

O modelo de Potencial de Interação – estudo da rede de centralidades, acessibilidades e impedâncias no território da RMBH.

Daniilo Marques de Magalhães¹
Ana Clara Mourão Moura²

¹ Universidade Federal de Minas Gerais – IGC/UFMG
Rua Cesário Alvim, 220/201, Padre Eustáquio – 30720-270 – Belo Horizonte – MG, Brasil
daniilo_marques@ymail.com

² Universidade Federal de Minas Gerais – EA/UFMG
Rua Paraíba, 697, sl. 400, Funcionários – 30130-140 – Belo Horizonte – MG, Brasil
anaclaramoura@yahoo.com

Abstract. As a contribution to the territorial planning for the metropolitan region of Belo Horizonte were structured and implemented models of spatial analysis in order to identify and rank various localities in the region, under the economic point of view. From a spatial database was generated the potential interaction of these locations using the amount of trading activities, services and industry in each location and its distance to the others, mensured by highway drawn. From the result of the interaction between locations were generated maps of areas of influence by the Voronoi polygon method. The methods used in this research intend to contribute to the knowledge about the current economic dynamics of the region. Besides, it was also possible to verify the impacts that the construction of the new roads proposals would cause in territorial dynamics. The procedures were performed using geoprocessing resources, proving the importance of such methods to the urban planning and management. The information gain that models of spatial analysis provide us, in this type of research, is extremely valuable to support the territorial planning, once these features allow us to build future scenarios, predictives, from the spatial data. These results justify the proposals of the road restructuring in the region and contribute significantly to the identification of economic centers, and also indicate the area of influence of each location in the territory.

Palavras-chave: regional planning, spatial analysis, geoprocessing, planejamento regional, análise espacial, geoprocessamento.

1. Introdução

Mediante a participação no projeto do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI) para a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) a equipe de Geoprocessamento estruturou e aplicou modelos de análise espacial visando alcançar respostas espacializadas no território que possam contribuir com as demais equipes de pesquisadores envolvidas no projeto, como aquelas que estudam questões acerca da Acessibilidade e Territorialidade.

Com o objetivo de identificar localidades que possam ser consideradas como centralidades econômicas na RMBH, tem-se buscado uma hierarquização dos lugares de maneira que se possa ter uma noção da distribuição espacial dos pontos de maior dinâmica econômica da região. Assim, recursos de geoprocessamento vêm sendo utilizados para apoiar a identificação desses lugares, bem como definir sua importância na rede de localidades. O ganho de informação que os modelos de análise espacial nos proporcionam, nesse tipo de investigação, torna-se de extrema valia para apoiar o planejamento territorial, independente da escala de trabalho. A possibilidade de se monitorar e comparar a evolução dos dados espacialmente localizados nos permite interpretar a evolução desses fenômenos e, a partir de modelos de análise espacial, simular situações futuras.

Neste trabalho buscamos, também, mensurar a interação que ocorre atualmente entre as sedes, distritos e localidades de destaque na RMBH. A partir disso, pudemos simular como ficaria a interação dessas mesmas localidades caso fossem construídas novas rodovias na região. Os mapas finais demonstram, de maneira espacializada, as áreas de influência de cada

um desses locais nesses dois cenários (atual e futuro), levando em conta as impedâncias do território.

Os resultados dos procedimentos aqui demonstrados podem contribuir para identificar centralidades econômicas, bem como mensurar o poder e área de influência de cada centralidade no território, ou seja, calcular qual o potencial que esse local tem em comparação aos demais locais da rede na RMBH. São também sub-produtos da análise a composição de expressiva coleção de variáveis espaciais, a composição de um mapa de atrito ou impedâncias ao deslocamento no território, assim como o lançamento dos eixos rodoviários propostos pela equipe do PDDI, de modo a considerar as reais condições no terreno, como declividades, vias já existentes, impedimentos legais ou de interesse ambiental, dentre outros.

