

Uma abordagem didática da Estatística Espacial no estudo da evolução dos PIB's dos municípios do estado de Minas Gerais no período de 1990 a 1998

Paulo Fernando Braga Carvalho¹
Prof. Dr. Leônidas Conceição Barroso²

Resumo

Faz-se abordagem, com uso da Estatística Espacial, da evolução dos PIB's nos municípios do Estado de Minas Gerais, no período de 1990 a 1998, do ponto de vista do centróide Centro Médio Ponderado, procurando detectar alterações no panorama da economia do estado.

Palavras-chave: Análise Espacial; Estatística Espacial; Produto Interno Bruto; centróide.

O estudo dos fenômenos geográficos, em muitas oportunidades, pede o suporte dos métodos estatísticos para a produção de novas informações. Rogerson (2001), sugere que os geógrafos usam a Análise Espacial dentro do contexto do método científico, basicamente de dois modos: o *exploratório*, usado para sugerir hipóteses e *confirmatório* para ajudar a confirmar ou negar hipóteses. Estes métodos nos permitem sugerir e testar hipóteses usando os modelos existentes.

A Estatística Espacial pode ser vista como ferramenta de apoio fundamental para o trabalho do geógrafo. Com a Estatística Espacial pode-se, por exemplo, detectar a existência, ou não, de padrões na distribuição dos fenômenos no espaço territorial de interesse, analisar o fluxo migratório da população ou de recursos de qualquer espécie.

Apesar de sua grande importância, encontramos poucas referências bibliográficas de cunho didático que abordem suas potencialidades. Pretende-se, com este artigo, iniciar uma série de estudos de casos aplicando Estatística Espacial, que sirvam de suporte para aqueles que estão tendo os primeiros contatos com a quantificação em

¹ Professor do Departamento de Geografia da Pucminas. pfernando12@gmail.com

² Professor do curso de pós-graduação em Tratamento da Informação Espacial da Pucminas infoespa@pucminas.br

Geografia, procurando ser rigoroso quanto à abordagem do tópico de interesse, mas dando destaque à discussão do uso da Estatística Espacial.

Segundo o IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, O Produto Interno Bruto, deste ponto em diante indicado apenas como PIB, é um indicador da produção do país, que leva em conta basicamente três grupos principais: Agropecuária, formada por Agricultura, Extrativa Vegetal e Pecuária; Indústria, que engloba Extrativa Mineral, Transformação, Serviços Industriais de Utilidade Pública e Construção Civil; e Serviços, que incluem Comércio, Transporte, Comunicação, Serviços da Administração Pública e outros serviços.

Pretende-se abordar, com uso da Estatística Espacial, a evolução dos PIB's nos municípios do Estado de Minas Gerais, no período de 1990 a 1998, do ponto de vista do centróide Centro Médio Ponderado, procurando detectar alterações no panorama da economia do estado.

Num primeiro momento, torna-se conveniente definir PIB, desenvolver breve discussão sobre seu significado e sua importância como medida quantitativa de referência do desenvolvimento da economia de um município, estado ou país.

Os responsáveis pela formulação de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento regional buscam, freqüentemente, indicadores atualizados sobre a realidade socioeconômica de uma determinada região.

Com o objetivo de determinar estratégias confiáveis de expansão, as empresas precisam tomar conhecimento das informações a respeito das potencialidades das economias das diversas regiões em que atuam ou pretendem atuar. Determinar a localização de suas unidades produtivas e promover, adequadamente, o fluxo da produção são fundamentais para o sucesso do empreendimento.

Assim como governos e empresas, também os estudiosos dos problemas relacionados com a questão federativa brasileira precisam de informações regionalizadas para analisarem a dinâmica dos desequilíbrios regionais que caracterizam a economia brasileira.
Contas Regionais do Brasil (2000),IBGE, 2002.p.8

As Contas Nacionais do Brasil, que são elaboradas conforme estrutura sugerida pelas Nações Unidas, buscam representar a saúde econômica do país, adotando um conjunto de informações quantitativas, que nos permitem tomar conhecimento de indicadores de desempenho das diversas atividades produtivas.

Inserido no processo de avaliação das Contas Nacionais, encontramos o Produto Interno Bruto, que expressa o resultado final das atividades econômicas de produção realizadas dentro do território econômico do país, não incluídas as transações intermediárias.

O cálculo do PIB da economia nacional consiste na avaliação da produção, em um determinado ano, do conjunto de unidades produtivas localizadas no interior do Território Nacional. Neste caso, portanto, o critério fundamental que norteia o conceito (âmbito) de produção nacional apóia-se na noção de residência do produtor.

Contas Regionais do Brasil (2000),IBGE, 2002.p.9

O uso da residência do produtor como referência, implica no estudo da totalização dos custos de processamento das empresas, ou seja, a diferença entre o valor bruto da produção e o valor dos insumos adquiridos de outras empresas para reprocessamento. Portanto, desta maneira, o PIB busca representar a importância de cada uma das várias atividades econômicas no processo de produção.

Tendo em vista as particularidades das economias regionais encontradas no Brasil, fez-se necessário o estudo de um Sistema de Contas Regionais.

O IBGE optou pela construção de um Sistema de Contas Regionais voltado para a elaboração da Conta de Produção das principais atividades econômicas de cada Estado, a qual fornece informações referentes ao processo de geração de renda regional, cujo valor-síntese é expresso pela medida do Produto Interno Bruto-PIB.

Contas Regionais do Brasil (2000),IBGE, 2002.p.9

Minas Gerais é um exemplo típico da necessidade de um sistema de contas que leve em consideração suas peculiaridades, pois apresenta grande desigualdade na distribuição da riqueza produzida em seu território, o que é consequência de um conjunto de fatores como sua grande área de ocupação, que comporta diferentes manifestações geográficas como clima, relevo e hidrografia, produtos diferenciados em determinadas regiões e distribuição heterogênea da população.

Faz-se uso, neste artigo, de dados relativos ao PIB, disponibilizados pelas Contas Regionais do Brasil referentes ao período de 1990 a 1998, com o intuito de buscar a identificação de alguma mudança ou tendência no perfil econômico do Estado de Minas Gerais, usando como ferramenta a Estatística Espacial.

