



## EFICIÊNCIA SOCIOECONÔMICA DE MUNICÍPIOS MINERADORES DO NORTE BRASILEIRO: UMA APLICAÇÃO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS.

**Autores:** Thais Abraham Castro; Keila Regina Mota Negrão; Sérgio Castro Gomes

### RESUMO

O artigo objetiva analisar a eficiência técnica de municípios mineradores da região norte, relativo a 2010, no que consiste a aplicação do recurso incremental referente à *CFEM* (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais) em seus indicadores socioeconômicos. As unidades analisadas constituem-se por municípios arrecadadores e não arrecadadores da *CFEM*, pertencentes à região Norte brasileira, no qual não arrecadadores servem apenas para comparação de eficiência com os mineradores. Metodologicamente foi empregada para realizar a mensuração da eficiência técnica a *Data Envelopment Analysis (DEA)*. Os resultados mostram haver evidências que os municípios beneficiados por esse incremento orçamentário apresentam escores de eficiência superiores aos não beneficiados (não mineradores) para os indicadores socioeconômicos. No entanto, a maior parcela apresenta escores inferiores a 50,0%.

**Palavras chaves:** eficiência técnica, mineração, indicadores, orçamento municipal.

### ABSTRACT

The article aims to analyze the technical efficiency of mining cities of the north, for the year 2010, consisting in the application of incremental feature related to Financial Compensation for Exploiting Mineral Resources in its socioeconomic indicators. The units analyzed are constituted by collectors and non collectors municipalities mineral royalty, belonging to the Northern region of Brazil, in which collectors municipalities not only serve for comparison of efficiency with the miners. The methodological tool used to perform the measurement of technical efficiency was the Data Envelopment Analysis (DEA). The results show that there is evidence that municipalities receive royalties for mineral exploration in their territory, have higher efficiency scores for the non-mining economic indicators, education, sanitation and health. However, the largest portion of them have efficiency scores below 50.0 %.

**Key words:** technical efficiency, mining, indicators, municipal budget.

### 1 INTRODUÇÃO

A compensação financeira pela exploração de recursos minerais (*CFEM*), conhecida como *royalty* da mineração, é um dos muitos encargos incidentes na cadeia mineral. Essa receita incremental, destinada aos municípios mineradores, tem por fim a aplicação em projetos, que direta ou indiretamente contribuam com a comunidade local (DNPM, 2013). Do total de 450 municípios que pertencem à região norte do Brasil, 149 municípios exploram



recursos minerais e, portanto, tem como obrigação a contraprestação pela utilização econômica desses recursos em seus respectivos territórios (DNPM, 2013).

Em 2010 a CFEM foi responsável por uma arrecadação nacional de R\$ 1,078 bilhão (IBRAM, 2014), sendo distribuída à União, ao Estado onde ocorreu a extração, e ao município minerador. Nesse ano a arrecadação do *royalty* na região norte chegou a R\$ 333.7 milhões (DNPM, 2013). Considerando o volume de arrecadação repassado aos municípios mineradores, e o propósito para aplicação desse recurso,

Com o volume de arrecadação repassada aos municípios mineradores, estes deveriam, teoricamente, possuir indicadores socioeconômicos superiores aos municípios que não contam com os benefícios da CFEM, como observado por Rodrigues e Silveira (2009) para os municípios mineradores da região central de Minas Gerais. Daí, o questionamento central deste trabalho é o de avaliar se os municípios mineradores são mais eficientes que os não mineradores tomados os indicadores da atividade econômica, educacional, saneamento e saúde.

Nesse sentido, este estudo tem por objetivo calcular e analisar a eficiência técnica de municípios mineradores da região norte do Brasil, referente ao ano de 2010, na aplicação do recurso incremental da CFEM nos indicadores socioeconômicos. Em termos analíticos pretende-se realizar a análise comparativa da eficiência de indicadores socioeconômicos de municípios mineradores em relação aos municípios não mineradores.

Para isso, utilizou-se a técnica de *Data Envelopment Analysis* (DEA). Trata-se de uma técnica baseada em modelos matemáticos não paramétricos, que consiste em avaliar o desempenho de organizações por meio de medidas de eficiência técnica. (FERREIRA E GOMES, 2009).

Para discorrer sobre o assunto este artigo apresenta, além desta introdução, uma seção com aspectos informativos sobre a CFEM. Em seguida, traz uma breve revisão da literatura sobre finanças públicas e eficiência. A seção seguinte descreve os procedimentos metodológicos adotados para realização da pesquisa. Na próxima seção são apresentados os resultados do estudo, seguida das conclusões da pesquisa.



## 2 COMPENSAÇÃO FINANCEIRA PELA EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS

A compensação financeira pela exploração dos recursos minerais (CFEM) é um *royalty* mineral pago como contraprestação pela utilização dos recursos minerais, em seus devidos territórios, aos estados, distrito federal, municípios e aos órgãos da administração da União por quem exerce atividade de mineração, de acordo com as alíquotas da tabela 1 (DNPM, 2013).

**Tabela 1 - Alíquotas das substâncias minerais.**

Substância	Alíquotas (%)
Minério de alumínio; manganês; sal-gema e potássio.	3
Ferro; fertilizante; carvão e demais substâncias.	2
Ouro	1
Pedras preciosas; pedras coradas lapidáveis; carbonados e metais nobres.	0,2

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do DNPM

Em relação aos recursos provenientes da CFEM, segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), são distribuídos conforme mostra a tabela 2.