Os procedimentos utilizados neste trabalho mostram como os recursos de geoprocessamento podem nos proporcionar ganhos de informação que vão além de uma simples cartografia do território. Tais recursos nos permitem a construção de cenários futuros, preditivos, a partir dos dados espacializados que temos do passado e do presente. Xavier-da-Silva (2009) nos lembra que no geoprocessamento “são tratados enormes volumes de dados, exigindo ‘técnicas computacionais’ e disponibilizados atributos geotopológicos, para fins de análises, sínteses e utilização imediata no planejamento ambiental e na gestão territorial” (XAVIER-DA-SILVA, 2009. p. 44).

2. Metodologia de Trabalho

Trabalhamos, basicamente, com a estruturação da rede rodoviária existente e proposta; com os pontos de referência no território, como sedes municipais, distritos e localidades; com a definição de uma massa para gerar o Potencial de Interação; com a construção de uma superfície de atrito espacial, que indica impedimentos à expansão urbana; e com a definição de área de influência dos pontos de referência adotados na rede. Todos esses procedimentos serão descritos a seguir.

2.1. Potencial de Interação (PI)

O Potencial de Interação (PI) consiste num aplicativo desenvolvido pelo Laboratório de Geoprocessamento (LabGeo) da UFRJ que, através de um modelo gravitacional, calcula a interação entre pontos de referência de uma determinada área. O cálculo é feito a partir da massa dos pontos, que é informada pelo usuário, e pela distância entre mesmos, que foi mensurada pela rede rodoviária que os conectam. Consideram-se, também, as impedâncias ou atritos territoriais que facilitam ou dificultam o deslocamento, como tipo de pavimentação da rodovia. De acordo com Xavier-da-Silva (2001) o PI nos permite definir posições hierárquicas dos eventos estudados – no nosso caso as centralidades econômicas – de modo a verificar seu inter-relacionamento com as outras entidades da área de estudo, a partir de uma rede estruturada.

Trabalhamos apenas com a rede rodoviária (Figura 1), a qual foi subdividida em: a) Existente; b) Proposta oficial de nova ligação (proposta do Governo do Estado); c) Proposta de nova ligação (feita pela equipe do PDDI). Na rede rodoviária Existente, levamos em consideração as rodovias (fonte: DER-MG) e as principais vias urbanas (fonte: SIRUS), as quais consistiam em estradas de terra, avenidas e vias arteriais. Esses dados foram comparados e atualizados com base em imagens de satélite RapidEye de 2009.

Os pontos de referência (Figura 1), locais onde inserimos as massas para calcular o PI, consistiam em sedes e distritos municipais (fonte: IBGE) e algumas localidades de destaque, identificadas em pesquisas junto às prefeituras municipais da RMBH (fonte: equipe USDEC-PDDI).

A massa de cada ponto foi correspondente à quantidade de consumidores de energia elétrica que têm seu cadastro na CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais – definido

como atividade comercial, de serviços ou industrial (Tabela 1). Esses dados foram retirados do número de ligação que cada poste da CEMIG, dentro da RMBH, faz para estabelecimentos que possuem esses fins. Como esses dados são pontuais e dispersos no território, foi necessário definir uma área de abrangência para cada ponto de controle da rede montada para o PI. A área de cada ponto foi definida pelo agrupamento de Áreas Homogêneas em *Campos* (fonte: Fundação João Pinheiro), unidade territorial comumente usada para fins de estudo e planejamento.