Para tanto, pretende-se determinar o centróide do PIB no Estado de Minas Gerais ano a ano e estudar uma possível migração deste ponto. Esta migração do centróide indicaria que alguma região do estado apresenta uma nova atividade promotora do diferencial no setor econômico ou o fortalecimento de algum setor já existente em sua economia, promovendo uma atração sobre o ponto central adotado como referência.

Vale ressaltar que o enfraquecimento econômico de uma determinada região frente às outras do estado também pode promover o deslocamento do centróide tomado como ponto de referência, pela perda na força de atratividade. Logo, é importante verificar se o deslocamento do centróide é provocado pelo fortalecimento ou enfraquecimento da economia nas diversas sub-regiões do estado.

A medida de tendência central, Média Aritmética Simples, muito usada na Estatística tradicional, toma como princípio o fato de todos os dados possuírem a mesma importância. Realmente, esta situação é muito comum. Porém, em determinadas situações alguns dados têm mais influência sobre o conjunto do que outros. Nestes casos, aplica-se a Média Aritmética Ponderada.

A média ponderada dos números x_1, x_2, \dots, x_n com pesos respectivamente iguais a p_1, p_2, \dots, p_n é dada por

$$\bar{x}_p = \frac{p_1 \cdot x_1 + p_2 \cdot x_2 + \dots + p_n \cdot x_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} \quad (1)$$

Na Estatística Espacial, quando a localização e a intensidade com que determinado fenômeno ocorre mostra-se de importância na análise de sua distribuição, determina-se o Centro Médio Ponderado. Para o cálculo do Centro Médio Ponderado (CMP), aplica-se o mesmo princípio envolvido na Média Aritmética Ponderada. Ou seja, aplica-se um peso adequado às coordenadas em cada ponto, de acordo com sua representatividade.

Assim, as coordenadas do CMP são obtidas calculando a média ponderada das abscissas e das ordenadas, ou seja:

$$\bar{x}_p = \frac{\sum p_i \cdot x_i}{\sum p_i} \quad (2) \quad \text{e} \quad \bar{y}_p = \frac{\sum p_i \cdot y_i}{\sum p_i} \quad (3)$$

$$\text{Logo, CMP} = (\bar{x}_p, \bar{y}_p) \quad (4)$$

No estudo desenvolvido neste artigo, tomou-se como referência o centróide Centro Médio Ponderado, usando as longitudes e latitudes de cada município mineiro e como peso o respectivo PIB. Isto faz com que municípios com maior PIB tenham maior poder de atração sobre o centróide e, conseqüentemente, municípios com PIB's pequenos tenham menor poder de atração. Serão avaliados os PIB's: Per capita, agropecuário, industrial e total.

Ou seja, aplicou-se as fórmulas (2) e (3)

Sendo:

x_i : Longitude do município

y_i : Latitude do município

p_i : PIB do município

Os dados referentes às coordenadas (longitude e latitude), assim como os PIB's municipais do período em estudo, 1990 a 1998, foram obtidos junto ao IBGE, por intermédio da Pucminas. Parte destes dados estão disponíveis no site www.ibge.gov.br.

Os resultados obtidos com o uso das fórmulas (1) e (2) estão apresentados nas TABELAS 1, 2, 3 e 4.

Com uma carta de Minas Gerais adequadamente georeferenciada e as coordenadas dos centróides obtidas ano a ano, usou-se o software MAPINFO para construção dos mapas a seguir.

TABELA 1
Centróides da variável PIB industrial

Com Belo Horizonte			Sem Belo Horizonte		
Ano	Longitude	Latitude	Ano	Longitude	Latitude
1990	-44,2937	-19,9308	1990	-44,3665	-19,9564
1991	-44,3206	-19,9331	1991	-44,3953	-19,9579
1992	-44,3229	-19,9151	1992	-44,3991	-19,9366
1993	-44,3324	-19,9266	1993	-44,4073	-19,9494
1994	-44,3492	-19,9174	1994	-44,4319	-19,9396
1995	-44,3755	-19,9114	1995	-44,4663	-19,9330
1996	-44,3863	-19,9282	1996	-44,4733	-19,9518
1997	-44,4072	-19,9444	1997	-44,5030	-19,9725
1998	-44,4313	-19,9402	1998	-44,5341	-19,9680

FONTE: IBGE/PUC-Minas

TABELA 2
Centróides da variável PIB agropecuário

Ano	Longitude	Latitude
1990	-45,2361	-19,4865
1991	-45,2812	-19,4241
1992	-45,3420	-19,5070
1993	-45,2941	-19,4948
1994	-45,3846	-19,6252
1995	-45,3719	-19,5317
1996	-45,3794	-19,6563
1997	-45,4116	-19,4694
1998	-45,5033	-19,5475

FONTE: IBGE/PUC-Minas

TABELA 3
Centróides da variável PIB percapita

Com Belo Horizonte			Sem Belo Horizonte		
Ano	Longitude	Latitude	Ano	Longitude	Latitude
1990	-44,7666	-20,0212	1990	-44,7699	-20,0220
1991	-44,7628	-20,0071	1991	-44,7659	-20,0079
1992	-44,7585	-20,0183	1992	-44,7618	-20,0191
1993	-44,7628	-20,0071	1993	-44,7659	-20,0079
1994	-44,8550	-19,9952	1994	-44,8580	-19,9959
1995	-44,7638	-20,0020	1995	-44,7671	-20,0028
1996	-44,7550	-20,0341	1996	-44,7582	-20,0350
1997	-44,6645	-19,8965	1997	-44,6672	-19,8968
1998	-44,6897	-19,8935	1998	-44,6924	-19,8938

