

# A INDÚSTRIA EXTRATIVA EM MINAS GERAIS: UM ESTUDO ESPACIAL ENDÓGENO DO EFEITO DE VIZINHANÇA NA CONCENTRAÇÃO AGLOMERATIVA<sup>1</sup>

## THE EXTRACTION INDUSTRY OF MINAS GERAIS: A STUDY OF THE EFFECT OF ENDOGENOUS SPACE NEIGHBOURHOOD IN CONCENTRATION AGGLOMERATIVE

Rafaella Stradiotto Vignandi\*

### RESUMO

Este artigo apresenta uma contabilização dos efeitos de vizinhança nos índices de concentração aglomerativa espacialmente ponderados, com o intuito de analisar possíveis alterações no *status* das divisões e classes da indústria extrativa do estado de Minas Gerais, considerando suas microrregiões nos anos de 2006 e 2012. A análise dos índices de concentração espacialmente ponderados  $H_s$ ,  $G_s$  e  $\gamma_s$ , indicou um possível processo de mudança na maioria dos setores e classes que compõem a indústria extrativa no período. Comparando-se os índices de concentração espacialmente ponderados, conclui-se que estes são melhores indicadores da real interferência dos efeitos de vizinhança, haja vista que consideram a presença dos vizinhos na análise do processo de (des)concentração das atividades da indústria extrativa mineira.

**Palavras-chave:** Indústria Extrativa, Minas Gerais, Vizinho, Espaço.

### ABSTRACT

*This paper presents an accounting of neighborhood effects in the indices of agglomeration concentration spatially weighted, in order to analyze possible changes in the status of divisions and classes of mining industry in the state of Minas Gerais, considering its micro regions in the years 2006 and 2012. The analysis of concentration indices spatially weighted  $H_s$ ,  $G_s$  and  $\gamma_s$ , indicated a possible process of change in most sectors and classes that comprise the mining industry in the period. Comparing the concentration indices spatially weighted, it is concluded that these are better indicators of actual interference of neighborhood effects, given that consider the presence of neighbors in the analysis of (dis)concentration process of the activities of the mining and quarrying industry.*

**Keywords:** Mining and Quarrying Industry, Minas Gerais, Neighbor, Spatial.

**JEL:** R11, R12

**Área 10 - Economia Regional e Urbana**

## 1 INTRODUÇÃO

---

<sup>1</sup> Este trabalho contou com o apoio da FAPEMIG.

\* Doutoranda em Economia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)/Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR). Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). E-mail: [rafaellasv@cedeplar.ufmg.br](mailto:rafaellasv@cedeplar.ufmg.br).

A indústria extrativa, pela sua relevância e importância na economia nacional, de forma geral tem tido um papel significativo no esforço de promover o desenvolvimento econômico e social e de reduzir as desigualdades regionais. Segundo Lima (2002, 2006), na década de 1960-1970, os governos militares acreditaram que a mineração era um fator de integração nacional. A visão de desenvolvimento regional, naquela época, tinha como fundamento a concentração em pólos de desenvolvimento e a rigidez locacional das atividades econômicas.

A indústria extrativa é de alto risco, requer vultuosos investimentos na fase de pesquisa e, dada a grande quantidade de incertezas, desenvolvem pouco interesse em estabelecer relações com as comunidades locais (WORLD BANK, 2001).

No estado de Minas Gerais os grandes empreendimentos minerais existem por muitas décadas e alguns são centenários. A atividade de mineração faz parte da história e do processo de desenvolvimento da região. Atualmente essa atividade está inserida numa economia bastante diversificada e compete com outras atividades econômicas industriais.

A literatura sobre localização industrial pontua fatores que incentivam e fatores que desestimulam a concentração da indústria no espaço geográfico. Weber (1929) classificou os fatores que interferem nas decisões de localização das firmas como: regionais (*i.e.*, relacionados com a distribuição geográfica, como custos de transporte e mão-de-obra) ou locais (*i.e.*, independentes da geografia e passíveis de serem subclassificados como aglomerativos ou desaglomerativos). Mais recentemente, na abordagem da chamada “Nova Geografia Econômica”, Krugman (1991) refere-se a esses fatores como forças centrípetas, quando são estimuladores da concentração das atividades econômicas, e forças centrífugas, quando se opõem à concentração ou a desestimulam, promovendo assim a desconcentração geográfica.

Em alguns artigos e estudos importantes sobre a indústria extrativa, tanto em contexto nacional quanto em contexto estadual, foram estudados e utilizado neste artigo de alguma forma. Pode-se citar alguns destes textos mencionados acima: DNPM (2003); Lima (2002, 2006 e Capítulo 4) e World Bank (2001). Porém, nenhum destes estudos calcularam de forma específica e minuciosa índices de aglomeração espacialmente ponderados para a indústria extrativa mineira como este artigo se propõem a fazer. Esses artigos e estudos citados adotam outras formas de análise desta indústria para investigar os avanços e retrocessos dos setores e classes que a compõem, sendo muitas vezes utilizada análises mais qualitativas ao invés de uma mistura (entre qualitativa com quantitativa).

O objetivo desse artigo é inserir o espaço na mensuração de índices, utilizando medidas de concentração industrial que capturem a posição das regiões e contabilizem no espaço os efeitos de vizinhanças. Com essas medidas, é possível observar o comportamento das divisões e classes da indústria extrativa de Minas Gerais no decorrer do tempo (2006 e 2012) e todas as possíveis relações inter-setoriais desta indústria que ultrapassam as fronteiras microrregionais específicas.

Além disso, é possível analisar como a contabilização dos efeitos de vizinhança, nas medidas de concentração espacialmente ponderadas, influenciam nas possíveis transformações no *status* das divisões e, de forma mais desagregada, das classes e microrregiões em relação à indústria extrativa mineira nos anos de 2006-2012.

Este artigo está estruturado em cinco seções, incluindo esta Introdução e as Considerações Finais. Na Seção 2, apresenta-se uma breve revisão teórica sobre a literatura que incorporada o espaço na análise econômica regional e as dimensões espaciais e regionais atreladas ao desenvolvimento regional. A Seção 3 descreve a

metodologia utilizada para cálculo dos índices de concentração espacialmente ponderados. E, por fim, a Seção 4 contém a análise dos resultados obtidos.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A INSERÇÃO DO ESPAÇO**

A indústria extrativa é um dos setores mais importante na estrutura produtiva do estado de Minas Gerais e está distribuída em todo o território mineiro, considerando que os segmentos desenvolvidos variam de região para região. O espaço e a localização da produção são importantes para compreender a trajetória de desenvolvimento do mesmo. Desta forma, esta seção propõe-se apresentar de forma breve algumas teorias de desenvolvimento regional enfatizando a importância do espaço, da formação das regiões e da localização na escolha de onde e o que produzir.

O elemento espaço foi esquecido e pouco considerado na análise econômica tradicional e regional. A Teoria Econômica Clássica desconsiderou as contribuições que o espaço poderia trazer para a compreensão comportamental e do desenvolvimento das regiões. Os economistas clássicos, segundo Richardson (1975), explicavam sobre a sequência evolutiva da atividade econômica, fundamentando-se em um mundo estático e sem dimensões, proporcionando a essa abordagem a condição de imutáveis e de validade universal, onde o fator tempo é a única variável essencial. O objeto central da Economia Clássica era o estudo do processo de evolução das atividades econômicas e da distribuição do produto gerado.

De acordo com Lopes (2001) a economia desconsiderou a inserção da variável espaço, fundamentalmente, por causa de três aspectos. O primeiro é que a teoria econômica tradicional ignorou a dimensão espaço, considerando apenas o tempo como fator responsável da evolução das atividades econômicas. O segundo é que as hipóteses tradicionais da Economia Clássica conduzem à desatenção das diferenças espaciais nos custos, nos salários, nos rendimentos e nos preços, pois o equilíbrio seria alcançado de qualquer forma. O último é que a aceitação, por muito e longo tempo, da análise marginalista, determinou o atraso do tratamento espacial. Esse tipo de análise geralmente impede a inclusão do espaço, já que os fenômenos não se comportam de maneira a aceitar a continuidade dessa variável.

A tradição da Escola Neoclássica na teoria econômica foi um grande obstáculo para que se considerasse efetivamente o elemento espaço na análise econômica. As hipóteses marginalistas não são aplicáveis à dimensão espacial por que pressupõem continuidades. O território não possui elementos distribuídos uniformemente; a heterogeneidade e a descontinuidade constituem a regra mais aplicada. Ademais, a Economia Espacial tem por característica as imperfeições do mercado, em decorrência da “fricção da distância”, proporcionando uma proteção dominante às firmas próximas dos consumidores.