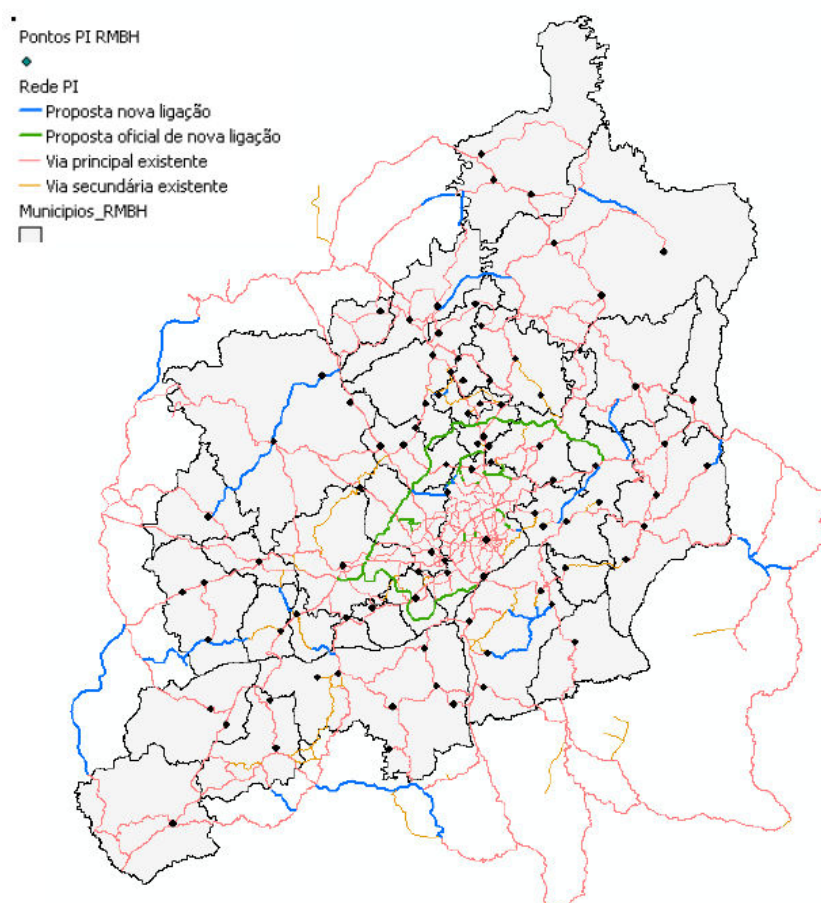


Figura 1 – Rede rodoviária e pontos de referência para o PI da RMBH

Buscamos uma massa que nos desse a noção da concentração de atividades comerciais, de serviços e industriais em cada região, de modo a caracterizar a dinâmica econômica de cada um desses pontos. É importante destacar que essa coleção de dados apresenta o número de ligações que cada poste da CEMIG faz para cada tipo de atividade, o que permitiu gerar quantitativos do conjunto de atividades por área. Foi discutida em reunião do PDDI a possibilidade de ponderar esses valores segundo o grau de importância da localidade, de modo a separar, por exemplo, uma atividade comercial de uma localidade de baixa influência de uma mesma atividade localizada em área de maior impacto no conjunto. Esta ponderação ainda será considerada.

Com a rede montada, os pontos definidos e com a massa associada, foi testado o PI em três diferentes cenários: 1 – Com as vias existentes; 2 – Com as vias existentes mais a proposta de novas vias do governo do estado; 3 – Com as vias existentes, propostas do estado mais as propostas da equipe do PDDI. Os resultados, que demonstram as transformações na interação desses pontos na rede, estão expressos na Tabela 1 – que apresenta apenas um trecho da tabela total a fim de exemplificar essas mudanças. Esses valores serão,

posteriormente, apresentados como mapas através da criação de Polígonos de Áreas de Influência.