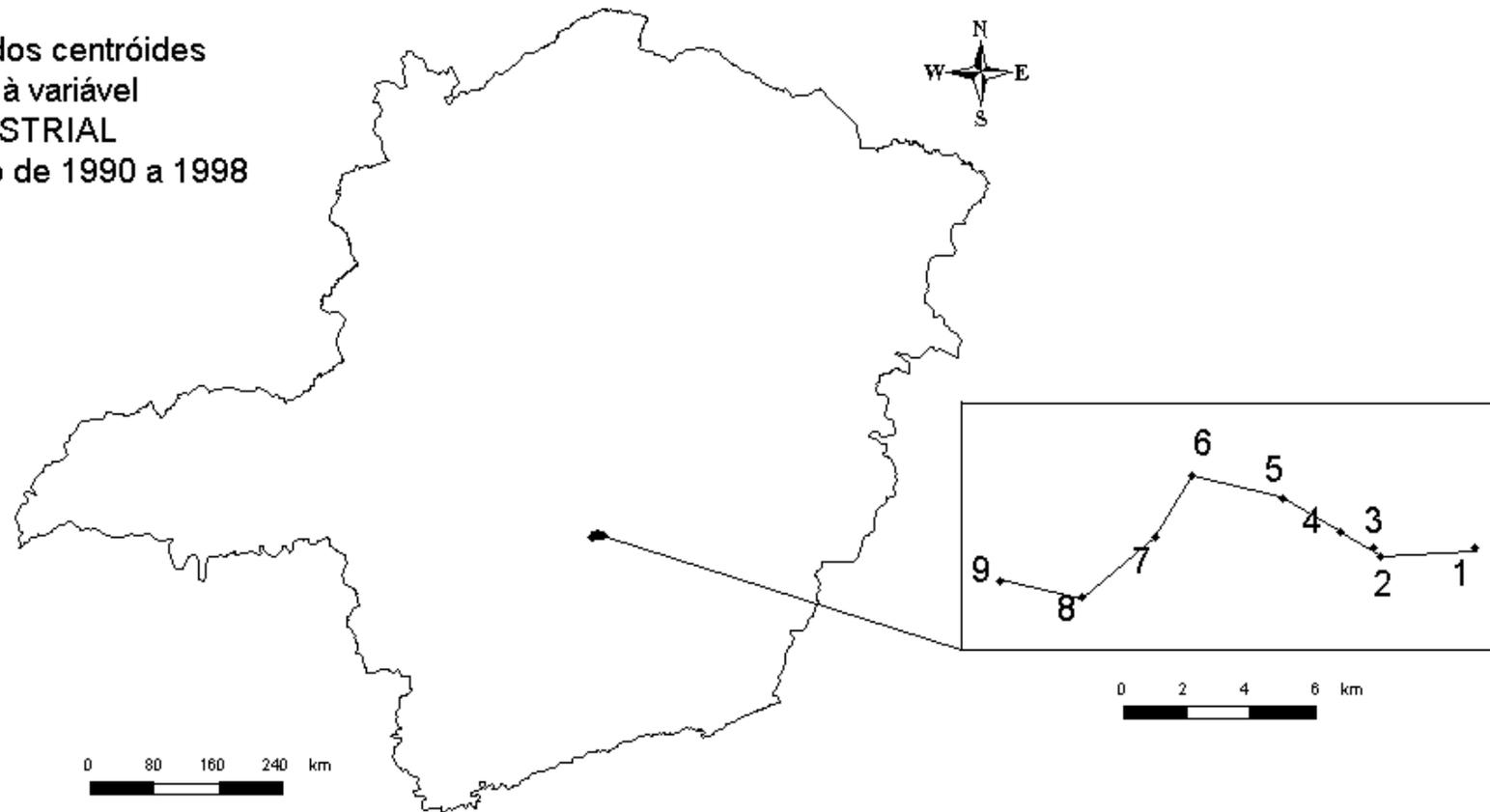
FONTE: IBGE/PUC-Minas

TABELA 4
Centróides da variável PIB_total

Com Belo Horizonte			Sem Belo Horizonte		
Ano	Longitude	Latitude	Ano	Longitude	Latitude
1990	-44,4521	-19,8711	1990	-44,6096	-19,8903
1991	-44,4650	-19,8612	1991	-44,6230	-19,8769
1992	-44,4598	-19,8672	1992	-44,6138	-19,8845
1993	-44,4671	-19,8606	1993	-44,6196	-19,8755
1994	-44,5258	-19,8543	1994	-44,6907	-19,8670
1995	-44,4845	-19,8493	1995	-44,6619	-19,8623
1996	-44,4806	-19,8690	1996	-44,6520	-19,8880
1997	-44,4902	-19,8598	1997	-44,6580	-19,8753
1998	-44,5115	-19,8561	1998	-44,6884	-19,8707