Por outro lado, caso houvesse perfeita flexibilidade dos preços e perfeita mobilidade dos fatores de produção, dentro de um mesmo país, não haveria desigualdades regionais e o problema da Economia Regional deixaria de existir. As diferenças nos preços, custos, salários e rendas entre as regiões persistem já pelo simples fato do custo de transporte ser significativo. A distância restringe a interação espacial e concede forte proteção às firmas, de modo que as forças de mercado não são suficientes para igualar as rendas regionais e propiciar alocação ótima dos recursos no espaço. Existem acentuadas reações econômicas e não-econômicas à mobilidade dos fatores de produção (FERREIRA, 1989).

Um dos motivos do atraso da análise espacial teve-se ao fato de que as indústrias tinham sua localização imposta, na maioria dos casos, pela localização das fontes de matérias-primas. Com a evolução e o surgimento da eletricidade e da redução do índice de material dos produtos<sup>2</sup>, a localização das firmas ficou mais direcionada ao mercado consumidor ou em pontos intermediários. A relação entre industrialização e urbanização tornou-se mais evidente pela dependência crescente das firmas em relação ao mercado consumidor e ao mercado da mão-de-obra. Este fator cooperou para o crescente interesse pela análise regional. Pode-se, atualmente, moldar a distribuição geográfica das atividades econômicas e das populações influenciando a rede dos transportes, a dotação de infraestruturas industriais e a concentração urbana através da criação de novos centros urbanos planejados.

A abordagem em torno da localização ótima das atividades econômicas e da população era considerada de “segunda” importância, em primeiro plano figuravam as questões relacionadas ao crescimento e equilíbrio econômico do país. A temporalidade rapidamente se prestou a realizar as análises econômicas rigorosas e que os fatores não econômicos tinham influência dominante no padrão espacial das atividades econômicas, significando que os recursos naturais têm a localização pré-determinada, mas as considerações não econômicas são os fatores determinantes de onde viver, trabalhar e produzir (RICHARDSON, 1975).

A Escola Alemã, com August Losch, foi a primeira escola a considerar o fenômeno espacial. Seus membros proporcionavam bons aportes à análise econômica, contribuindo para o enquadramento dos elementos espaço e distância no desenvolvimento da teoria. A partir da segunda metade do século XIX, os economistas dessa Escola se comprometeram a enumerar os fatores locais peculiares de cada país e em cada época, que poderiam influenciar e resultar em vantagens comparativas de uma região em relação à outra e verificar a razão da instalação de uma atividade produtiva em um determinado local. A Escola, ainda, ressaltava que a economia, enquanto fenômeno social, não se afastava da ordem político, social e institucional e para melhor compreensão deveria ser pesquisada como elemento de ordem social e inter-relacionada com os costumes, a lei, a educação, a política e a religião (FERREIRA, 1989).

O estudo da Economia Espacial fornece subsídios para o entendimento do processo de consolidação das atividades produtivas em uma dada região. Conforme descrito por Ferreira (1989), a concentração do capital industrial, a aglomeração das atividades econômicas em poucas regiões e a forma aleatória de como esse processo ocorre, são os problemas centrais da área de Economia Espacial e Economia Regional, de tal forma que os problemas de desenvolvimento socioeconômico são também problemas de localização.

No entendimento de Hoover (1970), a Economia Espacial analisa as questões “o que”, “onde” e “por que”, possibilitando questionar os problemas relacionados à distância, concentração e dispersão, além das semelhanças e diferenças das localidades e da distribuição das atividades econômicas no espaço. A compreensão da organização das atividades, sua disposição no espaço e o reconhecimento de que podem ter

---

<sup>2</sup> Índice de material é a relação entre o peso das matérias-primas consumidas por unidade de produto final. A priori se diz que se o índice de material for superior à unidade, a fábrica tenderá a localizar-se junto à fonte da matéria-prima de maior ponderação; quando for inferior à unidade, isto é, quando o produto ganhar peso durante o processo produtivo (pela adição de insumos não considerados, por se encontrarem em toda a parte ao mesmo custo) a firma tenderá a localizar-se junto ao mercado consumidor (SOUZA, 1981, p.69).

significado econômico torna possível a classificação de diferentes conceitos de região e a diferenciação com relação ao conceito de espaço.

## 2.2 DIMENSÕES ESPACIAIS E REGIONAIS

Existe diferença entre o conceito de espaço e o conceito de região. Uma região é um espaço contíguo, ou seja, os elementos que a formam têm que se localizar de maneira contínua, não importando as restrições dos fatores associados. É uma denominação dinâmica, pois as estruturas das regiões que condicionam o tamanho das suas áreas alteram no decorrer do tempo. Enquanto que o espaço pode ser geográfico, matemático, econômico e pode apresentar descontinuidades. O espaço geográfico é a noção no que diz respeito ao solo, relevo, clima, vegetação e atmosfera. O espaço matemático é o lugar abstrato das relações entre variáveis independentes, fora de qualquer representação geográfica. E, têm-se como exemplos a superfície de produção de uma firma, as curvas de indiferença do consumidor, dentre outros. O espaço econômico corresponde à aplicação do espaço matemático ao espaço geográfico. É o espaço das atividades econômicas e dos lugares geográficos, sendo realmente importantes as suas características e a natureza das relações de interdependência. (FERREIRA, 1989).

Segundo Perroux (1967), existem três diferentes tipos de conceitos de espaço econômico. O primeiro é o espaço econômico como conteúdo de um plano, isto é, espaço de planejamento. É o conjunto das relações firmadas entre a indústria e os fornecedores de insumos (matéria-prima, mão-de-obra, capitais) e a indústria e os compradores (compradores intermediários, compradores finais).

O segundo é o espaço como campo de forças, ou seja, espaço polarizado com características heterogêneas e ênfase na dependência ou interdependência dos diferentes componentes dentro da região. Como este autor descreve, existem as forças de atração (centrípetas) e de repulsão (centrífugas). O surgimento ocorre basicamente, em decorrência, da concentração da população e da produção. Onde concentram as atividades econômicas, sociais, políticas e administrativas relacionadas com outros pontos do espaço, tendo relação de dominação. Os pontos dominantes impõem regras e captam benefícios dos demais. Este tipo de espaço é heterogêneo e suas partes são complementares, pois mantêm uma relação de troca, principalmente com a porção dominante. É possível uma caracterização abstrata das cidades e seus diferentes tamanhos. Com o auxílio desses modelos gravitacionais, pode-se medir o grau de interdependência dos fluxos de pessoas, bens e serviços e comunicações (PERROUX, 1967).

O último tipo de espaço é o econômico como conjunto de atividades homogêneas, ou seja, espaço homogêneo, as unidades espaciais são reunidas quando demonstram características uniformes. As variáveis como a renda, recursos naturais, topografia, clima, traços culturais, preço, produção podem ser utilizadas para a delimitação do espaço homogêneo. É importante ressaltar que há uma relação inversa entre a especificidade do critério de homogeneidade e a dimensão territorial. As diferenças inter-regionais podem invalidar a suposição de homogeneidade. Quanto mais específico for o critério menor será a dimensão territorial e quanto menos específico maior será a dimensão. Os centros urbanos e a aglomeração industrial induzem a heterogeneidade no sistema espacial.

A caracterização das regiões nodais ou polarizadas surge em decorrência da conformidade de que a economia espacial não possui uma homogeneidade e que existe a possibilidade de um significado econômico. Essas regiões são compostas por

unidades heterogêneas, como por exemplo, a distribuição da população que forma grandes cidades, pequenas cidades, aldeias, áreas rurais pouco povoadas, mas que são extremamente inter-relacionadas.

A interconexão existente entre os diferentes tipos de agentes é revelada em fenômeno de fluxos. Richardson (1975) descreve que esses fluxos não ocorrem de forma uniforme. Os fluxos mais fortes tendem a concentrar nódulos dominantes e desta forma, geram as grandes cidades. Ao redor desses nódulos haverá as zonas de influência ou campos espaciais que levam a combinação de diferentes espécies, e conforme for ocorrendo o distanciamento, as densidades dos fluxos decaem até chegar ao ponto em que o nível crítico define os limites do campo espacial.

Acima da região cidade podem-se ter as microrregiões, que formam um conglomerado de municípios (tal como uma região metropolitana), porém menor do que uma região. Em países como o Brasil e os Estados Unidos, os Estados constituem as regiões típicas. As macrorregiões são compostas por conjuntos de Estados (Sudeste, Sul, Nordeste, por exemplo) (SOUZA, 1981).