Tabela 1 – Massa e resultados do PI para as diferentes situações de rodovias

Ponto (sede, distrito, localidade)	Com., Ind., Serv., por Área Homog. (campo)	PI Rede Existente	Propostas Oficiais	Proposta PDDI
Itaguara	3149	17	18	122
Rio Manso	292	8	9	129
Sta Terezinha de Minas	132	9	9	94
Itatiaiuçu	646	12	13	102
Azurita	276	39	39	150
Mateus Leme	2371	63	64	180
Serra Azul	245	16	17	123
Igarapé	3155	98	98	226
Sousa	108	8	8	124
Esmeraldas	1628	49	83	141

3.2. Polígonos de Voronoi

A construção de Polígonos de Voronoi consiste, basicamente, na delimitação de áreas de influência que levam em consideração a massa e a distância dos pontos de determinada área. Esse procedimento, realizado no software SAGA-LabGeo-UFRJ, considerou os mesmos pontos de referência do PI, porém com massas variadas a fim de comparar diferentes cenários. De acordo com Xavier-da-Silva (2001) pode-se considerar os valores associados aos pontos de interesse (massa) juntamente com o espaço geográfico, com suas características físicas, para representar as tendências da organização do espaço segundo a ocorrência de centros de influência, ou seja, a polarização do território; e a presença de características ambientais dominantes, indicadoras das possibilidades da ocupação humana e definidoras de certa regularidade paisagística, ou seja, região, zona ou área “homogênea”.

Primeiramente foram trabalhadas as mesmas massas utilizadas no PI, ou seja, a quantidade de comércios, serviços e indústrias por agrupamentos de áreas homogêneas, cujo resultado será mostrado na Figura 3. Posteriormente foram elaboradas as áreas de influência dos pontos de acordo com os resultados obtidos no PI, ou seja: 1) PI com as vias existentes; 2) PI com vias existentes + proposta do estado; 3) PI com vias existentes + proposta do estado + proposta do PDDI. Esses resultados estão expressos nas figuras 4, 5 e 6, respectivamente.

3.3. Superfície de Atrito

Sabe-se que o território objeto de análise não é plano, tampouco desprovido de obstáculos ou atritos aos deslocamentos de diferentes naturezas, que vão desde impedimentos ambientais até ocupação antrópica. Por isso a delimitação das Áreas de Influências geradas pelos Polígonos de Voronoi levou em consideração uma superfície de atrito (Figura 2), que corresponde às impedâncias espaciais, ou seja, fatores que impedem ou dificultam o acesso e a expansão urbana. Essa superfície foi gerada por meio de cruzamentos de diversas variáveis, são elas:

- **Grau de Capilaridade:** corresponde à densidade e ao tipo de vias existentes (urbanas, rodovias, avenidas ou arteriais). Na Figura 2, as áreas em vermelho são desprovidas de vias de acesso, enquanto as áreas em verde escuro possuem maior densidade de vias e/ou vias de maior capacidade.

- Topografia: delimitam faixas de maior altimetria (vermelho) indicando topos de morro, protegidos por legislação específica.
- Presença de unidades de conservação: indica as áreas de Proteção Integral (vermelho) e de Uso sustentável (amarelo), delimitadas por Parques, RPPN e Áreas de Preservação Ambiental.
- Declividades: indica as áreas de maior declividade (vermelho a amarelo) e aquelas mais planas, com maior facilidade de acesso (verde).

Todas essas informações citadas foram cruzadas por meio de Análise de Multicritérios, o que nos proporcionou sintetizar esses fatores de modo a considerá-los como uma superfície de atrito para acessibilidade e expansão urbana. De acordo com Moura (2005) a Análise de Multicritérios é uma metodologia baseada no cruzamento de variáveis por plano de informação e na definição do grau de pertinência de cada plano de informação e de cada um de seus componentes de legenda para a construção do resultado final, usando a média ponderada. Os valores atribuídos aos mapas e suas legendas foram determinados por meio de DELPHI com integrantes da equipe do PDDI e membros do Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG.