FONTE: IBGE/PUC-Minas

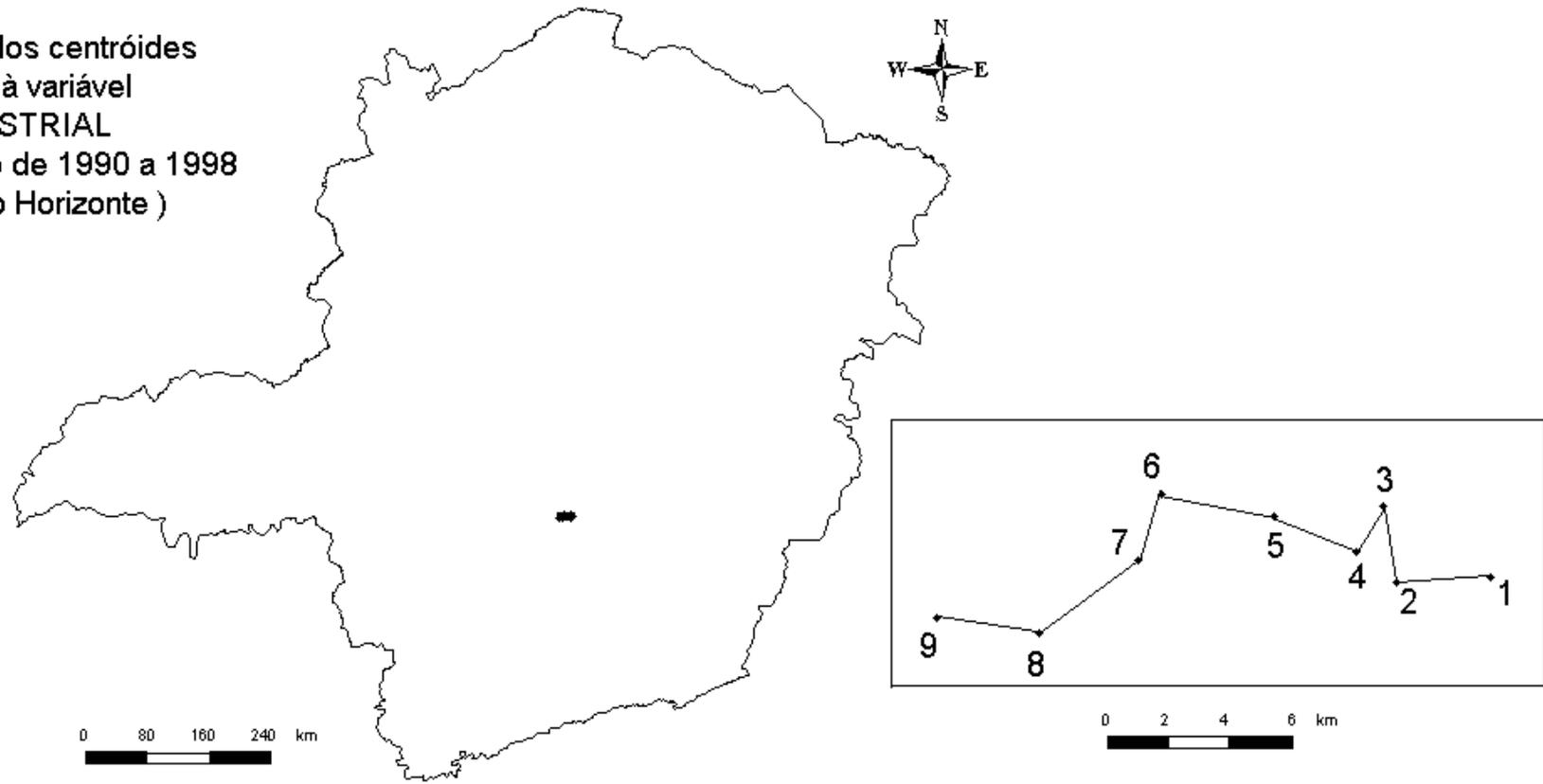
Evolução dos centróides
referentes à variável
PIB_INDUSTRIAL
no período de 1990 a 1998



Fonte: IBGE/PUC-Minas

MAPA 1 – Evolução dos centróides referentes à variável PIB_industrial no período de 1990 a 1998

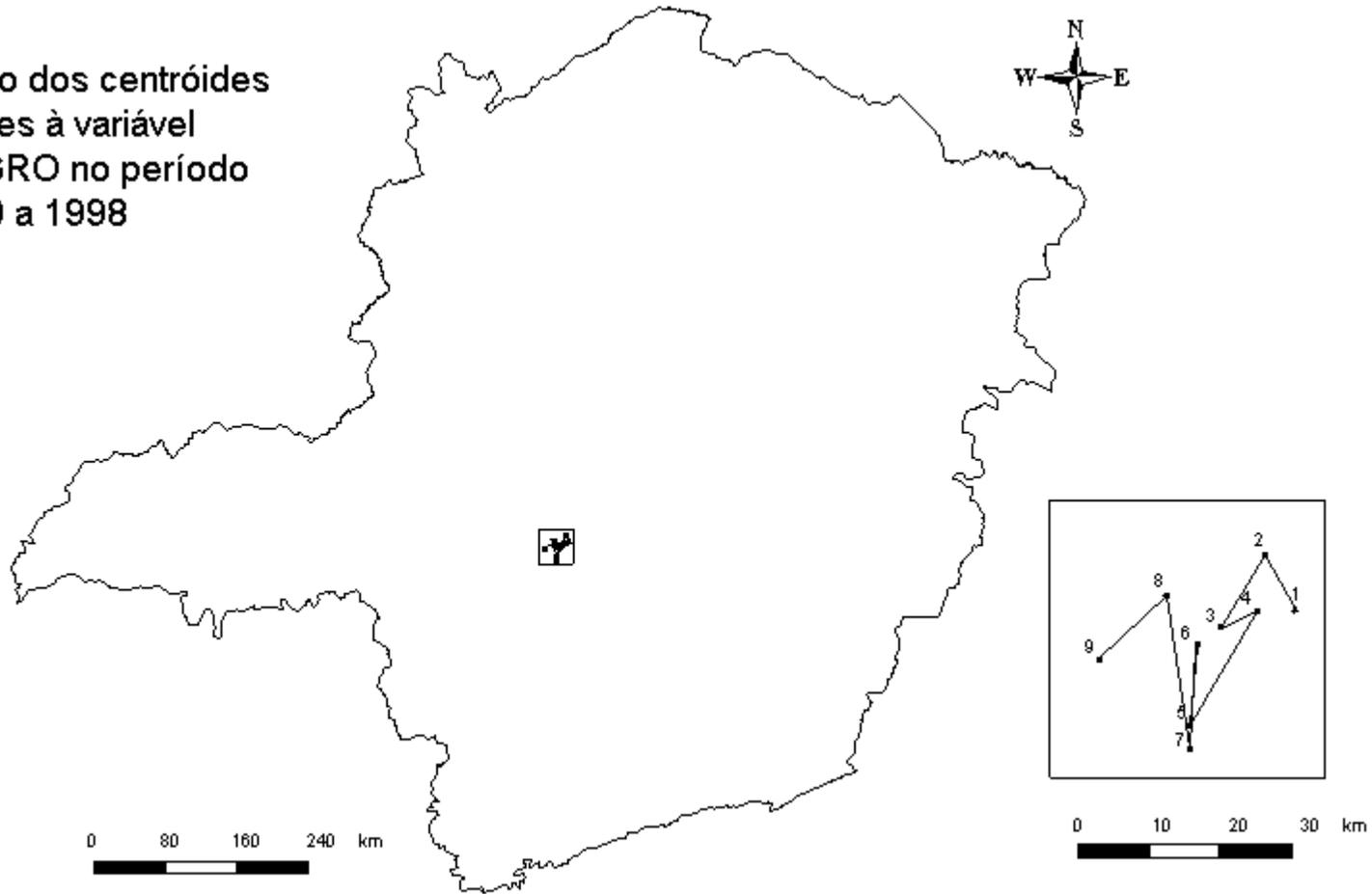
Evolução dos centróides
referentes à variável
PIB_INDUSTRIAL
no período de 1990 a 1998
(Sem Belo Horizonte)



