

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL

Guilherme Denes

**Análise do Impacto da Mineração no Desenvolvimento dos Municípios  
Mineiros e Paraenses entre 2000 e 2010**

Belo Horizonte/MG

2018

Guilherme Denes

**Análise do Impacto da Mineração no Desenvolvimento dos Municípios  
Mineiros e Paraenses entre 2000 e 2010**

Dissertação de Mestrado Acadêmico  
apresentada ao Programa de Economia do  
Centro de Desenvolvimento e Planejamento  
Regional como requerimento parcial para a  
obtenção do grau de mestre.

Orientador: Pedro Vasconcelos Maia do  
Amaral

Co-orientadora: Ana Maria Hermeto Camilo  
de Oliveira

Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional  
Faculdade de Ciências Econômicas  
Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte/MG  
2018

D392a Denes, Guilherme.  
2018 Análise do impacto da mineração no desenvolvimento dos municípios mineiros e paraenses entre 2000 e 2010 [manuscrito] / Guilherme Denes, 2018.  
97 f.: il, gráfs. e tabs.

Orientador: Pedro Vasconcelos Maia do Amaral.  
Coorientadora: Ana Maria Hermeto Camilo de Oliveira.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional.  
Inclui bibliografia (f. 91-97) e anexos.

1. Minas e recursos minerais – Minas Gerais – Aspectos econômicos – Teses. 2. Minas e recursos minerais – Pará – Aspectos econômicos – Teses. 3. Minas Gerais – Condições econômicas – Teses. 4. Pará – Condições econômicas – Teses. I. Amaral, Pedro Vasconcelos Maia do. II. Oliveira, Ana Maria Hermeto Camilo de. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional. III. Título.

CDD: 333.85

Elaborada pela Biblioteca da FACE/UFMG. – NMM/093/2018

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha família pelo amor, carinho e apoio constante. À minha namorada Marcela Namura, pela motivação cotidiana, paciência pelos finais de semana de trabalho e ajuda nas revisões e proposições.

Aos meus amigos de convivência intensa e de parceria mesmo à distância, tanto do Cedeplar, quanto da graduação: David, Eduardo, Lucas Diógenes, Isabel, Alysson, Lucas Carvalho, Lucas Finamor, Fernanda, Lara, Nana, André, Allan e Klein.

Agradeço ao meu orientador e professor Pedro Vasconcelos Maia do Amaral, assim como a minha co-orientadora Ana Maria Hermeto Camilo de Oliveira, pelo esforço e atenção neste longo processo. Aos professores Aline Magalhães e André Chagas pela participação na banca; com um agradecimento especial ao Chagas pela fundamental ajuda com as rotinas de MATLAB.

Agradeço também ao professor Naercio Menezes por despertar meu interesse no tema de avaliação de impacto, assim como aos colegas da Prospectiva Consultoria, trabalho em que tive contato com o tema da mineração. Aos meus colegas da LCA Consultoria pela paciência, motivação e novos projetos relacionados à mineração que fizeram parte do processo deste trabalho.

Finalmente, agradeço aos professores do Cedeplar e à CNPQ pelo apoio institucional.

## RESUMO

A extração mineral no Brasil é um setor produtivo de destaque mediante seu papel exportador e utilização na construção civil, indústria química e indústria de alimentos. A crise hídrica de 2014-2016 e o desastre de Mariana em 2015 suscitaram questionamentos acerca do custo-benefício econômico e social da atividade, em virtude de seu caráter ambíguo: atividade de alto valor adicionado, geradora de renda e de externalidades positivas, ao passo que inerentemente complexa, de risco e causadora de externalidades negativas. Esses fatores motivaram a avaliação do impacto da mineração no desenvolvimento municipal dos principais estados mineradores do país: Minas Gerais e Pará, entre 2000 e 2010. A mensuração de desenvolvimento é feita a partir dos Índices de Desenvolvimento Humano Municipais (IDHM), seus subíndices (longevidade, educação e renda) e desigualdade de renda per capita municipal dada pelo Índice razão 10% mais ricos – 40% mais pobres. Foram utilizadas técnicas de econometria espacial para controlar efeitos relativos à rigidez locacional característica do setor, resultando em um escore de propensão espacial utilizado como ponderador na regressão de mensuração de impacto da mineração. Os resultados apontam para efeitos médios positivos no IDHM dos municípios mineiros e paraenses, porém restritos aos municípios sede, isto é, sem vazamento para a vizinhança. Pode-se considerar que este efeito nulo é indesejável do ponto de vista do desenvolvimento social, dada a finitude dos recursos naturais, a destinação de parte dos royalties minerais para os estados e a exposição ao risco de potenciais desastres ambientais. Além destes apontamentos, há ainda evidências de que o impacto da mineração em Minas Gerais foi estatisticamente igual em 2000 e em 2010. Já no caso do Pará, a maior parte dos efeitos eram não significativos em 2000 e ficaram estatisticamente significativos em 2010, indicando a inércia dos indicadores e a necessidade de longo tempo de exposição à atividade para manifestação de seus efeitos positivos. Não foram encontrados efeitos significativos em desigualdade medidos pela razão da renda dos 10% mais ricos e dos 40% mais pobres.

## ABSTRACT

The Brazilian mining sector has a prominent role in exports, construction, chemical and food industries. Between 2014 and 2016, the country faced severe water shortage and experienced the worst environmental tragedy in Brazilian history, in the municipality of Mariana, Minas Gerais. These facts brought to debate the socio-economical cost-benefit of mining activity due to its ambiguity: the activity has high added value, generates income and positive externalities, while it is inherently complex, risky and causative of negative externalities. This study analyses focused in Minas Gerais and Pará, main mining states in Brazil, and compared the years of 2000 and 2010. Development was measured by the Municipal Human Development Index (MHDI), its sub-indices (health, education and income) and the inequality ratio of the richest 10% of the municipal population's divided by the poorest 40%. Methods of spatial analysis and econometrics are used to control for effects related to mining locational rigidity. Regressions of mining in development indices use spatial propensity scores as weights. The results show positive mean effects on MHDI in both states, restricted to the municipalities that host the activity. The neighborhood effect is null, which is considered undesirable in terms of social development, once that natural resources are scarce and finite and the neighborhood is exposed to potential environmental disasters with no compensation. Royalties (CFEM) should allocate resources to overcompensate negative externalities by promoting education, health and local activity in order to push their economy. Furthermore, evidence shows that the impact of mining activities over development was statistically constant in Minas Gerais in 2000 and 2010, while they were mostly not significant in 2000 and became significant in 2010. This result suggests the inertia of development indices and the need of a longer exposition to mining activities for the positive externalities to become measurable. No significant effect on inequality measured by the ratio 10% richest - 40% poorest was found.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Espacialização dos projetos minerários .....	15
Figura 2: Municípios mineiros com CFEM superior `a mediana do estado.....	41
Figura 3: Municípios paraenses com CFEM superior `a mediana do estado.....	43
Figura 4: <i>Joint Count</i> – Municípios Mineradores Minas Gerais (2010) .....	45
Figura 5: <i>Joint Count</i> – Municípios Mineradores Pará (2010).....	45
Figura 6: I de Moran Local relativo ao IDHM – Minas Gerais - 2010 .....	46
Figura 7: I de Moran do IDHM – Pará – 2010 .....	47
Figura 8: Função Kernel de Densidade do Pscore comparando os grupos – Minas Gerais .....	56
Figura 9: Função Kernel de Densidade do Pscore comparando os grupos - Pará.....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Multiplicadores da MIP – 2010 - Brasil .....	18
Tabela 2: Critérios de seleção de município intensivo em mineração por autor .....	36
Tabela 3: Resumo dos dados utilizados Minas Gerais .....	40
Tabela 4: Resumo dos dados utilizados Pará.....	42
Tabela 5 – Comparação da média do IDHM entre grupos de tratamento e controle – Minas Gerais.....	47
Tabela 6 - Comparação da média do IDHM entre grupos de tratamento e controle - Pará .....	48
Tabela 7 – Comparação da média das variáveis independentes – Minas Gerais (2010) .....	49
Tabela 8 – Comparação da média das variáveis independentes – Pará (2010) .....	50
Tabela 9: Diagnóstico de Dependência Espacial de Kelejian-Prucha - Probabilidade rejeitar $H_0$ .....	51
Tabela 10 – Modelo <i>Probit</i> Não espacial e Autoregressivo espacial (SAR <i>Probit</i> ) – Minas Gerais.....	53
Tabela 11 – Modelo <i>Probit</i> Não espacial – Pará.....	55
Tabela 12 – Estatísticas dos Propensity Scores (pscores) estimados – Minas Gerais – 2010 .....	55
Tabela 13 – Impacto direto da mineração no IDHM e seus subíndices .....	58
Tabela 14 – Efeito Indireto da mineração no IDHM e seus subíndices - 2010.....	59
Tabela 15 – Efeito da mineração na razão 10/40.....	60
Tabela 16: Municípios de Minas Gerais em ordem alfabética indicando enquadramento enquanto minerador (2000-2010) .....	66
Tabela 17: Municípios do Pará em ordem alfabética indicando enquadramento enquanto minerador (2000-2010).....	84

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>8</b>
<b>SUMÁRIO .....</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 1: REVISÃO LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 Relevância Econômica do setor .....</b>	<b>14</b>
1.1.1 Análise descritiva do Setor Mineral: MIP e HR .....	17
<b>1.2 Externalidades da Mineração .....</b>	<b>21</b>
1.2.1 Efeito renda e desigualdade .....	22
1.2.2 Doenças mais comuns e a fiscalização .....	23
1.2.3 Recursos Hídricos na Mineração .....	25
<b>CAPÍTULO 2: METODOLOGIA.....</b>	<b>28</b>
<b>2.1 Avaliação econômica de impacto .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2 Determinantes locais e Econometria Espacial .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3 Modelo para cálculo de impacto .....</b>	<b>32</b>
<b>2.4 Descrição da base de dados.....</b>	<b>35</b>
2.4.1 Seleção do Município Minerador .....	36
2.4.2 Variáveis Dependentes .....	37
2.4.3 Variáveis Independentes.....	39
2.4.4 Estatísticas Descritivas da base de dados .....	40
<b>CAPÍTULO 3: RESULTADOS.....</b>	<b>44</b>
<b>3.1 Indicadores locais de correlação espacial (LISA).....</b>	<b>44</b>
<b>3.2 Estatísticas descritivas e diagnóstico de dependência espacial .....</b>	<b>47</b>
3.2.1 Estatísticas Descritivas de IDHM e das variáveis independentes.....	47
3.2.2 Análise de Dependência Espacial .....	50
<b>3.3 Efeito da mineração em IDHM e subíndices .....</b>	<b>57</b>
3.3.1 Efeito direto e indireto da mineração no IDHM .....	59
<b>3.4 Efeito da mineração no indicador de desigualdade razão 10/40 .....</b>	<b>60</b>
<b>CAPÍTULO 4: CONCLUSÃO .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>88</b>

## INTRODUÇÃO

A extração mineral brasileira teve papel de destaque recentemente em virtude do ciclo favorável do preço internacional de *commodities*, que dinamizou o setor entre 2006 e 2012, gerando tributos e emprego para as regiões produtoras. Paralelamente, esse setor, segundo maior exportador e responsável por cerca de 12% da pauta exportadora brasileira (IBRAM,2017), foi muito noticiado nos episódios de crise hídrica ocorridas no Brasil entre os anos de 2014 e 2016, nos estados de Minas Gerais e de São Paulo. À época, a sociedade civil teria se questionado sobre o uso de água destinado à extração mineral e à distribuição via mineriodutos em virtude da escassez e do racionamento enfrentado pelos domicílios. Para além deste episódio, o desastre de Mariana (MG) em 2015 também trouxe à luz questões sobre os efeitos negativos que a atividade pode trazer às comunidades locais em virtude dos riscos a ela associados. Em contrapartida, a paralização da produção resultou em uma crise econômica sem precedentes na região, com queda acentuada na exportação e na arrecadação tributária do município de Mariana, indicando o elevado grau de dependência da mineração que essa economia apresenta (SIMONATO et al, 2017). Essas experiências evidenciam que a mineração exerce um papel central nas economias dos estados e município, exercendo externalidades positivas e negativas nas regiões mineradoras e em sua vizinhança. Esse caráter conflituoso suscita o questionamento acerca do custo-benefício social e econômico da atividade como um todo.

Em virtude desse quadro, pergunta-se qual seria o impacto médio líquido do setor em termos de desenvolvimento no município sede da atividade e o impacto em termos de externalidades geradas no entorno. Como desenvolvimento é um conceito amplo, multidimensional, esse trabalho o restringe ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e ao indicador de desigualdade da proporção dos 10% mais ricos em relação aos 40% mais pobres. Em virtude da concentração espacial da produção mineral, foram escolhidos para análise os municípios dos estados de Minas Gerais e do Pará entre 2000 e 2010. Destaca-se que Minas Gerais tem uma relação secular com a mineração, enquanto que a atividade do Pará é recente (a partir da segunda metade do século XX), com projetos como o Grande Carajás<sup>1</sup>. Comparar os dois estados gera evidências sobre um potencial efeito dose de tratamento (mineração). Além disso, o recorte temporal relativo aos anos

---

<sup>1</sup> Como analisado em Coelho (2015).

de 2000 e 2010 permite mensurar o efeito da mineração em dois momentos diferentes da conjuntura econômica brasileira, um *pré-boom* de *commodities* e outro durante um período de alta do preço internacional dos minérios.

Neste trabalho os municípios são a unidade em análise. Denomina-se tratado aquele com *royalties*<sup>2</sup> de atividade mineral superiores à mediana do seu estado. O objeto de estudo foi delimitado às atividades de extração de minerais metálicos e não metálicos mensurados pelo DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral). Ficam ausentes os minerais energéticos, que tem demanda e organização produtiva muito diferenciada. Como hipóteses, tem-se que o impacto direto da mineração em IDHM é positivo, uma vez que a região central é a principal área de circulação da renda gerada, além de ter a compensação financeira advinda dos *royalties*<sup>3</sup> da mineração. O efeito líquido das externalidades pode ser negativo, uma vez que o entorno, ainda que possa receber renda advinda de salários, por exemplo, pode ter menos recursos produtivos mobilizados uma vez que a mineração é uma atividade com baixo poder de arrasto de demais atividades. Além disto, pode ser afetado negativamente, sem a devida compensação dos *royalties*, por impactos ambientais como: alterações biológicas, geomorfológicas, hídricas (contaminação e erosão de rios) e atmosféricas (poluição). Estas, por sua vez, teriam influência sobre a saúde humana (produtividade do trabalho), uso econômico da terra, aumento dos gastos no sistema público de saúde (em detrimento de investimentos), dentre outros exemplos. Outra questão possível é a migração seletiva que ocorreria, por exemplo, com o envio de mão de obra jovem e qualificada. Por fim, supõe-se ainda que o efeito médio da atividade sobre desigualdade de renda seja positivo, indicando que mineração induz aumento desta desigualdade, sendo o mercado de trabalho um dos mecanismos de transmissão, uma vez que os salários médios na atividade geralmente são superiores à média regional.

---

<sup>2</sup> Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM). Conforme previsto pela Constituição Federal de 1988 e instituído pelas leis número 7.900 e 8001 do ano de 1990, o CFEM é destinado ao orçamento de união (12%), estados (23%) e municípios (65%) e tem a finalidade de mitigar questões ambientais e sociais. Sendo assim, ele funciona como uma variável chave na identificação da presença de mineração nos municípios. Em 25 de junho de 2017, a Medida Provisória (MP) 789 alterou essas leis propondo novos fatos geradores, bases de cálculo e alíquotas. (INSTITUTO MINERE, 2017).

<sup>3</sup> Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM).

Para realizar o cálculo de impacto é calculado primeiramente um *Propensity Score Matching Espacial* com dois objetivos: (i) de se corrigir o viés de autosseleção por meio de controle feito via características observáveis e (ii) de gerar um escore de propensão<sup>4</sup> que sirva de peso para a ponderação das regressões da segunda etapa. Nessa primeira etapa foram utilizadas variáveis geográficas relevantes para a escolha locacional das firmas mineradoras como: solo, relevo, pluviometria e altimetria, em conformidade com Brasil (2015), além de variáveis que mensuram a disponibilidade hídrica para a atividade, inovação desta pesquisa. Em segundo lugar, é feito uma regressão de mínimos quadrados da *dummy* de mineração (tratamento) nas variáveis dependentes com o uso dos mesmos controles utilizados no primeiro modelo e com o escore utilizado como peso para os municípios. Dessa forma, o coeficiente estimado da *dummy* indica como a mineração afeta os índices escolhidos, o que permite uma avaliação do impacto desse setor no desenvolvimento dos estados destacados. Em terceiro lugar, é realizado um modelo de forma a determinar se a vizinhança mineradora tem efeitos positivos ou negativos nos índices de desenvolvimento, o que equivale a apontar o efeito geral das externalidades da atividade. A mensuração de impacto é instrumento para que as propostas de regulamentação e de uso dos recursos públicos tenham maiores chances de serem efetivas e eficientes. Fornecer evidências econométricas sobre a mineração e seus efeitos na desigualdade e nos subíndices de desenvolvimento sumarizados em renda, saúde, educação pode auxiliar a sociedade civil e os formuladores de políticas a melhor estruturar programas de longo prazo que aumentem a probabilidade de elevar o desenvolvimento humano municipal.

Essa dissertação está organizada da seguinte forma: o primeiro capítulo, após essa introdução, traz a revisão da literatura sobre mineração e desenvolvimento. O segundo capítulo apresenta a metodologia do trabalho com quatro subseções, (i) avaliação econômica de impacto; (ii) determinantes locacionais e econometria espacial; (iii) modelos para o cálculo de impacto; (iv) descrição da base de dados utilizada. O terceiro capítulo apresenta os indicadores LISA (*Local Indicator of Spatial Autocorrelation*) para os municípios analisados, o diagnóstico de dependência espacial de Minas Gerais e do Pará e os resultados empíricos de avaliação do impacto da mineração no IDHM e

---

<sup>4</sup> Esse escore é dito espacial por considerar a vizinhança mineradora como variável constituinte, o que equivale a dizer que, caso essa variável seja significativa, a existência de uma firma mineradora operando sinalizaria a existência de minério, os meios de escoar a produção, dentre outros fatores estratégicos

subíndices, além do impacto da atividade em desigualdade medido pela razão da renda dos 10% mais ricos e dos 40% mais pobres. O quarto capítulo conclui e encerra o trabalho.

## **CAPÍTULO 1: REVISÃO LITERATURA**

A extração mineral brasileira é uma atividade econômica que envolve um grande número de produtos minerais, constituindo organizações produtivas e relações com o espaço socioeconômico muito heterogêneas entre si. Basicamente, segundo os códigos de atividade da CNAE 2.0, a mineração pode ser dividida entre os segmentos metálicos (seção B – divisão 07), não-metálicos (seção B – divisão 08) e energéticos (seção B – divisão 05 e 06). No primeiro grupo se encontram o minério de ferro e demais minerais não-ferrosos como a alumina, a bauxita, etc. Este grupo compreende produtos de alto valor agregado, cuja produção é voltada para o mercado internacional, envolvendo grandes empresas e elevada formalização do emprego. No segundo grupo estão pedra, areia, argila, e outros produtos utilizados majoritariamente na construção civil, no agronegócio, na indústria alimentícia e química (fertilizantes, adubos, produtos químicos, sal marinho e sal-gema). Sua estrutura de negócio é voltada para o mercado interno, há menor geração de valor adicionado, porém a atividade é mais interconectada setorialmente e relativamente menos intensiva em capital, gerando mais empregos, ainda que com menores salários. O terceiro grupo envolve produtos como petróleo, óleos minerais, carvão mineral e não será abordado neste trabalho.

Em virtude desses elementos, tem-se que o setor mineral é intrinsecamente diverso e estabelece relações diferenciadas com seu entorno produtivo a depender de fatores como sua localização, o momento do ciclo econômico que a economia se encontra, as instituições municipais e estaduais, dentre outros fatores. Neste capítulo é detalhada a relevância econômica do setor e são apresentadas as principais externalidades positivas e negativas que a extração mineral gera para o município e sua vizinhança.

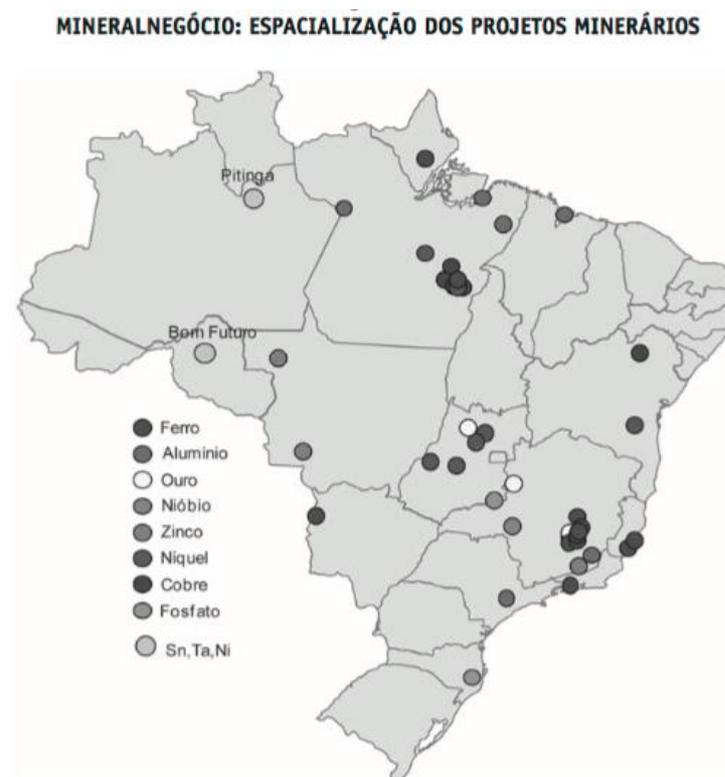
### **1.1 Relevância Econômica do setor**

Em termos nacionais, a atividade extrativa de minerais metálicos e não-metálicos correspondia a 1,0% da produção brasileira em 2014, sendo que 0,72 pontos percentuais advém do minério de ferro (IBGE, 2014). As exportações brasileiras ligadas à atividade de extração de ferro somavam US\$ 10 bilhões no primeiro semestre de 2017 e correspondiam a 68% do total em valor dos minerais, conforme o DNPM relatou em seu

Informe Mineral.<sup>5</sup> Segundo BNDES (2017), na última década, a mineração foi responsável por um quinto das exportações brasileiras. Por sua vez, a metalurgia, setor *downstream* da mineração, recebeu o maior valor de investimento externo direto (IED) em comparação com outras atividades industriais. Assim, tem-se que os dois elos da cadeia movimentam infraestruturas logísticas relevantes para a competitividade da economia.

A Figura 1 mostra a disposição dos principais produtores minerais. O Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) aponta que a extração de minério de ferro está localizada no Quadrilátero Ferrífero (MG) e na Serra dos Carajás (PA). Cobre, manganês e níquel estão presentes no Pará e em Goiás. Investimentos em estanho, tântalo e terras raras estão sedimentadas em Rondônia e no Amazonas. Agregados (brita e areia) e fertilizantes (calcário e fosfato) estão localizados baseados na densidade logística, infraestrutura e renda *per capita*.

Figura 1: Espacialização dos projetos minerários

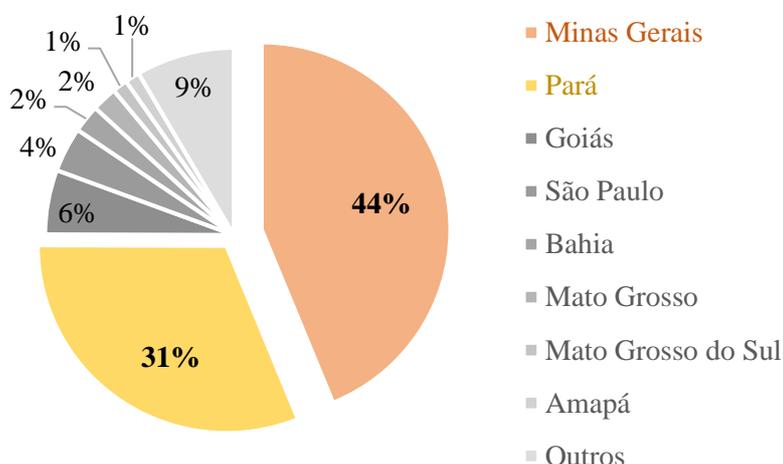


Fonte: DNPM, 2009.

<sup>5</sup> Fonte: Informe Mineral, dado DNPM, MDIC. – 1ºsem 2017 Disponível em:<  
[http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/informe-mineral/publicacoes-nacionais/informe\\_mineral\\_1\\_2017](http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/informe-mineral/publicacoes-nacionais/informe_mineral_1_2017).

O Valor da Produção Mineral brasileira em 2016 foi de R\$88,8 bilhões, gerando R\$1,8 bilhão em *royalties* (DNPM, 2016). O recurso pode ser utilizado em infraestrutura, meio ambiente, educação e saúde. Seu uso é vedado para gasto com pessoal ou pagamento de dívidas públicas de acordo com o Decreto nº 01, de 11/12/1991. O minério de ferro é a primeira substância em termos de valor de produção, correspondendo a 52,5% do total de minérios, conforme o mesmo relatório de 2016. Somando-se o valor do minério de ferro, ouro, cobre e alumínio tem-se 75,6% do valor total. Ordenados por estado, Minas Gerais foi responsável por 44% da arrecadação total em 2016 e o Pará, segundo lugar, com 31%. Juntos eles representavam  $\frac{3}{4}$  da produção mineral brasileira.