**Tabela 2 - Distribuição dos recursos da CFEM**

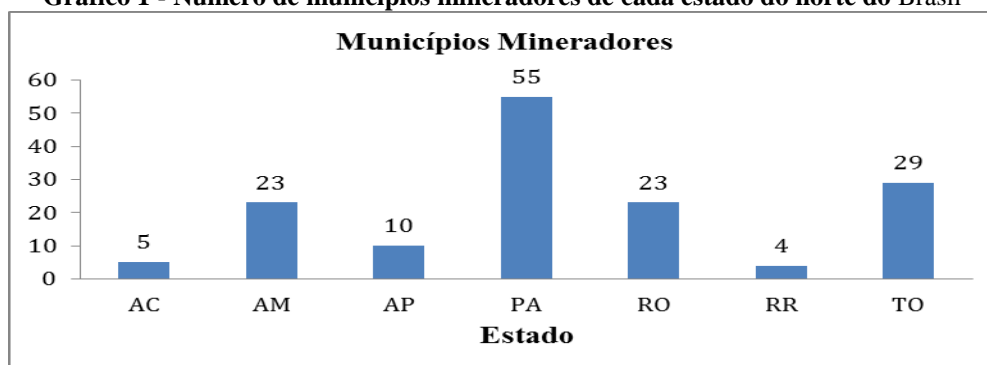
Destino	(%)
União (DNPM, IBAMA e MCT)	12
Estado da extração da substância mineral	23
Município produtor onde ocorre a extração da substância mineral	65

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do DNPM

Os destinos dos recursos provenientes do *royalty* mineral não podem ser aplicados em pagamento de dívida ou no quadro permanente de pessoal da União, dos Estados, Distrito Federal e dos Municípios. As receitas deverão ser aplicadas em projetos, que revertam em prol da comunidade local, na forma de melhoria da infraestrutura, da qualidade ambiental, da saúde e educação (DNPM, 2013).

Em 2010, segundo dados do DNPM (2013), a região norte do Brasil computava 149 municípios mineradores e arrecadadores da CFEM, dentre os 450 municípios que compõe toda essa região. No Gráfico 1 é possível identificar o número de municípios mineradores que cada estado nortista possui.

**Gráfico 1 - Número de municípios mineradores de cada estado do norte do Brasil**



Fonte: Elaborado própria a partir de dados do DNPM



Em 2010, a arrecadação da CFEM em todos os municípios nortistas alcançou R\$ 333,7 milhões. Somente o Pará representou 94% dessa arrecadação, com o montante de R\$ 314,9 milhões (DNPM, 2013).

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 FINANÇAS PÚBLICAS

O termo *finanças públicas* está associado à ferramenta administrativa do planejamento orçamentário, ou orçamento público, que prevê o dimensionamento de receitas, despesas e investimentos dos Governos para determinados períodos, definidos em Lei (VIGNOLI, 2004). É uma atividade financeira voltada para obtenção e aplicação de recursos para atendimento das necessidades da população (RODRIGUES, *et. al.*, 2009).

O Estado incorrerá em gastos públicos pela necessidade de atender às demandas sociais, devendo gerar receitas suficientes para promover o desenvolvimento econômico e social (SOUZA, 2005). Os recursos para atendimento às necessidades da população são provenientes de receitas tributárias e transferidas. As receitas tributárias se referem à arrecadação de impostos, taxas e contribuições de melhoria. As receitas transferidas advêm das diversas esferas de Governo destinadas à aplicação em despesas correntes.

O Governo adota medidas que interferem na produção, comercialização e prestação de serviços disponíveis nos setores privado e público. Tais medidas são estabelecidas a partir de políticas alocativas que têm como meta a “alocação econômica eficaz, definida como aquela que gera o máximo de valor, para a qualidade disponível de recursos, dada uma distribuição de renda e uma estrutura de preferências” (FILELLINI, 1994, p.52).

Para analisar o desempenho de determinada ação pública, geralmente se utilizam os resultados de indicadores econômicos, por assumir que são importantes ferramentas para elaboração de estratégias e políticas públicas, podendo estimular os fatores positivos e indicar os pontos negativos que afetam o desenvolvimento de certa região e, a partir disso, fazer alguma inferência para minimizá-los (ORLOWSKI e AREND, 2005).

A atuação do estado por meio da política fiscal abrange três funções básicas: alocativa, distributiva e estabilizadora. A função alocativa refere-se ao fornecimento de bens públicos. A função distributiva diz respeito a ajustes na distribuição de renda, de forma que seja considerada justa pela sociedade. A função estabilizadora, por sua vez, está ligada à



estabilidade dos preços e alcance de uma taxa apropriada de crescimento econômico. (GIAMBIAGI, 2001)

Há funções que são “típicas do governo”, ou seja, se o governo não assumir, ninguém assumirá, ou, se assumir, realizará parcialmente ou de modo insatisfatório, por estar relacionado a oferta de bens públicos. Entre as funções mais importantes estão: saúde, educação, defesa nacional, policiamento, regulação, justiça e assistencialismo. (GIAMBIAGI, 2001)

As funções saúde e educação são assumidas pelo governo, mas também por instituições privadas como hospitais e escolas particulares. Todavia, uma importante parcela da população não tem recursos para utilizar os serviços ofertados na rede privada, e o Estado tem o dever de disponibilizar tais serviços à população, mesmo que algumas pessoas, em melhores condições, optem pelos serviços particulares. A existência de instituições públicas de ensino e saúde, ou instituições subsidiadas, é necessária em termos de justiça social, principalmente em países onde observa-se alta concentração de renda. A intervenção do governo nessas áreas justifica-se pois bons níveis de educação e saúde em uma sociedade geram externalidades positivas, formando uma população mais preparada para contribuir com o desenvolvimento do país. (GIAMBIAGI, 2001)

Para poder arcar com suas funções o governo precisa gerar recursos. A arrecadação tributária é considerada a principal fonte de receita do setor público. Alguns aspectos devem ser levados em consideração com a finalidade de aproximar o sistema tributário de um sistema ideal: o conceito da equidade (a distribuição do ônus tributário deve ser equivalente aos indivíduos de uma sociedade); o conceito de progressividade (deve-se tributar mais aqueles que possuem mais renda); o conceito da neutralidade (impostos devem minimizar impactos negativos da tributação sobre a eficiência econômica); o conceito da simplicidade (o sistema tributário deve ser de fácil compreensão para o contribuinte e de fácil arrecadação para o governo). (GIAMBIAGI, 2001)

O livre funcionamento de mercados não resolve problemas relacionados a altos níveis de desemprego e inflação. Nesse sentido, existe espaço para atuação do Estado no que se refere a implantação de políticas em prol da manutenção do sistema econômico mais próximo do pleno emprego e estabilidade de preços. (GIAMBIAGI, 2001)

Por ter grandes responsabilidades, os governos representam uma fração importante da economia, em alguns países correspondem a mais de 40% ou 50% do PIB. (GIAMBIAGI, 2001)



### 3.2. EFICIÊNCIA

A eficiência técnica é a produção de um bem ou serviço, por uma organização ou atividade produtiva, com o menor uso de recursos necessários. Esta eficiência possui conceito relativo, quando compara o que foi produzido por unidade de insumo utilizado, com o que poderia ser produzido com a mesma quantidade de insumo (FERREIRA E GOMES, 2009). Ao comparar a eficiência de um conjunto de organizações e/ou atividades econômicas, a completa eficiência é atingida por um delas se, e somente se, os desempenhos de outras do conjunto de organizações que está sendo analisado não demonstram que alguns dos insumos ou produtos daquela organização podem ser melhorados, sem piorar os outros insumos e produtos das demais organizações (FERREIRA E GOMES, 2009).