Fonte: IBGE/PUC-Minas

MAPA 2 – Evolução dos centróides referentes à variável PIB_industrial no período de 1990 a 1998

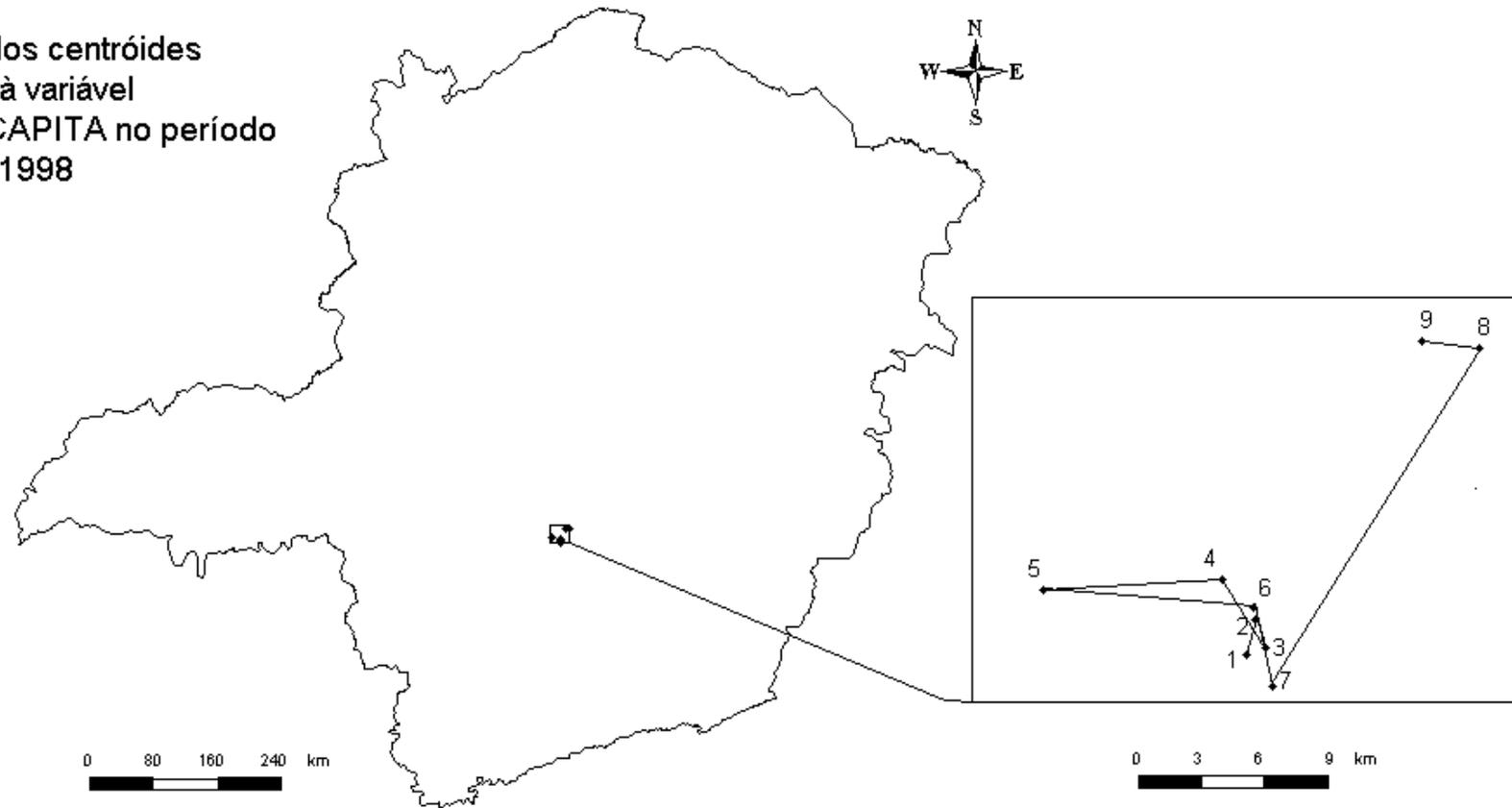
Evolução dos centróides referentes à variável PIB_AGRO no período de 1990 a 1998



Fonte: IBGE/PUC-Minas

MAPA 3 – Evolução dos centróides referentes à variável PIB_industrial no período de 1990 a 1998