A microrregião teria a função de organizar um sistema de pequenas cidades em torno de uma cidade relativamente importante, para servir de apoio entre a zona rural e a capital regional. Quando uma microrregião tiver vários centros do mesmo porte, a capital será escolhida (para receber investimentos em prioridade) entre os centros com maior potencialidade de crescimento. A região ou a macrorregião são espaços polarizados por uma grande cidade (capital regional); no seu interior, entre as cidades médias e a capital regional, as trocas são intensas. Nas capitais regionais o setor secundário é relativamente desenvolvido, assim como o setor terciário. Há a localização de grandes projetos, dada a sua estrutura industrial e a importância de seu mercado consumidor.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 CONCENTRAÇÃO AGLOMERATIVA ESPACIAL E OS EFEITOS DE VIZINHANÇA

De acordo com Guimarães *et al.* (2011), pode-se aplicar uma modificação no Índice de Herfindahl para introduzir, de maneira mais eficaz, os efeitos de vizinhança. A nova estatística pode ser vista como uma forma quadrática associada à matriz identidade (*Id*). Redefinindo formalmente a Equação do índice de Herfindahl (1950) não-ponderado espacialmente<sup>3</sup>, considerando as interações espaciais entre os termos, no geral tem-se:

$$H_s = s' \Psi s \quad \text{Equação 1}$$

Em que:  $\Psi$  é uma matriz de pesos espaciais com elementos genéricos  $\Psi_{ij}$  e não nulos na diagonal principal. A matriz  $\Psi$  é projetada para considerar as repercussões que se estendem fora do limite da área considerada. Pode ser construída de muitas maneiras diferentes; porém, para este caso, considerar-se-á  $\Psi = Id + W$ , em que  $W$  é a linha convencional padronizada, matriz contígua com zeros na diagonal. Se não houver efeitos vizinhos,  $\Psi = Id$ , e obtém-se o Índice de Herfindahl convencional. A versão espacialmente ponderada de Herfindahl é delimitada se todas as regiões vizinhas

<sup>3</sup> A fórmula padrão deste indicador é expressa por:  $H = \sum_{i=1}^n s_i$  ou  $H = \sum_{i=1}^n s_i w_i$ , procedendo assim quando as parcelas de mercado de cada firma transformam-se nas ponderações  $w_i$ , ou seja,  $w_i = s_i$ .

estiverem no intervalo de  $[1/J, 1]^4$ . O Índice de Herfindahl espacialmente ponderado mistura as informações com o Índice de Herfindahl convencional e com a estatística  $I$  de Moran:

$$H_s = H + s'Ws \quad \text{Equação 1.1}$$

Onde  $s'Ws = M(H - J^{-1}) + J^{-1}i'Ws$

Considerando a relação entre  $I$  de Moran e a versão espacialmente ponderada do Índice de Herfindahl:

$$H_s = M(H - J^{-1}) + H + k_1 \quad \text{Equação 1.2}$$

Em que:  $k_1 = J^{-1}i'Ws$  é espacialmente uma média ponderada das ações.  $H_s$  é uma função crescente de  $H$  (uma medida de concentração espacial das regiões) e  $M$  (medida de concentração espacial entre as regiões que capta os efeitos vizinhos).

Segundo Guimarães *et al.* (2011), essa mesma lógica pode ser estendida para o índice de concentração aglomerativa de Ellison e Glaeser<sup>5</sup>. Neste caso, uma versão espacialmente ponderada pode ser construída como:

$$G_s = (s - x)' \Psi (s - x) \quad \text{Equação 2}$$

A relação entre o  $G_s$  e o  $I$  de Moran pode ser escrita como:

$$G_s = G + (s - x)' W (s - x) \quad \text{Equação 2.1}$$

$$G_s = G + M_D G \quad \text{Equação 2.2}$$

Em que: adiciona-se o índice  $M_D$  para realçar o fato de  $I$  de Moran ser aplicado em diferentes regiões.

Utilizando o  $G_s$  como ponto de partida, o autor supracitado também destacou a aplicação do procedimento do índice Ellison e Glaeser (1997)<sup>6</sup>, derivando uma versão espacialmente ponderada deste índice  $EG$  ( $\hat{\gamma}$ ). Aplicando a versão ponderada do índice de Ellison e Glaeser, obtém-se a seguinte equação<sup>7</sup>:

$$\hat{\gamma}_s = \frac{G_s - H_I(1 - x' \Psi x)}{(1 - H_I)(1 - x' \Psi x)} \quad \text{Equação 3}$$

Para  $\Psi = Id$ , o índice cai à medida que se considera o  $EG$  padrão ( $\hat{\gamma}$ ). Com o efeito dos vizinhos,  $\hat{\gamma}_s$  é uma re-parametrização do índice  $G_s$  e, como tal, comporta-se monotonicamente com  $G_s$  de uma estrutura de dados espaciais ( $\Psi$ ) e a distribuição de referência ( $x$ ). Este  $\hat{\gamma}_s$  significa que também é monotonicamente relacionado com  $M_D$  ( $I$  de Moran aplicado a diferenças nas suas ações). É possível demonstrar que:

$$\hat{\gamma}_s^* = \hat{\gamma}_s(1 + M_D)k_2 \quad \text{Equação 3.1}$$

Em que:  $k_2$  é uma constante igual a  $\frac{1-x'x}{1-x'\Psi x}$  e  $\hat{\gamma}_s^*$  e  $\hat{\gamma}^*$  são versões redimensionadas de  $\hat{\gamma}_s$  e  $\hat{\gamma}$ . Em essência, Guimarães *et al.* (2011) propõem uma aplicação de um “fator

<sup>4</sup> Note que  $(\sum s_j)^2 = H + 2\sum \sum_{i \neq j} s_i s_j = 1$  e que  $H_s = s'(Id + W)s = H + s'Ws$ . Dado que os elementos da diagonal de  $W$  podem ser iguais a 1. Por outro lado, sabe-se que  $H$  assume seu menor limite em  $1/J$ , quando  $s_j s$  são iguais para todas as regiões e que  $s$  é uma forma definitiva quadrática positiva. Isso implica que  $H_s$  é sempre superior a  $1/J$ .

<sup>5</sup> A fórmula desenvolvimento por Ellison e Glaeser (1997, p.895) pode ser definida por:  $G = \sum_{i=1}^I (s_{ij} - x_i)^2$

<sup>6</sup> A versão não-ponderada espacialmente do índice de Ellison e Glaeser é expressa por:  $\hat{\gamma} = \frac{G - H(1 - \sum_i x_i^2)}{(1-H)(1 - \sum_i x_i^2)}$

<sup>7</sup> A demonstração de como se chega a esta equação final ponderada de  $EG$  ( $\hat{\gamma}_s$ ) pode ser verificada no Anexo A.

inflacionário” comum de  $(1 + M_D)k_2$  ao índice  $EG$  ( $\hat{\gamma}$ ) para explicar o nível de autocorrelação espacial entre as regiões. É importante observar que este “fator inflacionário” será igual a um valor esperado sob a hipótese nula de ausência de autocorrelação espacial,  $E(M_D)$ , e neste caso,  $\hat{\gamma}_s$  e  $\hat{\gamma}$  produzirão os mesmos resultados. Além disso, se  $M_D > E(M_D)$ , então  $\hat{\gamma}_s$  será maior que  $\hat{\gamma}$  e o inverso é verdadeiro se  $M_D < E(M_D)$ .

### 3.2 DESCRIÇÃO DA VARIÁVEL E DADOS SECUNDÁRIOS

A variável utilizada neste estudo para calcular os índices espaciais de Herfindahl ( $H_s$ ), Concentração Geográfica Prima ( $G_s$ ) e Ellison-Glaeser ( $\gamma_s$ ) foi: número de empresas identificadas em um banco formado por dados secundário do Relatório Anual de Informações Sociais desenvolvidos pela Ministério do Trabalho e Emprego (RAIS/MTE). Os dados compreendem os anos de 2006 e 2012. Todos os índices de concentração calculados, apresentados na seção 4, foram mensurados usando uma programação desenvolvida especificamente para o software STATA 12.0.

O conjunto de dados envolve os resultados das equações apresentadas na seção 3, que foram medidos espacialmente considerando as 66 microrregiões do estado de Minas Gerais<sup>8</sup> e as cinco divisões e 14 classes que compõem a indústria extrativa em um período de 2006 e 2012. Esta análise dos dados e cenário serviram para observar as possíveis mudanças na *performance* dos setores e microrregiões em relação ao total da indústria extrativa em Minas Gerais, nos anos em análise.