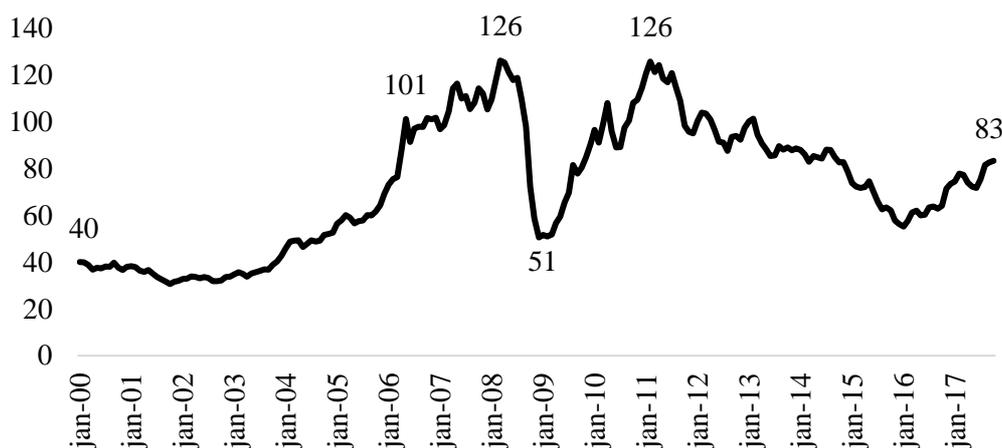
Gráfico 1: Valor da produção mineral por unidade da federação.



Elaboração Própria. Fonte: DNPM, 2016.

O gráfico abaixo mostra especificamente o valor das *commodities* metálicas para o período entre os anos 2000 e 2017, compreendendo a aceleração de preços entre 2006 e 2011 (com um vale devido à crise internacional de 2008-2009), e a desaceleração entre 2012 e 2017.

**Gráfico 2: Índice de Preço de commodities metálicas (ano base 2006 =100).**



Nota: Inclui cobre, alumínio, minério de ferro, estanho, níquel, zinco, chumbo e urânio.  
Elaboração Própria. Fonte: Indexmundi, 2017.

A variação na demanda internacional pela matéria-prima metálica afeta diretamente seu preço, impactando a produção doméstica, a manutenção das operações, a contratação de funcionários, o grau de investimento, dentre outros fatores. Dessa forma não se pode desconsiderar o efeito do ciclo econômico na geração de renda e nas externalidades. Comparar os anos de 2000 e 2010 nos estados de Minas Gerais e do Pará traz elementos conjunturais para a análise econométrica de o impacto médio da mineração no desenvolvimento, objetivo deste trabalho.

### 1.1.1 Análise descritiva do Setor Mineral: MIP e HR

Como forma de qualificar a descrição sobre o funcionamento do setor mineral no Brasil, destacando o grau de encadeamento produtivo com restante da economia, foram realizadas duas abordagens típicas<sup>6</sup> da análise de economia regional: a Matriz Insumo-Produto (MIP) e o Hirschman Rasmussen (HR).

A metodologia da MIP permite uma análise estática das relações entre atividades produtivas da economia num dado período do tempo. A matriz opera justamente com a relação de compras entre os setores. Parte do que é vendido por uma determinada firma é utilizada como insumo produtivo para uma outra, e assim por diante, enquanto outra parte é consumida por famílias, pelo governo ou então exportada. Dessa forma, quando se aumenta exogenamente a produção de um setor, o choque tem um efeito na economia superior ao valor impulsionado. Podem ser observados resultados diretos, exatamente relativos ao setor que recebe o choque, resultados indiretos, dados pelos setores que são

<sup>6</sup> Como visto em Simões et al. (2005).

ativados pelo setor principal, e resultados do efeito renda, dados pelo aumento de consumo que é gerado nas famílias, governo e firmas com a circulação monetária envolvida (GUILHOTO, 2004 e 2010; MILLER & BLAIR, 2009).

A partir dessa matriz, pode-se observar o grau de dependência do setor tanto para trás, quanto para frente em sua cadeia produtiva. Essa dependência é o que torna a atividade complexa, relacionada com a rede de circulação de capital. Desta forma, ao promover um choque exógeno de demanda em um setor, com o uso dos multiplicadores construídos na MIP, pode-se estimar o real impacto na economia advindo do desse choque. O efeito final pode ser observado na economia em valor da produção, e valor adicionado, empregos formais, impostos e salários. Principalmente, a comparação entre setores também se torna possível, uma vez que os multiplicadores são comparáveis entre si, destacando as diferenças de encadeamento produtivo.

As hipóteses assumidas pela metodologia são de que os fatores produtivos são utilizados com proporções fixas (tipo Leontief), há estabilidade no câmbio e nos demais preços, mercados operam em equilíbrio, há impossibilidade de substituição entre insumos e destes por importados (GUILHOTO, 2004). Os dados disponíveis para a construção da MIP são do IBGE e sua última atualização é do ano de 2010. Os multiplicadores calculados para o setor mineral são apresentados na tabela abaixo, junto de outros setores a fim de permitir uma comparação. Para cada R\$ 1 milhão alocado (choque de demanda), seguem os multiplicadores que consolidam seu efeito direto, indireto e renda nos setores da economia brasileira. Essa tabela revela a diferença entre a produção de minério de ferro e dos demais minérios. O primeiro gera muito mais valor adicionado, ao passo que emprega menos, gera menor arrecadação e contribui proporcionalmente menos com os salários.

Tabela 1: Multiplicadores da MIP – 2010 - Brasil

	PRODUÇÃO (R\$ MILHÕES DE 2010)	VALOR ADICIONADO (R\$ MILHÕES DE 2010)	OCUPAÇÃO (EMPREGOS, POR 1 ANO)	IMPOSTOS (R\$ MILHÕES DE 2010)	SALÁRIOS (R\$ MILHÕES DE 2010)
Extração de minério de ferro <sup>7</sup>	2,3	1,8	15	100	210

<sup>7</sup> Inclusive beneficiamentos e a aglomeração

Extração de minerais metálicos não-ferrosos <sup>8</sup>	3,6	0,94	30	230	432
Indústria	3,7	1,27	37	421	354
Serviços	3,8	1,63	49	586	237

Elaboração Própria.

Destaca-se que o setor de extração mineral de forma agregada tem seus multiplicadores mais próximos aos apresentados na linha de extração de minério de ferro, uma vez que em 2010 a proporção de produção era de 5,73 para 1 entre a atividade de extração de minério de ferro e de extração de minérios não-ferrosos. De forma comparada à indústria e serviços, temos que o setor gera mais valor agregado e é poupador de trabalho, em linha com Nahas (2015) e Simões (2010).

O índice de ligação Hirschman Rasmussen (HR), por sua vez, é uma medida de integração setorial. Tal índice avalia a importância relativa de uma atividade mediante a sua capacidade de se relacionar com as atividades da cadeia que lhe são anteriores e posteriores. Como hipótese básica dessa metodologia, tem-se que todos os setores são contabilizados com relevância equivalente. O índice  $U_j$ <sup>9</sup> mensura os *linkages* anteriores da cadeia e, portanto, o poder de demanda da atividade, enquanto o índice  $U_i$ <sup>10</sup> retorna os *linkages* para frente, ou a sensibilidade de o quanto o setor é demandado. É dito um setor-chave na economia aquele com os dois índices superiores à unidade (PRADO, 1981). A seguir, os gráficos apresentam os índices  $U_j$  e  $U_i$  da atividade de extração de minério de ferro e da atividade de minerais não-ferrosos (englobam metálicos e não metálicos, com exceção do minério de ferro) de forma comparada a demais setores da economia brasileira para o ano de 2010. O resultado mostra que apenas a atividade de extração de minério não-ferrosos tem um *linkage* relevante, que é o da cadeia para trás. Dessa forma, nenhuma das duas atividades se enquadram como setor-chave. Isso aponta para a tese de que a mineração é uma atividade que tem baixo poder de arrasto e geração de encadeamentos

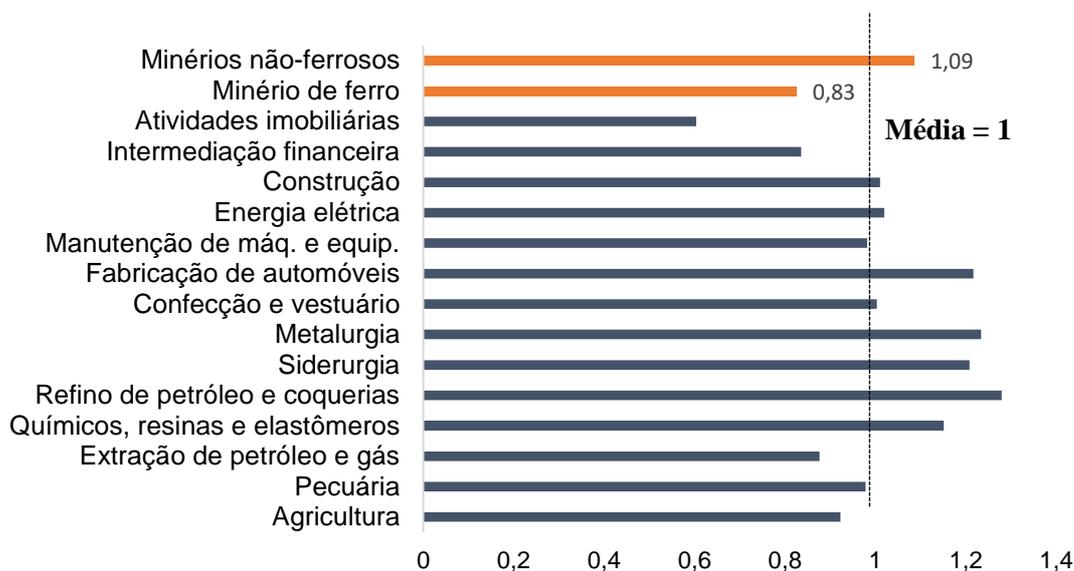
<sup>8</sup> Inclusive beneficiamentos

<sup>9</sup> 
$$U_j = \frac{\frac{1}{n} B_{oj}}{1/n^2 \sum_{i=1}^n B_{oj}}$$

<sup>10</sup> 
$$U_i = \frac{\frac{1}{n} B_{io}}{1/n^2 \sum_{j=1}^m B_{io}}$$

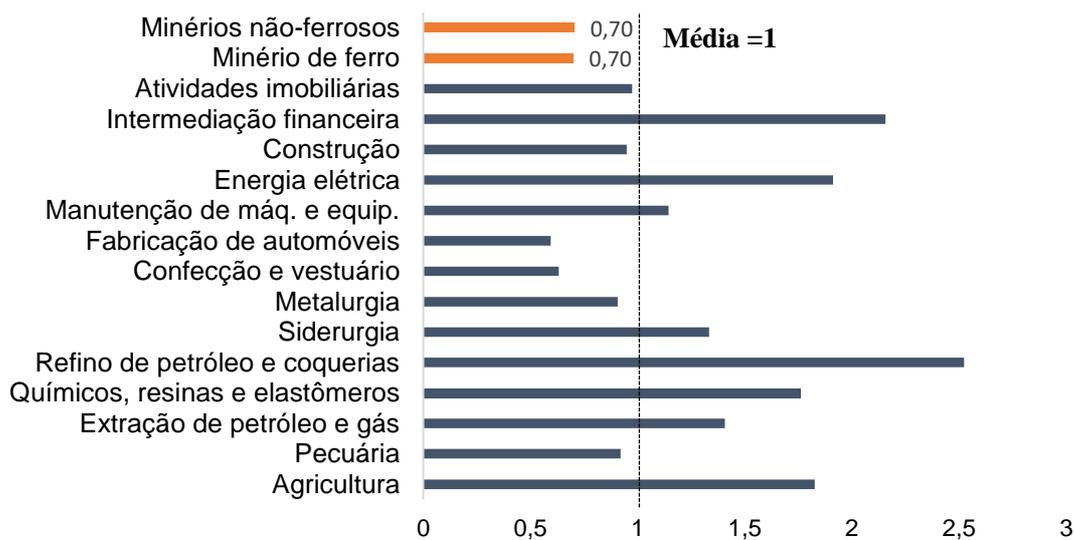
produtivos. Sua existência não cria demanda para frente na cadeia produtiva, de forma que os recursos gerados na sua produção não proporcionaram automaticamente um dinamismo setorial.

Gráfico 3: Índice U<sub>j</sub> – mensura os *linkages* à montante



Fonte: IBGE (SCN-2010). Elaboração Própria.

Gráfico 4: Índice U<sub>i</sub> – mensura os *linkages* à jusante



Fonte: IBGE (SCN-2010). Elaboração Própria.

Nahas (2014) calculou os índices de ligação HR para Minas Gerais no ano de 2005: o *linkage* para trás foi mensurado em 1,01 e o para frente em 1,07. A autora conclui que a mineração tem papel-chave no estado, ainda que os índices tenham ficado muito próximos à média. A diferença deste resultado com relação ao exercício feito aqui pode ter se dado em virtude do recorte regional das pesquisas.

## **1.2 Externalidades da Mineração**

Essa subseção tem por objetivo apresentar um quadro geral das externalidades positivas e negativas ligadas à produção mineral. Externalidades são efeitos colaterais de uma atividade que afetam terceiros de forma não mensurada como custo/lucro na sua produção (VARIAN, 1978). No caso da mineração, por exemplo, quando a renda gerada no município sede acaba por transbordar as fronteiras dos municípios, seja como salário para trabalhadores que moram em municípios vizinhos, seja como capital investido no entorno, essa é uma externalidade positiva. De forma contrária, quando a poeira, o ruído ou a poluição de rios atravessa a delimitação administrativa, tem-se uma externalidade negativa da atividade afetando o entorno. Com a finalidade de mitigar esse efeito, o recolhimento de tributos advindos da atividade mineral, mais especificamente dos *royalties*, foi criado para compensar a população local. Conforme previsto pela Constituição Federal de 1988 e instituído pelas leis número 7900 e 8001 do ano de 1990, o CFEM é destinado ao orçamento de união (12%), estados (23%) e municípios (65%) e tem a finalidade de dirimir problemas ambientais e sociais. Assim, há ainda pelo menos mais uma externalidade positiva da mineração que ocorre quando um morador de uma região vizinha se utiliza desses serviços.

Contudo, quanto ao instrumento do *royalty*, cabe uma ressalva. Assim como outras políticas, sua eficiência na promoção de desenvolvimento depende da gestão pública. Brasil (2015) mostra evidências de que há redução do esforço fiscal daqueles municípios que contam com recursos de renda de extração mineral (*flypaper effect*). Esse efeito negativo na gestão pública é uma externalidade negativa adicional. Este conjunto de fatores demarca que o efeito líquido da atividade no desenvolvimento das comunidades não é nítido, e mais, que deve variar a depender da região, da produção mineral e das instituições.

### 1.2.1 Efeito renda e desigualdade

Como foi visto, a atividade de extração mineral é heterogênea em termos produtivos e na sua relação com o entorno. No caso dos minerais não metálicos, a lógica produtiva é a do mercado interno e há maior interrelação com outros setores ao longo da cadeia produtiva. Já na produção de minerais metálicos, que tem como caso paradigmático o Projeto Grande Carajás no Pará, argumenta-se que a atividade promove um certo insulamento, ou enclave produtivo. Segundo Coelho (2015), se, por um lado, a empresa Vale, multinacional brasileira líder em extração mineral de vários segmentos e uma das maiores operadoras logísticas, tem infraestruturas modernas de produção e confortáveis estruturas de habitação para funcionários, por outro lado, o entorno reforça o contraste desta situação. Adicionalmente, o autor destaca que os salários mais elevados teriam promovido a atração dos trabalhadores do entorno para a região. Esse relato sobre a média salarial condiz com o indicado no Informe Mineral 2017 do DNPM. O salário médio no Brasil foi registrado em R\$ 1548, enquanto o setor mineral (excluindo Petróleo e Gás Natural) foi de R\$ 2063. Separando esta média nos segmentos tem-se que as atividades de extração de pedra, areia e argila têm salário médio de R\$ 1657, enquanto o salário na extração de minério de ferro é de R\$ 2952<sup>11</sup>. Complementarmente à Coelho, Nahas (2014) argumenta que os municípios intensivos em mineração apresentam tendência à descomplexização produtiva, com aumento da dependência da economia em relação a mineração. Isto ocorreria em virtude da concentração do capital disponível na economia para esta atividade, promotora de poucos encadeamentos industriais em sua cadeia produtiva. Além disso, a atividade seria poupadora de mão de obra e intensiva em capital de perfil pouco flexível, ou seja, com elevados custos fixos e imobilizados.

Estudos internacionais mostram evidências de que o efeito da mineração em renda é positivo nas regiões centrais, onde também há evidências de aumento da desigualdade de renda (MCMAHON E MOREIRA, 2014; ZAMBRANO et al, 2014; LOAYLA E RIGOLINI, 2016). A desigualdade de renda estaria fundamentada no diferencial salarial que a atividade promove. Como mostrado há pouco, os salários de profissionais qualificados envolvidos na atividade mineral metálica são mais elevados. Em virtude da pouca interrelação da atividade com outros setores, não há efeito multiplicador elevado dessa renda, contribuindo para a manutenção de desigualdade de renda a nível local e,

---

<sup>11</sup> Disponível em: < [http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/informe-mineral/publicacoes-nacionais/informe\\_mineral\\_1\\_2017](http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/informe-mineral/publicacoes-nacionais/informe_mineral_1_2017) > Acesso em 23/01/2018

eventualmente, regional. McMahon e Moreira (2014) mostram evidências de que a atividade gera efeito positivo em IDH e em seus subíndices de saúde e educação. Existem evidências relativas a diminuição da pobreza e aumento da desigualdade em Zambrano et al (2014) e Loayla e Rigolini (2016) para o Peru. Reeson, Measham e Hosking (2012) também corroboram esses resultados para a Austrália. Adicionalmente, esses autores mostram que, para os homens, há um aumento da desigualdade quando a atividade cresce, porém com queda rápida posteriormente. Em regiões mais intensivas em mineração a desigualdade entre homens é pequena em comparação com regiões não produtoras. Para mulheres, a desigualdade cresce com a extração mineral por toda a distribuição. Em virtude desse conjunto de observações, os autores apontam que a desigualdade tende a ser maior quando há um nível intermediário de produção mineral, além de efeitos heterogêneos por gênero.

Com relação aos estudos brasileiros sobre o tema, existem poucas publicações. Além disso, não há consenso sobre os efeitos da mineração em desenvolvimento. O caso do Pará, a partir dos anos 1980, foi estudado por Silva & Drummond (2005). Os autores observaram um impacto positivo em IDH e também em um aumento tanto da desigualdade para a sede, como também da degradação para a vizinhança. A mineração é entendida, pelo estudo, como concentradora de renda e pouco eficiente na hora de dinamizar e desenvolver o entorno. O caso de Minas Gerais foi avaliado por de Andrade (2010), que mensurou o impacto da mineração em variáveis construídas por ACP (análise de componentes principais). Seu resultado aponta para o impacto positivo em educação e saúde, ao mesmo tempo que não detecta impacto sobre seu índice econômico (crescimento).

### 1.2.2 Doenças mais comuns e a fiscalização

Além da caracterização da atividade como geradora e concentradora de renda, aspectos relacionados à saúde são comuns na literatura. O impacto das atividades mineradoras nas comunidades locais pode se dar de diversas formas, mas, principalmente, pela exposição à contaminação pelo ar, pela água, pelo solo e por ruído. Coelho et al (2011), Viana (2012) e Scliar (1998) levantam que as doenças mais comumente apresentadas pelos trabalhadores são as respiratórias, o câncer e as doenças associadas a saúde mental, mais precisamente o estresse psicológico. Este último seria superior à média das demais profissões. Na mineração, é necessária a locomoção, partição,

tratamento físico e químico das rochas. Tais fatores geram poeira, partículas suspensas que podem se acumular no trato respiratório humano. A posição altimétrica elevada, caso de encostas, onde comumente se encontra minério de ferro e quartzito, é um fator que aumenta a propagação<sup>12</sup> dos sedimentos que causam assoreamento e cheias, além de promover a degradação da fauna e flora. Outras substâncias minerais comumente associadas a doenças são a sílica, o talco e o amianto. Scliar (1998) ressalta que a poeira não se concentra onde ela foi gerada, o que evidencia a externalidade negativa.

Em relação à fiscalização da atividade mineradora, existe uma ambivalência com relação à sua efetividade. Brasil (2015) argumenta que a regulamentação que rege a atividade mineradora exige: avaliação do impacto da atividade; planos de gestão ambiental; planejamento do fechamento da mina; e monitoramento ambiental. Em termos de responsabilidade corporativa, organizações internacionais como o *Global Mining Initiative* (GMI) e o *Extractive Industries Transparency Initiative* (EITI) supervisionam grandes mineradoras que precisam de financiamento internacional. Existe, portanto, um rigor na exigência de boas práticas para a tomada de dinheiro que advém de alguns fundos. As normas ambientais mais reconhecidas que pautam essas exigências são a *International Finance Corporation* (IFC) e os Princípios do Equador. Em contrapartida, Viana (2012) aponta que os impactos ambientais da atividade variam significativamente com o tipo de minério explorado, o método de extração e o contexto socioeconômico no qual a atividade se insere. A mineração de agregados para a construção civil é um exemplo em que normalmente a produção se localiza próxima aos centros urbanos por motivos de elevado custo de transporte e tem impactos sociais elevados. Scliar (1998) ressalta o caso do amianto, matéria prima que foi comumente utilizada para fabricação de telhas e caixas d'água, mas que teve sua utilização proibida.

A literatura recente de Poemas (2015) e Simonato et al (2017) tem apontado que a eficiência da fiscalização varia em função do ciclo econômico da mineração. No período de crescimento desse ciclo, há uma maior pressão sobre a produção de licenças ambientais e outorgas para exploração, com perdas na efetividade das análises e fiscalização. Nos períodos de baixa, o controle tem capacidade para operar, porém, por sua vez, as empresas podem enfrentar contenção de gastos nas rubricas relacionadas à prevenção e

---

12 Essa propagação depende basicamente do regime pluviométrico, temperatura, umidade e direção dos ventos. A atmosfera regula a dissipação dos resíduos gasosos, poeira e ruído, enquanto a precipitação é determinante para os efluentes líquidos.

manutenção, com aumento dos casos de desastres. Petrie (2007) vai além. Para o autor, a má prática das empresas com relação à sustentabilidade é estrutural, pois a atividade mineradora é inerentemente uma atividade demandante de elevados investimentos fixos e de baixa possibilidade de reversão, ou *sunk capital*, de forma que os investimentos em inovação sustentável são residuais.

### 1.2.3 Recursos Hídricos na Mineração

Entre os anos de 2014 e 2016, a região sudeste do Brasil vivenciou um episódio de crise hídrica que alarmou a população e a produção industrial (MARENGO, 2015). Nesse período, empresas mineradoras atuantes no estado de Minas Gerais entraram na pauta da mídia sob a acusação de que existiria um *trade-off* entre o uso de água pelas residências vis-à-vis os processos produtivos de extração, beneficiamento mineral e transporte de polpas<sup>13</sup> nos minerodutos<sup>14</sup>. Entretanto, há controvérsias em relação a essa acusação: o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM) nega a existência do *trade-off*, enquanto Matos (2016) a defende.

O IBRAM defende, em suas publicações, que a água, na mineração, não concorre com o uso domiciliar uma vez que, em todos os processos produtivos, a atividade utiliza água não tratada. O instituto pontua que apenas 30% da polpa transportada é constituída por água e que as empresas brasileiras investem em racionalização e eficiência hídrica. Já Matos (2016) defende a existência do *trade-off* ao trazer evidências de que em 2015 houve escassez de água nas residências de municípios mineradores e redução dos níveis de lençóis freáticos da região, ameaçando a segurança hídrica. O autor observou a falta de água em municípios que obtiveram novas outorgas concedidas para exploração mineral. Esses municípios estão geralmente postados à jusante das operações. O autor mostra alguns exemplos desse uso: três mineradoras que operam entre Mariana (MG) e Ubú (ES) consomem 4.400 m<sup>3</sup> de água bruta (não tratada) por hora, o que compromete os mananciais de Mariana e Ouro Preto; em Santa Bárbara (MG), 82% do volume do rio Conceição é utilizado pela atividade mineral, o que tornou o rio intermitente; em Espera Feliz (MG), houve um estouro acidental de um mineroduto no ano de 2010 que causou um desastre ambiental na região e zerou o abastecimento de água da população. Dessa forma, fica apontado que: (i) o uso da mineração concorre com o uso residencial; e (ii)

---

<sup>13</sup> Para o transporte do minério por um duto é necessário que ele seja misturado a água formando uma polpa.

<sup>14</sup> Etapas em que o uso hídrico é intensivo.

apesar da mineração se utilizar de água não tratada, ela afeta o volume disponível no lençol freático, cujos impactos na quantidade de água destinada para tratamento são de longo prazo.

A Agência Nacional de Águas<sup>15</sup> (ANA) é o órgão federal vinculado ao Ministério do Meio Ambiente destinado a regular e fiscalizar a gestão dos recursos hídricos nacionais. Segundo a agência, a água é um dos fatores determinantes na localização das usinas de beneficiamento de minérios e, portanto, considera-se nesse trabalho a possibilidade de que a escolha locacional das firmas considera a disponibilidade hídrica no entorno.

A utilização de água pelas indústrias e posterior fiscalização pela agência se dá mediante as outorgas para captação de água superficial (e.g, rios). A concessão exige a realização de estudos de disponibilidade hídrica nas bacias, ou seja, a estimação da demanda e da vazão (oferta) de água adicionais. Nota-se que as outorgas são o principal instrumento de gestão para o controle do acesso das empresas ao recurso natural. De acordo com o levantamento de Matos (2016), o resultado final de segurança hídrica descrito pela ANA (2006) não foi alcançado na prática.

Segundo Magalhães et al (2017), do total de água bruta utilizada e concedida pelas outorgas, 21,8% é destinada para consumo humano, enquanto 69,3% destina-se aos setores de agricultura, de indústria e de mineração. Segundo o estudo, a escassez hídrica observada no Brasil teria impactos maiores sobre municípios que tem elevado consumo residencial e dependentes da agropecuária e da indústria. Os autores mostram que estes são também os municípios com pior distribuição de renda. A pesquisa corrobora a existência do *trade-off* do uso de água entre indústria extrativa e consumo doméstico.