Segundo Alencastro (2006), a combinação de duas eficiências, sendo a técnica e a alocativa, resultam na eficiência econômica total. Para a primeira eficiência, busca-se o aumento da produtividade através da maximização do produto, para a segunda, enfatiza-se na habilidade da firma em utilizar os insumos em ótimas proporções considerando seus preços relativos.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 ABORDAGEM DEA

A análise envoltória de dados (*Data Envelopment Analysis*) é baseada em modelos matemáticos não paramétricos que avalia o desempenho de organizações por meio de medidas de eficiência técnica. Essa ferramenta possibilita identificar, nas organizações, suas necessidades para que possam se projetar em direção à eficiência, seja com a economia de insumos ou o aumento de produção (FERREIRA E GOMES, 2009).

A medida tradicional de eficiência é calculada pela relação entre insumos e produtos. Ocorre que o cálculo do indicador de eficiência, na presença de múltiplos insumos e produtos, torna-se difícil e até inviável. A abordagem do DEA calcula um indicador de eficiência único para unidades que utilizam múltiplos insumos e produtos, permitindo análise multifacetada da eficiência e dos fatores que mais contribuem para atingi-la (KASSAI, 2002).

Para compreender o DEA, é indispensável definir os termos básicos: as unidades de tomada de decisão – *decision making units* (DMU) –, que são as unidades sob a avaliação;



Produtos (*output*) representam os resultados gerados pelas DMUs; Insumos (*input*) são os recursos consumidos pelas DMU para geração de seus produtos; Plano de produção são as quantidades observadas de insumos consumidos e produtos obtidos para cada DMU; e o Indicador de eficiência que é a pontuação de eficiência calculada para cada DMU, considerando seu plano de produção, através de programação matemática linear (PPL). O indicador varia de 0 (máxima ineficiência) até 1 (máxima eficiência).

Onusic *et al.* (2007) explicam que os modelos DEA também incorporam orientação ao produto ou ao insumo. Nos modelos com orientação ao produto, as quantidades de produtos são maximizadas, mantendo-se a quantidade consumida de insumos constante. Já nos modelos com orientação aos insumos, as quantidades consumidas de insumos são minimizadas, mantendo-se constantes as quantidades de produtos. Contudo, segundo Estelita Lins e Meza (2000), os modelos considerados clássicos são o CCR, de Charnes, Cooper e Rhodes, em 1978, também conhecido como Modelo de Retornos Constantes de Escala, e o BCC, de Banker, Charnes e Cooper, em 1984, também conhecido como Modelo de Retornos Variáveis de Escala. Para este estudo, será utilizada a orientação a produto, com retornos constantes de escala (CRS/CCR).

A formulação da programação linear (PPL) do modelo CCR original, de Charnes, Cooper e Rhodes (1978), é apresentada pelas equações abaixo:

$$\text{Max } h_k = \sum_{r=1}^s u_r v_{rk} \quad \text{sujeito a}$$

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{ik} = 1$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

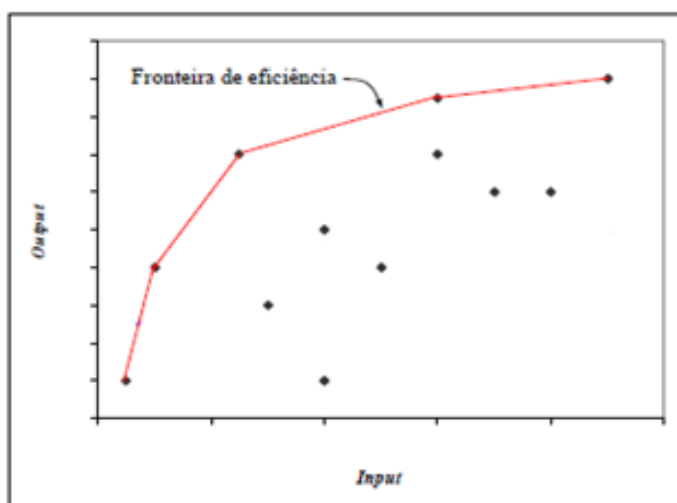
Em que  $h_k$  é o indicador de eficiência da  $MDU_k$ ;  $y_{rk}$  representa as quantidades observadas para os  $r$  tipos de produtos obtidos pela  $MDU_k$ ;  $x_{ik}$  são as quantidades observadas para os  $i$  tipos de insumos consumidos por  $MDU_k$ ;  $u_r$  são os pesos calculados para os  $r$  tipos de produtos, com  $r = 1$  a  $m$ ;  $v_i$  são os pesos calculados para os  $i$  tipos de insumos, com  $i = 1$  a  $n$ ;  $y_{rj}$  são as quantidades observadas para os  $r$  tipos de produtos obtidos pelas  $MDU_j$ , com  $j = 1$  a  $N$ ;  $x_{ij}$  são as quantidades observadas para os  $r$  tipos de produtos obtidos pelas  $MDU_j$ , com  $j = 1$  a  $N$ .



O objetivo da PPL é encontrar o conjunto de pesos  $u$  para os produtos e de pesos  $v$  para os insumos que resultam na máxima eficiência possível para cada uma das MDUs em avaliação, possibilitando a identificação das unidades mais eficientes, que são aquelas que alcançam indicadores de eficiência iguais a 1, e a construção de uma fronteira eficiente, que é uma curva formada pelas MDU eficientes.

Com o DEA, se realizam análises gráficas da produtividade, baseadas em programação matemática linear. Nelas, graficamente é mostrada a *fronteira de possibilidade de produção ou fronteira de eficiência* (gráfico 2), na qual apenas as DMUs sobre ela são consideradas eficientes e as demais, consideradas ineficientes.