Dada a utilização de dados secundários sobre o número de empresas publicadas no Relatório Anual de Informações Sociais, as análises incluíram uma avaliação do efeito desse método nos resultados. Por uma questão de coerência, a análise incidiu sobre os dados relativos à CNAE 2.0. Esta foi assumida para compensar as mudanças na classificação dos setores, e por ser a versão mais atualizada da Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) na versão 2.0, e assim, garantir a viabilidade de computar os índices de concentração espacial usando a variável de escolha ao longo do período selecionado.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 AGLOMERAÇÃO DA INDÚSTRIA EXTRATIVA EM MINAS GERAIS EM 2006 E 2012: UMA ANÁLISE ESPACIALMENTE PONDERADA

Esta seção apresenta os resultados após o cálculo do índice Herfindahl ( $H_s$ ), Concentração Geográfica Prima ( $G_s$ ) e Ellison-Glaeser ( $\gamma_s$ ) como medidas espacialmente ponderados, equações 1, 2 e 3, respectivamente. As Tabelas 3 e 4 mostram os resultados dos índices ponderados de Ellison-Glaeser dos setores/divisões

---

<sup>8</sup> As microrregiões do estado de Minas Gerais são: Unai, Paracatu, Januária, Janaúba, Salinas, Pirapora, Montes Claros, Grão Mogol, Bocaiúva, Diamantina, Capelinha, Araçuaí, Pedra Azul, Almenara, Teófilo Otoni, Nanuque, Ituiutaba, Uberlândia, Patrocínio, Patos de Minas, Frutal, Uberaba, Araxá, Três Marias, Curvelo, Bom Despacho, Sete Lagoas, Conceição do Mato Dentro, Pará de Minas, Belo Horizonte, Itabira, Itaguara, Ouro Preto, Conselheiro Lafaiete, Guanhães, Peçanha, Governador Valadares, Mantena, Ipatinga, Caratinga, Aimorés, Piumhi, Divinópolis, Formiga, Campo Belo, Oliveira, Passos, São Sebastião do Paraíso, Alfenas, Varginha, Poços de Caldas, Pouso Alegre, Santa Rita do Sapucaí, São Lourenço, Andrelândia, Itajubá, Lavras, São João Del Rei, Barbacena, Ponte Nova, Manhuaçu, Viçosa, Muriaé, Ubá, Juiz de Fora e Cataguases.



(Tabela 3) e por classes (Tabela 4) que compõem a indústria extrativa em 2006 e 2012. Inicialmente, a seguir será exibido, por meio das Tabelas 1 e 2 o  $I$  de Moran para todos as divisões e classes que compõem a indústria extrativa mineira no período. As estatísticas do  $I$  de Moran exibem o índice global de autocorrelação ao nível da contribuição local individual. Alguns tipos diferentes de matrizes espaciais de peso foram testados para apoiar as análises espacialmente ponderadas, a saber, a do tipo rainha, torre e  $k$ -vizinhos (com quatro e seis vizinhos). A matriz utilizada foi a  $k$ -vizinhos (considerando quatro vizinhos) pois os resultados foram mais significativos e com maior “força” no processo de autocorrelação, o que levou a escolha desse tipo de matriz de peso espacial para a análise dos resultados.

Por meio desse procedimento calculou-se o  $I$  de Moran para o índice de concentração aglomerativa de Ellison-Glaeser espacialmente ponderado por divisões que compõem a indústria extrativa do estado de Minas Gerais para os anos de 2006 e 2012, conforme a Tabela 1. Essa Tabela mostra os valores dos  $I(s)$  de Moran considerando a matriz de peso espacial  $k$ -vizinho (4 vizinhos), como já foi mencionado acima.

Algumas divisões apresentaram o  $I$  de Moran positivo, indicando autocorrelação espacial positiva e outras apresentaram o  $I$  de Moran negativo, indicando autocorrelação espacial negativa. As divisões 05, 06 e 09 apresentaram  $I$  de Moran negativo, indicando que as microrregiões com elevado nível de concentração aglomerativa em  $\gamma_s$  (índice de Ellison-Glaeser espacialmente ponderado) são vizinhas de microrregiões com baixo nível de concentração aglomerativa em  $\gamma_s$ . As divisões 07 e 08 apresentaram  $I$  de Moran positivo, indicando que as microrregiões com elevado nível de concentração aglomerativa em  $\gamma_s$  são vizinhas de microrregiões com elevado valores para esta mesma variável.

Tabela 1 – Estatística  $I$  de Moran para as Divisões que compõem a Indústria Extrativa de Minas Gerais durante o período de 2006-2012

<b>Indústria Extrativa</b>	<b>2006</b>	<b>2012</b>
<b>Divisões</b>	<b><math>I</math> Moran</b>	<b><math>I</math> Moran</b>
Divisão 05	-0,06063	-0,20785
Divisão 06	-0,03538	-0,03021
Divisão 07	0,03205	0,05937
Divisão 08	0,01543	0,05687
Divisão 09	-0,06678	-0,00848

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS/MTE (2013).

Em um segundo momento mensurou-se o  $I$  de Moran para o mesmo índice de concentração aglomerativa de Ellison-Glaeser espacialmente ponderado, mas agora considerando as classes que compõem a indústria extrativa mineira para o mesmo período estudado (2006-2012), sendo portanto uma análise mais desagregada. As classes 0500-3, 0600-0, 0723-5, 0725-1, 0891-6 e 0910-6 apresentaram  $I$  de Moran negativo, ressaltando que as microrregiões com elevado grau de concentração aglomerativa em  $\gamma_s$  (índice de Ellison-Glaeser espacialmente ponderado) são vizinhas de microrregiões com baixo grau de concentração aglomerativa em  $\gamma_s$ . As classes 0710-3, 0721-9, 0724-3 e 0899-1 apresentaram  $I$  de Moran positivo, assegurando que as microrregiões com elevado nível de concentração aglomerativa em  $\gamma_s$  são vizinhas de microrregiões com elevado valores para esta mesma variável. Algumas classes demonstraram um comportamento diferenciado: a classe 0729-4 em 2006 apresentou autocorrelação espacial negativa e em 2012 passou a ter autocorrelação espacial positiva, enquanto que as classes 0810-0, 0893-2 e 0990-4 sofreram um processo

inverso, em 2006 apresentaram autocorrelação espacial positiva e em 2012 passaram a terem autocorrelação espacial negativa.

Tabela 2 – Estatística *I* de Moran para as Classes que compõem a Indústria Extrativa de Minas Gerais durante o período de 2006-2012

Indústria Extrativa Classes	2006	2012
	<i>I</i> Moran	<i>I</i> Moran
0500-3	-0,06063	-0,02079
0600-0	-0,03538	-0,03021
0710-3	0,01183	0,05504
0721-9	0,03925	0,05925
0723-5	-0,03371	-0,10405
0724-3	0,11711	0,05253
0725-1	-0,05116	-0,11807
0729-4	-0,04511	0,01703
0810-0	0,01685	-0,01532
0891-6	-0,02553	-0,08498
0893-2	0,01739	-0,03686
0899-1	0,03266	0,03562
0910-6	-0,03202	-0,03374
0990-4	0,00660	-0,01398

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS/MTE (2013).

De modo geral, pode-se observar com maior frequência tanto em relação às divisões quanto em relação às classes que compõem a indústria extrativa do estado de Minas Gerais nos anos de 2006 e 2012 que a autocorrelação espacial negativa foi mais intensa e se mostrou de forma mais recorrente na análise, ou seja, microrregiões com elevado grau de concentração aglomerativa em  $\gamma_s$  (índice de Ellison-Glaeser espacialmente ponderado) são vizinhas de microrregiões com baixo grau de concentração aglomerativa em  $\gamma_s$ . Essa situação foi verificada em importantes atividades econômicas no estado de Minas Gerais tais como: Extração de Petróleo e Gás Natural, Minério de Manganês, Minerais Radioativos, Carvão Mineral, Minerais para Fabricação de Outros Produtos Químicos e Atividades de apoio à extração de Petróleo Natural.

Como mostrado na Tabela 3, a concentração geográfica foi observada em alguns setores da indústria extrativa mineira em 2006 e 2012. Considerando as divisões que mais se destacaram nas análises pode-se observar as divisões 07 (Extração de Minerais Metálicos), 05 (Extração de Carvão Mineral) e 09 (Atividades de Apoio à Extração de Minerais) com valores expressivos nos índices de concentração espacialmente ponderados em 2006. A divisão 06 (Extração de Petróleo e Gás Natural) em 2006 foi a que apresentou uma concentração mais moderada em termos do índice de Ellison-Glaeser ( $\gamma_s$ ), com valor de -0,08726.

Tabela 3 – Índices Ponderados de Herfindahl, Concentração-Prima e Ellison-Glaeser para a Indústria Extrativa de Minas Gerais (por divisão) nos anos de 2006 e 2012

Indústria Extrativa Divisões 2006	2006			2012		
	Hs	Gs	$\gamma_s$	Hs	Gs	$\gamma_s$
Divisão 05	0,07333	0,06686	0,05016	0,08232	0,04870	-0,00125

Divisão 06	0,33333	0,25984	-0,08726	0,39556	0,25288	0,21480
Divisão 07	0,22793	0,12070	0,12321	0,20834	0,10119	0,10254
Divisão 08	0,05222	0,00165	0,00110	0,04724	0,00245	0,00198
Divisão 09	0,08324	0,02063	0,00146	0,12446	0,03569	0,02083

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS/MTE (2013).