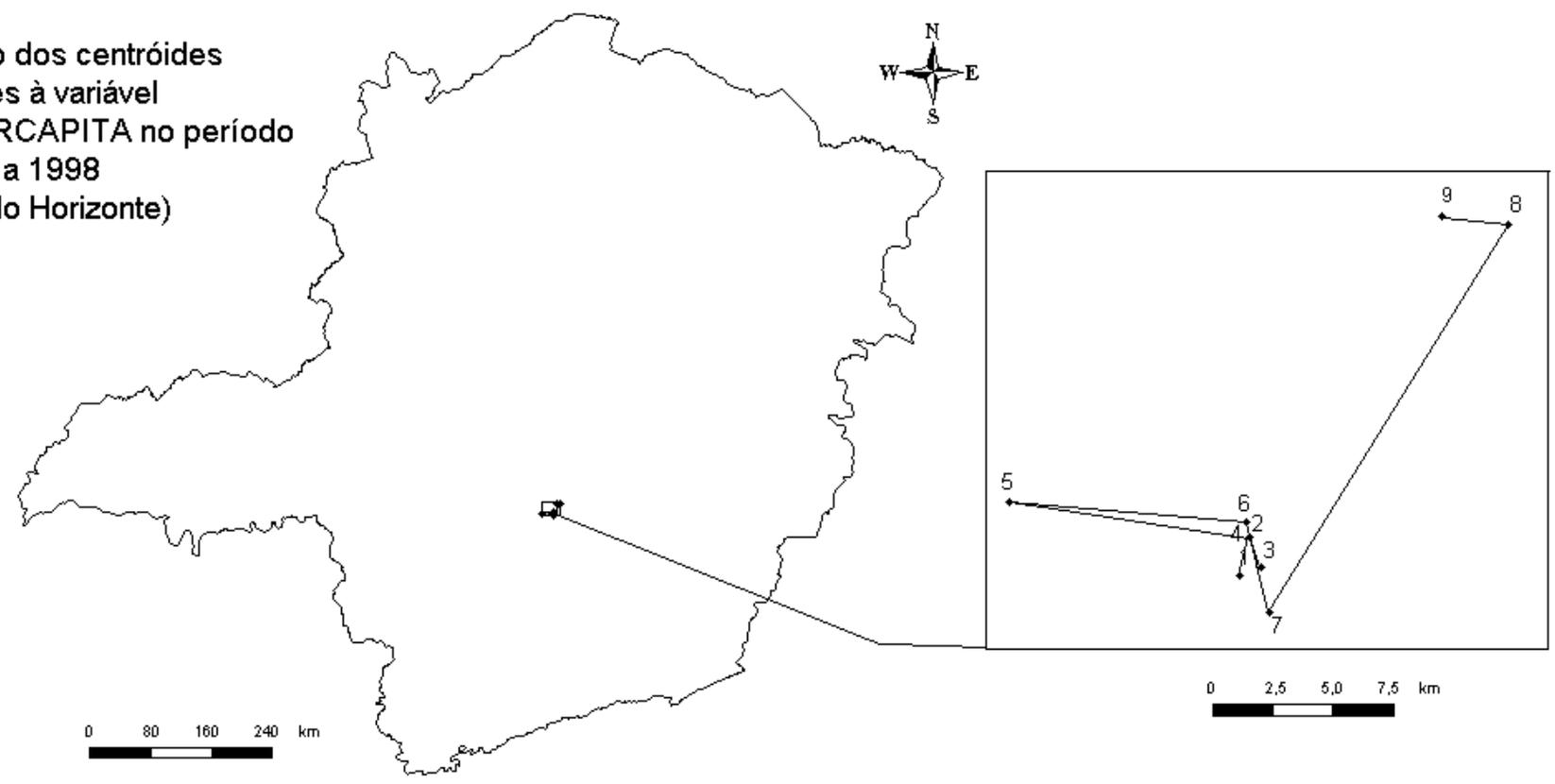
Evolução dos centróides
referentes à variável
PIB_PERCAPITA no período
de 1990 a 1998



Fonte: IBGE/PUC-Minas

MAPA 4 – Evolução dos centróides referentes à variável PIB_industrial no período de 1990 a 1998

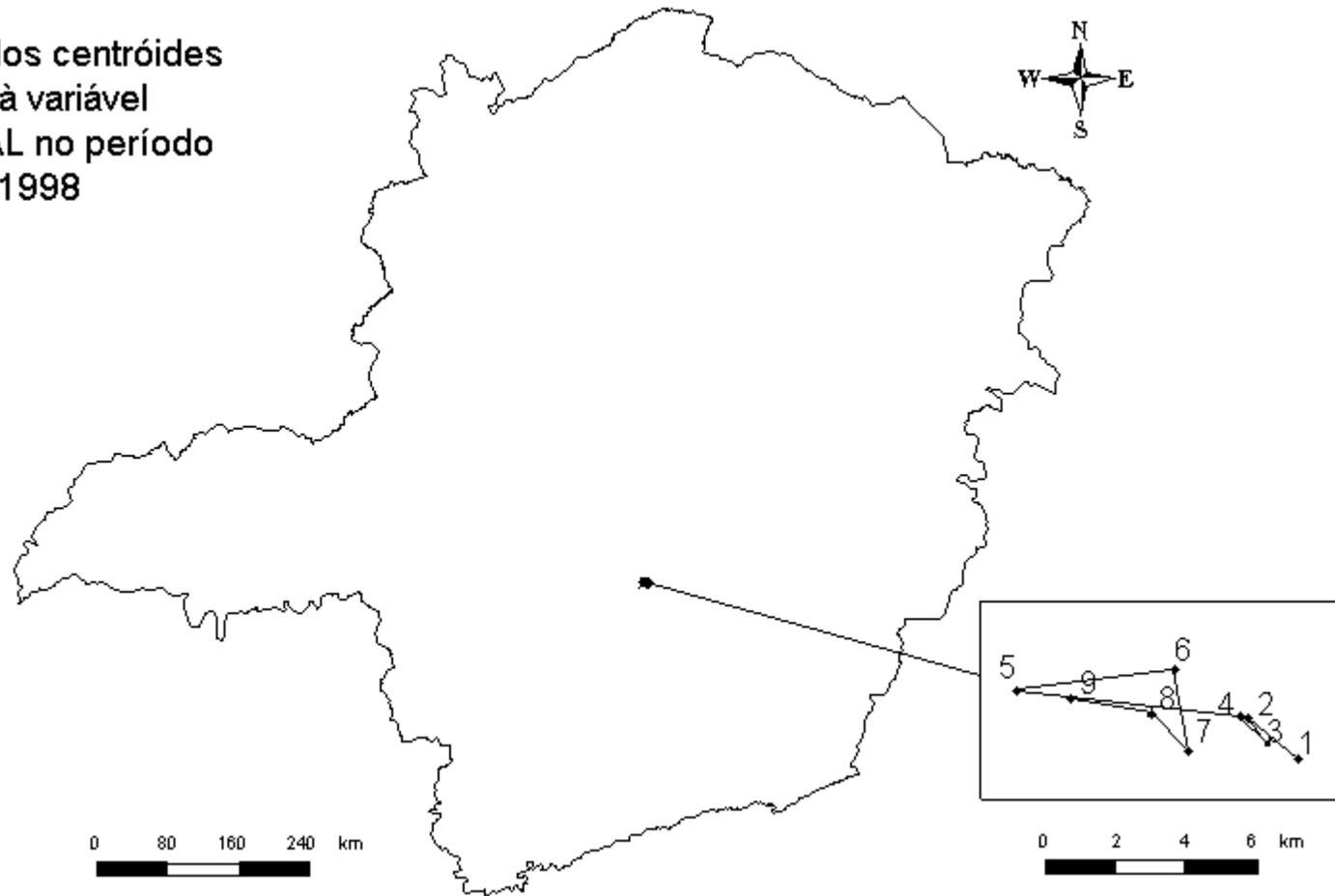
Evolução dos centróides referentes à variável PIB_PERCAPITA no período de 1990 a 1998 (sem Belo Horizonte)