Gráfico 2 - Fronteira de eficiência



Fonte: Adaptado de Mello et al. (2005)

#### 4.1.1 Unidades de Análise

Os 07 Estados do Norte possuem, no total, 450 municípios, dos quais 149 são mineradores. As unidades analisadas são constituídas por municípios arrecadadores ou não da CFEM, sendo que os municípios não arrecadadores servem apenas para comparação de eficiência. Cada organização produtiva é denominada de unidade tomadora de decisão – DMU.

Para a amostra dos municípios arrecadadores foi utilizado o critério de 'valor arrecadado de CFEM/2010', no qual foram selecionados aqueles que tivessem a relação CFEM/receita tributária acima de 1%. 25 municípios mineradores apresentaram esse requisito. Para os não arrecadadores obedeceu-se o critério populacional, no qual o intervalo da população dos arrecadadores, maior e menor população, definiu a amostra, o que





compreendeu a faixa de 2.562 a 233.669 habitantes. De um total de 414 municípios desse intervalo, foi escolhida, aleatoriamente, uma amostra de 100, excluindo as capitais.

#### 4.1.2 Variáveis utilizadas

As eficiências analisadas foram em relação às áreas de saúde, educação, saneamento e atividades econômicas, tendo para elas variáveis de entrada, sendo os insumos (*inputs*), e de saída, os produtos (*outputs*).

**Tabela 3 – Discriminados os inputs e outputs utilizados no modelo DEA**

INDICADOR	INSUMO / PRODUTO	VARIÁVEIS	LEGENDA
Econômico	INPUTS	Transferência da União per capita	X24
		Transferência do Estado per capita	X25
		Receita Tributária per capita	X26
	OUTPUTS	Valor adicionado da agropecuária - per capita	X18
		Valor adicionado bruto da indústria - per capita	X20
		Valor adicionado bruto dos serviços - per capita	X22
Educação	INPUTS	Despesas com educação	X28
	OUTPUTS	Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade	X7
		Percentual da população de 18 anos ou mais com fundamental completo	X8
		Expectativa de anos de estudo aos 18 anos de idade	X10
Saúde	INPUTS	Despesas com saúde	X27
	OUTPUTS	Esperança de vida ao nascer	X11
		Mortalidade até um ano de idade	X12
		Taxa de envelhecimento	X13
Saneamento	INPUTS	Despesas com saneamento	X29
	OUTPUTS	Percentual de pessoas em domicílios com paredes inadequadas	X14
		Percentual da população que vive em domicílios com banheiro e água encanada	X15
		Percentual da população que vive em domicílios com energia elétrica	X16
		Domicílios particulares permanentes, por existência de banheiro ou sanitário e tipo de esgotamento sanitário (resultados preliminares do universo).	X17

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE, STN e PNUD

#### 4.2 Etapas para realização do trabalho

**Tabela 4 - Etapas para realização da pesquisa**

Etapas	Ações	Fonte
1	Identificação dos municípios arrecadadores da	Departamento Nacional de Produção Mineral



	CFEM na região norte.	(DNPM)
2	Seleção dos municípios não arrecadadores que irão compor a amostra para comparação de eficiência com os arrecadadores.	Excel
3	Coleta dos indicadores sociais, econômicos e ambientais, de 2010, para ambas as amostras.	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Finanças do Brasil (FINBRA), Sistema de Coleta de Dados Contábeis dos entes da Federação (SISTN) e Secretaria do Tesouro Nacional (STN).
4	Realização do teste de significância ( <i>Teste T</i> )	SPSS
5	Mensuração da eficiência dos municípios mineradores na aplicação da CFEM em seus indicadores socioeconômicos.	DEA
6	Mensuração da eficiência dos municípios não mineradores na aplicação da CFEM em seus indicadores socioeconômicos.	DEA
7	Comparação dos escores de eficiência obtidos nas amostras.	SPSS

Fonte: Elaboração própria

Utilizou-se o *software* Microsoft Excel 2007 para organização das informações. O SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 20.0, foi utilizado para realização do teste t, a fim de verificar a significância das variáveis em relação à condição do município minerador ou não minerador para avaliar a diferença entre os dois conjuntos para cada uma das variáveis do modelo. Para mensuração da eficiência utilizou-se o *software* SIAD v.3.0 (sistema integrado de apoio a decisão) desenvolvido por Meza *et al.* (2005).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 ESTATÍSTICA

Antes da aplicação do DEA foi realizado o teste t para avaliar se existe diferença estatística nas variáveis da pesquisa, considerando o fato do município ser minerador ou não (Tabela 5).



Tabela 5 – Resultados do teste t

Variável	T	Sig.	Diferença de Média	Diferença de Desvio-Padrão
População	-4,113	0	-26.390,47	6.416,34
X7	2,177	0,031	3,23	1,48
X8	-2,542	0,012	-4,81	1,89
X10	0,57	0,57	0,15	0,27
X11	-1,249	0,214	-0,48	0,38
X12	1,354	0,178	1,43	1,06
X13	3,42	0,001	1,18	0,35
X14	1,193	0,235	3,09	2,59
X15	-0,976	0,331	-4,55	4,66
X16	-2,298	0,023	-5,47	2,38
X17	-3,079	0,003	-512,03	166,31
X18	-2,001	0,048	-17.255,87	8.621,53
X20	-2,671	0,009	-720.466,16	269.722,55
X22	-4,526	0	-237.643,13	52.503,70
X24	0,84	0,402	46,39	55,2
X25	-4,053	0	-212,98	52,55
X26	-3,741	0	-177,49	47,44
X27	-5,033	0	-9.662.083,35	1.919.757,30
X28	-3,911	0	-14.045.130,38	3.590.736,58
X29	-2,951	0,004	-1.240.789,43	420.525,97

Fonte: Elaboração própria - resultados da pesquisa

Das 20 variáveis do modelo, 14 foram significativas e apresentam evidência estatística de que a média de valor das variáveis é diferente para mineradores e não minerados a um nível de significância de até 5,0%. O nível da diferença absoluta desse grupo se afasta do valor da média conforme o grau de dispersão dela.