Quando faz-se uma análise comparativa entre o período de 2006 e 2012, pode-se verificar por meio dos índices apresentados na Tabela 3, que alguns setores mudaram seu nível de concentração. A divisão 07 (Extração de Minerais Metálicos) perdeu concentração nos três indicadores de concentração aglomerativa calculados, a saber: Herfindahl ( $H_s$ ), com redução de 0,01959, ou seja, de 0,22793 em 2006 para 0,20834 em 2012; Concentração Geográfica Prima ( $G_s$ ), com queda de 0,01951, ou seja, de 0,1207 em 2006 para 0,10119 em 2012 e Ellison-Glaeser ( $\gamma_s$ ), com decréscimo de 0,02067, ou seja, de 0,12321 em 2006 para 0,10254 em 2012. A divisão 06 (Extração de Petróleo e Gás Natural) foi o setor com maior mudança no nível de concentração aglomerativa, a divisão teve um aumento bastante expressivo na concentração deste setor, com crescimento principalmente observado no índice de Herfindahl espacialmente modificado ( $H_s$ ), com incremento de 0,06223, ou seja, de 0,3333 em 2006 para 0,39556 em 2012 e no índice de Ellison-Glaeser ( $\gamma_s$ ), com crescimento muito expressivo de 0,30206, ou seja, de -0,08726 em 2006 para 0,2148 em 2012. A divisão 05 (Extração de Carvão Mineral) foi o setor com maior perda no nível de concentração aglomerativa, com queda principalmente no índice de Concentração Prima ponderado espacialmente ( $G_s$ ), com perda de 0,01816, ou seja, de 0,06686 em 2006 para 0,0487 em 2012 e no índice de Ellison-Glaeser ( $\gamma_s$ ), com decréscimo de 0,05141, ou seja, de 0,05016 em 2006 para -0,00125 em 2012.

Analisando as classes que mais estiveram em evidência nos resultados, pode-se averiguar que as classes 0721-9 (Extração de Minério de Alumínio); 0710-3 (Extração de Minério de Ferro); 0724-3 (Extração de Minério de Metais Preciosos); 0723-5 (Extração de Minério de Manganês) e 0725-1 (Extração de Minerais Radioativos) apresentaram os índices mais expressivos nas concentrações aglomerativa espacialmente ponderadas, em especial o índice de Ellison-Glaeser para o ano de 2006. As classes 0600-0 (Extração de Petróleo e Gás Natural); 0910-6 (Atividades de Apoio à Extração de Petróleo Natural); 0810-0 (Extração de Pedra, Areia e Argila) e 0899-1 (Extração de Minerais Não-Metálicos Não Especificados Anteriormente) foram as que apresentaram um nível de concentração aglomerativa menor em relação ao índice de Ellison-Glaeser em 2006.

Tabela 4 – Índices Ponderados de Herfindahl, Concentração-Prima e Ellison-Glaeser para a Indústria Extrativa de Minas Gerais (por classe) nos anos de 2006 e 2012

Indústria Extrativa	2012						
	Classes 2006	Hs	Gs	$\gamma_s$	Hs	Gs	$\gamma_s$
0500-3		0,07333	0,06686	0,05016	0,08232	0,04870	-0,00125
0600-0		0,33333	0,25984	-0,08726	0,39556	0,25288	0,21480
0710-3		0,42021	0,28107	0,28993	0,33126	0,20026	0,20440
0721-9		0,41748	0,37630	0,36091	0,41695	0,39323	0,37045
0723-5		0,20244	0,17900	0,12722	0,13679	0,10837	0,07231
0724-3		0,26173	0,15033	0,13818	0,31036	0,17822	0,16799
0725-1		0,27778	0,22461	0,08544	0,12765	0,06002	0,00487

0729-4	0,21042	0,11170	0,06318	0,04488	0,00355	0,00299
0810-0	0,05166	0,00415	0,00358	0,17069	0,08565	0,05094
0891-6	0,17444	0,12231	0,08116	0,37500	0,23889	0,00316
0893-2	0,11152	0,06102	0,04235	0,10579	0,07137	0,05107
0899-1	0,07302	0,00865	0,00544	0,11368	0,05426	0,05351
0910-6	0,16049	0,10477	-0,01605	0,30612	0,19859	0,07810
0990-4	0,09433	0,03037	0,00797	0,11729	0,03110	0,01352

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS/MTE (2013).

Ao fazer uma análise comparativa entre os anos de 2006 e 2012, pode-se observar por meio dos indicadores apresentados na Tabela 4, que algumas classes alteraram seus níveis de concentração aglomerativa. A classe 0721-9 (Extração de Minério de Alumínio) foi a com maior grau de concentração aglomerativa com elevação de 0,01693 no índice de Concentração Prima ponderado espacialmente ( $G_s$ ), ou seja, de 0,3763 em 2006 para 0,39323 em 2012 e no índice de Ellison-Glaeser ( $\gamma_s$ ), com acréscimo de 0,00954, ou seja, de 0,36091 em 2006 para 0,37045 em 2012. A classe 0710-3 (Extração de Minério de Ferro) apresentou uma perda de concentração aglomerativa nos três indicadores, a saber: Herfindahl ( $H_s$ ), com redução de 0,08895, ou seja, de 0,42021 em 2006 para 0,33126 em 2012; Concentração Geográfica Prima ( $G_s$ ), com queda de 0,08081, ou seja, de 0,28107 em 2006 para 0,20026 em 2012 e Ellison-Glaeser ( $\gamma_s$ ), com decréscimo de 0,08553, ou seja, de 0,28993 em 2006 para 0,2044 em 2012.

As grandes mudanças aconteceram nas classes 0600-0; 0725-1 e 0910-6. A classe 0600-0 (Extração de Petróleo e Gás Natural) teve um incremento muito expressivo no nível de concentração aglomerativa, principalmente nos indicadores de Herfindahl espacialmente modificado ( $H_s$ ), com aumento de 0,06226, ou seja, de 0,3333 em 2006 para 0,39556 em 2012 e no índice de Ellison-Glaeser ( $\gamma_s$ ), com crescimento muito expressivo de 0,30206, ou seja, de -0,08726 em 2006 para 0,2148 em 2012. A classe 0725-1 (Extração de Minerais Radioativos) sofreu uma redução considerável no grau de concentração aglomerativa espacialmente ponderada, em especial no índice de Herfindahl ( $H_s$ ), com queda de 0,15013, ou seja, de 0,27778 em 2006 para 0,12765 em 2012 e no índice de Ellison-Glaeser ( $\gamma_s$ ), com decréscimo de 0,08066, ou seja, de 0,08544 em 2006 para 0,00487 em 2012. A classe 0910-6 (Atividades de Apoio à Extração de Petróleo Natural) obteve um crescimento na concentração aglomerativa muito importante e relacionada com o expressivo incremento da classe 0600-0 (Extração de Petróleo e Gás Natural), nos três indicadores, a saber: Herfindahl ( $H_s$ ), com aumento de 14563, ou seja, de 0,16049 em 2006 para 0,30612 em 2012; Concentração Geográfica Prima ( $G_s$ ), com crescimento de 0,09382, ou seja, de 0,10477 em 2006 para 0,19859 em 2012 e Ellison-Glaeser ( $\gamma_s$ ), com acréscimo de 0,09415, ou seja, de -0,01605 em 2006 para 0,0781 em 2012.

As tabelas 5 e 6 apresentam os índices de Ellison-Glaeser espacialmente ponderados por divisões (Tabela 5) e por classes (Tabela 6) da indústria extrativa nas microrregiões do estado de Minas Gerais definidos pela CNAE. Além dos valores absolutos espacialmente modificados, as tabelas também incluem um *ranking* das cinco divisões (Tabela 5) e catorze classes (Tabela 6) que compõem a indústria extrativa mineira afim de proporcionar uma análise mais direta e visível das mudanças setoriais de concentração aglomerativa que ocorre no período de 2006 e 2012.

De acordo com a Tabela 5, pode-se verificar o aumento da concentração aglomerativa em apenas uma divisão, a Divisão 06: Extração de Petróleo e Gás Natural, a redução da concentração aglomerativa em duas divisões, a Divisão 07: Extração de

Minerais Metálicos e a Divisão 05: Extração de Carvão Mineral, e a manutenção de duas divisões nas mesmas posições, a Divisão 08: Extração de Minerais Não-Metálicos e a Divisão 09: Atividades de Apoio à Extração de Minerais. Estes resultados devem ser enfatizados, principalmente, pelos fatos ocorridos e, pela grande importância à sua extração em todo território mineiro com intenso destaque em contexto nacional e internacional, por meio da grande quantidade exportada pelo estado.

Tabela 5 – Índices Ponderados de Ellison-Glaeser e o *Ranking* para a Indústria Extrativa de Minas Gerais (por divisão) nos anos de 2006 e 2012

<b>Indústria Extrativa</b>	<b>2006</b>	<b>Ranking</b>	<b>2012</b>	<b>Ranking</b>
<b>Divisões</b>	$\gamma_s$		$\gamma_s$	
Divisão 05	0,05016	2	-0,00125	5
Divisão 06	-0,08726	5	0,21480	1
Divisão 07	0,12321	1	0,10254	2
Divisão 08	0,00110	4	0,00198	4
Divisão 09	0,00146	3	0,02083	3

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS/MTE (2013).