Fonte: IBGE/PUC-Minas

MAPA 5 – Evolução dos centróides referentes à variável PIB_industrial no período de 1990 a 1998

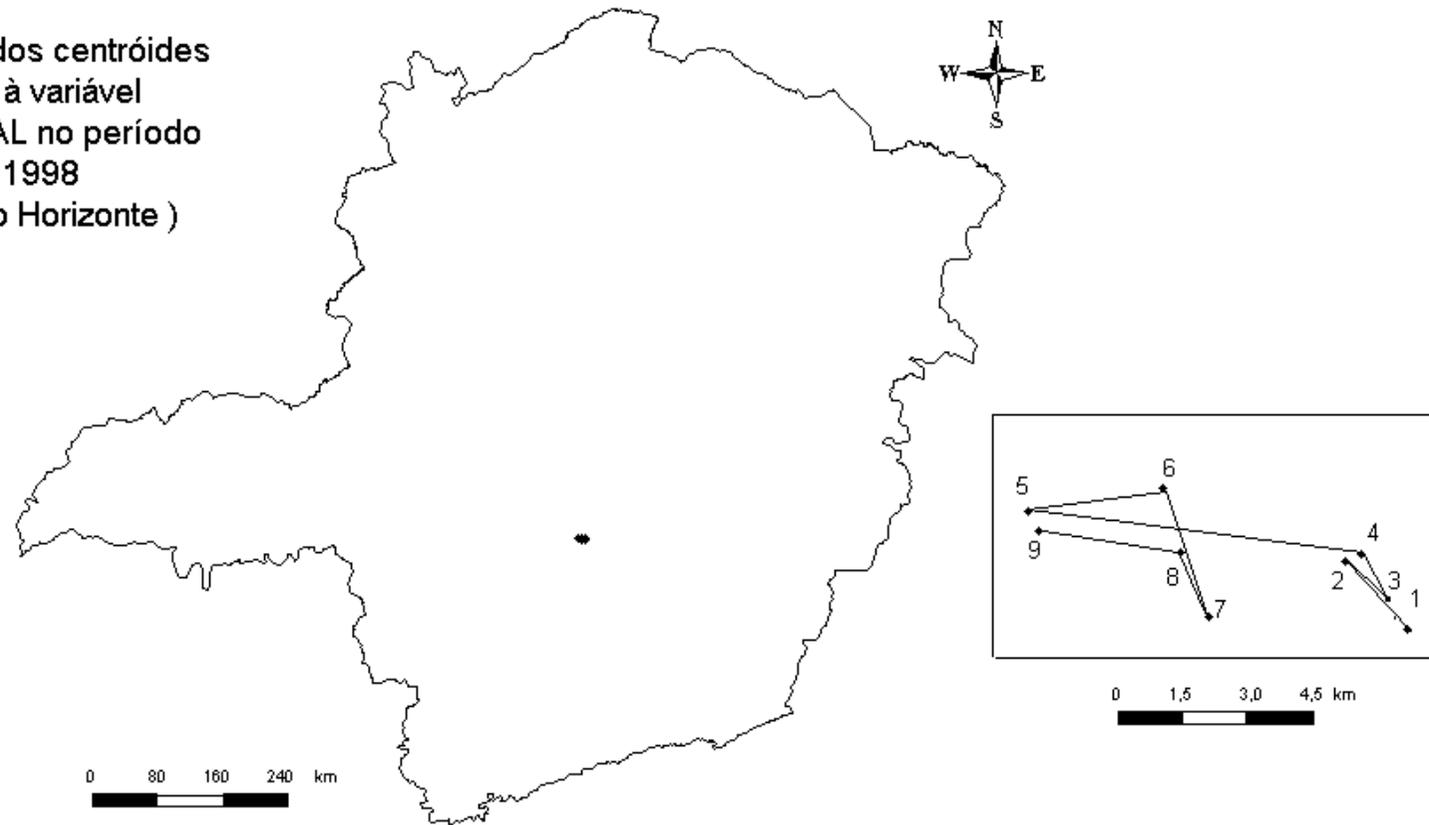
Evolução dos centróides referentes à variável PIB_TOTAL no período de 1990 a 1998



Fonte: IBGE/PUC-Minas

MAPA 6 – Evolução dos centróides referentes à variável PIB_industrial no período de 1990 a 1998