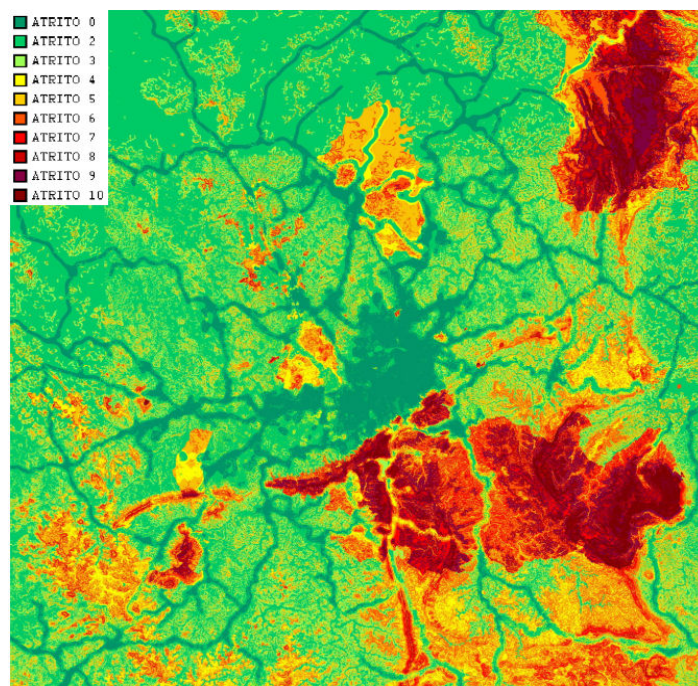


Figura 2 – Atrito Espacial na RMBH

3. Resultados e discussão

Os mapas que serão apresentados a seguir demonstram as áreas de influências das atividades econômicas existentes nas sedes, distritos e localidades de destaque na RMBH. A simulação dos cenários futuros nos permite uma análise acerca das propostas de intervenção no sistema viário. Pode-se observar que há uma expressiva mudança nas relações entre as localidades, sobretudo a partir da implementação das vias propostas pela equipe do PDDI. Isso se dá, principalmente, pela quantidade maior de vias projetadas que irão conectar mais localidades umas as outras.

Os resultados dos procedimentos realizados mostraram-se eficazes para os objetivos propostos e comprovaram que a implementação das novas vias propostas pela equipe do PDDI irá contribuir para a criação de novas centralidades econômicas. Sendo que um dos principais objetivos do PDDI é promover o crescimento econômico dos locais de maneira

homogênea, de modo que os demais municípios da RMBH passem a demandar menos de Belo Horizonte, os modelos de análise espacial aqui empregado contribuíram para o entendimento das transformações que irão ocorrer no território mediante as intervenções propostas.

Contudo não é nosso objetivo discutir se essa seria a solução mais adequada para melhoria da dinâmica econômica da região. Procuramos, somente, avaliar os projetos já existentes e demonstrar como eles irão interferir na dinâmica das relações entre os pontos estudados.