Por meio da Tabela 6, observou-se que ocorreu um aumento da concentração aglomerativa em cinco classes, 0600-0: Extração de Petróleo e Gás Natural, 0810-0: Extração de Pedra, Areia e Argila, 0893-2: Extração de Gemas – Pedras Preciosas e Semipreciosas, 0899-1: Extração de Minerais Não-Metálicos Não Especificados Anteriormente e 0910-6: Atividades de Apoio à Extração de Petróleo Natural. Uma redução da concentração aglomerativa em sete classes, 0500-3: Extração de Carvão Mineral, 0710-3: Extração de Minério de Ferro, 0723-5: Extração de Minério de Manganês, 0724-3: Extração de Minério de Metais Preciosos, 0725-1: Extração de Minerais Radioativos, 0729-4: Extração de Minerais Não-Ferrosos Não Especificados Anteriormente e 0891-6: Extração de Minerais para Fabricação de Adubos, Fertilizantes e Outros Produtos Químicos. E a permanência estável de duas classes, 0721-9: Extração de Minério de Alumínio e 0990-4: Atividades de Apoio à Extração de Minerais, exceto Petróleo e Gás Natural.

Tabela 6 – Índices Ponderados de Ellison-Glaeser e o *Ranking* para a Indústria Extrativa de Minas Gerais (por classe) nos anos de 2006 e 2012

<b>Indústria Extrativa</b>	<b>2006</b>	<b>Ranking</b>	<b>2012</b>	<b>Ranking</b>
<b>Classes</b>	$\gamma_s$		$\gamma_s$	
0500-3	0,05016	8	-0,00125	14
0600-0	-0,08726	14	0,21480	2
0710-3	0,28993	2	0,20440	3
0721-9	0,36091	1	0,37045	1
0723-5	0,12722	4	0,07231	6
0724-3	0,13818	3	0,16799	4
0725-1	0,08544	5	0,00487	11
0729-4	0,06318	7	0,00299	13
0810-0	0,00358	12	0,05094	9
0891-6	0,08116	6	0,00316	12
0893-2	0,04235	9	0,05107	8
0899-1	0,00544	11	0,05351	7

0910-6	-0,01605	13	0,07810	5
0990-4	0,00797	10	0,01352	10

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS/MTE (2013).

Tanto o ganho quanto a perda de concentração aglomerativa dos setores/divisões 06, 07 e 05, respectivamente devem ser analisadas de forma minuciosa para averiguar o que de fato está acontecendo com a indústria extrativa em Minas Gerais nessas divisões mencionadas. A seguir articulou-se essa análise, a Divisão 06 (Extração de Petróleo e Gás Mineral) ganhou grande nível de concentração aglomerativa em extração de petróleo e gás natural em Minas Gerais. Em descoberta recente, o gás natural foi detectado em novos treze blocos de concessão da bacia do São Francisco em Minas Gerais. Segundo especialistas em gás e petróleo das empresas Imetame, Petra, Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) e Codemig (departamento/área de petróleo e gás), afirmaram que quando as empresas registram indícios de gás e/ou petróleo, elas não conhecem ainda aqueles combustíveis, que podem ser ricos em petróleo líquido ou não; a partir daí faz-se necessário o desenvolvimento de estudos especializados para o melhor entendimento dos acontecimentos.

O estado aguarda com elevadas expectativas em duas frentes: a primeira é a chegada do dia em que a riqueza que dorme no subsolo das regiões serem convertidas em dinheiro depositado nos cofres (micro)regionais, por meio de recebimento de *royalties* pela exploração do petróleo. A outra refere-se à chegada de fábricas de cerâmicas, fertilizantes e indústrias siderúrgicas, atribuídas pela oferta do(s) produto(s), o que atrela-se a uma questão de tempo para acontecer, pois a medida que o(s) produto(s) começam a ser(em) explorados comercialmente, passam a serem considerados um atrativo para a indústria de forma geral.

A Divisão 07 (Extração de Minerais Metálicos) perdeu nível de concentração aglomerativa em extração de minerais em Minas Gerais, mas mesmo assim continuou com um grau de concentração aglomerativa elevado. O estado de Minas Gerais é um solo com enorme potencial de extração do setor metálico (ferro, alumínio, zinco e cobre). A construção civil está bastante relacionada e influencia o setor de minerais metálicos, além dos programas do governo como o PAC, Minha Casa, Minha Vida e o Pro Acesso do governo de Minas Gerais, em vários lugares tem alguém construindo, mesmo que em menor ritmo depois da crise financeira de 2008. Minas Gerais é o principal estado arrecadador de CFEM (Compensação Financeira por Exploração de Recursos Minerais) e sempre tem novas áreas sendo descobertas e que ainda não foram exploradas, principalmente no norte de Minas Gerais, com grande potencial em um mineral industrial. Porém, em termos de mineração o risco é alto e a medida que vai-se trabalhando e explorando esse risco diminui. O setor que mais contribuiu para o PIB de Minas Gerais é o setor mineral.

Uma das principais áreas de extração do Brasil é o Quadrilátero Central ou Ferrífero (MG), localizado no centro-sul de Minas Gerais, e é responsável pela maior produção brasileira de minérios de ferro e manganês. Produzindo também bauxita e cassiterita em menores quantidades.

A Divisão 05 (Extração de Carvão Mineral) perdeu nível de concentração aglomerativa em extração de carvão mineral em Minas Gerais. Lenha, carvão mineral e derivados representam uma porcentagem bastante considerável da demanda total do setor industrial do estado. Essa queda acabou sofrendo impacto da *performance* mais moderada que a indústria passou no período estudado, à representatividade das

siderúrgicas e metalúrgicas como grandes consumidoras do insumo (coque de carvão mineral) para ativação da produção, influenciando o comportamento do setor/divisão.

O estado de Minas Gerais não possui enormes reservas de carvão mineral, importando de outros estados e outros países grande parte do carvão energético e carvão metalúrgico/mineral que utilizam em suas unidades industriais. As coquearias consomem uma boa parte do carvão mineral local e importado (ou seja, do carvão mineral total), produzindo coque, alcatrão, gás e produtos não-energéticos. Mais de 80% são destinados ao consumo da indústria<sup>9</sup> (portanto percebe-se uma forte correlação positiva entre a extração do carvão mineral e o consumo em sua grande parte pela indústria), além da geração de energia elétrica atrás dos altos fornos de coque.

Para finalizar esta análise dos índices de concentração industrial espacialmente ponderado ( $H_s$ ,  $G_s$  e  $\gamma_s$ ) analisará a matriz de correlação de Spearman ( $\rho$ : *rho*), com base em um “*rank correlacion*”, e a significância ( $p$ ) deste coeficiente de correlação entre os índices<sup>10</sup>. O coeficiente de correlação linear envolvem variáveis que medem o grau de associação ou de relação linear mútua entre as variáveis selecionadas para o teste de correlação (BUNCHAFT; KELLNER, 1999).

O coeficiente é adimensional e situa-se no intervalo de  $-1 \leq \rho \leq 1$ . Quanto mais próximo estiver destes extremos, maior será a associação entre as variáveis. O sinal negativo da correlação significa que as variáveis variam em sentido oposto, isto é, as categorias mais elevadas de uma variável estão associadas a categorias mais baixas de outra variável (SIEGEL, 1975). A validade estatística do coeficiente de correlação linear pressupõe que as variáveis são aleatórias e provém de uma “população” normal bivariada. Este coeficiente não é sensível a assimetrias na distribuição, nem à presença de *outliers* (GUILFORD, 1950).

Pode-se constatar por meio da Matriz de Spearman (Tabela 7, por divisões e Tabela 8, por classes) a forte correlação entre os índices ponderados espacialmente, considerando as 5 divisões e 14 classes que compõem a Indústria Extrativa do estado de Minas Gerais em 2012.

Tabela 7 – Matriz de Correlação não-paramétrica de Spearman ( $\rho$ ) e a probabilidade significativa ( $p$ ) entre os índices ponderados espacialmente (Herfindahl ( $H_s$ ), Concentração-Prima ( $G_s$ ) e Ellison e Glaeser ( $\gamma_s$ ) para o ano de 2012 (considerando as Divisões)

	$H_s$	$G_s$	$\gamma_s$
$H_s$	<b>1,0000</b>		
$p$			
$G_s$	<b>0,9000</b>	<b>1,0000</b>	
$p$	0,0030		
$\gamma_s$	<b>0,9000</b>	<b>0,7000</b>	<b>1,0000</b>
$p$	0,0030	0,0018	

Fonte: Elaboração Própria utilizando o programa STATA 12.0.

<sup>9</sup> As porcentagens sobre consumo da indústria foram fornecidos pelas siderúrgicas e por algumas empresas de outros segmentos, como ferro gusa não-integrado, cal, ferroligas, mineração e pelotização por meio de pesquisas e relatórios da Usiminas, Açominas, CAEEB, dentre outras.