Dentre os riscos ao meio ambiente sugeridos pela ANA estão algumas formas de poluição causadas pelos diversos processos minerais. No segmento de polimento de rochas ornamentais por exemplo, na fase de pesquisa, na lavra (extração), no beneficiamento e, na fase de apoio logístico, há a criação de ruído, vibrações, poeira e lama abrasiva. Esses resíduos são tratados em tanques, mas podem ser lançados na natureza, atingindo tanto rios, como lençóis freáticos e acumularem no solo. A agência

---

<sup>15</sup> Criada pela lei nº 9.984 de 2000 e regulamentada pelo decreto nº 3.692 de mesmo ano.

pontua que as práticas da atividade podem alterar significativamente a qualidade da água disponível, além de afetar a composição do solo. Disto segue a necessidade de investimento em pesquisa e tecnologia para reciclagem e redução dos resíduos. Segundo a agência, o controle dos danos ambientais tem sua efetividade correlacionada positivamente com o tamanho das empresas do segmento mineral. O exemplo da degradação ambiental com severos impactos sociais causados pelo rompimento da barragem do Fundão da empresa Samarco Mineração S.A no final do ano de 2015 mostra o potencial de destruição que a atividade proporciona. Ao mesmo tempo, a paralização da produção resultou em uma crise econômica sem precedentes na região, com queda acentuada na exportação e na arrecadação tributária do município de Mariana (SIMONATO et al, 2017).

Segundo Oliveira (2015), além do rompimento da barragem do Fundão da Samarco em Bento Rodrigues (MG), há um histórico recente de outros eventos semelhantes. Em 1986, a barragem da Mina de Fernandinho em Itabirito (MG) rompeu, causando sete mortes. Em 2001 foi a vez do rompimento da barragem de Rio Verde, em Macacos (MG), com morte de cinco pessoas, impacto em 43 hectares e assoreamento do leito do córrego Taquaras. Em 2007, uma barragem, de responsabilidade da mineradora Rio Pomba Caraguases, rompeu em Miraf (MG), Zona da Mata, afetando não somente o município, mas seu vizinho, Muriaé, totalizando mais de mil casas afetadas pela lama. Esses episódios reforçam que a atividade mineradora é intrinsecamente arriscada e impactante em termos socioambientais.

Dessa forma, destacam-se como possíveis externalidades negativas o uso de água pela mineração em detrimento do uso doméstico quando há escassez e os riscos intrínsecos da atividade mineradora que tem potencial para afetar o meio ambiente, as comunidades locais e a economia dos municípios.

## **CAPÍTULO 2: METODOLOGIA**

A atividade mineradora exerce forças socioeconômicas positivas e negativas sobre seu município sede e região vizinha. Em virtude da dificuldade de compreender sua resultante, torna-se necessário aplicar uma metodologia de avaliação econômica de impacto que possa determinar os efeitos médios da atividade no IDHM e no indicador de desigualdade razão 10/40. De forma a atingir essa finalidade, explora-se brevemente a relevância da avaliação econômica de impacto e os conceitos basais encontrados na ciência regional. Por fim, descreve-se a base de dados utilizada no estudo, faz-se referência à determinação da seleção dos municípios mineradores, à escolha das variáveis utilizadas e são realizadas estatísticas descritivas.

### **2.1 Avaliação econômica de impacto**

Como enfatizado no capítulo anterior, a mineração é uma atividade econômica geradora de *royalties* destinados ao setor público. Esse recurso entra no orçamento dos municípios e tem a finalidade de mitigar questões ambientais e sociais. Como as relações econômicas não estão restritas no espaço às delimitações administrativas, mas os *royalties* estão, torna-se fundamental avaliar o impacto da mineração considerando o papel da vizinhança para que os resultados das relações entre os diversos agentes sejam considerados. Os diagnósticos de ônus ou de bônus devem ser explicitados para que a política pública possa remediar ou se orientar corretamente, evitando o desperdício de recursos e orientando melhor sua pauta.

A avaliação econômica do impacto tem seu cerne na escolha da alocação eficiente de recursos, tendo em vista a diversidade de finalidades possíveis que os agentes podem considerar para agir. Como será explicado a seguir, a eficiência de um programa e sua relação custo-benefício muitas vezes é pouco tangível para a sociedade, uma vez que não se pode comparar o esforço realizado com o resultado esperado que teria acontecido sem o programa, tudo o mais mantido constante (MENEZES FILHO, 2012).

A estrutura da avaliação se assemelha ao que está comumente associado à metodologia médica relativa ao funcionamento de um remédio. O impacto de um programa é a medida da diferença entre o efeito no grupo de tratados, aquilo que é real, percebido pelas pessoas, e o efeito hipotético dado pelo resultado desse grupo, caso não tivessem recebido o programa. Como o mesmo grupo não pode receber e não receber o

programa ao mesmo tempo, o efeito hipotético não realizado pode ter o efeito do grupo de controle como *proxy*. Esse grupo serve de contrafactual para o grupo tratado. (ANGRIST e PISCHKE, 2009)

Um exemplo de programa que é constantemente avaliado e tem um corpo grande de evidências é o Programa Bolsa Família (PBF) do governo federal criado em 2003 pela medida provisória número 132 e instituído pela lei número 110.836 em 9 de janeiro de 2004. Transferir renda condicionalmente para famílias de baixa renda tem evidências de redução de pobreza e dinamização da economia local (SILVA, 2014; CURY et al., 2010; LANDIM JUNIOR, 2009; NERI et al., 2013). São exemplos de avaliação do programa a mensuração da efetividade do programa observando a qualidade da focalização (SOUZA, 2011; MEDEIROS et al., 2007), os efeitos sob desigualdade de renda e pobreza (CURY et al., 2010; HEWINGS et al., 2007; MEDEIROS, BRITTO E SOARES, 2007), efeitos na atividade econômica (LANDIM JUNIOR, 2009; NERI et al., 2013; DENES et al., 2016), na nota e frequência dos alunos matriculados (ROMERO E HERMETO, 2009; GLEWWE E KASSOUF, 2010; BRAUW et al., 2014). Na medida que o diagnóstico é parte integrante do processo de escolha dos objetivos de um programa como este, a avaliação econômica serve como elemento a ser considerado pelos tomadores de decisão.

A avaliação de impacto se utiliza do modelo de resultados potenciais para aferir resultados. O grupo de controle serve como contrafactual para o grupo de tratados quando existe um perfil semelhante entre eles, isto é, quando a média de algumas variáveis observáveis é semelhante. Essas características analisadas são referentes às qualidades dos indivíduos observados que são suspeitas de terem relação com a variável observada como resultado do impacto. Assim, se o rendimento do trabalho é essa variável, controlar os grupos de tratamento e controle por anos de educação é esperado, uma vez que, na literatura relacionada, existe evidência da relação entre essas duas variáveis. O modelo de resultados potenciais assim necessita dessa divisão entre tratamento e controle, assim como da divisão de período do tratamento em antes e depois. Normalmente, dada a boa escolha dos grupos, em que a média das características de ambos é semelhante, o impacto então é equivalente a diferença de resultado dos grupos. No entanto, um dos problemas centrais na avaliação econômica de impacto é a autoseleção dos agentes na participação do grupo de tratamento. Isto porque pode existir uma correlação entre o efeito do programa e características que não foram selecionadas pelos analistas como relevantes

para comparação entre os grupos, e que motivam o agente a participar do treinamento, mas que não foram controladas no grupo que deveria representar o contrafactual.

O impacto da mineração no desenvolvimento municipal deve ser avaliado seguindo o mesmo princípio. A existência da mineração depende de componentes locais como a presença de minerais no solo e a disponibilidade hídrica na região. Dessa forma, delimitar grupos comparáveis somente se torna possível se selecionarmos, para grupo de controle, aqueles municípios com características geológicas e físicas semelhantes ao grupo de tratamento (município minerador), a fim de retirar esse potencial viés de autoseleção. A construção de um grupo que sirva de contrafactual pode ser feita a partir do método de *Propensity Score*. Tal metodologia foi apresentada inicialmente por Rosebaum e Rubin (1983) e consiste em criar uma variável que combine as características observáveis dos agentes ponderando maiores valores para os municípios não mineradores que tenham perfil mais semelhante aos mineradores nas variáveis locais. O *Propensity Score* mede a probabilidade de um município ser minerador de acordo com algumas características observáveis. Isso permite (i) a retirada do viés de seleção para a posterior estimação do efeito da mineração sobre o desenvolvimento (seleção por variáveis observáveis) e (ii) a utilização do escore como peso para os municípios não mineradores que servirão de controle para os municípios mineradores, ditos tratados. Para essa estimação serão utilizadas variáveis geográficas relevantes na escolha da localização de uma firma mineradora em virtude da rigidez locacional característica da mineração, algo que será explorado a seguir.

## **2.2 Determinantes locais e Econometria Espacial**

A atividade de extração mineral tem como característica intrínseca a necessidade de se situar próxima às jazidas minerais para se tornar economicamente viável. Isto se dá principalmente pelo fato de que a localização dos minérios é naturalmente concentrada em virtude das suas características geológicas (MONTEIRO, 2012). Em segundo lugar, seu custo de transporte é elevado. Esses fatores tornam a escolha locacional da firma mineradora rígida e determinada junto à fonte de matéria-prima. Adicionalmente, a localização de firmas mineradoras serve como sinalização para uma firma entrante no mercado de que na região opera-se com viabilidade econômica ou de que existe possibilidade de compartilhamento de infraestrutura (de *essential facilities* como ferroviárias), ou então que existe mão de obra capacitada, por exemplo. Tem-se, portanto,

que a localização e o entorno não apenas são elementos chave para as operações como são impactados diferentemente a depender do tipo de extração mineral, como visto anteriormente. Dessa forma, na presença dessas relações espaciais e da existência de externalidades, torna-se imperativo que a avaliação de impacto econômica inclua a espacialidade em sua construção.

Anselin (1998) argumenta que a dependência espacial e a heterogeneidade espacial são dois aspectos comuns nas avaliações empíricas de dados. A heterogeneidade espacial se refere aos elementos instáveis das relações de comportamento no espaço. Isso é percebido no momento em que forma funcional e os parâmetros das relações estudadas variam conjuntamente com a localização de forma não homogênea. Um exemplo apontado é a correlação entre regiões mais desenvolvidas estarem localizadas na região Norte dos Estados Unidos e as menos no Sul. Comenta-se que a correção desse problema pode ser feita com o ferramental tradicional de econometria, ainda que de forma menos eficiente do que a tratada pela econometria espacial. Além disso, alega-se que a detecção da heterogeneidade espacial não é trivial, já que não é facilmente distinguível de dependência espacial, o segundo conceito apresentado (ANSELIN,1998). Dependência espacial ou autocorrelação espacial<sup>16</sup> é a relação não independente entre observações em um conjunto de dados *cross-section* (ANSELIN,1998). Sua causa está relacionada principalmente com a presença de externalidades espaciais e de efeitos de transbordamento. Outra razão possível para sua existência é o problema de erro de medida em variáveis observadas que ocorre por delimitação arbitrária das unidades espaciais de observação ou problemas de agregação.

A identificação de qual modelo econométrico é adequado para os dados apresentados é feita por meio dos testes de dependência espacial. No caso da mineração, o teste pode ser feito na estimação do *probit* espacial, o qual relaciona a variável dependente (*dummy* município minerador) com as variáveis locais relativas à rigidez locacional. Caso o teste aponte a dependência, modelos espaciais são recomendados para lidar com correlações de vizinhança. Para mensurar de forma econométrica o efeito da rigidez locacional no estabelecimento da mineração, será utilizada a técnica de *Spatial Propensity Score Matching* (SPSM). O suporte comum e o

---

<sup>16</sup> Considerada o core da disciplina de *Regional Science and Geography*, essa relação foi expressa por Tobler (1979) da seguinte forma: "everything is related to everything else, but near things are more related than distant things."

*matching* eliminam parcialmente o viés de seleção que pode ser controlado por meio de variáveis observáveis, restando a possibilidade da manutenção de viés advindo de elementos não observáveis. A qualidade do *matching* depende dos controles utilizados no cômputo do *propensity score* (BECKER; ICHINO, 2002).

Para a atividade de mineração, características básicas relativas ao solo, relevo, disponibilidade hídrica, altimetria e chuva podem ser consideradas comuns à atividade independentemente do segmento analisado, dado que são fatores essenciais na escolha locacional das firmas. (ANA, 2006; VIANA, 2012; BRASIL, 2015). Outro fator locacional importante é a presença de outras firmas na região, segundo Elhorst (2014). Dessa forma, ela sinaliza a existência de minério, o funcionamento de atividades de apoio, a presença de mão-de-obra especializada, mecanismos logísticos, dentre outras questões. Assim, por uma questão informacional, adicionar ao modelo a vizinhança pode ter poder explicativo relevante.

### **2.3 Modelo para cálculo de impacto**

Para estudar o efeito causal entre as variáveis de escolha locacional e a presença de mineração nos municípios, a técnica de *Spatial Propensity Score Matching* é utilizada com a finalidade de corrigir o viés de autosseleção por meio do controle feito via características observáveis (ANGRIST e PISCHKE, 2009). O escore de propensão é utilizado como ponderador para os municípios, dando maior peso no grupo de controle para aqueles semelhantes aos tratados. A seguir, é realizada a apresentação da metodologia de cálculo do efeito da mineração (tratamento) sobre os municípios mineradores (tratados).

Seja  $Y$  a variável de interesse ou resultado, no caso o IDHM, seus subíndices ou a razão 10/40.  $T$  a variável *dummy* que indica se o município é minerador (tratado), se recebeu o tratamento, assumindo o valor um nesse caso, ou zero caso contrário. Caso houvesse um experimento aleatório em que os tratados e não-tratados fossem idênticos, a comparação simples entre as médias bastaria para aferir o impacto da mineração, como é descrito pela equação abaixo:

$$DifMedia = E[Y|T = 1] - E[Y|T = 0] \quad (1)$$

O grupo de controle serviria exatamente para ser alvo de comparação com o grupo de tratados. Contudo, na realidade os grupos diferem e o cálculo de impacto não é dado

com a simples subtração. Seja  $Y_1$  o resultado potencial de ser minerador (ser tratado), e  $Y_0$  resultado potencial de não ser minerador. Nosso parâmetro de interesse ou o efeito do tratamento sobre os tratados ( $ATT$ ) é o resultado diferencial recebido pelo tratamento no subgrupo de municípios mineradores.  $ATT$  é definido por:

$$ATT = E[Y_1 | T = 1] - E[Y_0 | T = 1] = E[Y_1 - Y_0 | T = 1] \quad (2)$$

O  $ATT$  e a diferença de médias (*DifMedia*) podem diferir caso haja viés de seleção, ou seja, caso o grupo de comparação seja inadequado: comportamento distinto daquele que os tratados teriam caso não fossem tratados.

$$\begin{aligned} \text{Viés de seleção} &= E[Y | T = 1] - E[Y | T = 0] = (E[Y_1 | T = 1] - E[Y_0 | T = 1]) \\ &= E[Y_0 | T = 1] - E[Y_0 | T = 0]. \end{aligned} \quad (3)$$

No caso de seleção aleatória, temos  $(Y_0, Y_1) \perp T$ , e, assim, esse viés é nulo.

$$\text{Viés de seleção} = E[Y_0 | T = 1] - E[Y_0 | T = 0] = E[Y_0] - E[Y_0] = 0. \quad (4)$$

No caso de seleção por variáveis observáveis  $X$ , temos que o resultado potencial é independente do tratamento quando condicional a  $X$ , isto é, quando  $(Y_0, Y_1) \perp T/X$ . Essa hipótese é denominada ignorabilidade do tratamento. Como é uma hipótese não testável, exercícios empíricos devem ser baseados na literatura de mineração. Em conformidade com Brasil (2015) e com a rigidez na escolha locacional das empresas mineradoras, são utilizadas como condicionais as seguintes variáveis: solo, relevo, chuva, altimetria e disponibilidade hídrica, porcentagem da mão de obra mineradora em 1991 e IDHM 1991.

A probabilidade de ser tratado  $p(X)$  é denominada *escore de propensão* ou *propensity score* (HECKMAN, ICHIMURA E TODD, 1998), e é descrita desta forma:

$$p(X) = \Pr[T = 1 | X] = \Pr[T = 1 | Y_1, Y_0, X] \quad (5)$$

Com o uso das características geográficas observáveis, teremos:

$$E[(Y_1 - Y_0) | T = 1, X] = E[(Y_1) | T = 1, X] - E[(Y_0) | T = 1, X] \quad (6)$$

E com o uso do contrafactual desse grupo de controle bem selecionado, temos que  $E[(Y_0) | T = 1, X] = E[(Y_0) | T = 0, X]$ . Nesse momento, faz-se uso da hipótese de

suporte comum, que sugere que  $p(X) \in (0,1) \forall X \in \chi$ , tal que  $\chi$  é o suporte da distribuição de  $X$ . Em outras palavras, o grupo de tratamento é indiferenciável usando as informações contidas em  $X$ . A hipótese de ignorabilidade do tratamento e de suporte comum combinadas são chamadas de ignorabilidade forte. (RUBIN, 1977). Ao parear uma observação do grupo de controle com uma do grupo de tratamento com as mesmas características de  $X$ , realiza-se um pareamento um para um. Em seguida, imputa-se o valor de  $Y$  do indivíduo controle no do grupo de tratamento sob a hipótese de não tratamento. Feito o pareamento, calcula-se a média  $E[Y_0 | T = 1]$  (ANGRIST e PISCHKE, 2009).

O *Propensity Score Matching* é especial nesse caso, uma vez que são utilizadas matrizes de peso que capturam, de forma exógena, o padrão de vizinhança entre as observações para o cálculo do *propensity score*. O primeiro passo para a estimação de impacto é realizado por meio de uma regressão *Probit* ou *Logit* descrita abaixo. No caso, como as variáveis geográficas são praticamente constantes no tempo, pode ser realizada uma *cross-section* (BRASIL, 2015).

$$T_i = pWT + X_iB + e_i \quad (7)$$

$T_i$  é um vetor  $N \times 1$  relativo à variável limitada,  $WT$  é a variável de  $T$  defasada espacialmente com o auxílio da matriz  $W$  de vizinhança,  $XB$  é uma função *index*, em que  $X$  é uma matriz  $N \times k$  de observações e  $B$  é um vetor  $k \times 1$  de coeficientes. A variável  $e_i$  é um vetor  $N \times 1$  de erros aleatórios assumidos normalmente distribuídos.

A partir dos valores preditos nessa regressão (função linear  $XB$ ), é construído o *propensity score* (*pscore*) dos municípios por meio da normalização dos valores encontrados. A depender da matriz de peso utilizada, variam os valores obtidos, uma vez que a essa matriz parametriza a estrutura de dependência entre os municípios. A ponderação pelo *pscore* será utilizada na segunda etapa de estimação de impacto, com o objetivo de evitar o potencial viés de variável omitida e aumentar a robustez da estimação. (IMBENS e WOOLDRIDGE, 2009)

Segundo Smith e Todd (2005), o estimador de *ATT* do PSM respeita a forma a seguir:

$$ATT_{PSM} = \frac{1}{N_T} \left[ \sum_{i \in T} Y_{1,i} - \sum_{j \in C} \omega(i,j) Y_{0,j} \right], \quad (8)$$

em que  $N_t$  corresponde ao número de indivíduos tratados no suporte comum,  $\omega(i,j)$  é o peso atribuído aos indivíduos, o qual depende dos *pscores* de tratados e não tratados.

A atribuição do peso será feita com base nos *pscores* obtidos na etapa da estimação do *Probit* Espacial. Outras possibilidades contidas na literatura<sup>17</sup> para estimar o *ATT* com PSM são via *nearest-neighbor*, *radius*, *stratification*, *kernel* e *local linear matching*. O método de estratificação, por exemplo, divide a amostra de indivíduos com base no *pscore* para que os grupos tenham em média o mesmo valor de escore de propensão. O *ATT* total é medido como média ponderada pelos pesos dos diversos *ATT*'s mensurados em cada estrato. Caso não haja grupos sem indivíduos em ambos os grupos (controle e tratamento), o estrato é descartado. O método de *nearest-neighbor* pareia um indivíduo do grupo de controle com o indivíduo  $i$  do grupo de tratamento mais parecido em termos de *pscore*. Nesse caso, pode existir um pareamento com *pscores* muito diferentes, deixando de representar um bom contrafactual. O método de raio permite escolher o vizinho mais próximo, dada uma determinação exógena por parte do pesquisador. Quanto menor o raio, menor o viés. Por sua vez, quanto maior o raio, maior a eficiência encontrada. Esse método sofre do mesmo problema do *nearest-neighbor*. O método de *Kernel* faz o pareamento utilizando a média ponderada dos indivíduos do grupo de controle, com pesos inversamente proporcionais à distância entre os *pscores* de tratados e não tratados. Formalizando:

$$\omega(i,j)_{Kernel} = \frac{K\left(\frac{P_j - P_i}{\alpha_n}\right)}{\sum_{k \in C} K\left(\frac{P_k - P_i}{\alpha_n}\right)} \quad (9)$$

O  $K$  denota uma função e  $\alpha_n$  é o parâmetro denominado de *bandwidth* (janela).

## 2.4 Descrição da base de dados

Nessa seção, são discutidas as escolhas para variáveis independentes de interesse, variáveis dependentes e variáveis de controle. Além disso, são apresentadas estatísticas descritivas.

---

<sup>17</sup> Dantas e Tannuri-Pianto (2014), Becker e Ichino (2002).

#### 2.4.1 Seleção do Município Minerador

O critério escolhido para caracterizar um município como minerador advém da base de dados do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) referente à Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), os *royalties* da mineração. Nela, podem-se encontrar informações da arrecadação e da produção mineral, ano a ano entre 2004 e o ano vigente. Existe a opção de pesquisa por minério e por município ou estado da federação. Para construção da variável de 2000, foi feita uma extrapolação para trás com tendência logarítmica entre os anos de 2004 e 2010.

Os estudos de impacto da atividade mineradora recentes estão listados na tabela abaixo. Destaca-se o critério utilizado por cada um para a seleção dos municípios intensivos em mineração.

Tabela 2: Critérios de seleção de município intensivo em mineração por autor

Autor	Critério de Seleção
Enriquez (2011)	Valor anual de CFEM superior `a R\$ 1 milhão (valores de 2003) ponderado pela sua participação na receita municipal (entre 5% e 30%)
Barreto (2001)	CFEM superior `a U\$ 500 mil (valores de 2000)
Andrade (2010)	CFEM superior `a R\$ 400 mil (valores de 2004)
Zambrano et al (2014)	Recebimento de <i>royalties</i> identifica mineradores
Brasil (2015)	Recebimento de CFEM identifica mineradores

Elaboração Própria

Esses autores caracterizaram como minerador o município com um determinado patamar de atividade ou pagamento de *royalty*. Essa escolha é exógena e *ex-ante* ao exercício de estimação, de forma que nesse trabalho se optou por utilizar, como medida, a mediana do CFEM dos estados escolhidos, isto é, são denominados tratados aqueles

municípios que receberem CFEM superiores à mediana de seu estado. No Anexo A estão indicados os municípios tratados e não tratados em 2000 e 2010 para os estados de Minas Gerais e do Pará.

#### 2.4.2 Variáveis Dependentes

Nessa seção, serão descritas as variáveis objetivo da avaliação de impacto, visto que esse estudo busca estimar modelos que visam mensurar o impacto da mineração em variáveis relacionadas ao desenvolvimento municipal. Em virtude do caráter amplo deste termo, delimitou-se as escolhas pelo que foi observado como maior frequência na literatura. Foram selecionados: i) o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), feito pelo Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD); e ii) razão da renda dos 10% mais ricos e dos 40% mais pobres, medida de desigualdade, uma vez que o IDH não absorve essa dimensão em sua mensuração.

Nesse trabalho, atenta-se para os valores dos anos de 2000 e 2010 referentes aos municípios dos estados de Minas Gerais e do Pará. Serão estimados diversos modelos para avaliar o impacto da mineração no desenvolvimento.

O IDHM é composto por uma média geométrica com pesos idênticos entre seus componentes ou subíndices: IDHM longevidade, IDHM educação e IDHM renda. O IDHM longevidade é construído a partir da variável esperança de vida ao nascer que, conforme metodologia Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (2013), é definida por:

Número médio de anos que as pessoas deverão viver a partir do nascimento, se permanecerem constantes ao longo da vida o nível e o padrão de mortalidade por idade prevalecente no ano do Censo. (ATLAS,2013).

Assim, foi somada a idade de cada indivíduo da amostra do Censo Demográfico calculado pelo IBGE com a expectativa de anos de vida adicionais projetada pela tabela de Mortalidade - também do IBGE.

O IDHM educação é construído pela média geométrica de duas variáveis: frequência de crianças e jovens à escola e escolaridade da população adulta. A primeira tem peso dois e a segunda peso um. A variável anos de estudo ou escolaridade é medida como percentual da população com mais de 18 anos e com ensino fundamental completo.

A frequência escolar é mensurada como a média aritmética da população com idade entre 5 e 6 anos que frequente a escola, dos jovens entre 11 e 13 frequentando o fundamental, 15 e 17 com fundamental completo e dos jovens entre 18 e 20 anos com médio completo, segundo o Atlas (2013).

O IDHM renda é construído pela variável renda per capita, em que os valores mínimo e máximo são R\$ 8,00 e R\$ 4.033,00 (a preços de agosto de 2010). Renda per capita é entendida como a “Razão entre o somatório da renda de todos os indivíduos residentes em domicílios particulares permanentes e o número total desses indivíduos. Valores em reais de agosto de 2010” (ATLAS, 2013). O IDHM pode ser analisado a partir dos seguintes valores críticos: entre 0 - 0,499, é considerado muito baixo, entre 0,500 – 0,599, baixo, entre 0,600 – 0,699, médio, entre 0,700 e 0,799, alto e, entre 0,800 e 1, muito alto (ATLAS, 2013).