Esse resultado mostra a viabilidade do uso das variáveis para assumir a condição de insumo ou produto na aplicação do DEA, de maneira que os resultados dos escores de eficiência reflitam a realidade dos indicadores produzidos e possam mensurar o grau de eficiência dos municípios da amostra.

## 5.2 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA

A Tabela 6 mostra algumas estatísticas descritivas dos escores de eficiência para os 125 municípios da amostra, em que 25 são mineradores e os demais não mineradores. Considerando-se os indicadores representativos da atividade econômica, os resultados mostram que 60,0% dos mineradores e 22,0% dos não mineradores são eficientes. A maior proporção para os mineradores é explicada, em parte, pela dinamização das atividades produtivas induzidas pelo setor mineral e que resultam elevação das receitas própria e transferidas pelo Estado e União.



No caso dos municípios mineradores, arrecadador de CFEM, é possível verificar quantos municípios são eficientes na aplicação desse *royalty* em despesas por função como saúde, educação, saneamento e nas atividades econômicas da região. Enquanto nos municípios não mineradores, a eficiência resulta, em grande medida, da aplicação de recursos próprios para fazer frente às despesas por função.

**Tabela 6 - Estatística descritiva das amostras dos municípios mineradores e não mineradores com base nos escores de eficiência de cada variável**

INDICADORES	MUNICÍPIOS	UNIDADES EFICIENTES	EFICIÊNCIA MÉDIA DA AMOSTRA	DESVIO-PADRÃO	MÍNIMO	MÁXIMO
Atividades Econômicas	Mineradores	15	0,8630	0,1962	0,3706	1,0000
	Não Mineradores	22	0,6758	0,2155	0,2280	1,0000
Educação	Mineradores	3	0,4024	0,3096	0,0416	1,0000
	Não Mineradores	1	0,2298	0,2079	0,0184	1,0000
Saneamento	Mineradores	2	0,1188	0,2707	0,0005	1,0000
	Não Mineradores	3	0,0623	0,1827	0,0001	1,0000
Saúde	Mineradores	2	0,3705	0,2887	0,0287	1,0000
	Não Mineradores	3	0,3300	0,2327	0,0481	1,0000

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa

A eficiência média dos indicadores representativos da *atividade econômica* para os municípios mineradores ficou abaixo do intervalo de escores entre 0,9 e 1,0 tomados como faixa de valor eficiente, em que 1,0 é a eficiência máxima. Isso significa que o complemento  $1 - 0,8630 = 0,1327$  representa o escore médio de ineficiência. Ou seja, os municípios poderiam melhorar seus resultados em média 13,27%, sem que houvesse gastos adicionais e incrementos orçamentários no indicador ECONÔMICO.

Das 15 unidades eficientes da amostra dos municípios mineradores, 12 apresentaram escore máximo de eficiência (1,0000): Parauapebas (PA); Pedra Branca do Amapari (AP); Ipixuna do Pará (PA); Vitória do Jari (AP); Presidente Figueiredo (AM); Ariquemes (RO); Eldorado dos Carajás (PA); Campo Novo de Rondônia (RO); Porto Grande (AP); Talismã (TO); Capitão Poço (PA); e Babaçulândia (TO).

Da amostra de não mineradores 22 unidades foram eficientes na aplicação de seus recursos. Destes, apenas 10 atingiram escore máximo de eficiência: Breves (PA), Tailândia (PA), Água Azul do Norte (PA), Esperantina (TO), São Miguel do Tocantins (TO), Normandia (RR), Rodrigues Alves (AC), Campos Lindo (TO), Curuá (PA) e São Salvador do Tocantins (TO).

Os 78 municípios com escores abaixo da fronteira de eficiência apresentaram escore médio de ineficiência igual a 0,3242. Estes municípios ineficientes poderiam melhorar seus resultados em média 32,42%, mantendo seus gastos inalterados.



Os resultados para o indicador **Educação** mostram uma assimetria aguda. A quantidade de municípios eficientes é pequena, comparada à amostra dos mineradores e os não mineradores, indicando que as despesas com educação não refletiram melhoras significativas nos indicadores.

Os municípios de Talismã (TO) e Palestina do Pará (PA) apresentaram eficiência máxima. A partir da eficiência média dos municípios mineradores, encontrou-se a ineficiência média de 0,5976 (1-0,4024). Ou seja, para os ineficientes a educação poderia melhorar, no máximo, 56,76%, sem incrementos orçamentários na educação.

Aurora do Tocantins (TO) é o único eficiente e com escore máximo entre os não mineradores que não possui recursos adicionais da CFEM. A eficiência média desses municípios ficou em 0,2298, um quarto da registrada para o eficiente. A ineficiência na aplicação dos recursos na área de educação obteve um escore médio de 0,7702 (1-0,2298). Daí, conclui-se que a educação nos municípios não mineradores pode melhorar em média 77,02%, sem mais incrementos orçamentários.

O indicador de **Saneamento** obteve os menores escores médios de eficiência para as amostras, dentre os indicadores, com escore médio equivalente a um 0,1188 e 0,0623, respectivamente, para municípios mineradores e não mineradores.

Os mineradores obtiveram apenas dois municípios eficientes, Porto Grande (AP) e Talismã (TO), ambos com escore máximo. Os municípios ineficientes perfazem 23 unidades e apresentaram escore médio de ineficiência igual a 0,8812 (1-0,1188). Com efeito, esse grupo de ineficientes poderia aumentar a eficiência na aplicação dos recursos incrementais da CFEM em, no máximo, 88,12%, sem que haja incremento desse recurso.

A amostra de municípios não mineradores obteve três municípios não eficientes com escore máximo. São eles: Manoel Urbano (AC), Codajás (AM) e Porto Alegre do Tocantins (TO). Os 97 municípios considerados ineficientes apresentaram escore médio de 0,9377 (1-0,0623), ou seja, os municípios poderiam melhorar a eficiência na aplicação de recursos nessa área em, no máximo, 93,77%, sem que haja mais gastos com saneamento.

Os escores obtidos para o indicador de **Saúde** mostram que dois municípios mineradores e três não mineradores são eficientes quanto à aplicação de recursos e seus escores chegam a representar um terço do valor máximo em ambos os grupos de municípios e melhor que o escore observado para os indicadores de saneamento.