<sup>10</sup> O coeficiente de correlação de Spearman, ou “*rank correlacion*” é dado por:  $\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^N d_i^2}{N^3 - N}$ , onde:  $d_i$  é a diferença entre os números de ordem das observações  $x_i$  e  $y_i$ , quer dizer,  $d_i = n^\circ \text{ ordem de } x_i - n^\circ \text{ ordem de } y_i$ . E  $N$  é o número dos pares dos valores.

Todos os índices apresentaram uma correlação positiva e superior a 0,70 considerando a Tabela 7 das divisões e 0,7143 considerando a Tabela 8 das classes, intensificado pela associação estatisticamente significativa em todos os casos com  $p$  valores extremamente baixos, e portanto significativos.

De forma geral, pode-se constatar por meio desta análise dos índices ponderados espacialmente para o ano de 2006-2012 que os resultados foram bastante satisfatórios e coerentes com toda a análise feita ao longo do artigo. Uma análise nas Equações deste estudo também foi de extrema importância para a explicação e participação dos índices ponderados espacialmente na explanação de cada valor de forma específica, à saber dos índices: Herfindahl ( $H_s$ ), Concentração-Prima ( $G_s$ ) e Ellison e Glaeser ( $\gamma_s$ ).

Tabela 8 – Matriz de Correlação não-paramétrica de Spearman ( $\rho$ ) e a probabilidade significativa ( $p$ ) entre os índices ponderados espacialmente (Herfindahl ( $H_s$ ), Concentração-Prima ( $G_s$ ) e Ellison e Glaeser ( $\gamma_s$ ) para o ano de 2012 (considerando as Classes)

	$H_s$	$G_s$	$\gamma_s$
$H_s$	<b>1,0000</b>		
$P$			
$G_s$	<b>0,9473</b>	<b>1,0000</b>	
$P$	0,0000		
$\gamma_s$	<b>0,7143</b>	<b>0,07363</b>	<b>1,0000</b>
$P$	0,0004	0,0027	

Fonte: Elaboração Própria utilizando o programa STATA 12.0.

A importância de considerar mudanças espaciais nos modelos e métodos de análise, de forma geral, foi ressaltada por Luc Anselin, em 1988 quando publicou o livro “*Spatial Econometrics: Models and Methods*”, que unificou vários conceitos e terminologias em uma única unidade. Nesta década de oitenta, os EUA foram um importante centro de desenvolvimento da econometria espacial, com estudiosos como o próprio Anselin, Keilejian, Prucha e Cressie (ANSELIN, 1988). O primeiro efeito espacial refere-se à dependência espacial dada pela interação dos agentes no espaço. Todo esse processo está sujeito à chamada Lei de Tobler, cuja essência pode ser entendida como: “tudo depende de todo o restante, porém o que está mais próximo depende mais”. Dessa forma, a Lei de Tobler enfatiza o papel da proximidade para o estabelecimento da interação espacial entre os fenômenos. Para Almeida (2004, p. 9-10), os dados espaciais determinam a variação de um determinado fenômeno considerando o espaço em tal variação. Portanto, os dados espaciais apresentam um componente referente ao fenômeno em estudo e outro de natureza espacial, fornecendo a referência em termos da localização geográfica desse atributo.

Com isso, a evolução da forma como a definição e o alcance da econometria espacial são expressos ao longo do tempo e reflete uma grande mudança do campo a partir das margens aplicadas na análise econômica regional e urbana para o *mainstream* da economia e outras ciências sociais. Devido à essas questões de extrema relevância abordadas até então, esta pesquisa fez-se destaca-se como uma importante discussão, inovando na quantificação da concentração econômica espacial considerando a presença dos vizinhos no processo de concentração das atividades industriais extrativa do estado de Minas Gerais.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS



Este artigo buscou contabilizar os efeitos de vizinhança nos índices de concentração aglomerativa espacialmente ponderados, com o intuito de analisar possíveis alterações no *status* das divisões e classes da indústria extrativa do estado de Minas Gerais, considerando as microrregiões nos anos de 2006-2012. Calcularam-se os índices de concentração ponderados espacialmente, Herfindahl, Concentração Geográfica-Prima, Ellison-Glaeser; por fim, identificou-se o grau de transformação setorial das medidas de concentração espacial e o efeito de vizinhança nas microrregiões mineiras.

Esse artigo utilizou uma abordagem alternativa e diferenciada, dado que não constam na literatura sobre índices de concentração aglomerativa industrial estudos que contabilizam o efeito da vizinhança em seus resultados como foi feito, principalmente para o estado de Minas Gerais. Neste sentido, esta investigação abre caminho para que pesquisas futuras possam considerar a inserção da matriz de peso espacial (efeitos de vizinhança) nos índices de concentração aglomerativa da indústria extrativa.

A análise dos resultados, dentre outros feitos, privilegiou a verificação da eficácia do método de concentração aglomerativa industrial ponderada espacialmente aplicado ao estado de Minas Gerais. Efetivamente, as informações decorrentes da aplicação do modelo foram analisadas com o intuito de encontrar a sua pertinência para a análise da realidade e interpretação espacial do território estadual. Um dos itens estudados foi verificar a pertinência das medidas resultantes do modelo, ou seja, comprovar se as medidas adequavam-se a análise.

Observou-se que os índices de concentração espacialmente ponderados,  $H_s$ ,  $G_s$  e  $\gamma_s$ , demonstram com ênfase satisfatória o possível processo de desconcentração de algumas divisões e classes e o ganho de concentração aglomerativa em outras divisões e classes que compõem a indústria extrativa mineira no período de 2006-2012. Especificamente, pode-se verificar o aumento da concentração aglomerativa apenas na Divisão 06: Extração de Petróleo e Gás Natural, a redução da concentração aglomerativa nas Divisões 07: Extração de Minerais Metálicos e 05: Extração de Carvão Mineral, e a manutenção das Divisões 08: Extração de Minerais Não-Metálicos e 09: Atividades de Apoio à Extração de Minerais nas mesmas posições.

Em termos de mudanças nas classes pode-se observar que ocorreu um aumento da concentração aglomerativa em cinco classes, 0600-0: Extração de Petróleo e Gás Natural, 0810-0: Extração de Pedra, Areia e Argila, 0893-2: Extração de Gemas – Pedras Preciosas e Semipreciosas, 0899-1: Extração de Minerais Não-Metálicos Não Especificados Anteriormente e 0910-6: Atividades de Apoio à Extração de Petróleo Natural. Uma redução da concentração aglomerativa em sete classes, 0500-3: Extração de Carvão Mineral, 0710-3: Extração de Minério de Ferro, 0723-5: Extração de Minério de Manganês, 0724-3: Extração de Minério de Metais Preciosos, 0725-1: Extração de Minerais Radioativos, 0729-4: Extração de Minerais Não-Ferrosos Não Especificados Anteriormente e 0891-6: Extração de Minerais para Fabricação de Adubos, Fertilizantes e Outros Produtos Químicos. E a permanência estável de duas classes, 0721-9: Extração de Minério de Alumínio e 0990-4: Atividades de Apoio à Extração de Minerais, exceto Petróleo e Gás Natural. Isto quer dizer que por meio dessas observações pode-se verificar que mais classes perderam concentração aglomerativa do que ganharam concentração aglomerativa, indicando um possível processo de desconcentração aglomerativa da indústria extrativa no estado de Minas Gerais em 2006-2012.

Os índices de concentração aglomerativa espacialmente ponderados evidenciam a interferência dos efeitos de vizinhança, no sentido de considerar a presença dos vizinhos na análise do processo de concentração ou desconcentração das atividades

industriais extrativas do estado de Minas Gerais em um período de tempo mais recente (2006 e 2012). Com isso, conclui-se que inserir os vizinhos na análise de índices de concentração aglomerativa espacial é um procedimento positivo e o ajustamento dos dados na mensuração é considerada satisfatória e muito boa, melhorando a robustez dos resultados os tornando mais próximos da real situação estudada.

Contudo, pode-se perceber que este estudo possibilita o desenvolvimento de futuras pesquisas. Nomeadamente, sugere-se a continuação de um trabalho de aperfeiçoamento e de desenvolvimento do método, tanto com a elaboração de um indicador “único” que considere todos os setores que compõem a indústria extrativa, quanto à análise da concentração industrial ponderada espacialmente por região brasileira.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. S. de. **Curso de Econometria Espacial Aplicada (Apostila)**. Universidade de São Paulo (USP) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ). Piracicaba. 2004.

ANDRADE, M. C. **Espaço, Polarização e Desenvolvimento**. São Paulo: Brasiliense, 1973.

ANSELIN, L. *Spatial econometrics: methods and models*. Kluwer Academic, Boston. 1988.

BOUDEVILLE, J. R. *Aménagement du Territoire et Polarisation*. Paris, Ed. Genin, 1972.