O indicador de desigualdade de renda, por sua vez, será a razão dos 10% mais ricos com os 40% mais pobres a nível municipal. Esse indicador foi construído pelo Atlas (2013) a partir da variável de renda domiciliar per capita e também é chamado de *Palma Ratio*. Sua análise fornece uma qualificação diferenciada do nível de desenvolvimento dos municípios por demarcar não uma média, mas a dispersão dos valores. Dessa forma, observa-se algo que o IDHMR não consegue qualificar, que é a diferença de renda domiciliar intramunicipal.

Barros (2006), por exemplo, analisou a queda da desigualdade brasileira que ocorreu após 2001. Para tal, utilizou os indicadores de razão da renda dos 10% mais ricos e dos 40% mais pobres e o coeficiente de Gini. Segundo Haughton (2009), desigualdade é um conceito aplicado a toda população e não é focalizado como é o caso de pobreza. As medidas mais simples comparam a renda entre uma porcentagem da população classificada como pobre e rica. O coeficiente de Gini, por exemplo, é derivado da curva de Lorenz, que distribui a população em ordem crescente de renda e mostra, na abscissa, a curva acumulada da população, e, na ordenada, a acumulada de renda. Se por um lado, o índice tem as propriedades desejáveis de independência na média, no tamanho populacional, simetria e sensibilidade para transferências Pigou-Dalton, ele não é facilmente decomposto para mostrar as causas ou fontes da desigualdade. Além disso, é sensível à presença de *outliers*. Já os índices de Theil, o T-Theil e o L-Theil, são medidas de entropia consideradas melhores por possibilitarem a decomposição da desigualdade

dentro e entre regiões, além da decomposição temporal. A escolha pelo indicador da razão 10/40 se deu pela sua simplicidade e recorrência na literatura de avaliação de desigualdade.

#### 2.4.3 Variáveis Independentes

As variáveis geográficas que estão intimamente relacionadas à escolha locacional das firmas de mineração, conforme a literatura apontou, são: composição do solo, composição geológica, o volume de chuvas, a altitude, e, por último, a disponibilidade hídrica.

Recentemente, o Ministério de Meio Ambiente (MMA) disponibilizou uma base de dados pública consolidando dados geográficos e facilitando seu acesso (MMA, 2017). Do próprio Ministério, existem dados de solo e relevo. Na base de dados do IBGE, estão abertos os dados de altitude. Com respeito à pluviometria, os dados do CPRM, serviço geológico do Brasil, disponibilizam a média de chuva anual entre 1977 e 2006 por município.

Sobre disponibilidade hídrica, existe a base de dados Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) com dados de vazão superficial, subterrânea e total da demanda industrial medida em metros cúbicos por segundo. A demanda total foi utilizada no trabalho, porém convertida para metros cúbicos por mês. Outra base de dados disponível sobre questões hídricas é a da Agência Nacional de Águas (ANA), com a variável vazão de disponibilidade Q95, que mede disponibilidade hídrica superficial de cursos d'água com área de contribuição superiores a 3000 km<sup>2</sup> (ANA, 2017). A ANA detém dados de uma pesquisa chamada "Estimativa de demanda hídrica da indústria de transformação", os quais descrevem a vazão de água retirada por tipo de indústria em 2015, definida pela CNAE 2.0. Poderiam ser utilizados os dados de fabricação de produtos de minerais não-metálicos, metalurgia e fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos. Contudo, optou-se pela não utilização, uma vez que os dados pareciam variar pouco e serem todos demasiadamente concentrados perto de zero metros cúbicos por segundo.

Nos casos dos dados de altitude, chuva e disponibilidade hídrica, foi utilizado o método de imputação das médias dos vizinhos via *Nearest Neighbor* (NN) com número de vizinhos (k) igual a seis, de forma a solucionar o problema de dados faltantes

existentes. Esse exercício foi necessário em virtude da necessidade operacional da estimação. Optou-se por essa metodologia pela sua simplicidade. Teste de robustez com o número fixos de vizinhos não mostrou alteração relevante nas médias produzidas.

Foram utilizados ainda o IDHM de 1991, obtido no Atlas (2013), que atua como controle ao ser uma variável defasada da variável dependente. As variáveis população e área foram obtidas no IBGE. Por fim, com o intuito de se controlar as regressões por uma medida defasada de atividade mineradora, na ausência da medida do CFEM, utilizou-se a representatividade relativa da mão de obra formal alocada no setor mineral, considerando essa porcentagem do município em relação a seu respectivo estado. Foi escolhido o ano de 1991 da base de dados RAIS (MTE).

#### 2.4.4 Estatísticas Descritivas da base de dados

O estado de Minas Gerais conta com 853 municípios. A altitude varia entre 200 e 1800 metros, enquanto a chuva entre 700 e 2300 mm anuais médios, dados do período entre 1977 e 2006. A vazão de água industrial<sup>18</sup> varia entre zero e onze milhões de metros cúbicos mensais e a disponibilidade hídrica<sup>19</sup> varia entre zero e 1377 metros cúbicos por segundo. As variáveis de relevo do IBGE estão classificadas em 30 tipos no primeiro enquadramento em Minas Gerais, 4 na subclassificação e 12 no detalhamento da subqualificação. No caso do solo, são 23 perfis classificados. A variável relativa à intensidade da mineração é *dummy* minerador, aquela que indica se o município tem um CFEM superior à mediana do estado. Posteriormente à tabela abaixo, encontra-se o mapa do estado de Minas Gerais com os municípios intensivos destacados. São 337 municípios com CFEM positivo, 169 superiores à mediana da CFEM no estado, e 22 com CFEM superior à média.

Tabela 3: Resumo dos dados utilizados Minas Gerais

Variáveis	Obs	Média	Desvio Padrão	Min	Max
<i>Dummy</i> minerador 2010	853	0,20	0,40	0	1

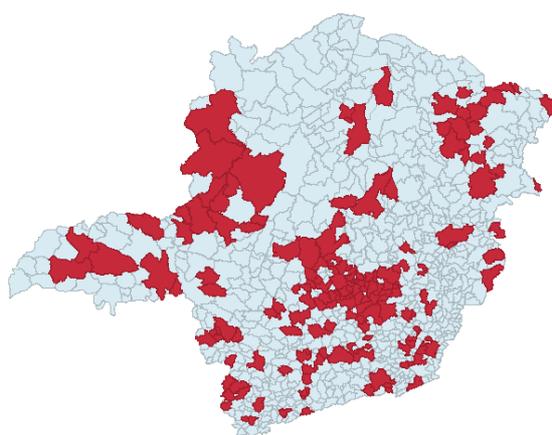
<sup>18</sup> Vvazão total (superficial e subterrânea) da demanda industrial.

<sup>19</sup> Estimativa da disponibilidade hídrica superficial. ANA aponta que foi considerado apenas os cursos d'água com área de contribuição acima de 3000 km<sup>2</sup>. Rios sem regularização foram considerados com vazão igual a 95 por cento de permanência.

<i>Dummy</i> minerador 2000	853	0,23	0,42	0	1
População 2010	853	22975	93752	815	2375151
População 2000	853	20975	86561	873	2238514
IDHM 1991	853	0,39	0,08	0,17	0,60
% mão de obra mineradora 1991	853	0,11	0,88	0	19,07
<i>Dummy</i> RMBH	853	0,04	0,19	0,00	1,00
Área	853	688	966	4	10727
Altitude	853	743	267	200	1800
Chuva	853	1341	224	700	2300
Vazão de água para Indústria	853	352822	1255243	0	11600000
Disponibilidade Hídrica	853	59	145	0	1377
Relevo					
Classificação IBGE - 01	853	15,47	8,13	1	30
Classificação IBGE - 02	853	2,46	0,90	0	3
Classificação IBGE - 03	853	8,59	3,43	2	13
Solo	853	9,64	5,72	0	23

Nota: Classificação IBGE 01 faz divisão entre: Chapadas, Depressões, Morros, Escarpas, Planaltos, Planícies e Serras. Classificação IBGE 02 classifica a morfologia: Bacias Sedimentares, Depósitos Sedimentares, Embasamentos Complexos e Faixas de Dobramentos e Coberturas. Classificação IBGE 03 classifica subgrupos da Classificação anterior.  
Elaboração Própria.

Figura 2: Municípios mineiros com CFEM superior à mediana do estado.



Fonte: DNPM, 2010. Elaboração Própria.

O estado do Pará conta atualmente com 143 municípios. A altitude varia entre 100 e 600 metros, enquanto a chuva entre 1600 e 3100 mm anuais médios, dados do período

entre 1977 e 2006. A variável vazão de água industrial varia entre zero e 22 milhões de metros cúbicos mensais e a disponibilidade hídrica varia entre zero e 65 mil metros cúbicos por segundo. As variáveis de relevo do IBGE estão classificadas em 31 tipos no primeiro enquadramento no Pará, 3 na subclassificação e 14 no detalhamento da subqualificação. No caso do solo, são 22 perfis classificados.

A variável relativa a intensidade da mineração (*Dummy Minerador*) é aquela que indica se o município tem um CFEM superior à mediana do estado. São 24 municípios nessa condição. Posteriormente à tabela, encontra-se o mapa do estado de Pará com os municípios intensivos destacados. São 48 municípios com CFEM positivo, 24 superiores à mediana da CFEM no estado, e 6 com CFEM superior à média.

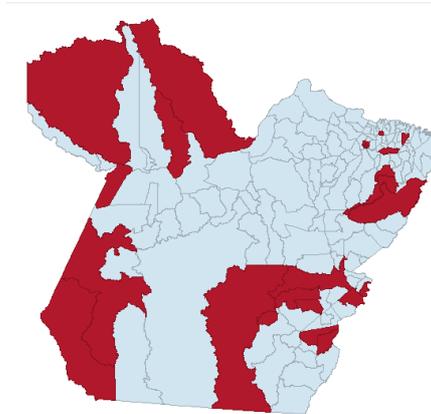
Tabela 4: Resumo dos dados utilizados Pará

Variáveis	Obs	Média	Desvio Padrão	Min	Max
<i>Dummy</i> minerador 2010	143	0,17	0,38	0	1
<i>Dummy</i> minerador 2000	143	0,16	0,37	0	1
População 2010	143	53057	125225	3431	1393399
População 2000	143	43300	113139	3780	1280614
IDHM 1991	143	0,31	0,07	0,18	0,56
Área	143	8727	19600	103	159534
% mão de obra mineradora 1991	143	0,70	4,38	0,00	43,16
Altitude	143	172	111	100	600
Chuva	143	2257	369	1600	3100
Vazão de água para Indústria	143	168571	1863535	0	22300000
Disponibilidade Hídrica	143	2355	10706	0	65405
Relevo					
Classificação IBGE - 01	143	20,73	11,24	0	31
Classificação IBGE - 02	143	1,03	0,93	0	3
Classificação IBGE - 03	143	7,61	5,14	0	14
Solo	143	10,22	6,75	2	22

Nota: Classificação IBGE 01 faz divisão entre: Chapadas, Depressões, Morros, Escarpas, Planaltos, Planícies e Serras. Classificação IBGE 02 classifica a morfologia: Bacias Sedimentares, Depósitos

Sedimentares, Embasamentos Complexos e Faixas de Dobramentos e Coberturas. Classificação IBGE 03 classifica subgrupos da Classificação anterior.  
Elaboração Própria.

Figura 3: Municípios paraenses com CFEM superior à mediana do estado.



Fonte DNPM, 2010. Elaboração Própria.

## CAPÍTULO 3: RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados inicialmente indicadores de correlação espacial de CFEM e IDHM. Posteriormente estatísticas descritivas relativas ao IDHM e às variáveis independentes utilizadas nas regressões como forma de aprofundar o quadro geral dos municípios mineiros e paraenses. Em seguida é feito um diagnóstico de dependência espacial a partir de testes no *probit* não espacial de forma a determinar qual é a modelagem mais adequada a ser utilizada para construção do escore de propensão, o qual é utilizado na ponderação dos municípios, etapa de mensuração dos efeitos da mineração no IDHM. Posteriormente, são estimados os resultados de impacto direto e indireto (externalidades) do setor minerador no IDHM e em seus subíndices. Finalmente, estima-se também o efeito da mineração no índice de desigualdade Razão 10% mais ricos e 40% mais pobre, como forma de explorar esse efeito relevante sobre o desenvolvimento.

### 3.1 Indicadores locais de correlação espacial (LISA)

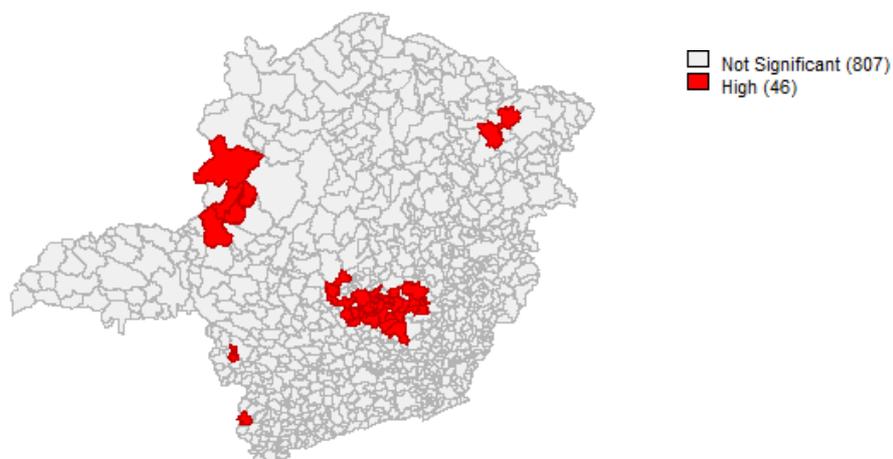
A estatística I de Moran Univariada<sup>20</sup> indica se em determinadas regiões existe um padrão de valores associado à localização geográfica, revelando um comportamento de vizinhança. Neste trabalho a análise da variável arrecadação de CFEM municipal para Minas Gerais resultou em uma estatística de 0,2064, considerando a matriz de peso rainha de primeira ordem, e de 0,1531, com a matriz de seis vizinhos fixos (NN), resultados ambos significativos, informando uma correlação espacial positiva. A Figura 4 apresenta a estatística *Joint Count*, corroborando o resultado acima. Destaca-se nela a região metropolitana de Belo Horizonte como cluster minerador.

---

$$^{20} I = \frac{n}{\sum W} \left( \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2} \right), \text{ para } i \neq j \quad (16)$$

N é o número de municípios,  $w_{ij}$  é o elemento da matriz de pesos,  $y_i$  é a variável em análise para o município  $i$  e  $\bar{y}$  representa a média do  $y$ . Fonte: Almeida (2012).

Figura 4: *Joint Count* – Municípios Mineradores Minas Gerais (2010)



Elaboração Própria. (Nota: Matriz Rainha de ordem 1)

Para o caso do Pará, utilizando a mesma variável, a análise das estatísticas I de Moran com as duas matrizes de vizinhança indicaram resultados não significativos, o que revela que não há correlação espacial entre os municípios paraenses. A Figura 5 apresenta a estatística *Joint Count*, corroborando o resultado acima. Não houve a formação de nenhum cluster minerador no estado.

Figura 5: *Joint Count* – Municípios Mineradores Pará (2010)

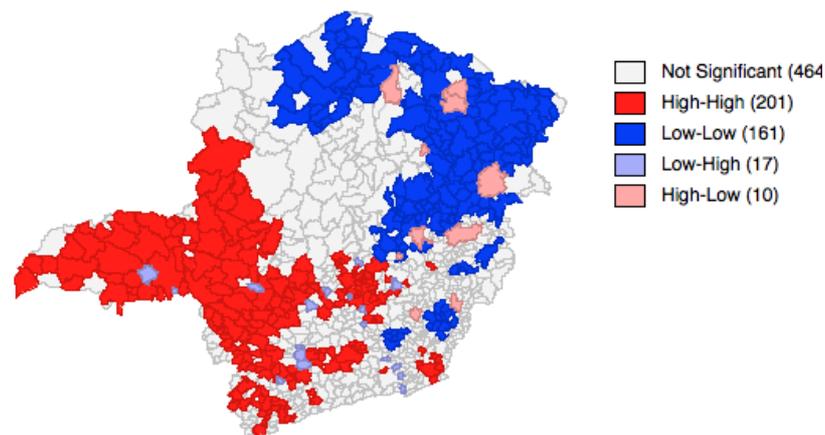


Elaboração Própria. (Nota: Matriz Rainha de ordem 1)

Quanto ao IDHM, abaixo a figura apresenta a estatística I de Moran Local para Minas Gerais em 2010. Tem-se que os municípios da região oeste e sul são mais desenvolvidos e da região norte e nordeste menos. A estatística I de Moran Local dessa

variável em Minas Gerais é significativa e de 0,565 em 2010. Isso mostra uma correlação positiva elevada entre a vizinhança de ordem 1 e o município central. Este caso vale tanto para o caso IDHM alto – IDHM alto, quanto para o IDHM baixo – IDHM baixo. Um indicador próximo a zero indicaria neutralidade da relação espacial, e o caso negativo mostraria que o padrão de vizinhança desigual prevaleceria.

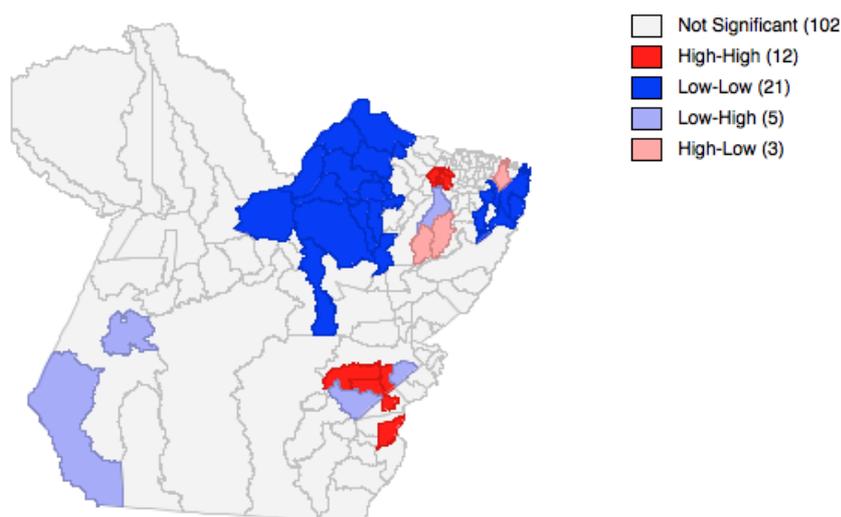
Figura 6: I de Moran Local relativo ao IDHM - Minas Gerais - 2010



Fonte: Atlas Brasil, 2013. Elaboração Própria. Nota: Matriz de peso rainha de primeira ordem.

O caso do estado do Pará está contemplado a seguir. Nota-se um padrão levemente diferente de Minas Gerais, com maior presença dos casos baixo-alto e alto-baixo, ainda que a cor de destaque seja dos municípios baixo-baixo. O I de Moran dessa variável no Pará é 0,346, significativo, e mostra uma correlação positiva entre a vizinhança de ordem 1 e o município central. Esse resultado mostra a prevalência da concentração espacial do subdesenvolvimento em azul e do desenvolvimento em vermelho.

Figura 7: I de Moran do IDHM – Pará – 2010



Fonte: Atlas Brasil, 2013. Elaboração Própria. Nota: Matriz de peso rainha de primeira ordem.

### 3.2 Estatísticas descritivas e diagnóstico de dependência espacial

Nessa subseção é realizada uma análise descritiva das variáveis dependentes nos dois estados para 2000 e 2010, seguida da comparação de médias das variáveis independentes. Também são feitos testes de dependência espacial no resíduo da regressão *probit* não espacial como forma de realizar o diagnóstico preciso da espacialidade. Por fim, estima-se os modelos *probit* e as regressões de mineração em IDHM e seus súbíndices utilizando a ponderação obtida no passo anterior.

#### 3.2.1 Estatísticas Descritivas de IDHM e das variáveis independentes

A Tabela 5 e a Tabela 6 comparam descritivamente o IDHM. São registrados os valores médios das variáveis nos dois grupos, a diferença entre esses valores, e o teste t que revela a significância da diferença.

Tabela 5 – Comparação da média do IDHM entre grupos de tratamento e controle – Minas Gerais

2010	IDHM	IDHMR	IDHML	IDHME
<b>Grupo de Tratamento</b>	0,703	0,687	0,838	0,606
<b>Grupo de Controle</b>	0,659	0,643	0,820	0,545
<b>Diferença simples</b>	0,044***	0,044***	0,018***	0,061***
<b>t</b>	10,00	9,56	6,89	10,99
2000	IDHM	IDHMR	IDHML	IDHME
<b>Grupo de Tratamento</b>	0,598	0,638	0,772	0,439
<b>Grupo de Controle</b>	0,532	0,579	0,747	0,354

<b>Diferença simples</b>	0,066 ***	0,059***	0,025***	0,084***
<b>t</b>	12,54	11,31	7,95	12,59

Nota: IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. IDHMR é o subíndice de renda, IDHML é o de longevidade e IDHME é o referente a educação.

Elaboração Própria. Nível de Significância 1%, 5%,10%: \*\*\*, \*\*, \*.

Para Minas Gerais, nota-se que os grupos de tratamento e controle são diferentes entre si para todas os índices de desenvolvimento em 2000 e 2010, sendo o grupo minerador mais desenvolvido. Longevidade é menos diferenciado, enquanto educação guarda maior distanciamento. Entre os dois períodos, nota-se que houve uma melhora generalizadas dos indicadores e uma redução na diferença entre os grupos. Com relação ao Pará, parte-se de indicadores menores. Destaca-se que longevidade passa a ser ter uma diferença de médias significativa.

Tabela 6 - Comparação da média do IDHM entre grupos de tratamento e controle - Pará

<b>2010</b>	IDHM	IDHMR	IDHML	IDHME
<b>Grupo de Tratamento</b>	0,612	0,611	0,786	0,500
<b>Grupo de Controle</b>	0,574	0,564	0,772	0,438
<b>Diferença simples</b>	0,038***	0,047***	0,006***	0,062***
<b>t</b>	3,81	3,74	3,12	3,31
<b>2000</b>	IDHM	IDHMR	IDHML	IDHME
<b>Grupo de Tratamento</b>	0,471	0,558	0,713	0,273
<b>Grupo de Controle</b>	0,425	0,522	0,707	0,216
<b>Diferença simples</b>	0,046***	0,036 ***	0,006	0,057**
<b>t</b>	3,07	2,59	0,80	3,12

Nota: IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. IDHMR é o subíndice de renda, IDHML é o de longevidade e IDHME é o referente a educação.

Elaboração Própria. Nível de Significância 1%, 5%,10%: \*\*\*, \*\*, \*.

A seguir descreve-se a média dos valores das variáveis independentes nos grupos de tratamento e controle. A Tabela 7 apresenta os valores para o estado de Minas Gerais. O teste t revela que as variáveis altitude, chuva e vazão de água para indústria não apresentam uma diferença significativa entre os grupos<sup>21</sup>. As variáveis que são diferentes

<sup>21</sup> Utiliza-se como referencial o nível de significância de 1%, valores superiores a +1,65 são considerados significativos (inferiores a -1,65 também) seguindo tabela *t-student* para 300 graus de liberdade.

são população 2010, IDHM de 1991, % Mão de obra mineradora 1991, *dummy* da região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), área e disponibilidade hídrica.<sup>22</sup>

Tabela 7 – Comparação da média das variáveis independentes - Minas Gerais (2010)

Variáveis Independentes	Média Tratamento	Média Controle	Diferença
População 2010	67084 (15274)	12076 (986)	22975 t=7,02
IDHM 1991	0,43 (0,006)	0,38 (0,003)	0,524 t= 7,78
% Mão de obra mineradora 1991	0,54 (0,148)	0,01 (0,001)	0,533 t=7,24
<i>Dummy</i> RMBH	0,15 (0,027)	0,01 (0,003)	0,14 t = 9,07
Área	915,04 (110,28)	631,40 (30,63)	283,64 t = 3,44
Altitude	769,82 (18,91)	736,26 (10,37)	33,56 t=1,46
Chuva	1362,00 (16,35)	1335,00 (8,64)	27 t =1,38
Vazão de água para Indústria	484044 (119643)	320400 (44674)	163644 t = 1,5188
Disponibilidade Hídrica	38,95 (5,88)	63,86 (5,99)	-24,91 t =-2,00
Relevo Classificação IBGE - 01	16,89 (0,6953)	15,13 (0,3005)	1,76 t = 2,53
Relevo Classificação IBGE - 02	2,59 (0,06)	2,43 (0,04)	0,16 t = 2,05
Relevo Classificação IBGE - 03	7,77 (0,2601)	8,79 (0,1306)	-1,02 t = -3,49
Solo	10,24 (0,4394)	9,49 (0,2184)	0,75 t = 1,53

Nota: Classificação IBGE 01 faz divisão entre: Chapadas, Depressões, Morros, Escarpas, Planaltos, Planícies e Serras. Classificação IBGE 02 classifica a morfologia: Bacias Sedimentares, Depósitos Sedimentares, Embasamentos Complexos e Faixas de Dobramentos e Coberturas. Classificação IBGE 03 classifica subgrupos da Classificação anterior. Nota 2: Número de observações dos Tratados = 169, Número de obs. do Controle = 684, Graus de Liberdade: 851. Elaboração Própria.

Para o Pará, apenas as variáveis de área, altitude e Relevo Classificação IBGE - 02 se mostraram diferentes entre os grupos.

<sup>22</sup> As variáveis de relevo e solo foram construídas seguindo *dummies* para as suas várias classificações presentes no IBGE. Assim, ainda que sua presença no PSM seja relevante, o valor médio não guarda significado relevante.