No indicador de **Saúde** dos municípios mineradores, apenas o município de Talismã (TO) atingiu o escore máximo de eficiência. O restante da amostra, 23 unidades, foi



considerada ineficiente por não atingir a fronteira de eficiência e apresentar escore médio de ineficiência igual a 0,6295 (1-0,3705). Com isso, os municípios mineradores que foram ineficientes poderiam melhorar seus indicadores de saúde em, no máximo, 62,95%, sem mais gastos ou incrementos orçamentários nesta área.

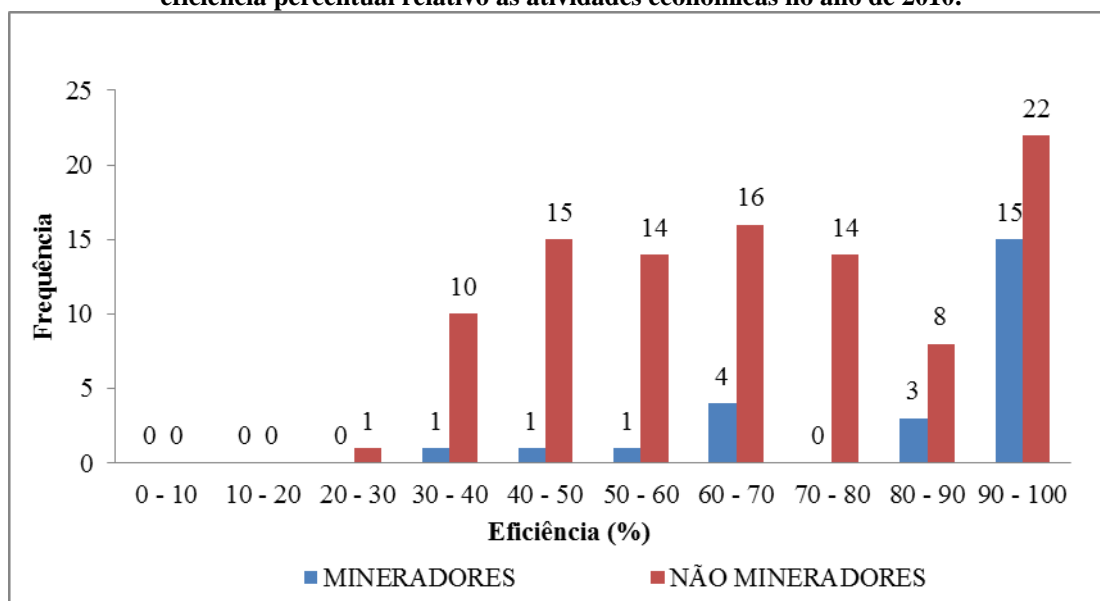
Entre os municípios não mineradores classificados como eficientes apenas Peixe-Boi (PA) obteve escore máximo de eficiência. No conjunto dos ineficientes em relação ao indicador de *Saúde* o escore médio alcançou 0,6700, com 97% da amostra de municípios não mineradores com escore abaixo da fronteira de eficiência.

### 5.3 ANÁLISE GRÁFICA

Para o indicador das *atividades econômicas* (gráfico 2) há uma assimetria negativa com maior concentração de municípios mineradores e não mineradores no intervalo em que são considerados eficientes (90-100%), ou seja, poucos municípios alcançam eficiência econômica elevada, em especial aqueles impulsionados por atividades minerais.

Numericamente, os municípios não mineradores foram superiores aos mineradores (gráfico 2) quanto às unidades eficientes, em termos proporcionais 60,0% e 22,0%, respectivamente. Essa superioridade é esperada, pois os municípios mineradores contam com os incrementos da CFEM, propiciando maior diversificação produtiva nos municípios.

Gráfico 2 - Distribuição da frequência de municípios mineradores e não mineradores de acordo com a eficiência percentual relativo às atividades econômicas no ano de 2010.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da STN, do IBGE e do DNPM

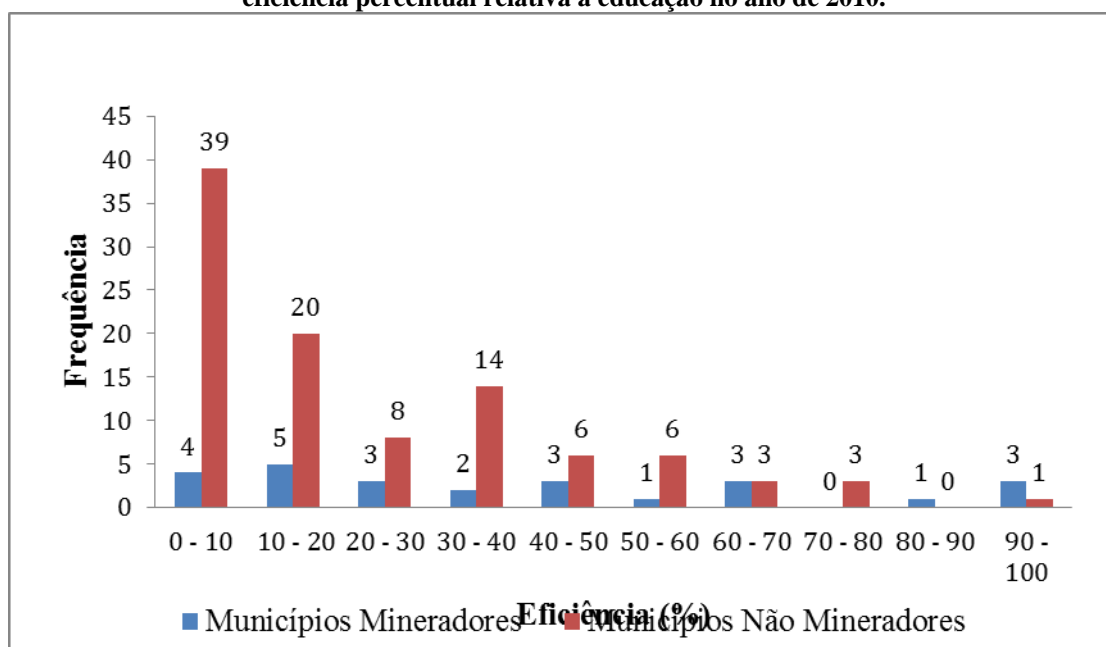
Para aqueles não beneficiados pela CFEM, apesar de apresentarem boa distribuição no gráfico, sua média amostral de 0,6758 denota a inferioridade, comparados àqueles que contam



com incrementos orçamentários. Nestes casos as atividades econômicas são mais diversificadas, com destaque para aqueles de cadeias produtivas como a pecuária de carne bovina e laticínios, madeira, turismo, produtos florestais não madeireiros, entre outras.