BUNCHAFT, G.; KELLNER, S. R.O. **Estatística sem mistérios**. 2.ed. Petrópolis: Vozes, 1999. v.2, 303p.

DINIZ, C. C. Desenvolvimento Poligonal no Brasil: Nem Desconcentração nem Contínua Polarização. **Nova Economia**. Belo Horizonte. v.3. n.1. Setembro de 1993.

DINIZ, C. C.; CROCCO, M. A. Reestruturação Econômica e Impacto Regional: O Novo Mapa da Indústria Brasileira. **Nova Economia**. v. 6. n. 1. 1996.

DINIZ, C. C.; LEMOS, M. B. Mudanças no Padrão Regional Brasileiro: Determinantes e Implicações. **Análise e Conjuntura**. Curitiba. Fevereiro de 1986.

DNPM (2003) **XV Universo da Mineração Brasileira**. Diretoria de Desenvolvimento e Economia Mineral. DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral.

DOSI, G. Institutions and markets in a dynamic world. *The Manchester School*. 56 (2). pp. 46-119. 1988.

ELLISON, G.; GLAESER E. *Geographic Concentration in U.S. Manufacturing Industries: A Dartboard Approach*. **Journal of Political Economy**. v. 105 n. 5. p. 889–927. 1997.

ELLISON, G.; GLAESER E.; KERR, W. *What Causes Industry Agglomeration? Evidence From Coagglomeration Patterns*. Sang V. Nguyen. Editor. *Discussion Papers. Center for Economic Studies. Bureau of the Census. Washington. April*. 2007.

FERREIRA, C. M. C. Espaço, Regiões e Economia Regional. In Haddad, P. R. (org) **Economia Regional, Teorias e Métodos de Análise**. Fortaleza: BNB Etene, Cap. 1,

p.46-66. 1989.

GUILFORD, J. P. **Fundamental statistics in psychology and education**. 4.ed. New York: McGraw-hill Book, 1950. 605p.

GUIMARÃES, P.; FIGUEIREDO, O.; WOODWARD, D. *Measuring the Localization of Economic Activity: A Parametric Approach*. **Journal of Regional Science**. v. 47 n. 4. p. 753–774. 2007.

GUIMARÃES, P.; FIGUEIREDO, O.; WOODWARD, D. *Accounting for Neighboring Effects in Measures of Spatial Concentration*. **Journal of Regional Science**. 51 (4), 678-693. 2011.

HERFINDAHL, O. C, *Concentration in the steel industry*. Tese de doutorado. Columbia University. 1950.

HOOVER, E. *Location theory and the shoe and leather industries*. Cambridge-MA: Harvard University Press. 1936.

JOHNSON, C. *Introduction: the idea of industrial policy*, in JOHNSON, C. (Editor), *The Industrial Policy Debate*. San Francisco, CA: ICS Press. 1984.

KRUGMAN, P. R. *Geography and Trade*. Leuven University Press. Belgium / MIT Press. Cambridge. Massachusetts. 1991.

LIMA, M.H.M.R (2002) Impacto da arrecadação da compensação financeira sobre a exploração mineral no PIB dos municípios do Estado do Pará. – **VII Simpósio de Geologia da Amazônia - verticalização mineral na Amazônia, Belém**.

LIMA, M.H.M.R.; TEIXEIRA, N.S. (2006) A contribuição da grande mineração às comunidades locais: uma perspectiva econômica e social, **III Fórum de Mineração: Bens Minerais e Desenvolvimento Sustentável**, Recife.

LOPES, A. S. **Desenvolvimento Regional – Problemática, Teoria, Modelos**. Lisboa: Fundação Caboste Gulbenkian. 2001.

MORAN, P. *The interpretation of statistical maps*. **Journal of the Royal Statistical Society B**, 10, pp. 243-251, 1948.

MAUREL, F.; SEDILLOT, B. *A Measure of the Geographic Concentration in French Manufacturing Industries*. **Regional Science and Urban Economics**. v. 29 n. 5. p. 575–604. 1999.

PEROBELLI, F. S., HADDAD, E. A. Brazilian Interregional Trade (1985-1996): Na Exploratory Spatial Data Analysis. **In: Encontro Nacional de Economia**. 31, 2003. Porto Seguro. Anais... Porto Seguro: Associação Nacional de Pós-graduação em Economia (ANPEC) 2003.

PERROUX, F. **A Economia do século XX**. Tradução: José Lebre de Freitas. Lisboa: Herder, 1967.

RAIS/MTE, **Relação Anual de Informações Sociais**. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Brasília, DF. 2013. Disponível em:

<<http://www.mte.gov.br/pdet/Acesso/RaisOnLine.asp>> Acesso em: Dezembro de 2013.

RICHARDSON, H. M. **Economia Regional: Teoria da Localização, Estrutura Urbana e Crescimento Regional**. Tradução: F. G. Cupertino. Rio de Janeiro: Zahar. 1975.

SIEGEL, Sidney. **Estatística não-paramétrica: para as ciências do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 350 p.

SOUZA, N. J. Economia Regional: Conceito e Fundamentos Teóricos. **Perspectiva Econômica**, Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Ano XVI, v.11, n. 32, p. 67-102, 1981.

WEBER, A. *Theory of the Location of Industries*. Chicago, The University of Chicago Press. 256 p. 1929.

WORLD BANK, (2001), *Large mines and the community: socioeconomic and environmental effects in Latin America*, Canada and Spain. IDRC/World Bank.

## ANEXOS

A idéia de inserir o anexo no artigo é de transmitir ao leitor um pouco mais de detalhamento do método e “um passo a passo” do que Guimarães, Figueiredo & Woodward (2011) desenvolveram com rigor e formalidade matemática.

### A. DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE *EG* ESPACIALMENTE PONDERADO

Segundo Guimarães et al. (2011), na sequência de Ellison e Glaeser (1997), decidiu-se que a localização de  $m$  firmas seria representada por um vetor multinomial,  $u_m$ , com probabilidades de esperar, dada pelo vetor  $p$ . Todas as firmas de  $N$  indústria, optam por decidir a localização independente e com isso, possuíam a mesma distribuição multinomial. As firmas tem uma dimensão exógena de emprego e compartilham  $m$  firmas do total do emprego na indústria é dado por  $z_m$ . Assim, podem-se expressar as ações regionais para o emprego na indústria como:

$$s = \sum_{m=1}^N z_m u_m$$

Resultando em:

$$E(s) = \sum_{m=1}^N z_m E(u_m) = \sum_{m=1}^N z_m p = p$$

E, dada à suposição de independência dos vetores  $u$ :

$$V(s) = V\left(\sum_{m=1}^N z_m u_m\right) = V(u_m) \sum_{m=1}^N z_m^2 = [\text{diag}(p) - pp'] H_I$$

Onde:  $H_I$  é o Índice de Herfindahl para medir o nível de concentração industrial em termos de tamanho do emprego das firmas.

A versão espacialmente ponderada de  $G$  é:

$$G_s = (s - x)' \Psi (s - x)$$

Diretamente e considerando o valor esperado da forma quadrática, obtém-se:

$$\begin{aligned} E\left(\frac{G_s}{p}\right) &= H_I \text{tr}(\Psi[\text{diag}(p) - pp']) + (p - x)' \Psi (p - x) = \\ &= H_I(1 - p' \Psi p) + (p - x)' \Psi (p - x) = \\ &= H_I + (1 - H_I)p' \Psi p - 2x' \Psi p + x' \Psi x \end{aligned}$$

Na sequência de Ellison e Glaeser (1997), assume-se que:

$$E(p) = x$$

$$V(p) = \gamma[\text{diag}(x) - xx']$$

Que são necessários para calcular o valor esperado incondicional de  $G_s$ . Utilizando a lei das expectativas esperadas:

$$E(G_s) = H_I + (1 - H_I)E(p' \Psi p) - 2x' \Psi x + x' \Psi x$$

$$E(p' \Psi p) = \text{tr}(\Psi V(p)) + x' \Psi x = \gamma - \gamma x' \Psi x + x' \Psi x$$

Pode-se substituir  $E(p' \Psi p)$  para obter-se:

$$E(G_s) = H_I + \gamma[(1 - H_I) - (1 - H_I)x' \Psi x] - H_I x' \Psi x$$

Resolvendo para  $\gamma$  e a substituição de  $E(G_s)$  pelo seu valor real,  $G_s$ :

$$\hat{\gamma}_s = \frac{G_s - H_I(1 - x' \Psi x)}{(1 - H_I)(1 - x' \Psi x)}$$

Também, é importante pensar que, se  $H_I = \frac{1}{N}$ , obtém-se uma versão espacialmente ponderada do caso específico do “Índice de  $EG$  para a contagem de plantas” derivados por Maurel e Sedillot (1999) e Guimarães et al. (2007):

$$\hat{\gamma}_s = \frac{NG_s - (1 - x' \Psi x)}{(N - 1)(1 - x' \Psi x)}$$