Tabela 8 – Comparação da média das variáveis independentes – Pará (2010)

Variáveis	Média Tratamento	Média Controle	Diferença
População 2010	77143 (20141)	48199 (11892)	28943,6 t = 1,03
IDHM 1991	0,33 (0,010)	0,31 (0,006)	0,027 t = 1,85
% Mão de obra mineradora 1991	1,20 (0,666)	0,60 (0,419)	0,601 t = 0,61
Área	19781 (6374)	6498 (1427)	13283 t = 3,12
Altitude	218,75 (28,9)	162,60 (9,4)	56,15 t= 2,29
Chuva	2195 (92,4)	2269 (32,1)	-74 t= -0,88
Vazão de água para Indústria	36720 (17970)	195162 (187269)	-158442 t= -0,38
Disponibilidade Hídrica	317,21 (162,1)	2766,38 (1072,1)	-2449 t= -1,02
Relevo Classificação IBGE - 01	19,92 (2,31)	20,89 (1,03)	-0,97 t= -0,38
Relevo Classificação IBGE - 02	1,42 (0,189)	0,96 (0,084)	0,46 t= 2,23
Relevo Classificação IBGE - 03	7,58 (0,809)	7,61 (0,491)	-0,03 t= -0,026
Solo	11,29 (1,05)	10,00 (0,64)	1,28 t= 0,85

Nota: Classificação IBGE 01 faz divisão entre: Chapadas, Depressões, Morros, Escarpas, Planaltos, Planícies e Serras. Classificação IBGE 02 classifica a morfologia: Bacias Sedimentares, Depósitos Sedimentares, Embasamentos Complexos e Faixas de Dobramentos e Coberturas. Classificação IBGE 03 classifica subgrupos da Classificação anterior. Nota 2: Número de observações dos Tratados = 24, Número de obs. do Controle = 119, Graus de Liberdade: 141. Elaboração Própria

### 3.2.2 Análise de Dependência Espacial

A análise de dependência espacial tem como objetivo determinar os modelos corretos de estimação para cada estado. No caso do modelo *Probit*, ignorar a dependência espacial gera não somente ineficiência, como seria o caso dos modelos convencionais, mas também inconsistência para estimações por verossimilhança (FLEMING, 2004), uma vez que correlação espacial nos erros leva à heterocedasticidade (ANSELIN, 2006).

A análise de dependência espacial é comumente realizada pelos testes I de Moran, teste de erro LM e teste de Wald, aplicados nos resíduos das regressões (ANSELIN, 1998). Para estimações com variáveis dependentes limitadas, como é o caso desse trabalho, três são os testes propostos pela literatura: Pinkse e Slade (1998), Pinkse (1999, 2004) e Kelejian e Prucha (2001). Amaral et al (2013) mostram que o último é o mais confiável. As hipóteses nulas desses testes também são de não espacialidade dos resíduos.

Para o teste é necessário definir aprioristicamente uma matriz de pesos (W) relativos à vizinhança dos municípios. Serão utilizadas as matrizes rainha de primeira ordem de contiguidade e a matriz de números de vizinhos fixos (*nearest neighbours*) com 6 unidades. A Tabela 9 mostra o teste de dependência espacial em Minas Gerais e no Pará seguindo o artigo de Kelejian e Prucha (2001). No caso dos municípios mineiros há evidência de que há dependência espacial no resíduo da regressão *Probit*.

Tabela 9: Diagnóstico de Dependência Espacial de Kelejian-Prucha - Probabilidade rejeitar Ho.

<b>Matriz de Peso</b>	<b>Minas Gerais</b>	<b>Pará</b>
Rainha de Ordem 1	0,000	0,192
NN 6	0,000	0,630

Elaboração própria.

No caso paraense o resultado foi de não rejeição da hipótese nula do teste Kelejian e Prucha (2001). Há indícios de que não exista dependência espacial. Assim, como o I de Moran já apontava, a estrutura espacial do Pará apresenta menor correlação espacial. Ao apontar a não existência de dependência espacial, temos evidências de que o modelo de estimação não necessita de componentes de vizinhança. O *p score* será obtido por meio de um *Probit* convencional.

Para Minas Gerais é necessário fazer a escolha do modelo espacial que será utilizado para tratar a dependência encontrado. Nesse caso, como não existem testes que comparam os modelos de variável limitada, a significância do coeficiente do componente autoregressivo da variável dependente vai determinar se o modelo adequado é o de *lag* espacial (SAR) ou modelo de erro espacial (SEM). Abaixo são qualificadas as especificidades desses dois casos clássicos de especificação do padrão da dependência espacial.

O modelo SAR (*spatial autoregressive*) aplicado ao *Probit* indica se a probabilidade de o município ser minerador depende da probabilidade do vizinho ser minerador ou não minerador. Em geral, o *spatial lag* ( $WY$ ) pode ser interpretado como média ponderada dos vizinhos, ou *spatial smoother*. Esse modelo é apropriado quando o objetivo é pesquisar a direção e a intensidade da interação espacial (ANSELIN, 2003). O modelo de *lag* espacial deve ser utilizado quando se acredita que a dependência espacial é inerente a variável dependente, mediante a ocorrência de *spillovers* (Harris et al, 2012). É o caso quando ocorrem economias de aglomeração com externalidades positivas entre as firmas como quando há minimização de custos transporte e de transação, troca de conhecimento em P&D, por exemplo. Outros aspectos relativos são a existência de mercado consumidor, acesso a bens intermediários e trabalhadores. Se este for o caso, a variável dependente é correlacionada com sua vizinhança, trazendo endogeneidade.

$$Y = pWY + X'B + e \quad (10)$$

$$E \sim N(0, \sigma^2 V) \quad (11)$$

$$V = \begin{bmatrix} v_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & v_n \end{bmatrix} \quad (12)$$

$Y$  é um vetor  $n \times 1$ ,  $p$  é um escalar,  $W$  é uma matriz  $n \times n$ ,  $X$  é uma matriz  $n \times k$ ,  $B$  é um vetor  $k \times 1$  e  $e$  é o erro estocástico com distribuição normal.

O modelo SEM (*spatial error model*) mostra que a relação de vizinhança se dá nas variáveis não observadas presentes no erro (ANSELIN, 2003). Dubin (1998) argumenta que erros de medida com relação aos fatores explicativos da regressão implicam uma possível correlação espacial dos erros.

$$Y = X'B + u \quad (13)$$

$$u = \lambda W u + e \quad (14)$$

$$E \sim N(0, \sigma^2 V) \quad (15)$$

$$V = \begin{bmatrix} v_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & v_n \end{bmatrix} \quad (16)$$

$Y$  é um vetor  $n \times 1$ ,  $X$  é uma matriz  $n \times k$ ,  $B$  é um vetor  $k \times 1$ ,  $u$  é erro modelado como autorregressivo de primeira ordem.  $W$  é uma matriz  $n \times n$  e  $e$  é o erro estocástico com distribuição normal. O parâmetro  $\lambda$  pode indicar correlação espacial dos resíduos.

A estimação de modelos espaciais pode ser desenvolvida por três métodos: máxima verossimilhança (ML), método de momentos generalizados (GMM), e a abordagem Bayesiana com Monte Carlo por meio de cadeias de Markov (MCMC). (ELHORST, 2010). Relativo ao modelo *Probit* utilizado, os modelos espaciais não-lineares são heterocedásticos e o método de máxima verossimilhança torna as estimações inconsistentes (WOOLDRIDGE, 2002). LeSage (1999) propôs utilizar *Probit* com defasagem espacial empregando Monte Carlo, se utilizando de estimadores bayesianos. Atualmente o único software que calcula o *p score* nos modelos *Probit* espaciais é o MATLAB por meio das rotinas de LeSage.

A Tabela 10 mostra o resultado das estimações do modelo *Probit* para o modelo espacial autoregressivo – SAR *Probit*. Foram consideradas a matriz de pesos rainha de ordem 1 e com seis vizinhos mais próximos (*nearest neighbours*). A não existência de testes que permitam a escolha entre os modelos SAR e SEM para uma regressão *Probit* exige que a definição do modelo seja feita com base na significância do parâmetro autoregressivo do modelo SAR *Probit*. O resultado mostra um  $\rho$  positivo e significativo. Isto indica que a média da vizinhança ser mineradora aumenta a probabilidade de o município ser minerador. Nota-se que altitude, vazão de água disponível para uso industrial, relevo e solo não são significativas, ao contrário de disponibilidade hídrica que apresenta sinal negativo e significativo. Esta variável não era anteriormente contemplada pela literatura de avaliação de impacto econômico de mineração e revela uma correlação negativa entre ter disponibilidade hídrica e ser minerador.

Tabela 10 – Modelo *Probit* Não espacial e Autoregressivo espacial (SAR *Probit*) – Minas Gerais

	Não Espacial	SAR <i>Probit</i> (Rainha1)	SAR <i>Probit</i> (NN6)
Constante	-1,827*** (0,542)	-0,557*** (0,075)	-0,553*** (0,067)
População 2010	0,000*** (0,000)	0,388*** (0,140)	0,440*** (0,140)

IDHM 1991	2,846*** (0,926)	0,245*** (0,081)	0,223*** (0,074)
Área	0,000 (0,000)	0,080* (0,060)	0,098* (0,062)
% Mão de obra mineradora 1991	4,770*** (0,791)	4,091*** (0,613)	3,290 (0,515)
Altitude	0,000 (0,000)	0,008 (0,064)	-0,011 (0,061)
Chuva	0,000 (0,000)	-0,120* (0,082)	-0,122* (0,077)
Vazão de água para Indústria	0,000 (0,000)	0,040 (0,049)	0,042 (0,050)
Disponibilidade Hídrica	-0,001* (0,000)	-0,147** (0,081)	-0,124* (0,086)
Relevo Classificação IBGE - 01	0,005 (0,007)	-0,005 (0,066)	-0,009 (0,063)
Relevo Classificação IBGE - 02	0,120 (0,079)	0,068 (0,071)	0,084 (0,073)
Relevo Classificação IBGE - 03	-0,037* (0,020)	-0,052 (0,068)	-0,092 (0,069)
Solo	0,012 (0,010)	0,070 (0,057)	0,065 (0,058)
<b>Rho</b>		0,019*** (0,006)	0,115*** (0,032)

Elaboração Própria. Nível de Significância 1%, 5%,10%: \*\*\*, \*\*, \*.

Nota1: *Probit* Não Espacial: Variável Dependente: Dummy Minerador; N.obs: 853. Log likelihood = -310,24. Nota2: *Probit* Espacial Autoregressivo Bayesiano: ndraws, nomit = 1500, 150. Para realização da estimação do modelo *Probit* espacial as variáveis população 2010, IDHM 1991, área, % Mão de obra mineradora 1991, altitude, chuva, vazão de água industrial e disponibilidade hídrica foram transformadas pela distribuição *t-student*.

A seguir a estimação do caso paraense é apresentada na Tabela 11. O modelo foi estimado sem espacialidade em virtude da constatação de não dependência espacial. Os resultados mostram que apenas Relevo Classificação IBGE – 02<sup>23</sup> é uma variável-chave

<sup>23</sup> Classificação IBGE 02 é uma classificação morfológica de Bacias Sedimentares, Depósitos Sedimentares, Embasamentos Complexos e Faixas de Dobramentos e Coberturas.

na escolha locacional das empresas mineradoras, considerando nível de significância de 10%. Isto corrobora a literatura de rigidez locacional da mineração.

Tabela 11 - Modelo *Probit* Não espacial - Pará

	Não Espacial
Constante	-2,627** (1,34)
População 2010	0,000 (0,000)
IDHM 1991	2,574 (2,65)
Área	0,000 (0,000)
% Mão de obra mineradora 1991	-0,023 (0,049)
Altitude	0,000 (0,001)
Chuva	0,000 (0,000)
Vazão de água para Indústria	0,000 (0,000)
Disponibilidade Hídrica	0,000 (0,000)
Relevo Classificação IBGE - 01	0,017 (0,017)
Relevo Classificação IBGE - 02	0,494* (0,267)
Relevo Classificação IBGE - 03	-0,060 (0,048)
Solo	0,010 (0,022)

Elaboração Própria. Nível de Significância 1%, 5%,10%: \*\*\*, \*\*, \*.

Nota *Probit* Não Espacial. Variável Dependente: Dummy Minerador: N.obs: 143. Log likelihood = -55,66.

Voltando para o caso mineiro, a Tabela 12 apresenta a média, mediana, o valor máximo e o valor mínimo da distribuição dos *pscores* estimados. Essas estatísticas foram levantadas para comparar os valores obtidos tendo-se variado as matrizes de peso. A partir da escolha de uma delas, será realizada a estimação duplamente robusta do impacto da mineração sobre o IDHM e seus subíndices.

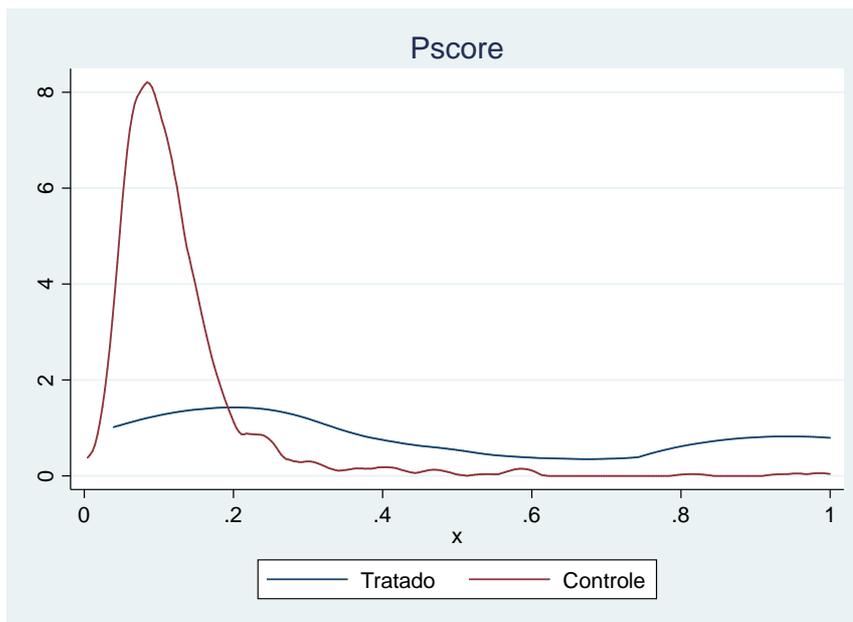
Tabela 12 - Estatísticas dos Propensity Scores (*pscores*) estimados - Minas Gerais – 2010

	<b>Não Espacial</b>	<b>Rainha ordem 1</b>	<b>NN6</b>
Média	0,198	0,194	0,194
Mediana	0,174	0,171	0,176
Max	0,557	0,655	0,648
Min	0,024	0,006	0,002

Elaboração Própria.

Nota-se a partir das estatísticas que a matriz de peso gera pouca variação na média e mediana dos *pscores*. Daqui em diante será utilizada a matriz de peso rainha de ordem 1 em virtude de sua motivação teórica, de que todos os vizinhos de primeira ordem devem se beneficiar ou sofrer com a presença da mineração no município sede. Dessa forma evitamos estabelecer um número de vizinhança fixo.

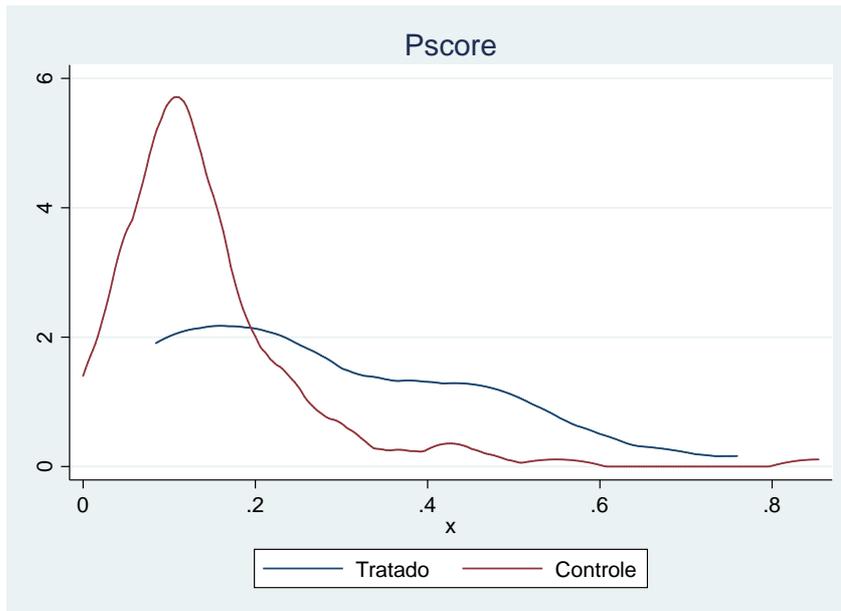
Figura 8: Função Kernel de Densidade do Pscore comparando os grupos – Minas Gerais



Elaboração Própria.

Esses dados mostram que o *pscore* dos não-mineradores é consistentemente inferior ao mesmo patamar da distribuição dos municípios intensivos em mineração, corroborando com a utilização da técnica.

Figura 9: Função Kernel de Densidade do Pscore comparando os grupos - Pará



Elaboração Própria.

### 3.3 Efeito da mineração em IDHM e subíndices

Concluído o diagnóstico de dependência espacial, mensura-se o efeito em IDHM de um município ser minerador, o que foi denominado de efeito direto ( $\beta_1$ ). A regressão abaixo apresenta esta forma de quantificar o impacto da mineração, em que não se considera o efeito da vizinhança da atividade (externalidades). O uso de controle na regressão permite comparar o efeito direto obtido nesse trabalho com o que se espera de uma análise simplificada, ou incondicional.

$$IDHM = \beta_0 + \beta_1 d_{Minerador} + \beta_2 controles + e \quad (17)$$

O estimador utilizado é duplamente robusto, o que permite a comparação do impacto entre municípios similares com consistência quando corretamente especificado (BANG e ROBIN, 2005). O *pscore* é utilizado como peso na regressão, de forma que quanto maior ele for, maior será seu peso na ponderação. Municípios intensivos em mineração tem peso igual a unidade, enquanto os não mineradores têm seu peso dado pelo escore obtido.

O cálculo de impacto direto da mineração no IDHM e seus subíndices é apresentado abaixo na Tabela 13. Para Minas Gerais foram utilizados os modelos com escore espacial. No caso do Pará, os modelos foram ponderados sem considerar a espacialidade. Nas linhas da tabela estão as variáveis dependentes. O símbolo (C) denota

a utilização de variáveis de controle na regressão. Desta forma a tabela permite comparar o impacto de forma temporal, regional e retirando os efeitos indiretos advindos dos fatores exógenos utilizados no modelo *Probit*.

Os resultados de Minas Gerais apontam para um efeito positivo e significativo da mineração em desenvolvimento. Os parâmetros obtidos nas regressões com controle são de 0,010 pontos no IDHM em 2000 e 0,007 pontos em 2010. Nota-se que ambos são favorecidos pelo efeito renda e educação. No caso do Pará, os efeitos são de 0,018 e 0,024, respectivamente. Em termos comparativos, a diferença não foi estatisticamente significativa para os anos 2000. Já para o ano de 2010 há diferença significativa, o que corrobora o caráter diferenciado do desenvolvimento da atividade no Pará, com efeitos crescentes dado o perfil recente da atividade e o elevado grau de inércia do indicador de desenvolvimento. Novamente a longevidade é o fator de menor efeito no IDHM, porém, neste caso, o parâmetro encontrado deixa de ser significativo a 5%, indicando um efeito nulo da atividade sobre saúde. Nota-se também que os efeitos são maiores nas regressões com ausência de controle. Esses resultados apontam para um impacto em desenvolvimento crescente no Pará, algo condizente com o estágio de desenvolvimento da atividade na região e a inércia dos seus efeitos nos indicadores do IDH. No caso mineiro os impactos são positivos e aparentam estar, em média, consolidados.

Tabela 13 – Impacto direto da mineração no IDHM e seus subíndices

Variável Dependente	Minas Gerais		Pará	
	2000	2010	2000	2010
IDHM	0,0309*** (0,006)	0,0252*** (0,005)	0,0232 (0,016)	0,0267* (0,014)
IDHM (C)	0,00946*** (0,002)	0,00744*** (0,002)	0,0181** (0,009)	0,0235*** (0,009)
IDHMR	0,0330*** (0,006)	0,0301*** (0,005)	0,0287* (0,016)	0,0273* (0,014)
IDHMR (C)	0,0157*** (0,004)	0,0126*** (0,003)	0,0210* (0,012)	0,0223** (0,009)
IDHML	0,0111*** (0,003)	0,0111*** (0,003)	0,00385 (0,008)	0,00902* (0,005)
IDHML (C)	0,00718*** (0,003)	0,00461** (0,002)	0,000703 (0,007)	0,00744* (0,005)
IDHME	0,0521*** (0,009)	0,0441*** (0,007)	0,0273 (0,020)	0,0398* (0,022)
IDHME (C)	0,0257*** (0,005)	0,0220*** (0,004)	0,0241** (0,011)	0,0377*** (0,014)
<u>Observações</u>	<u>853</u>	<u>853</u>	<u>139</u>	<u>139</u>

Erro-padrão robusto entre parêntesis  
 \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

(Nota: (C) indica regressão com utilização de variáveis de controle)

### 3.3.1 Efeito direto e indireto da mineração no IDHM

Feita a mensuração dos efeitos diretos da mineração, apresenta-se a regressão que busca mensurar as externalidades da atividade. Para isso, utiliza-se de metodologia semelhante ao exercício anterior de forma a mensurar dois efeitos em IDHM: o de ser minerador ( $\beta_1$ ) e o de ter um vizinho minerador, este último denominado de efeito indireto ( $\beta_2$ ).

$$IDHM = \beta_0 + \beta_1 d_{Minerador} + \beta_2 Wd_{Minerador} + \beta_3 controles + e \quad (18)$$

Em virtude da existência desses dois parâmetros, torna-se possível avaliar o efeito da mineração em quatro casos: o que não se é minerador e não se tem vizinhança mineradora ( $\beta_1 = 0$  e  $\beta_2 = 0$ ), que somente se tem vizinhança mineradora ( $\beta_1 = 0$  e  $\beta_2 \neq 0$ ), o caso em que somente se é minerador ( $\beta_1 \neq 0$  e  $\beta_2 = 0$ ), e o caso em que se é minerador e se tem vizinhança ( $\beta_1 \neq 0$  e  $\beta_2 \neq 0$ ). Esse exercício revela o papel das externalidades na mineração de forma condicional aos casos apresentados.

A Tabela 14 mostra a estimação desses parâmetros para Minas Gerais com a utilização do escore de propensão obtido com as matrizes de vizinhança rainha de primeira ordem.

Tabela 14 – Efeito Indireto da mineração no IDHM e seus subíndices - 2010

	Minas Gerais		Pará	
	Minerador	Vizinhança Mineradora	Minerador	Vizinhança Mineradora
IDHM	0,0214*** (0,005)	0,0229** (0,010)	0,0205 (0,013)	0,0710* (0,042)
IDHM (C)	0,00747*** (0,002)	-0,00026 (0,005)	0,0217** (0,009)	0,0232 (0,025)
IDHMR (C)	0,0118*** (0,003)	0,00850 (0,006)	0,0189* (0,010)	0,0425 (0,034)
IDHML (C)	0,00462** (0,002)	-0,00012 (0,005)	0,00559 (0,005)	0,0232 (0,017)
IDHME (C)	0,0218*** (0,004)	0,00217 (0,010)	0,0354** (0,014)	0,0290 (0,039)
<u>Observações</u>	<u>853</u>	<u>853</u>	<u>139</u>	<u>139</u>

Erros padrão robustos entre parêntesis

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

(Nota: (C) indica regressão com utilização de variáveis de controle)

Os resultados dos dois estados para o ano de 2010 apontam para um mesmo fenômeno: a neutralidade das externalidades. Isto ocorre tanto no índice geral quanto nos subíndices de desenvolvimento. Nota-se inicialmente que a regressão com controles diminui o efeito direto da mineração no caso mineiro, enquanto que, no caso paraense, ocorre o inverso, isto é, o efeito incondicional é insignificante, porém se torna positivo na regressão com uso de variáveis de controle. Analisando a significância do parâmetro  $\beta_1$  nas diversas regressões tem-se que em Minas Gerais o resultado é positivo e significativo, e no Pará o mesmo ocorre a 5% de significância, com exceção de IDHM longevidade, em conformidade com a análise anterior da subseção 3.2.3. Quanto ao parâmetro  $\beta_2$ , como foi destacado, nenhum resultado é significativo nas relações com variáveis de controle, indicando que a atividade mineradora tem um efeito geral neutro em termos de externalidade, com equilíbrio entre os efeitos positivos e negativos.

### 3.4 Efeito da mineração no indicador de desigualdade razão 10/40

De forma a complementar a análise do impacto de mineração sobre desenvolvimento, mensura-se o impacto no indicador de desigualdade de renda: razão da renda dos 10% mais ricos e dos 40% mais pobres. A Tabela 15 revela não haver efeito significativo da *dummy* de município minerador para Minas Gerais, em nenhum dos anos. No caso do Pará, por sua vez, também não há indicação de efeito, considerando 5% de significância para ambos os anos.

Tabela 15 – Efeito da mineração na razão de desigualdade 10/40

	MG		PA	
	2000	2010	2000	2010
Razão 10/40	-0.582 (0.539)	0.386 (0.348)	3.993* (2.385)	2.391 (3.071)
Razão 10/40 (C)	-0.649 (0.555)	-0.178 (0.323)	3.004* (1.623)	1.678 (2.564)
<u>Observações</u>	<u>853</u>	<u>853</u>	<u>139</u>	<u>139</u>

Erros padrão robustos entre parêntesis

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

(Nota: (C) indica regressão com utilização de variáveis de controle)

Ao contrário do esperado, não houve um aumento da desigualdade entre os períodos em virtude do aquecimento da economia causado pelo *boom* das commodities e seu relativo efeito renda. Por um lado, este resultado é contrário às evidências trazidas

por McMahon e Moreira (2014), Zambrano et al (2014), Loayla e Rigolini (2016) de que a mineração é concentradora de renda e indutora de desigualdade. Por outro lado, está em conformidade com os achados de Reeson, Measham e Hosking (2012) para a Austrália, no sentido de que há uma sensibilidade temporal para o efeito em desigualdade, que tende a ser maior quando a produção está num estágio intermediário de desenvolvimento. O que não é o caso das atividades incipientes – Pará, nem das consolidadas – Minas Gerais. Outro fator relevante para esta medida é que os altos salários da atividade podem estar concentrados nas matrizes ou nas sedes de empresas localizadas em São Paulo ou no Rio de Janeiro, por exemplo. Isto faria com que o valor gerado fosse vazado para demais estados, deixando de afetar a renda per capita das famílias de trabalhadores da mineração, tornando o impacto em desigualdade municipal nulo.