Em relação ao indicador de **educação** a distribuição dos escores de eficiência é assimétrica para os não mineradores, enquanto que para os mineradores se distribui uniformemente. No intervalo 0-20% de eficiência, encontram-se 59% dos não mineradores (gráfico 3). Nos municípios mineradores, as unidades ficaram distribuídas entre os percentuais de eficiência, porém 36% das unidades mineradoras estão localizadas entre 0-20%. Para o intervalo em que as unidades são eficientes tecnicamente (90-100%), a amostra de mineradores obteve 3 unidades, contra apenas 1 da amostra dos não mineradores.

Gráfico 3 - Distribuição da frequência de municípios mineradores e não mineradores de acordo com a eficiência percentual relativa à educação no ano de 2010.



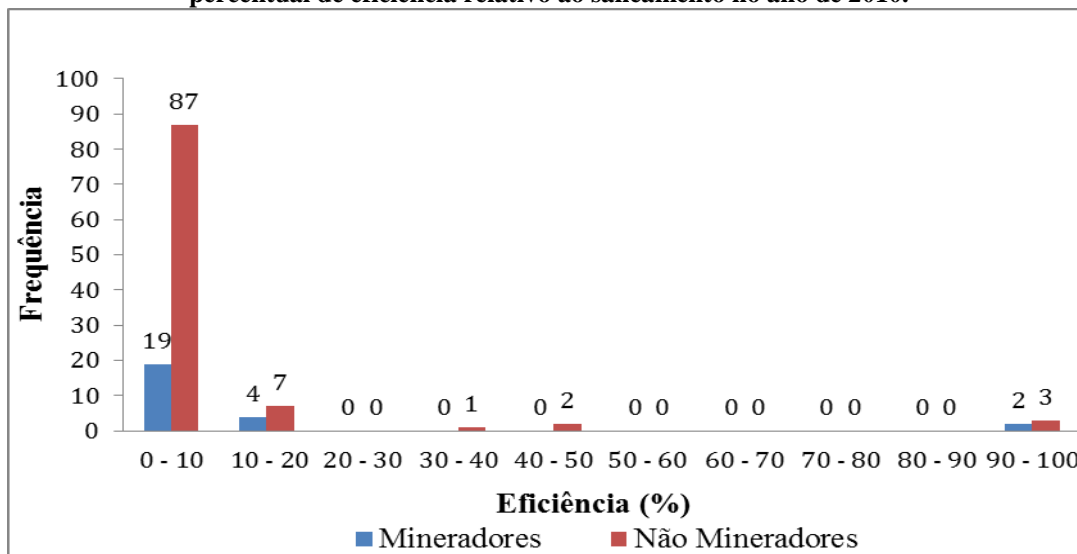
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do PNUD, da STN e do DNPM

Há forte concentração de municípios com escore de até 50,0%. Destes, 87,0% são de não mineradores e 68,0% de mineradores, mostrando que apesar dos mineradores contarem com o incremento do *royalty*, não conseguem ser mais eficientes nos gastos com educação.

O indicador de **Saneamento** apresenta distribuição concentrada na faixa de 0-20,0% de escore de eficiência – 76,0% dos mineradores e 87,0% dos não mineradores (gráfico 4). Esta é a área com os piores resultados para ambas as amostras, porém é uma das principais em termos de qualidade de vida das famílias e contribui para elevação dos índices de longevidade da população.



Gráfico 4 - Distribuição da frequência de municípios mineradores e não mineradores de acordo com o percentual de eficiência relativo ao saneamento no ano de 2010.



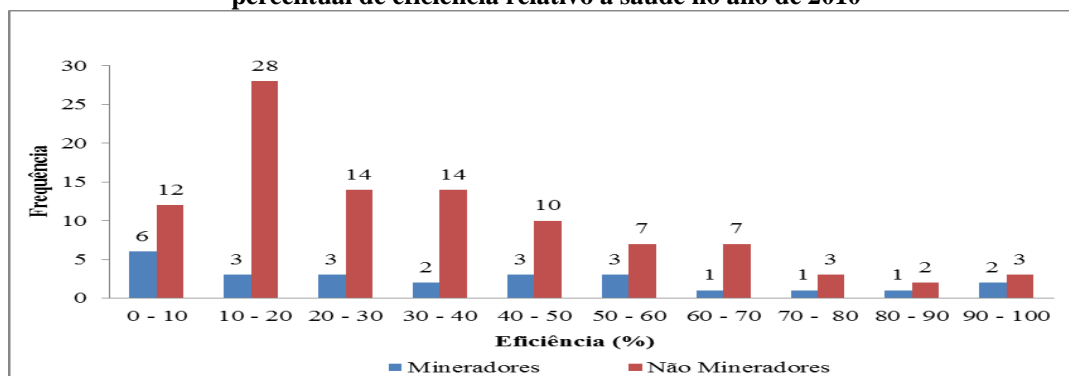
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE, do PNUD, da STN e do DNPM

No percentual em que as unidades são consideradas eficientes (90-100%), os mineradores apresentaram apenas dois municípios, inferior ao número de três não mineradores. Apesar da inferioridade, apresentaram maior eficiência quanto à aplicação de recursos na área de saneamento no ano de 2010.

A distribuição do escore de eficiência do indicador de *Saúde* é assimétrica para os não mineradores e uniformes para os mineradores (gráfico 5). Do total de municípios mineradores 68,0% têm escore até 50,0%, enquanto os não mineradores alcançaram 78,0%.

A elevada concentração de ineficientes mostra que os gastos com saúde situa os municípios da amostra como ineficientes. Questiona-se, então, em que medida a gestão dos recursos da saúde nos programas das três esferas de Governo é capaz de transformar a realidade das famílias no Norte do Brasil, já que pela eficiência relativa parece não se diferenciar.