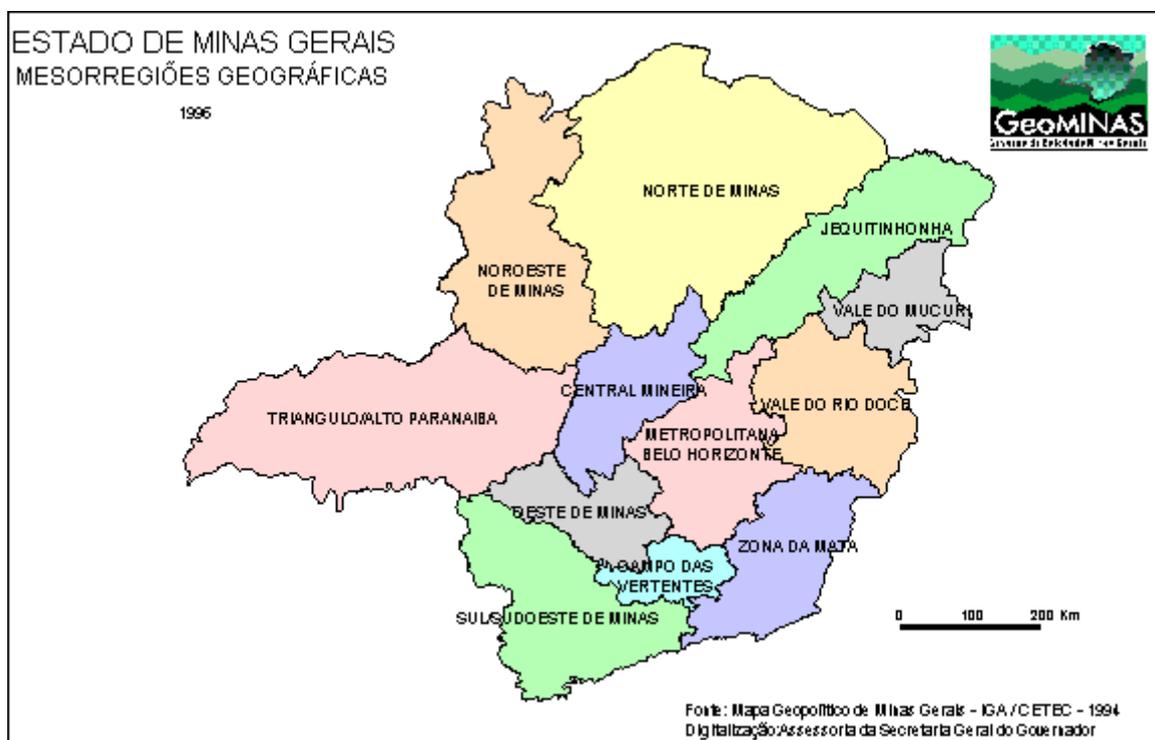
Evolução dos centróides
referentes à variável
PIB_TOTAL no período
de 1990 a 1998
(Sem Belo Horizonte)



Fonte: IBGE/PUC-Minas

MAPA 7 – Evolução dos centróides referentes à variável PIB_industrial no período de 1990 a 1998

Trabalhou-se com as 12 mesorregiões do estado de Minas Gerais, conforme definição do IBGE em 1996. Veja mapa 8.



MAPA 8 – Mesorregiões de Minas Gerais - 1996

Fonte: Site www.geominas.mg.gov.br

Sabendo que Belo Horizonte possui altíssima representatividade no PIB de Minas Gerais, aproximadamente 23% do PIB Total, fez-se a opção, quando necessário, de calcular os centróides, com e sem a presença dos dados relativos a esta capital. Com isso, busca-se melhor percepção da influência das demais regiões do estado sobre o PIB regional.

Ao analisar os mapas com os centróides dos PIB's agropecuário, industrial, percapita e total, do período de 1990 a 1998, percebe-se que não foram registradas grandes modificações no contexto geral do estado de Minas Gerais. Mas, apesar disto, é possível constatar aumento significativo da representatividade da região oeste na composição do PIB do estado.

Analisando a evolução do PIB industrial, apresentada nos mapas 1 e 2, verifica-se leve tendência de migração do centróide para o norte de Minas Gerais, no período

de 1991 a 1995, provavelmente provocada pelo fortalecimento dos municípios no entorno de Montes Claros. A partir de 1996, pode-se constatar que o centróide é atraído pelo oeste do estado, região onde estão localizadas Uberlândia e Uberaba. Esta região tem assumido a posição de pólo tecnológico, o que provoca agregação significativa de receita ao PIB da região.

Com relação ao PIB agropecuário, observa-se, no MAPA 3, a tendência do centróide para o oeste de Minas Gerais, provocada pela tradição agropecuária dos municípios desta região, como Uberlândia, Uberaba, Unaí, Araguari, Paracatu, entre outros. No período de 1994 a 1996, este centróide apresenta breve tendência para o sul do estado, provavelmente ocasionada pelos municípios da região de Rio Claro, Três Corações, Varginha e Alfenas. Nesta região destaca-se a produção do café, da cana-de-açúcar, abacaxi, milho, soja, bem como, carne bovina, suína e de aves, além do leite.

Os centróides dos PIB's percapita e total mostram estabilidade na região central de Minas Gerais, sem deixar de apresentar a clara atração do "corredor" determinado pelos municípios da Grande Belo Horizonte, como Betim e Contagem, e do Vale do Rio Doce, principalmente nos anos de 1997 e 1998.

Concluindo, destaca-se que a migração do centróide associado ao PIB, sugere que o panorama da economia do estado de Minas Gerais está sujeito a alterações perceptíveis e por isso tem merecido a atenção dos estudiosos, governantes e empresários. Não é objetivo deste artigo apresentar causas e efeitos desta migração, mas, apontar, a aplicabilidade da Estatística Espacial no estudo de fenômenos que apresentam relevância quanto a sua localização e intensidade, ficando bastante clara sua importância como ferramenta auxiliar no trabalho geográfico, no momento de exploração ou confirmação de hipóteses.

Referências Bibliográficas:

CARVALHO, Paulo Fernando Braga. **Uma proposta para o ensino introdutório da quantificação em Geografia, com uso do software MATLAB**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 2002.

Contas regionais do Brasil - 2000. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 2002.

Fundação João Pinheiro: Produto Interno de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.fjp.gov.br> . Acesso em 15 abr. 2004.

GERARDI, Lúcia Helena de Oliveira, SILVA, Bárbara-Christine Nentwig Silva. Quantificação em Geografia. São Paulo, Difel, 1981. 161p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Contas Nacionais. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em jul. 2001.

ROGERSON, Peter A. Statistical methods for Geography. London, SAGE publications, 2001. 236 p.

Sistema de contas nacionais: **Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1997. v. 1: 1990-1995**.