#### **CAPÍTULO 4: CONCLUSÃO**

A relevância econômica da extração mineral, sua complexidade operacional, os recentes episódios de crise hídrica e o desastre de Mariana (MG) motivaram a avaliação socioeconômica de impacto da atividade nas regiões produtoras e suas vizinhanças. Se por um lado a mineração concilia alta geração de valor e externalidades positivas via geração de emprego e renda, por outro lado, há externalidades negativas socioeconômicas e ambientais que tornam seu impacto resultante incerto. Esta dissertação buscou analisar a atividade mineral de forma a fazer um diagnóstico sobre o seu efeito no desenvolvimento municipal dos estados de Minas Gerais e do Pará, comparando os anos de 2010 e 2000. Esse impacto foi mensurado em IDHM e seus subíndices de duas formas: qualificando o impacto direto no município sede e o efeito médio das externalidades da mineração nos municípios vizinhos. Além disso, mensurou-se o efeito da mineração na razão 10% mais ricos 40% mais pobres, indicador de desigualdade de renda.

Como resultados iniciais tem-se a identificação de autocorrelação espacial positiva da mineração em Minas Gerais, indicando concentração espacial da atividade. Esta concentração não foi observada no caso do Pará, cujo resultado indicou dispersão aleatória da extração mineral com relação ao espaço. Isto significa que a atividade tem relações socioeconômicas com seu entorno diferenciadas a depender de onde está localizada. No caso mineiro, onde os municípios têm menor área e a atividade é histórica, a atividade está mais interconectada. No caso paraense, os municípios têm maior área e a mineração é relativamente mais recente. Estes resultados apontam para a necessidade de

se diferenciar a metodologia de cálculo de impacto e ressaltam a heterogeneidade do setor nesse aspecto particular, sugerindo que as instituições estaduais têm papel na qualificação do impacto da mineração no desenvolvimento.

Quanto à interrelação setorial da mineração, o exercício realizado com a Matriz Insumo-Produto corrobora a análise de que existe grande heterogeneidade no setor, resultando em multiplicadores diferenciados tendo em vista o minério de ferro e os minerais metálicos não ferrosos. O multiplicador de valor adicionado do primeiro é o dobro do segundo (mais elevado que indústria) e o de emprego é apenas metade (ambos inferiores ao de indústria). Em virtude da proporção de valor entre essas categorias, pode-se afirmar que a atividade mineral gera alto valor adicionado e é poupadora de trabalho, em conformidade com Nahas (2014) e Simões (2010). A análise do Índice Hirschman-Rasmussem, por sua vez, mostra que somente a atividade de extração de minério não-ferrosos tem um *linkage* relevante (o da cadeia à montante). Dessa forma nem a produção de minério de ferro, nem a de não-ferrosos pode ser enquadrada como setores-chave para a economia brasileira, indicando que a mineração tem baixo poder de arrasto e pouca geração de encadeamentos produtivos.

Com respeito à análise da rigidez locacional da atividade, tem-se que em Minas Gerais há dependência espacial (teste realizado via *probit* espacial com matriz de peso rainha de ordem um e com seis vizinhos fixos). No caso do Pará não foi apontada dependência. Esse resultado está alinhado com a análise descritiva do I de Moran e de *Joint Count* realizada. Além disso, para o modelo autoregressivo espacial *probit* (SAR) em MG, detectou-se que as seguintes variáveis são relevantes (considerando nível de significância de 5%): população, IDHM 1991 (a variável dependente defasada), % de mão de obra mineradora em 1991, disponibilidade hídrica e presença de outros municípios mineradores. Isto reforça a relevância de dois elementos centrais discutidos ao longo dessa dissertação: o uso de água nos processos produtivos e a necessidade de se considerar a vizinhança espacial nos estudos da atividade (considerando Minas Gerais). No caso do Pará, apenas relevo foi indicado como significativo a 10%, o que mostra indícios moderados de que há alguma rigidez locacional para este estado.

A análise do impacto direto da mineração em IDHM<sup>24</sup> revelou efeito positivo para o caso de Minas Gerais em ambos os períodos. Com relação aos subíndices, todos os efeitos se mostraram positivos. No caso do Pará os efeitos são positivos, maiores em 2010, e ambos superiores aos de Minas Gerais. Em termos comparativos, a diferença não foi estatisticamente significativa para os anos 2000. Já para o ano de 2010 há diferença significativa, o que corrobora o caráter diferenciado do desenvolvimento da atividade no Pará, com efeitos maiores dado o perfil recente da atividade. O impacto nos subíndices, por outro lado, mostra que o efeito é concentrado na renda e na educação, sem efeito significativo na longevidade. A análise do impacto da presença de vizinhança mineradora tem efeito positivo sobre o IDHM e subíndices do município central somente se não utilizamos na estimação variáveis de controle. Isso significa que não há benefício em ser vizinho de um município intensivo em mineração, não há efeitos positivos de externalidades impactando o IDHM e seus subíndices. Esse resultado ocorre também no caso paraense, considerando que o efeito em IDHM sem controles acontece somente ao nível de significância de 10%.

Quanto ao impacto em desigualdade, não há efeito significativo da atividade no índice de razão 10/40 em Minas Gerais, considerando 2000 e 2010. No caso do Pará não há efeito positivo para razão 10/40 mensurado no ano de 2000, à 5% de significância. Esse resultado pode estar relacionado com o efeito dose de mineração em Minas Gerais e Pará. Em corroboração a Reeson, Measham e Hosking (2012), não foram encontrados efeitos de desigualdade nesses exemplos de exploração consolidada e recente. Esses autores acharam resultados positivos somente para níveis intermediários de desenvolvimento produtivo. Outro fator relevante para o resultado nulo encontrado é que os altos salários da atividade podem estar concentrados nas matrizes ou nas sedes de empresas localizadas em São Paulo ou no Rio de Janeiro, por exemplo. Isto faria com que o valor gerado fosse vazado para demais estados, deixando de afetar a renda per capita das famílias de trabalhadores da mineração, tornando o impacto em desigualdade do indicador nulo.

Em resumo, o conjunto de resultados indica em primeiro lugar que, em média, a extração mineral impacta positivamente os municípios sede da atividade em termos de renda e educação. O efeito em longevidade, por sua vez, foi ambíguo, sendo positivo apenas no caso do Sudeste. A diferença no coeficiente de impacto no índice geral de IDH

---

<sup>24</sup> Regressão feita com as variáveis de controle.

entre o caso paraense e mineiro reforça que seu efeito é maior no caso do Norte, onde o IDH era inferior e a mineração mais recente. Em segundo lugar, foram encontrados impactos nulos do efeito de vizinhança mineradora, corroborando os resultados do índice de Hirschman Rasmussen de que existe pouca interrelação da mineração com o restante da economia. Este resultado evidencia a concentração espacial dos seus efeitos socioeconômicos à sede. Em terceiro lugar, a despeito do efeito médio positivo em renda destacado nos municípios mineradores, não foi encontrado efeito médio no indicador de desigualdade razão 10% mais ricos - 40% mais pobres. Além destes apontamentos, destaca-se que não houve um efeito temporal destacado, como por exemplo um efeito superior da mineração para o ano de 2010 em relação ao ano 2000, o que se suspeitava, tendo em vista o *boom* das commodities ocorrido à época.

Conclui-se, portanto, que, a atividade mineradora tem um papel relevante na economia dos municípios mineiros e paraenses em virtude da sua alta geração de valor e renda, o que afeta positivamente o desenvolvimento municipal, muito em virtude do repasse de royalties para saúde e educação, por exemplo. Os resultados não corroboraram apenas que há rigidez locacional em virtude da presença mineral, mas também que, em média, os benefícios socioeconômicos da atividade se concentram espacialmente, sem geração de externalidades positivas nem negativas na vizinhança. Isto se dá simultaneamente ao fato de que a atividade é inerentemente arriscada, com possibilidade de rompimento de barragens, derrubada de resíduos no meio ambiente, dentre outros fatores que podem danificar profundamente a comunidade local. Tem-se, portanto na mineração uma atividade que tem retorno médio positivo, concentrado espacialmente, e que funciona como uma loteria distribuindo acidentes com maior frequência nas fases de descendentes dos ciclos de acumulação, conforme apontam Poemas (2015) e Simonato et al (2017). Este panorama geral é relevante do ponto de vista da política pública, pois reflete que o valor econômico e social gerado com a mineração não está sendo transmitido à vizinhança. Ainda que resultados negativos não tenham sido apontados, pode-se considerar que o efeito nulo seja indesejável do ponto de vista do desenvolvimento social, dada a finitude dos recursos naturais e o reforço a um modelo de desenvolvimento municipal com resultados desiguais, que ocorre a despeito da estrutura de royalties destinar 23% da arrecadação para os estados.

Ressalta-se que o conjunto de evidências aferidas neste trabalho consideram o efeito médio da atividade mineral. Nesse sentido, a continuação desse programa de

pesquisa passa pela elaboração de estudos que mensurem seu impacto em outros quartis da distribuição. Outras variações possíveis podem se dar no sentido de (i) explorar em maior profundidade a heterogeneidade do setor, tendo em vista a diferença estrutural dos segmentos metálicos e não-metálicos; (ii) delimitar um critério endógeno para classificar um município como intensivo em mineração; (iii) utilizar indicadores de impacto ambiental ou relativos à doenças pulmonares, por exemplo, para avaliar as externalidades negativas da atividade; (iv) analisar o efeito do fim dos ciclos minerais no IDHM dos municípios em que a extração se exauriu; (v) explorar a distribuição espacial dos salários da atividade mineradora como forma de qualificar o efeito médio nulo em desigualdade medido no indicador razão 10/40.

Por fim, em corroboração ao evidenciado nesta pesquisa, o Decreto nº 9.406/2018 publicado dia 13 de junho de 2018 reestabeleceu a divisão de CFEM entre os entes federativos. Municípios afetados pela atividade, mas não produtores passam a receber 15% da CFEM (metade dos recostos destinados para aqueles onde estão ferrovias, um terço onde há barragens e plantas de beneficiamento, 15% onde há portos e 5% mineriodutos). Os municípios mineradores que antes recebiam 65% passam a receber 60% do CFEM. Os estados têm sua porcentagem diminuída de 23% para 15% e a União de 12% para 10%. Esta nova configuração da distribuição de *royalties* tem potencial para reverter o efeito neutro do impacto mensurado para o entorno dos municípios mineradores e deve compor o programa de pesquisa de avaliação de impacto da mineração em desenvolvimento em futuros estudos.

## ANEXO A

Tabela 16: Municípios de Minas Gerais em ordem alfabética indicando enquadramento enquanto minerador (2000-2010)

<b>CÓDIGO IBGE</b>	<b>Município</b>	<b>Sempre Minerador</b>	<b>Nunca Minerador</b>	<b>Deixou de ser</b>	<b>Passou a ser</b>
3100104	Abadia dos Dourados	1	0	0	0
3100203	Abaeté	1	0	0	0
3100302	Abre Campo	1	0	0	0
3100401	Acaiaca	0	1	0	0
3100500	Açucena	0	1	0	0
3100609	Água Boa	0	1	0	0
3100708	Água Comprida	0	1	0	0
3100807	Aguanil	0	1	0	0
3100906	Águas Formosas	0	1	0	0
3101003	Águas Vermelhas	0	1	0	0
3101102	Aimorés	1	0	0	0
3101201	Aiuruoca	0	1	0	0
3101300	Alagoa	0	1	0	0
3101409	Albertina	0	1	0	0
3101508	Além Paraíba	1	0	0	0
3101607	Alfenas	0	0	0	1
3101631	Alfredo Vasconcelos	0	1	0	0
3101706	Almenara	0	1	0	0
3101805	Alpercata	1	0	0	0
3101904	Alpinópolis	0	0	0	1
3102001	Alterosa	0	1	0	0
3102050	Alto Caparaó	0	1	0	0
3102100	Alto Rio Doce	0	1	0	0
3102209	Alvarenga	0	1	0	0
3102308	Alvinópolis	0	1	0	0
3102407	Alvorada de Minas	0	1	0	0
3102506	Amparo do Serra	0	1	0	0
3102605	Andradas	1	0	0	0
3102704	Cachoeira de Pajeú	0	1	0	0
3102803	Andrelândia	0	1	0	0
3102852	Angelândia	0	1	0	0
3102902	Antônio Carlos	0	1	0	0
3103009	Antônio Dias	0	1	0	0
3103108	Antônio Prado de Minas	0	1	0	0
3103207	Araçaí	0	1	0	0
3103306	Aracitaba	0	1	0	0
3103405	Araçuaí	1	0	0	0
3103504	Araguari	1	0	0	0
3103603	Arantina	0	1	0	0
3103702	Araponga	0	1	0	0

3103751	Araporã	0	0	1	0
3103801	Arapuá	0	1	0	0
3103900	Araújos	1	0	0	0
3104007	Araxá	1	0	0	0
3104106	Arceburgo	0	0	1	0
3104205	Arcos	1	0	0	0
3104304	Areado	0	1	0	0
3104403	Argirita	0	1	0	0
3104452	Aricanduva	0	1	0	0
3104502	Arinos	0	1	0	0
3104601	Astolfo Dutra	0	1	0	0
3104700	Ataléia	0	1	0	0
3104809	Augusto de Lima	0	0	0	1
3104908	Baependi	0	1	0	0
3105004	Baldim	0	1	0	0
3105103	BambuÍ	0	0	1	0
3105202	Bandeira	0	1	0	0
3105301	Bandeira do Sul	0	1	0	0
3105400	Barão de Cocais	1	0	0	0
3105509	Barão de Monte Alto	0	1	0	0
3105608	Barbacena	1	0	0	0
3105707	Barra Longa	0	1	0	0
3105905	Barroso	1	0	0	0
3106002	Bela Vista de Minas	1	0	0	0
3106101	Belmiro Braga	0	0	1	0
3106200	Belo Horizonte	1	0	0	0
3106309	Belo Oriente	0	1	0	0
3106408	Belo Vale	1	0	0	0
3106507	Berilo	0	1	0	0
3106606	Bertópolis	0	1	0	0
3106655	Berizal	0	1	0	0
3106705	Betim	1	0	0	0
3106804	Bias Fortes	0	1	0	0
3106903	Bicas	0	1	0	0
3107000	Biquinhas	0	1	0	0
3107109	Boa Esperança	0	1	0	0
3107208	Bocaina de Minas	0	1	0	0
3107307	Bocaiúva	0	1	0	0
3107406	Bom Despacho	0	0	1	0
3107505	Bom Jardim de Minas	0	1	0	0
3107604	Bom Jesus da Penha	0	1	0	0
3107703	Bom Jesus do Amparo	0	1	0	0
3107802	Bom Jesus do Galho	0	1	0	0
3107901	Bom Repouso	0	1	0	0
3108008	Bom Sucesso	0	0	1	0
3108107	Bonfim	0	1	0	0

3108206	Bonfinópolis de Minas	0	1	0	0
3108255	Bonito de Minas	0	1	0	0
3108305	Borda da Mata	0	1	0	0
3108404	Botelhos	0	1	0	0
3108503	Botumirim	0	1	0	0
3108552	Brasilândia de Minas	0	1	0	0
3108602	Brasília de Minas	0	1	0	0
3108701	Brás Pires	0	1	0	0
3108800	Braúnas	0	1	0	0
3108909	Brasópolis	0	1	0	0
3109006	Brumadinho	1	0	0	0
3109105	Bueno Brandão	0	1	0	0
3109204	Buenópolis	0	1	0	0
3109253	Bugre	0	1	0	0
3109303	Buritis	0	1	0	0
3109402	Buritzeiro	0	1	0	0
3109451	Cabeceira Grande	0	1	0	0
3109501	Cabo Verde	0	0	1	0
3109600	Cachoeira da Prata	0	0	1	0
3109709	Cachoeira de Minas	0	1	0	0
3109808	Cachoeira Dourada	0	1	0	0
3109907	Caetanópolis	0	1	0	0
3110004	Caeté	1	0	0	0
3110103	Caiana	0	0	1	0
3110202	Cajuri	0	1	0	0
3110301	Caldas	1	0	0	0
3110400	Camacho	0	1	0	0
3110509	Camanducaia	0	1	0	0
3110608	Cambuí	0	0	0	1
3110707	Cambuquira	0	0	1	0
3110806	Campanário	0	1	0	0
3110905	Campanha	0	1	0	0
3111002	Campestre	0	1	0	0
3111101	Campina Verde	0	0	0	1
3111150	Campo Azul	0	1	0	0
3111200	Campo Belo	0	1	0	0
3111309	Campo do Meio	0	1	0	0
3111408	Campo Florido	0	1	0	0
3111507	Campos Altos	0	1	0	0
3111606	Campos Gerais	0	1	0	0
3111705	Canaã	0	1	0	0
3111804	Canápolis	0	0	1	0
3111903	Cana Verde	0	0	1	0
3112000	Candeias	1	0	0	0
3112059	Cantagalo	0	1	0	0
3112109	Caparaó	0	1	0	0

3112208	Capela Nova	0	1	0	0
3112307	Capelinha	0	1	0	0
3112406	Capetinga	0	1	0	0
3112505	Capim Branco	0	1	0	0
3112604	Capinópolis	0	1	0	0
3112653	Capitão Andrade	0	1	0	0
3112703	Capitão Enéas	0	1	0	0
3112802	Capitólio	0	1	0	0
3112901	Caputira	0	1	0	0
3113008	Caraí	0	0	0	1
3113107	Caranaíba	1	0	0	0
3113206	Carandaí	0	1	0	0
3113305	Carangola	0	1	0	0
3113404	Caratinga	0	0	1	0
3113503	Carbonita	0	1	0	0
3113602	Careaçu	0	0	1	0
3113701	Carlos Chagas	0	1	0	0
3113800	Carmésia	0	1	0	0
3113909	Carmo da Cachoeira	0	1	0	0
3114006	Carmo da Mata	0	0	1	0
3114105	Carmo de Minas	0	1	0	0
3114204	Carmo do Cajuru	1	0	0	0
3114303	Carmo do Paranaíba	0	1	0	0
3114402	Carmo do Rio Claro	0	0	1	0
3114501	Carmópolis de Minas	0	0	1	0
3114550	Carneirinho	0	1	0	0
3114600	Carrancas	0	1	0	0
3114709	Carvalhópolis	0	1	0	0
3114808	Carvalhos	0	1	0	0
3114907	Casa Grande	0	1	0	0
3115003	Cascalho Rico	0	1	0	0
3115102	Cássia	0	1	0	0
3115201	Conceição da Barra de Minas	0	1	0	0
3115300	Cataguases	1	0	0	0
3115359	Catas Altas	1	0	0	0
3115409	Catas Altas da Noruega	0	1	0	0
3115458	Catuji	0	1	0	0
3115474	Catuti	0	1	0	0
3115508	Caxambu	1	0	0	0
3115607	Cedro do Abaeté	0	1	0	0
3115706	Central de Minas	0	1	0	0
3115805	Centralina	0	1	0	0
3115904	Chácara	0	1	0	0
3116001	Chalé	0	1	0	0
3116100	Chapada do Norte	0	1	0	0
3116159	Chapada Gaúcha	0	1	0	0

3116209	Chiador	0	1	0	0
3116308	Cipotânea	0	1	0	0
3116407	Claraval	0	1	0	0
3116506	Claro dos Poços	0	1	0	0
3116605	Cláudio	0	0	1	0
3116704	Coimbra	0	1	0	0
3116803	Coluna	0	1	0	0
3116902	Comendador Gomes	0	1	0	0
3117009	Comercinho	1	0	0	0
3117108	Conceição da Aparecida	0	1	0	0
3117207	Conceição das Pedras	0	1	0	0
3117306	Conceição das Alagoas	0	1	0	0
3117405	Conceição de Ipanema	0	1	0	0
3117504	Conceição do Mato Dentro	0	1	0	0
3117603	Conceição do Pará	1	0	0	0
3117702	Conceição do Rio Verde	0	1	0	0
3117801	Conceição dos Ouros	0	1	0	0
3117836	Cônego Marinho	0	1	0	0
3117876	Confins	0	1	0	0
3117900	Congonhal	0	1	0	0
3118007	Congonhas	1	0	0	0
3118106	Congonhas do Norte	0	1	0	0
3118205	Conquista	1	0	0	0
3118304	Conselheiro Lafaiete	1	0	0	0
3118403	Conselheiro Pena	0	0	1	0
3118502	Consolação	0	1	0	0
3118601	Contagem	0	0	0	1
3118700	Coqueiral	0	1	0	0
3118809	Coração de Jesus	0	1	0	0
3118908	Cordisburgo	0	1	0	0
3119005	Cordislândia	0	1	0	0
3119104	Corinto	0	1	0	0
3119203	Coroaci	0	1	0	0
3119302	Coromandel	1	0	0	0
3119401	Coronel Fabriciano	0	1	0	0
3119500	Coronel Murta	0	0	0	1
3119609	Coronel Pacheco	0	1	0	0
3119708	Coronel Xavier Chaves	0	1	0	0
3119807	Córrego Danta	0	1	0	0
3119906	Córrego do Bom Jesus	0	1	0	0
3119955	Córrego Fundo	0	0	0	1
3120003	Córrego Novo	0	1	0	0
3120102	Couto de Magalhães de Minas	0	1	0	0
3120151	Crisólita	0	1	0	0
3120201	Cristais	0	1	0	0
3120300	Cristália	0	1	0	0

3120409	Cristiano Otoni	0	1	0	0
3120508	Cristina	0	1	0	0
3120607	Crucilândia	0	1	0	0
3120706	Cruzeiro da Fortaleza	0	1	0	0
3120805	Cruzília	0	1	0	0
3120839	Cuparaque	0	1	0	0
3120870	Curral de Dentro	1	0	0	0
3120904	Curvelo	1	0	0	0
3121001	Datas	0	1	0	0
3121100	Delfim Moreira	0	1	0	0
3121209	Delfinópolis	0	1	0	0
3121258	Delta	0	1	0	0
3121308	Descoberto	1	0	0	0
3121407	Desterro de Entre Rios	0	1	0	0
3121506	Desterro do Melo	0	1	0	0
3121605	Diamantina	1	0	0	0
3121704	Diogo de Vasconcelos	0	1	0	0
3121803	Dionísio	0	1	0	0
3121902	Divinésia	0	1	0	0
3122009	Divino	0	1	0	0
3122108	Divino das Laranjeiras	0	1	0	0
3122207	Divinolândia de Minas	0	1	0	0
3122306	Divinópolis	1	0	0	0
3122355	Divisa Alegre	0	1	0	0
3122405	Divisa Nova	0	1	0	0
3122454	Divisópolis	0	0	0	1
3122470	Dom Bosco	0	1	0	0
3122504	Dom Cavati	0	1	0	0
3122603	Dom Joaquim	0	1	0	0
3122702	Dom Silvério	0	1	0	0
3122801	Dom Viçoso	0	1	0	0
3122900	Dona Eusébia	0	1	0	0
3123007	Dores de Campos	0	1	0	0
3123106	Dores de Guanhães	1	0	0	0
3123205	Dores do Indaiá	0	1	0	0
3123304	Dores do Turvo	0	1	0	0
3123403	Doresópolis	0	0	1	0
3123502	Douradoquara	0	1	0	0
3123528	Durandé	0	1	0	0
3123601	Elói Mendes	0	1	0	0
3123700	Engenheiro Caldas	0	1	0	0
3123809	Engenheiro Navarro	0	1	0	0
3123858	Entre Folhas	0	1	0	0
3123908	Entre Rios de Minas	0	0	1	0
3124005	Ervália	0	1	0	0
3124104	Esmeraldas	1	0	0	0

3124203	Espera Feliz	0	1	0	0
3124302	Espinosa	0	1	0	0
3124401	Espírito Santo do Dourado	0	1	0	0
3124500	Estiva	0	1	0	0
3124609	Estrela Dalva	0	1	0	0
3124708	Estrela do Indaiá	0	1	0	0
3124807	Estrela do Sul	0	1	0	0
3124906	Eugenópolis	0	1	0	0
3125002	Ewbank da Câmara	0	1	0	0
3125101	Extrema	0	1	0	0
3125200	Fama	0	1	0	0
3125309	Faria Lemos	0	1	0	0
3125408	Felício dos Santos	0	1	0	0
3125507	São Gonçalo do Rio Preto	0	1	0	0
3125606	Felisburgo	0	1	0	0
3125705	Felixlândia	0	1	0	0
3125804	Fernandes Tourinho	0	1	0	0
3125903	Ferros	0	1	0	0
3125952	Fervedouro	0	1	0	0
3126000	Florestal	0	1	0	0
3126109	Formiga	0	0	1	0
3126208	Formoso	0	0	1	0
3126307	Fortaleza de Minas	1	0	0	0
3126406	Fortuna de Minas	0	0	1	0
3126505	Francisco Badaró	0	1	0	0
3126604	Francisco Dumont	0	1	0	0
3126703	Francisco Sá	0	1	0	0
3126752	Franciscópolis	0	1	0	0
3126802	Frei Gaspar	0	1	0	0
3126901	Frei Inocência	0	1	0	0
3126950	Frei Lagonegro	0	1	0	0
3127008	Fronteira	0	1	0	0
3127057	Fronteira dos Vales	0	1	0	0
3127073	Fruta de Leite	0	1	0	0
3127107	Frutal	0	0	1	0
3127206	Funilândia	0	1	0	0
3127305	Galiléia	0	1	0	0
3127339	Gameleiras	0	1	0	0
3127354	Glaucilândia	0	1	0	0
3127370	Goiabeira	0	1	0	0
3127388	Goianá	0	1	0	0
3127404	Gonçalves	0	1	0	0
3127503	Gonzaga	0	1	0	0
3127602	Gouveia	0	1	0	0
3127701	Governador Valadares	1	0	0	0
3127800	Grão Mogol	0	1	0	0