Gráfico 5 - Distribuição da frequência de municípios mineradores e não mineradores de acordo com o percentual de eficiência relativo à saúde no ano de 2010



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do PNUD, da STN e do DNPM





Em relação ao comportamento dos municípios que não contam com incrementos da CFEM, observa-se maior concentração das unidades no intervalo 10-40%, resultando em eficiência média relativamente baixa (0,3300).

## 6 CONCLUSÃO

Com a mensuração da eficiência técnica e a comparação dos resultados obtidos pelas amostras de municípios mineradores e não mineradores, observou-se que aqueles que contam com incrementos orçamentários apresentaram escores médios de eficiência superior àqueles que não contam.

Os escores médios de eficiência da amostra de municípios mineradores nos indicadores referentes às atividades econômicas, a educação, saúde e saneamento foram superiores, no ano de 2010, aos escores obtidos pelos não beneficiados pelos recursos da CFEM, o que responde de forma positiva ao questionamento da pesquisa. No entanto, é preciso observar que a distribuição de frequência desses escores indica que a maioria apresenta escore abaixo de 50,0%.

Os escores médios de eficiência obtidos pela amostra de municípios mineradores foram superiores em todas as áreas, aos municípios desprovidos de *royalty* mineral.

Apesar dos escores baixos de eficiência média obtida por ambas as amostras em três dos quatro indicadores, os municípios de base mineira foram mais eficientes quanto à aplicação dos recursos incrementais em seus indicadores socioeconômicos quando comparado aos não mineradores. Já nos indicadores econômicos, os municípios de base mineira obtiveram os melhores resultados quanto à eficiência média da amostra e ao número de municípios eficientes, mantendo a superioridade em relação à amostra utilizada como comparação.

Os escores relativos ao indicador de saneamento são os menores observados na pesquisa, seja para mineradores ou não mineradores, o que mostra a necessidade dos municípios melhorarem sua eficiência na aplicação dos recursos como forma de dotar a população de condições de acesso a água potável, coleta de lixo, esgoto sanitário e, por conseguinte, melhorar a condição de vida dos residentes nos municípios.



## REFERÊNCIAS

ALENCASTRO, Luciano Delfini; FOCHEZATTO, Adelar. **Eficiência técnica na gestão de recursos em instituições privadas de ensino superior.** Revista de administração da PUC-Rio Grande do Sul. v. 17, n. 2, 2006.

ANGULO MEZA, L.; BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; GOMES, E. G. ISYDS– Integrated System for Decision Support (SIAD – Sistema Integrado de Apoio a Decisão): a software package for data envelopment analysis model. Pesquisa Operacional, v.25, n.3, p 493-503. 2005.

CASADO, Frank Leonardo; SOUZA, Adriano Mendonça. **Análise envoltória de dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na Educação Superior.** Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul, 2007

Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). **Arrecadação CFEM: ano2010.** Disponível em:

<[https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao\\_cfem\\_ano.aspx?ano=2010](https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao_cfem_ano.aspx?ano=2010)>. Acesso em: 18 dez. 2013.

Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sobre a CFEM.** Disponível em:

<<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=60>>. Acesso em: 28 nov. 2013.

Lins, M.P.E., Angulo-Meza, L. **Análise Envoltória de Dados e perspectivas de integração no ambiente de Apoio à Decisão.** Editora da COPPE/UFRJ, Brasil (2000).

FERREIRA, Carlos Maurício de Carvalho; GOMES, Adriano Provezano. **Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações.** Viçosa, MG. Ed. UFV, 2009.

FILELLINI, Alfredo. **Economia do Setor Público.** Atlas, São Paulo, 1994.

GIAMBIAGI, F.; ALÉM, A. C. **Finanças públicas: teoria e prática no Brasil.** Segunda edição. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo 2010: cidades.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 5 dez. 2013.

Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). **Informações e análises da economia mineral brasileira.** 7ª Ed. Dezembro, 2012. Disponível em:

<<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00002806.pdf>>. Acesso em: 26 abril. 2014.

KASSAI, Silvia. **Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis.** Dissertação de Doutorado. São Paulo: USP, 2002.

ONUSIC, Luciana Massaro; CASA NOVA, Silvia Pereira de Castro; ALMEIDA, Fernando Carvalho de. **Modelos de previsão de insolvência utilizando a análise por envoltória de dados: aplicação a empresas brasileiras.** Revista de Administração Contemporânea, Curitiba, v. 11, n. spe2, 2007 Disponível em:



<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S141565552007000600005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141565552007000600005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 26/01/2011.

ORLOWSKI, R. F.; AREND, S. C. Indicadores de desenvolvimento sócio-econômico na região da AMOSC – Associação dos Municípios do Oeste de Santa Catarina. In: XLIII Congresso da Sober, 2005, Ribeirão Preto, SP. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/2/922.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2014.

Programa das Nações Unidas pra o Desenvolvimento (PNUD). **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil 2013**. Disponível em: <<http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/download/>>. Acesso em: 27 jan. 2014.

RODRIGUES, Ana Cristina Miranda; SILVEIRA, Suely de Fátima Ramos. **Análise da eficiência socioeconômica dos municípios mineradores da região central de Minas Gerais**. XXXIII Encontro da ANPAD. São Paulo, 2009.

SOUZA, Nali de Jesus de. **Desenvolvimento econômico**. São Paulo: Atlas, 2005. Tesouro Nacional (Ministério da Fazenda). **Prefeituras e Governos estaduais: finanças do Brasil (FINBRA)**. Disponível em: <<https://www.tesouro.fazenda.gov.br/pt/prefeituras-Governos-estaduais/sobre>>. Acesso em: 10 fev. 2014.

Tesouro Nacional (Ministério da Fazenda). **Sistemas de Coleta de Dados Contábeis dos Entes da Federação (SISTN)**. Disponível em: <<https://www.tesouro.fazenda.gov.br/pt/responsabilidade-fiscal/prefeituras-e-Governos-estaduais/sistema-de-dados-contabeis>>. Acesso em: 10 fev. 2014.

VIGNOLI, Francisco Humberto. Legislação e execução orçamentária. In: BIDERMAN, Ciro; ARVATE, Paulo (Org.). **Economia do Setor Público no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. p. 365-380.