3127909	Grupiara	0	1	0	0
3128006	Guanhães	0	1	0	0
3128105	Guapé	0	1	0	0
3128204	Guaraciaba	0	1	0	0
3128253	Guaraciama	0	1	0	0
3128303	Guaranésia	0	1	0	0
3128402	Guarani	0	1	0	0
3128501	Guarará	0	1	0	0
3128600	Guarda-Mor	0	1	0	0
3128709	Guaxupé	0	1	0	0
3128808	Guidoval	0	1	0	0
3128907	Guimarânia	0	1	0	0
3129004	Guiricema	0	1	0	0
3129103	Gurinhata	0	1	0	0
3129202	Heliódora	0	1	0	0
3129301	Iapu	0	1	0	0
3129400	Ibertioga	0	1	0	0
3129509	Ibiá	0	1	0	0
3129608	Ibiaí	0	1	0	0
3129657	Ibiracatu	0	1	0	0
3129707	Ibiraci	0	0	1	0
3129806	Ibirité	1	0	0	0
3129905	Ibitiúra de Minas	0	1	0	0
3130002	Ibituruna	0	1	0	0
3130051	Icaraí de Minas	0	1	0	0
3130101	Igarapé	1	0	0	0
3130200	Igaratinga	0	0	1	0
3130309	Iguatama	0	1	0	0
3130408	Ijaci	1	0	0	0
3130507	Ilicínea	0	1	0	0
3130556	Imbé de Minas	0	1	0	0
3130606	Inconfidentes	0	0	1	0
3130655	Indaiabira	0	1	0	0
3130705	Indianópolis	0	1	0	0
3130804	Ingaí	0	1	0	0
3130903	Inhapim	0	1	0	0
3131000	Inhaúma	1	0	0	0
3131109	Inimutaba	0	1	0	0
3131158	Ipaba	0	1	0	0
3131208	Ipanema	0	1	0	0
3131307	Ipatinga	1	0	0	0
3131406	Ipiacu	0	1	0	0
3131505	Ipuiúna	0	1	0	0
3131604	Iraí de Minas	0	1	0	0
3131703	Itabira	1	0	0	0
3131802	Itabirinha	0	1	0	0

3131901	Itabirito	1	0	0	0
3132008	Itacambira	0	1	0	0
3132107	Itacarambi	0	1	0	0
3132206	Itaguara	0	0	1	0
3132305	Itaipé	0	1	0	0
3132404	Itajubá	1	0	0	0
3132503	Itamarandiba	0	0	1	0
3132602	Itamarati de Minas	1	0	0	0
3132701	Itambacuri	0	1	0	0
3132800	Itambé do Mato Dentro	0	1	0	0
3132909	Itamogi	0	1	0	0
3133006	Itamonte	0	0	1	0
3133105	Itanhandu	0	1	0	0
3133204	Itanhomi	0	1	0	0
3133303	Itaobim	1	0	0	0
3133402	Itapagipe	0	1	0	0
3133501	Itapecerica	1	0	0	0
3133600	Itapeva	0	1	0	0
3133709	Itatiaiuçu	1	0	0	0
3133758	Itaú de Minas	1	0	0	0
3133808	Itaúna	1	0	0	0
3133907	Itaverava	0	1	0	0
3134004	Itinga	1	0	0	0
3134103	Itueta	0	1	0	0
3134202	Ituiutaba	0	0	0	1
3134301	Itumirim	0	1	0	0
3134400	Iturama	0	0	1	0
3134509	Itutinga	1	0	0	0
3134608	Jaboticatubas	0	1	0	0
3134707	Jacinto	0	1	0	0
3134806	Jacuí	0	1	0	0
3134905	Jacutinga	1	0	0	0
3135001	Jaguaraçu	0	1	0	0
3135050	Jaíba	0	1	0	0
3135076	Jampruca	0	1	0	0
3135100	Janaúba	0	0	0	1
3135209	Januária	0	1	0	0
3135308	Japaraíba	0	0	1	0
3135357	Japonvar	0	1	0	0
3135407	Jeceaba	0	1	0	0
3135456	Jenipapo de Minas	0	1	0	0
3135506	Jequeri	0	1	0	0
3135605	Jequitaiá	0	1	0	0
3135704	Jequitibá	0	1	0	0
3135803	Jequitinhonha	0	1	0	0
3135902	Jesuânia	0	1	0	0

3136009	Joaíma	0	1	0	0
3136108	Joanésia	0	1	0	0
3136207	João Monlevade	0	0	0	1
3136306	João Pinheiro	0	0	0	1
3136405	Joaquim Felício	0	1	0	0
3136504	Jordânia	0	1	0	0
3136520	José Gonçalves de Minas	0	1	0	0
3136553	José Raydan	0	1	0	0
3136579	Josenópolis	0	1	0	0
3136603	Nova União	0	0	0	1
3136652	Juatuba	1	0	0	0
3136702	Juiz de Fora	1	0	0	0
3136801	Juramento	0	1	0	0
3136900	Juruia	0	1	0	0
3137007	Ladainha	0	1	0	0
3137106	Lagamar	1	0	0	0
3137205	Lagoa da Prata	0	0	1	0
3137304	Lagoa dos Patos	0	1	0	0
3137403	Lagoa Dourada	0	1	0	0
3137502	Lagoa Formosa	0	1	0	0
3137536	Lagoa Grande	1	0	0	0
3137601	Lagoa Santa	1	0	0	0
3137700	Lajinha	0	1	0	0
3137809	Lambari	0	1	0	0
3137908	Lamim	0	1	0	0
3138005	Laranjal	0	1	0	0
3138104	Lassance	0	1	0	0
3138203	Lavras	1	0	0	0
3138302	Leandro Ferreira	0	0	1	0
3138351	Leme do Prado	0	1	0	0
3138401	Leopoldina	0	0	1	0
3138500	Liberdade	0	0	1	0
3138609	Lima Duarte	0	0	1	0
3138625	Limeira do Oeste	0	1	0	0
3138658	Lontra	0	1	0	0
3138674	Luisburgo	0	1	0	0
3138682	Luislândia	0	1	0	0
3138708	Luminárias	1	0	0	0
3138807	Luz	0	1	0	0
3138906	Machacalis	0	1	0	0
3139003	Machado	0	0	1	0
3139102	Madre de Deus de Minas	0	1	0	0
3139201	Malacacheta	0	1	0	0
3139250	Mamonas	0	1	0	0
3139300	Manga	0	1	0	0
3139409	Manhuaçu	0	1	0	0

3139508	Manhumirim	0	1	0	0
3139607	Mantena	0	0	0	1
3139706	Maravilhas	0	1	0	0
3139805	Mar de Espanha	0	0	1	0
3139904	Maria da Fé	0	1	0	0
3140001	Mariana	1	0	0	0
3140100	Marilac	0	1	0	0
3140159	Mário Campos	0	0	0	1
3140209	Maripá de Minas	0	1	0	0
3140308	Marliéria	0	1	0	0
3140407	Marmelópolis	0	1	0	0
3140506	Martinho Campos	0	0	1	0
3140530	Martins Soares	0	1	0	0
3140555	Mata Verde	0	0	0	1
3140605	Materlândia	0	1	0	0
3140704	Mateus Leme	1	0	0	0
3140803	Matias Barbosa	1	0	0	0
3140852	Matias Cardoso	0	1	0	0
3140902	Matipó	0	1	0	0
3141009	Mato Verde	0	1	0	0
3141108	Matozinhos	1	0	0	0
3141207	Matutina	0	1	0	0
3141306	Medeiros	0	1	0	0
3141405	Medina	1	0	0	0
3141504	Mendes Pimentel	0	1	0	0
3141603	Mercês	0	1	0	0
3141702	Mesquita	0	1	0	0
3141801	Minas Novas	0	1	0	0
3141900	Minduri	0	1	0	0
3142007	Mirabela	0	0	0	1
3142106	Miradouro	0	1	0	0
3142205	Mirafí	1	0	0	0
3142254	Miravânia	0	1	0	0
3142304	Moeda	0	1	0	0
3142403	Moema	0	1	0	0
3142502	Monjolos	0	1	0	0
3142601	Monsenhor Paulo	0	1	0	0
3142700	Montalvânia	0	1	0	0
3142809	Monte Alegre de Minas	0	1	0	0
3142908	Monte Azul	0	1	0	0
3143005	Monte Belo	0	1	0	0
3143104	Monte Carmelo	1	0	0	0
3143153	Monte Formoso	0	0	0	1
3143203	Monte Santo de Minas	0	1	0	0
3143302	Montes Claros	1	0	0	0
3143401	Monte Sião	0	1	0	0

3143450	Montezuma	0	1	0	0
3143500	Morada Nova de Minas	0	1	0	0
3143609	Morro da Garça	0	1	0	0
3143708	Morro do Pilar	0	1	0	0
3143807	Munhoz	0	1	0	0
3143906	Muriaé	1	0	0	0
3144003	Mutum	0	1	0	0
3144102	Muzambinho	1	0	0	0
3144201	Nacip Raydan	0	1	0	0
3144300	Nanuque	0	1	0	0
3144359	Naque	0	1	0	0
3144375	Natalândia	0	1	0	0
3144409	Natércia	0	1	0	0
3144508	Nazareno	1	0	0	0
3144607	Nepomuceno	0	1	0	0
3144656	Ninheira	0	1	0	0
3144672	Nova Belém	0	1	0	0
3144706	Nova Era	0	1	0	0
3144805	Nova Lima	1	0	0	0
3144904	Nova Módica	0	1	0	0
3145000	Nova Ponte	0	1	0	0
3145059	Nova Porteirinha	0	1	0	0
3145109	Nova Resende	0	1	0	0
3145208	Nova Serrana	1	0	0	0
3145307	Novo Cruzeiro	0	1	0	0
3145356	Novo Oriente de Minas	0	1	0	0
3145372	Novorizonte	0	1	0	0
3145406	Olaria	0	1	0	0
3145455	Olhos-d'Água	0	1	0	0
3145505	Olímpio Noronha	0	1	0	0
3145604	Oliveira	1	0	0	0
3145703	Oliveira Fortes	0	1	0	0
3145802	Onça de Pitangui	1	0	0	0
3145851	Oratórios	0	0	0	1
3145877	Orizânia	0	1	0	0
3145901	Ouro Branco	0	1	0	0
3146008	Ouro Fino	0	0	1	0
3146107	Ouro Preto	1	0	0	0
3146206	Ouro Verde de Minas	0	1	0	0
3146255	Padre Carvalho	0	1	0	0
3146305	Padre Paraíso	0	1	0	0
3146404	Paineiras	0	1	0	0
3146503	Pains	1	0	0	0
3146552	Pai Pedro	0	1	0	0
3146602	Paiva	0	1	0	0
3146701	Palma	0	1	0	0

3146750	Palmópolis	0	1	0	0
3146909	Papagaios	1	0	0	0
3147006	Paracatu	1	0	0	0
3147105	Pará de Minas	1	0	0	0
3147204	Paraguaçu	0	1	0	0
3147303	Paraisópolis	0	0	1	0
3147402	Paraopeba	1	0	0	0
3147501	Passabém	0	1	0	0
3147600	Passa Quatro	1	0	0	0
3147709	Passa Tempo	0	0	0	1
3147808	Passa-Vinte	0	1	0	0
3147907	Passos	0	0	0	1
3147956	Patis	0	1	0	0
3148004	Patos de Minas	1	0	0	0
3148103	Patrocínio	0	0	1	0
3148202	Patrocínio do Muriaé	0	1	0	0
3148301	Paula Cândido	0	1	0	0
3148400	Paulistas	0	1	0	0
3148509	Pavão	0	0	0	1
3148608	Peçanha	0	1	0	0
3148707	Pedra Azul	1	0	0	0
3148756	Pedra Bonita	0	1	0	0
3148806	Pedra do Anta	0	1	0	0
3148905	Pedra do Indaiá	0	1	0	0
3149002	Pedra Dourada	0	1	0	0
3149101	Pedralva	0	1	0	0
3149150	Pedras de Maria da Cruz	0	1	0	0
3149200	Pedrinópolis	0	1	0	0
3149309	Pedro Leopoldo	1	0	0	0
3149408	Pedro Teixeira	0	1	0	0
3149507	Pequeri	0	1	0	0
3149606	Pequi	0	1	0	0
3149705	Perdigão	0	0	1	0
3149804	Perdizes	0	0	1	0
3149903	Perdões	0	1	0	0
3149952	Periquito	0	1	0	0
3150000	Pescador	0	1	0	0
3150109	Piau	0	1	0	0
3150158	Piedade de Caratinga	0	1	0	0
3150208	Piedade de Ponte Nova	0	1	0	0
3150307	Piedade do Rio Grande	0	1	0	0
3150406	Piedade dos Gerais	0	1	0	0
3150505	Pimenta	0	1	0	0
3150539	Pingo-d'Água	0	1	0	0
3150570	Pintópolis	0	1	0	0
3150604	Piracema	0	0	1	0

3150703	Pirajuba	0	1	0	0
3150802	Piranga	0	0	1	0
3150901	Piranguçu	0	1	0	0
3151008	Piranguinho	0	1	0	0
3151107	Pirapetinga	0	0	1	0
3151206	Pirapora	0	0	1	0
3151305	Piraúba	0	1	0	0
3151404	Pitangui	1	0	0	0
3151503	Piumhi	0	1	0	0
3151602	Planura	0	1	0	0
3151701	Poço Fundo	0	1	0	0
3151800	Poços de Caldas	1	0	0	0
3151909	Pocrane	0	1	0	0
3152006	Pompéu	1	0	0	0
3152105	Ponte Nova	0	0	0	1
3152131	Ponto Chique	0	1	0	0
3152170	Ponto dos Volantes	0	0	1	0
3152204	Porteirinha	0	1	0	0
3152303	Porto Firme	0	1	0	0
3152402	Poté	0	1	0	0
3152501	Pouso Alegre	1	0	0	0
3152600	Pouso Alto	0	1	0	0
3152709	Prados	1	0	0	0
3152808	Prata	1	0	0	0
3152907	Pratápolis	0	0	0	1
3153004	Pratinha	0	1	0	0
3153103	Presidente Bernardes	0	1	0	0
3153202	Presidente Juscelino	0	1	0	0
3153301	Presidente Kubitschek	0	1	0	0
3153400	Presidente Olegário	0	1	0	0
3153509	Alto Jequitibá	0	1	0	0
3153608	Prudente de Moraes	1	0	0	0
3153707	Quartel Geral	0	1	0	0
3153806	Queluzito	0	1	0	0
3153905	Raposos	0	1	0	0
3154002	Raul Soares	0	1	0	0
3154101	Recreio	0	1	0	0
3154150	Reduto	0	1	0	0
3154200	Resende Costa	0	1	0	0
3154309	Resplendor	0	0	0	1
3154408	Ressaquinha	0	0	0	1
3154457	Riachinho	0	1	0	0
3154507	Riacho dos Machados	0	1	0	0
3154606	Ribeirão das Neves	1	0	0	0
3154705	Ribeirão Vermelho	0	0	1	0
3154804	Rio Acima	1	0	0	0

3154903	Rio Casca	0	0	1	0
3155009	Rio Doce	0	1	0	0
3155108	Rio do Prado	0	1	0	0
3155207	Rio Espera	0	1	0	0
3155306	Rio Manso	0	1	0	0
3155405	Rio Novo	0	0	1	0
3155504	Rio Paranaíba	0	1	0	0
3155603	Rio Pardo de Minas	0	1	0	0
3155702	Rio Piracicaba	1	0	0	0
3155801	Rio Pomba	0	1	0	0
3155900	Rio Preto	0	1	0	0
3156007	Rio Vermelho	0	1	0	0
3156106	Ritópolis	0	0	1	0
3156205	Rochedo de Minas	0	1	0	0
3156304	Rodeiro	0	1	0	0
3156403	Romaria	0	1	0	0
3156452	Rosário da Limeira	0	1	0	0
3156502	Rubelita	0	1	0	0
3156601	Rubim	0	1	0	0
3156700	Sabará	1	0	0	0
3156809	Sabinópolis	0	1	0	0
3156908	Sacramento	0	0	1	0
3157005	Salinas	0	0	0	1
3157104	Salto da Divisa	1	0	0	0
3157203	Santa Bárbara	1	0	0	0
3157252	Santa Bárbara do Leste	0	1	0	0
3157278	Santa Bárbara do Monte Verde	1	0	0	0
3157302	Santa Bárbara do Tugúrio	0	1	0	0
3157336	Santa Cruz de Minas	1	0	0	0
3157377	Santa Cruz de Salinas	0	1	0	0
3157401	Santa Cruz do Escalvado	0	1	0	0
3157500	Santa Efigênia de Minas	0	1	0	0
3157609	Santa Fé de Minas	0	1	0	0
3157658	Santa Helena de Minas	0	1	0	0
3157708	Santa Juliana	0	1	0	0
3157807	Santa Luzia	1	0	0	0
3157906	Santa Margarida	0	1	0	0
3158003	Santa Maria de Itabira	1	0	0	0
3158102	Santa Maria do Salto	0	1	0	0
3158201	Santa Maria do Suaçuí	0	1	0	0
3158300	Santana da Vargem	0	1	0	0
3158409	Santana de Cataguases	0	1	0	0
3158508	Santana de Pirapama	0	1	0	0
3158607	Santana do Deserto	0	1	0	0
3158706	Santana do Garambéu	0	1	0	0
3158805	Santana do Jacaré	0	1	0	0

3158904	Santana do Manhuaçu	0	1	0	0
3158953	Santana do Paraíso	0	1	0	0
3159001	Santana do Riacho	0	1	0	0
3159100	Santana dos Montes	0	1	0	0
3159209	Santa Rita de Caldas	1	0	0	0
3159308	Santa Rita de Jacutinga	0	1	0	0
3159357	Santa Rita de Minas	0	1	0	0
3159407	Santa Rita de Ibitipoca	0	1	0	0
3159506	Santa Rita do Itueto	0	1	0	0
3159605	Santa Rita do Sapucaí	0	0	1	0
3159704	Santa Rosa da Serra	0	1	0	0
3159803	Santa Vitória	0	0	1	0
3159902	Santo Antônio do Amparo	0	1	0	0
3160009	Santo Antônio do Aventureiro	0	1	0	0
3160108	Santo Antônio do Grama	0	1	0	0
3160207	Santo Antônio do Itambé	0	1	0	0
3160306	Santo Antônio do Jacinto	0	1	0	0
3160405	Santo Antônio do Monte	0	1	0	0
3160454	Santo Antônio do Retiro	0	1	0	0
3160504	Santo Antônio do Rio Abaixo	0	1	0	0
3160603	Santo Hipólito	0	1	0	0
3160702	Santos Dumont	0	1	0	0
3160801	São Bento Abade	0	1	0	0
3160900	São Brás do Suaçuí	0	0	1	0
3160959	São Domingos das Dores	0	1	0	0
3161007	São Domingos do Prata	0	1	0	0
3161056	São Félix de Minas	0	1	0	0
3161106	São Francisco	0	1	0	0
3161205	São Francisco de Paula	0	1	0	0
3161304	São Francisco de Sales	0	1	0	0
3161403	São Francisco do Glória	0	1	0	0
3161502	São Geraldo	0	0	0	1
3161601	São Geraldo da Piedade	0	1	0	0
3161650	São Geraldo do Baixo	0	1	0	0
3161700	São Gonçalo do Abaeté	0	0	1	0
3161809	São Gonçalo do Pará	0	0	1	0
3161908	São Gonçalo do Rio Abaixo	1	0	0	0
3162005	São Gonçalo do Sapucaí	0	1	0	0
3162104	São Gotardo	0	1	0	0
3162203	São João Batista do Glória	0	0	1	0
3162252	São João da Lagoa	0	1	0	0
3162302	São João da Mata	0	1	0	0
3162401	São João da Ponte	0	1	0	0
3162450	São João das Missões	0	1	0	0
3162500	São João del Rei	1	0	0	0
3162559	São João do Manhuaçu	0	1	0	0

3162575	São João do Manteninha	0	1	0	0
3162609	São João do Oriente	0	1	0	0
3162658	São João do Pacuí	0	1	0	0
3162708	São João do Paraíso	0	1	0	0
3162807	São João Evangelista	0	1	0	0
3162906	São João Nepomuceno	0	1	0	0
3162922	São Joaquim de Bicas	1	0	0	0
3162948	São José da Barra	0	1	0	0
3162955	São José da Lapa	1	0	0	0
3163003	São José da Safira	0	1	0	0
3163102	São José da Varginha	0	1	0	0
3163201	São José do Alegre	0	1	0	0
3163300	São José do Divino	0	1	0	0
3163409	São José do Goiabal	0	1	0	0
3163508	São José do Jacuri	0	1	0	0
3163607	São José do Mantimento	0	1	0	0
3163706	São Lourenço	1	0	0	0
3163805	São Miguel do Anta	0	0	0	1
3163904	São Pedro da União	0	1	0	0
3164001	São Pedro dos Ferros	1	0	0	0
3164100	São Pedro do Suaçuí	0	1	0	0
3164209	São Romão	0	1	0	0
3164308	São Roque de Minas	0	1	0	0
3164407	São Sebastião da Bela Vista	0	0	1	0
3164431	São Sebastião da Vargem Alegre	0	0	0	1
3164472	São Sebastião do Anta	0	1	0	0
3164506	São Sebastião do Maranhão	0	1	0	0
3164605	São Sebastião do Oeste	0	1	0	0
3164704	São Sebastião do Paraíso	1	0	0	0
3164803	São Sebastião do Rio Preto	0	1	0	0
3164902	São Sebastião do Rio Verde	0	1	0	0
3165008	São Tiago	0	1	0	0
3165107	São Tomás de Aquino	0	1	0	0
3165206	São Thomé das Letras	1	0	0	0
3165305	São Vicente de Minas	0	1	0	0
3165404	Sapucaí-Mirim	0	1	0	0
3165503	Sardoá	0	1	0	0
3165537	Sarzedo	0	0	0	1
3165552	Setubinha	0	1	0	0
3165560	Sem-Peixe	0	1	0	0
3165578	Senador Amaral	0	0	0	1
3165602	Senador Cortes	0	1	0	0
3165701	Senador Firmino	0	1	0	0
3165800	Senador José Bento	0	1	0	0
3165909	Senador Modestino Gonçalves	1	0	0	0
3166006	Senhora de Oliveira	0	1	0	0

3166105	Senhora do Porto	0	1	0	0
3166204	Senhora dos Remédios	0	1	0	0
3166303	Sericita	0	1	0	0
3166402	Seritinga	0	1	0	0
3166501	Serra Azul de Minas	0	1	0	0
3166600	Serra da Saudade	0	1	0	0
3166709	Serra dos Aimorés	0	0	0	1
3166808	Serra do Salitre	0	1	0	0
3166907	Serrania	0	1	0	0
3166956	Serranópolis de Minas	0	1	0	0
3167004	Serranos	0	1	0	0
3167103	Serro	0	1	0	0
3167202	Sete Lagoas	1	0	0	0
3167301	Silveirânia	0	1	0	0
3167400	Silvianópolis	0	1	0	0
3167509	Simão Pereira	0	0	0	1
3167608	Simonésia	0	1	0	0
3167707	Sobrália	0	1	0	0
3167806	Soledade de Minas	1	0	0	0
3167905	Tabuleiro	0	1	0	0
3168002	Taiobeiras	0	1	0	0
3168051	Taparuba	0	1	0	0
3168101	Tapira	1	0	0	0
3168200	Tapiraí	0	1	0	0
3168309	Taquaraçu de Minas	1	0	0	0
3168408	Tarumirim	0	1	0	0
3168507	Teixeiras	0	1	0	0
3168606	Teófilo Otoni	1	0	0	0
3168705	Timóteo	0	0	0	1
3168804	Tiradentes	0	1	0	0
3168903	Tiros	0	0	1	0
3169000	Tocantins	0	0	1	0
3169059	Tocos do Moji	0	1	0	0
3169109	Toledo	0	1	0	0
3169208	Tombos	0	1	0	0
3169307	Três Corações	0	1	0	0
3169356	Três Marias	0	1	0	0
3169406	Três Pontas	0	1	0	0
3169505	Tumiritinga	0	1	0	0
3169604	Tupaciguara	0	1	0	0
3169703	Turmalina	0	1	0	0
3169802	Turvolândia	0	1	0	0
3169901	Ubá	1	0	0	0
3170008	Ubaí	0	1	0	0
3170057	Ubaporanga	0	1	0	0
3170107	Uberaba	1	0	0	0

3170206	Uberlândia	0	1	0	0
3170305	Umburatiba	0	1	0	0
3170404	Unaí	1	0	0	0
3170438	União de Minas	0	1	0	0
3170479	Uruana de Minas	0	1	0	0
3170503	Urucânia	0	1	0	0
3170529	Urucuia	0	1	0	0
3170578	Vargem Alegre	0	1	0	0
3170602	Vargem Bonita	0	1	0	0
3170651	Vargem Grande do Rio Pardo	0	1	0	0
3170701	Varginha	1	0	0	0
3170750	Varjão de Minas	1	0	0	0
3170800	Várzea da Palma	0	0	1	0
3170909	Varzelândia	0	1	0	0
3171006	Vazante	1	0	0	0
3171030	Verdelândia	0	1	0	0
3171071	Veredinha	0	1	0	0
3171105	Veríssimo	0	1	0	0
3171154	Vermelho Novo	0	1	0	0
3171204	Vespasiano	1	0	0	0
3171303	Viçosa	0	1	0	0
3171402	Vieiras	0	1	0	0
3171501	Mathias Lobato	0	1	0	0
3171600	Virgem da Lapa	0	1	0	0
3171709	Virgínia	0	1	0	0
3171808	Virginópolis	0	1	0	0
3171907	Virgolândia	0	1	0	0
3172004	Visconde do Rio Branco	1	0	0	0
3172103	Volta Grande	0	1	0	0
3172202	Wenceslau Braz	0	0	1	0
3136959	Juvenília	0	1	0	0
<b>853</b>		<b>132</b>	<b>617</b>	<b>67</b>	<b>37</b>

Tabela 17: Municípios do Pará em ordem alfabética indicando enquadramento enquanto minerador (2000-2010)

<b>CÓDIGO IBGE</b>	<b>Município</b>	<b>Sempre Minerador</b>	<b>Nunca Minerador</b>	<b>Deixou de ser</b>	<b>Passou a ser</b>
1500107	Abaetetuba	0	1	0	0
1500131	Abel Figueiredo	0	1	0	0
1500206	Acará	0	1	0	0
1500305	Afuá	0	1	0	0
1500347	Água Azul do Norte	0	1	0	0
1500404	Alenquer	0	1	0	0
1500503	Almeirim	1	0	0	0
1500602	Altamira	0	1	0	0

1500701	Anajás	0	1	0	0
1500800	Ananindeua	1	0	0	0
1500859	Anapu	0	1	0	0
1500909	Augusto Corrêa	0	1	0	0
1500958	Aurora do Pará	1	0	0	0
1501006	Aveiro	0	1	0	0
1501105	Bagre	0	1	0	0
1501204	Baião	0	1	0	0
1501253	Bannach	0	1	0	0
1501303	Barcarena	0	1	0	0
1501402	Belém	0	0	1	0
1501451	Belterra	0	1	0	0
1501501	Benevides	1	0	0	0
1501576	Bom Jesus do Tocantins	0	1	0	0
1501600	Bonito	0	1	0	0
1501709	Bragança	0	1	0	0
1501725	Brasil Novo	0	1	0	0
1501758	Brejo Grande do Araguaia	0	1	0	0
1501782	Breu Branco	0	0	1	0
1501808	Breves	0	1	0	0
1501907	Bujaru	0	1	0	0
1501956	Cachoeira do Piriá	0	1	0	0
1502004	Cachoeira do Arari	0	1	0	0
1502103	Cametá	0	1	0	0
1502152	Canaã dos Carajás	1	0	0	0
1502202	Capanema	1	0	0	0
1502301	Capitão Poço	0	1	0	0
1502400	Castanhal	0	1	0	0
1502509	Chaves	0	1	0	0
1502608	Colares	0	1	0	0
1502707	Conceição do Araguaia	0	1	0	0
1502756	Concórdia do Pará	0	1	0	0
1502764	Cumarú do Norte	0	1	0	0
1502772	Curionópolis	0	1	0	0
1502806	Currálinho	0	1	0	0
1502855	Curuá	0	1	0	0
1502905	Curuçá	0	1	0	0
1502939	Dom Eliseu	0	1	0	0
1502954	Eldorado dos Carajás	0	1	0	0
1503002	Faro	0	1	0	0
1503044	Floresta do Araguaia	0	0	0	1
1503077	Garrafão do Norte	0	1	0	0
1503093	Goianésia do Pará	0	1	0	0
1503101	Gurupá	0	1	0	0
1503200	Igarapé-Açu	0	1	0	0
1503309	Igarapé-Miri	0	1	0	0

1503408	Inhangapi	0	0	1	0
1503457	Ipixuna do Pará	1	0	0	0
1503507	Irituia	0	1	0	0
1503606	Itaituba	1	0	0	0
1503705	Itupiranga	0	1	0	0
1503754	Jacareacanga	0	0	0	1
1503804	Jacundá	0	1	0	0
1503903	Juruti	0	0	0	1
1504000	Limoeiro do Ajuru	0	1	0	0
1504059	Mãe do Rio	0	1	0	0
1504109	Magalhães Barata	0	1	0	0
1504208	Marabá	1	0	0	0
1504307	Maracanã	0	1	0	0
1504406	Marapanim	0	1	0	0
1504422	Marituba	1	0	0	0
1504455	Medicilândia	0	1	0	0
1504505	Melgaço	0	1	0	0
1504604	Mocajuba	0	1	0	0
1504703	Moju	0	1	0	0
1504802	Monte Alegre	0	0	0	1
1504901	Muaná	0	1	0	0
1504950	Nova Esperança do Piriá	0	1	0	0
1504976	Nova Ipixuna	0	1	0	0
1505007	Nova Timboteua	0	1	0	0
1505031	Novo Progresso	0	1	0	0
1505064	Novo Repartimento	0	0	1	0
1505106	Óbidos	0	1	0	0
1505205	Oeiras do Pará	0	1	0	0
1505304	Oriximiná	1	0	0	0
1505403	Ourém	0	0	1	0
1505437	Ourilândia do Norte	0	1	0	0
1505486	Pacajá	0	1	0	0
1505494	Palestina do Pará	0	0	0	1
1505502	Paragominas	0	0	0	1
1505536	Parauapebas	1	0	0	0
1505551	Pau D'Arco	0	1	0	0
1505601	Peixe-Boi	0	1	0	0
1505635	Piçarra	0	1	0	0
1505650	Placas	0	1	0	0
1505700	Ponta de Pedras	0	1	0	0
1505809	Portel	0	1	0	0
1505908	Porto de Moz	0	1	0	0
1506005	Prainha	0	1	0	0
1506104	Primavera	0	1	0	0
1506112	Quatipuru	0	1	0	0
1506138	Redenção	0	1	0	0

1506161	Rio Maria	0	0	0	1
1506187	Rondon do Pará	0	1	0	0
1506195	Rurópolis	0	1	0	0
1506203	Salinópolis	0	1	0	0
1506302	Salvaterra	0	1	0	0
1506351	Santa Bárbara do Pará	0	1	0	0
1506401	Santa Cruz do Arari	0	1	0	0
1506500	Santa Izabel do Pará	0	1	0	0
1506559	Santa Luzia do Pará	0	0	1	0
1506583	Santa Maria das Barreiras	0	1	0	0
1506609	Santa Maria do Pará	0	1	0	0
1506708	Santana do Araguaia	0	0	1	0
1506807	Santarém	0	0	1	0
1506906	Santarém Novo	0	1	0	0
1507003	Santo Antônio do Tauá	0	1	0	0
1507102	São Caetano de Odivelas	0	1	0	0
1507151	São Domingos do Araguaia	0	1	0	0
1507201	São Domingos do Capim	0	1	0	0
1507300	São Félix do Xingu	0	0	0	1
1507409	São Francisco do Pará	0	1	0	0
1507458	São Geraldo do Araguaia	1	0	0	0
1507466	São João da Ponta	0	1	0	0
1507474	São João de Pirabas	0	1	0	0
1507508	São João do Araguaia	0	1	0	0
1507607	São Miguel do Guamá	1	0	0	0
1507706	São Sebastião da Boa Vista	0	1	0	0
1507755	Sapucaia	0	1	0	0
1507805	Senador José Porfírio	0	1	0	0
1507904	Soure	0	1	0	0
1507953	Tailândia	0	1	0	0
1507961	Terra Alta	0	0	0	1
1507979	Terra Santa	0	1	0	0
1508001	Tomé-Açu	0	1	0	0
1508035	Tracuateua	0	1	0	0
1508050	Trairão	0	1	0	0
1508084	Tucumã	0	0	0	1
1508100	Tucuruí	0	1	0	0
1508126	Ulianópolis	0	1	0	0
1508159	Uruará	0	1	0	0
1508209	Vigia	0	1	0	0
1508308	Viseu	0	0	1	0
1508357	Vitória do Xingu	0	1	0	0
1508407	Xinguara	0	1	0	0
<b>143</b>		<b>14</b>	<b>110</b>	<b>9</b>	<b>10</b>

## REFERÊNCIAS

ABADIE, Alberto; IMBENS, Guido W. Matching on the estimated propensity score. National Bureau of Economic Research, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. A gestão dos recursos hídricos e a mineração. / Agência Nacional de Águas, Coordenação-Geral das Assessorias; Instituto Brasileiro de Mineração; organizadores, Antônio Félix Domingues, Patrícia Helena Gambogi Boson, Suzana Alípaz. Brasília: ANA, 2006.

AMARAL, Pedro V.; ANSELIN, Luc; ARRIBAS-BEL, Daniel. Testing for spatial error dependence in probit models. Letters in Spatial and Resource Sciences, v. 6, n. 2, p. 91-101, 2013.

ANGRIST, Joshua D.; PISCHKE, Jörn-Steffen. Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion. Princeton university press, 2008.

ANSELIN, Luc. Spatial econometrics: methods and models. Kluwer Academic, Dordrecht. 1998.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. Disponível em:<<<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>>>. Acesso em 06/03/17, 2013.

BALANAY, Raquel M. et al. Analyzing the Socio-economic Impacts of Mining with Propensity Score Matching (PSM): Insights for Responsible Mining in Caraga Region, Philippines, 2014.

BARRETO, Maria Laura et al. Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil. 2001.

BARROS, Ricardo Paes de et al. Uma análise das principais causas da queda recente na desigualdade de renda brasileira. 2006.

BECKER, Luzia Costa; PEREIRA, Denise de Castro. O projeto Minas-Rio e o desafio do desenvolvimento territorial integrado: a grande mina em Conceição do Mato Dentro. In: Recursos Minerais e Sustentabilidade Territorial: grandes minas, 2011.

BECKER, Sascha O. et al. Estimation of average treatment effects based on propensity scores. The stata journal, v. 2, n. 4, p. 358-377, 2002.

BELISÁRIO, A. C. V. A Natureza Jurídica da Compensação Financeira pela Exploração dos Recursos Minerais – CFEM. Em SOUZA, M. M. G. (coord.). A Compensação Financeira pela Exploração dos Recursos Minerais – CFEM. Belo Horizonte: Del Rey, 2011.

BNDES. Panoramas setoriais 2030: desafios e oportunidades para o Brasil. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14214/2/PanoramasSetoriais->

2030.pdf. Acesso em 26/01/2018.

BRASIL, Eric Universo Rodrigues. O novo código de mineração no Brasil: uma análise econômica da compensação financeira sobre a exploração dos recursos. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2015

BRASIL. Decreto nº 9.406, de 13 de junho de 2018. Diário Oficial da União, 2018.

BRAZ, E. Aspectos Tributários da Mineração Brasileira: cenário evolutivo da situação tributária da mineração no Brasil e análise comparativa com países mineradores selecionados. Relatório Técnico 07, entregue ao Ministério de Minas e Energia e ao Banco Mundial como parte do estudo para elaboração do Plano Duodecenal (2010 - 2030) de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. 2009a.

BRAZ, E. Aspectos Tributários da Mineração Brasileira: análise comparativa de royalties. Relatório Técnico 09, entregue ao Ministério de Minas e Energia e ao Banco Mundial como parte do estudo para elaboração do Plano Duodecenal (2010 - 2030) de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. 2009b.

CAMERON, A. Colin; TRIVEDI, Pravin K. Microeconometrics: methods and applications. Cambridge university press, 2005.

CAPARICA, R. F. C. O Papel dos Fundos Soberanos na Economia Mundial. Dissertação apresentada ao Mestrado em Finanças e Economia Empresarial da Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 2010.

COELHO, P.; TEIXEIRA, J. P.; GONÇALVES, O. N. B. S. M. Mining Activities: Health Impacts. In Nriagu, O. (ed.). Encyclopedia of Environmental Health. Burlington: Elsevier, p. 788-802, 2011.

COELHO, Tádzio Peters. Projeto Grande Carajás: trinta anos de desenvolvimento frustrado. Marabá, PA: Editorial Iguana. 2015.

CHAGAS, A.L.S; TONETO, R.; AZZONI, C.R. A spatial propensity score matching evaluation of the social impacts of sugarcane growing on municipalities in Brazil. International Regional Science Review, v. 35, n. 1, p. 48-69, 2012.

DANTAS, Rafael Santos; TANNURI-PIANTO, Maria Eduarda. Avaliação De Impacto De Reconhecimento De Direito De Propriedade De Facto: Uma Análise De Propensity Score Matching. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pós-graduação em Economia [Brazilian Association of Graduate Programs in Economics], 2014.

DE ANDRADE, Marcelo Silva Borges et al. Impactos socioeconômicos da grande mineração nos municípios de Minas Gerais. In: Anais do XIV Seminário sobre a Economia Mineira [Proceedings of the 14th Seminar on the Economy of Minas Gerais]. Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

DE OLIVEIRA, Everton. ÁGUA SUBTERRÂNEA E MINERAÇÃO. Águas Subterrâneas, n. 1, 1998.

DNPM. Economia Mineral do Brasil. 2009. 748 p. Disponível em:<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1/10-cap-10-2013-o-mineralnegocio-no-brasil>. Acesso em 08/out/2017.

DNPM. Relatórios CFEM Maiores Arrecadadores. Disponível em:<[https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/cfem/maiores\\_arrecadadores.aspx](https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/cfem/maiores_arrecadadores.aspx)>. Acesso em 15/out/2017.

DNPM. Anuário Mineral Estadual - Minas Gerais / Coord. Marina Marques Dalla Costa et al.; Equipe Técnica por Carlos Antônio Gonçalves de Jesus et al. – Brasília: DNPM, 2017. 119 p., il. Disponível em:<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-estadual/minas-gerais/anuario-mineral-estadual-minas-gerais-anos-base-2010-2014>. Acesso em 18/nov/2017.

DNPM. Anuário Mineral Estadual - Pará / Coord. Marina Marques Dalla Costa et al.; Equipe Técnica por Maria do Rosário Miranda Costa et al. – Brasília: DNPM, 2017. 21 p.: il. Disponível em <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-estadual/para/anuario-mineral-estadual-para-2016-ano-base-2015/view>. Acesso em 18/nov/2017.

DUBIN, Robin. Spatial Autocorrelation: A Primer. *Journal of Housing Economics*, 7 (4), 304-327, 1998.

EL PAIS. Afetadas pela escassez de água, indústrias já avaliam parar produção. Disponível em [https://brasil.elpais.com/brasil/2015/08/21/politica/1440193781\\_969574.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2015/08/21/politica/1440193781_969574.html). Acesso em 19/nov/2017.

ELHORST, J. Applied spatial econometrics: raising the bar. *Spatial Economic Analysis* 5 (1), 2010.

ENRÍQUEZ, Maria Amélia Rodrigues da Silva. Maldição ou dádiva? Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira. 2008.

ESTADO DE SÃO PAULO. Impulso `a mineração. 28 de agosto 2017. Disponível em :< <http://opinio.estado.com.br/noticias/geral,impulso-a-mineracao,70001952661>>. Acesso em 11/11/2017.

EXAME. Acidente da Samarco vai afetar balança comercial. 2015. Disponível em:<https://exame.abril.com.br/economia/acidente-da-samarco-vai-afetar-balanca-comercial/>. Acesso em 19/nov/2017.

FERNANDES, F.R.C; ENRIQUEZ, M.A; e ALAMINO, R. de C.J. (ed). Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2011, p. 333-359. Disponível em: < [http://cetem.gov.br/recurso\\_minerais\\_sustentabilidade.php](http://cetem.gov.br/recurso_minerais_sustentabilidade.php) >. Acesso em 19/04/2017.

FLEMING, Mark M. Techniques for estimating spatially dependent discrete choice models. In: *Advances in spatial econometrics*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2004. p. 145-

168.

FUNDAÇÃO ITAÚ SOCIAL. Avaliação econômica de projetos sociais / Betânia Peixoto et al; organizador Naercio Menezes Filho. São Paulo: Fundação Itaú Social, 2016.

FURTADO, João; URIAS, Eduardo. Recursos naturais e desenvolvimento: estudos sobre o potencial dinamizador da mineração na economia brasileira. IBRAM-Instituto Brasileiro de Mineração, 2013.

GREENE, William H. Econometric analysis 4th edition. International edition, New Jersey: Prentice Hall, 2000.

HÄRDLE, Wolfgang; LINTON, Oliver. Applied nonparametric methods. Handbook of econometrics, v. 4, p. 2295-2339, 1994. HARTMAN, H. L.; MUTMANSKY, J. M. Introductory Mining Engineering. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2002.

HAUGHTON, Jonathan; KHANDKER, Shahidur R. Handbook on poverty+ inequality. World Bank Publications, 2009.

HECKMAN, James J.; ICHIMURA, Hidehiko; TODD, Petra. Matching as an econometric evaluation estimator. The Review of Economic Studies, v. 65, n. 2, p. 261-294, 1998.

HOJE EM DIA. Em meio à crise hídrica, minerodutos utilizam água dos rios para levar polpa de ferro ao porto. Disponível em: <http://hojeemdia.com.br/primeiro-plano/economia/em-meio-%C3%A0-crise-h%C3%ADrica-minerodutos-utilizam-%C3%A1gua-dos-rios-para-levar-polpa-de-ferro-ao-porto-1.292757>. Acesso em: 19/11/2017.

HUEHNE, Michael. Mining and developing nations: does mining contribute to socioeconomic development? Deakin Papers on International Business Economics, v. 7, n. 1, 2014.

IBGE. Sistemas de Contas Nacionais. Tabela de Recursos e Usos. 2014. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/contas-nacionais.html>>. Acesso em 19/out/2017.

IBGE. Comissão Nacional de Classificação (CONCLA). Classificação CNAE 2.0. Disponível em: <https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html?view=grupo&tipo=cnae&versao=9&grupo=089>. Acesso em 06/jun/2018.

IBRAM. Água e Mineração: Fatos e verdades. 2015. Disponível em: <[http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD\\_CHAVE=241456](http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD_CHAVE=241456)>. Acesso em 17/11/2017.

INDEXMUNDI. Commodity Metals Price Index Monthly Price - Index Number. Disponível em: <<http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=metals-price-index&months=240>>. Acesso em 10/out/2017.

KELEJIAN, H. Spatial models in Econometrics, Draft for the Spatial Econometric Advanced Institute, 2011.

- LACOMBE, Donald J. Does Econometric Methodology Matter? An Analysis of Public Policy Using Spatial Econometric Techniques. *Geographical Analysis* 36 (2), 105-118, 2004.
- LARMER, B. “The Real Price of Gold” . *National Geographic*. January, 2009.
- LESAGE, James P. (1997) Regression Analysis of Spatial Data. *Journal of Regional Analysis and Policy* 27 (2), 83-94.
- LESAGE, James P. *Spatial econometrics*, 1999.
- LESAGE, James P. Bayesian estimation of limited dependent variable spatial autoregressive models. *Geographical Analysis*, v. 32, n. 1, p. 19-35, 2000.
- LESAGE, J e PACE, R. *Introduction to spatial econometrics*, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2009.
- LEUVEN, Edwin et al. PSMATCH2: Stata module to perform full Mahalanobis and propensity score matching, common support graphing, and covariate imbalance testing. *Statistical Software Components*, 2015.
- LIMA, Ana Carolina da Cruz; SIMÕES, Rodrigo Ferreira. Teorias clássicas do desenvolvimento regional e suas implicações de política econômica: o caso do Brasil. *RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico*, v. 12, n. 21, 2010.
- LOAYZA, Norman; RIGOLINI, Jamele. The local impact of mining on poverty and inequality: evidence from the commodity boom in Peru. *World Development*, v. 84, p. 219-234, 2016.
- LOPES, R. T. R. *Mineração e Desenvolvimento: uma análise da maldição dos recursos naturais para os estados brasileiros*. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da FCLAR/UNESP. Araraquara, 2013.
- LOPES, Luciano Motta Nunes. *O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais*. *Sinapse Múltipla*, v. 5, n. 1, p. 1, 2016.
- MAGALHÃES, Aline Souza et al. Quanto vale a água que usamos? Projeções dos impactos econômicos de restrições ao uso e elevação de preços da água na região metropolitana de Belo Horizonte. *Revista de Economia*, v. 42, n. 2, 2017.
- MARENGO, José A. et al. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. *Revista USP*, n. 106, p. 31-44, 2015.
- MCMAHON, G.J. & MOREIRA, S. The Contribution of the Mining Sector to Socioeconomic and Human Development. *Extractive Industries for Development Series*, no. 30, World Bank. 2014.
- MENEZES FILHO, Naercio et al. *Avaliação econômica de projetos sociais*. São Paulo: Dinâmica Gráfica e Editora, 2012.
- MILANEZ B, Santos RSP, WANDERLEY LJM, MANSUR MS, PINTO RG,

GONÇALVES R.J.A.F. Antes fosse mais leve a carga: avaliação dos aspectos econômicos, políticos e sociais do desastre da Samarco/Vale/BHP em Mariana (MG). Disponível em: <http://www.ufjf.br/poemas/files/2014/07/PoEMAS-2015-Antes-fosse-mais-leve-a-carga-vers%C3%A3o-final.pdf>. Acesso em 09/03/2018.

MONTEIRO, Maurílio de Abreu. Amazônia: mineração, tributação e desenvolvimento regional. Novos Cadernos NAEA, Belém, v. 7, n. 2, p. 159-186, dez. 2004. Disponível em: <http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/45/40>>. Acesso em: 13 nov. 2012.

NAHAS, M. Mineração e Dinâmica Produtiva: efeitos da indústria extrativa mineral sobre a estrutura produtiva dos municípios mineradores de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2014. Disponível em: [http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD-A9EG2W/dissertacao\\_mariana\\_nahas\\_final\\_\\_1\\_.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD-A9EG2W/dissertacao_mariana_nahas_final__1_.pdf?sequence=1). Acesso em /04/2017.

OLIVEIRA, N. Minas já sofreu com outros rompimentos de barragens. Jornal O Tempo, 05 nov. 2015. Disponível em: <http://www.otempo.com.br/cidades/minas-j%C3%A1-sofreu-com-outros-rompimentos-de-barragens-1.1159501>. Acesso em 23/01/2018.

PETERSON, J. S.; KOVALCHIK, P. G.; MATETIC, R. J. “Sound Power Level Study of a Roof Bolter”. Transactions of Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc. no 320, p. 171-177, 2006.

PETRIE, J. New models of sustainability for the resources sector: a focus on minerals and metals. Process Safety and Environmental Protection, v. 85, n. 1, p. 88-98, 2007.

PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Brasília: Organização das Nações Unidas. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Organização das Nações Unidas. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/atlas/>. Acesso em 03 jun. 2017.

POEMAS. Antes fosse mais leve a carga: avaliação dos aspectos econômicos, políticos e sociais do desastre da Samarco / Vale / BHP em Mariana (MG) Relatório Final. 2015. Disponível em: < <http://www.ufjf.br/poemas/files/2014/07/PoEMAS-2015-Antes-fosse-mais-leve-a-carga-vers%C3%A3o-final.pdf> >. Acesso em: 12/03/2018.

PORTO, Marcelo Firpo de Souza. A tragédia da mineração e do desenvolvimento no Brasil: desafios para a saúde coletiva. Cadernos de Saúde Pública, v. 32, p. e00211015, 2016.

POSTALI, F. A. S. Renda Mineral, Divisão de Riscos e Benefícios Governamentais na Exploração de Petróleo no Brasil. Rio de Janeiro: BNDES, 2002.

RODRIGUES FILHO, Saulo; VIANA, Mauricio Boratto. Gestão da água: o desafio do zinco em Vazante/MG. In: Recursos Minerais e Sustentabilidade Territorial: grandes minas. FERNANDES, F.R.C; ENRIQUEZ, M.A; e ALAMINO, R. de C.J. (ed). Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2011, p. 333-359. Disponível em: < [http://cetem.gov.br/recurso\\_minerais\\_sustentabilidade.php](http://cetem.gov.br/recurso_minerais_sustentabilidade.php) >. Acesso em 19/04/2017.

REESON, Andrew F.; MEASHAM, Thomas G.; HOSKING, Karin. Mining activity, income inequality and gender in regional Australia. Australian Journal of Agricultural

and Resource Economics, v. 56, n. 2, p. 302-313, 2012.

REVISTA ECOLÓGICO. Municípios com mineração têm melhor desenvolvimento humano. 19 Setembro de 2014. Disponível em:< <http://www.revistaecologico.com.br/materia.php?id=83&secao=1382&mat=1539>>. Acesso em 11/nov/2017.

ROSS, M.L. The Political Economy of the Resource Curse, World Politics, vol. 42, no. 2: 297-322. 1999;

SAMPAIO, João Alves et al. Água no processamento mineral, 2010.

SACHS, J.D. & WARNER, A.M. (2001) 'The Curse of Natural Resources', European Economic Review, vol. 45, nos. 4-6: 827-838.

SCLIAR, Claudio. Amianto: Mineral mágico ou maldito / Ecologia humana e disputa político-econômica. Belo Horizonte: Novatus, 2005, 158 p.

SILVA, Maria Amélia Rodrigues da; DRUMMOND, José Augusto. Certificações socioambientais: desenvolvimento sustentável e competitividade da indústria mineira na Amazônia. Cadernos EBAPE. BR, v. 3, n. 3, p. 01-21, 2005.

SIMÕES, Rodrigo et al. Métodos de análise regional e urbana: diagnóstico aplicado ao planejamento. Belo Horizonte: Cedeplar/UFMG, 2005.

SIMONATO, Thiago Cavalcante; MAGALHÃES, Aline Souza; DOMINGUES, Edson Paulo. Desastres urbanos e a conjuntura econômica: O caso de Mariana-MG. 2017. Disponível em:[http://anpur.org.br/xviienanpur/principal/publicacoes/XVII.ENANPUR\\_Anais/ST\\_Sessesoes\\_Tematicas/ST%204/ST%204.8/ST%204.8-13.pdf](http://anpur.org.br/xviienanpur/principal/publicacoes/XVII.ENANPUR_Anais/ST_Sessesoes_Tematicas/ST%204/ST%204.8/ST%204.8-13.pdf) . Acesso em 9/03/2018.

UFF. Tabela de Distribuição T-Student. Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro. 2018. Disponível em :< [www.epi.uff.br/wp-content/uploads/2015/05/Tabela-T.pdf](http://www.epi.uff.br/wp-content/uploads/2015/05/Tabela-T.pdf)> Acesso em 21/01/2018

VARIAN, Hal R. Microeconomic analysis. WW Norton, 1978.

VIANA, Maurício Boratto. Avaliando Minas: índice de sustentabilidade da mineração (ISM), 2012.

VIANA, João Paulo. Os Pescadores da bacia do Rio Doce: subsídios para a mitigação dos impactos socioambientais do desastre da Samarco em Mariana, Minas Gerais. 2016.

ZAMBRANO, Omar; ROBLES, Marcos; LAOS, Denisse. Global boom, local impacts: Mining revenues and subnational outcomes in Peru 2007-2011. IDB Working Paper Series, 2014.