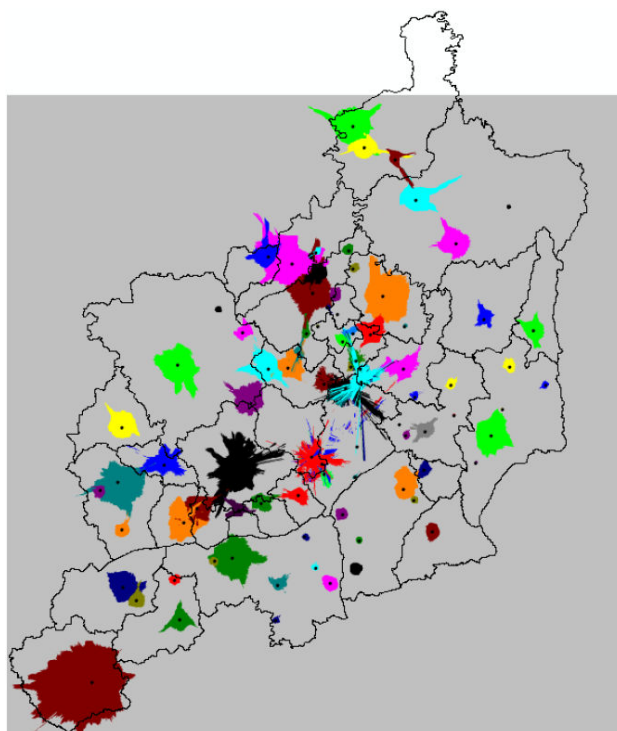


Figura 3 - Áreas de influência por concentração de atividades econômicas

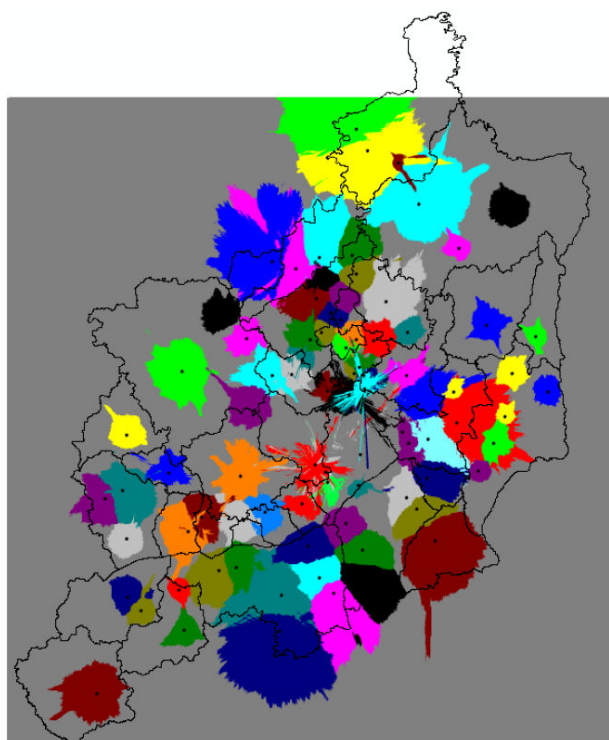


Figura 4 - Áreas de influência por PI de vias existentes.

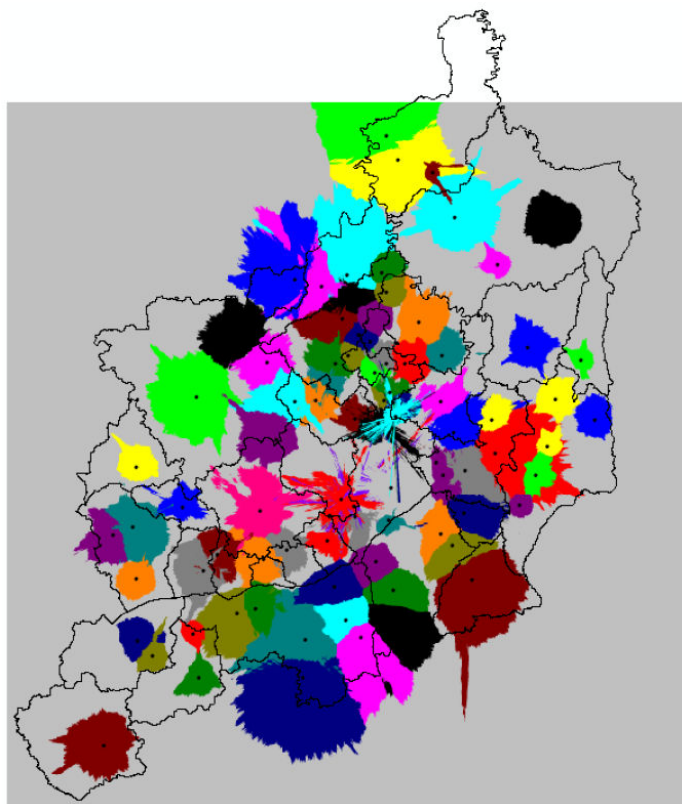


Figura 5 – Áreas de influência por PI de vias existentes + propostas do estado.

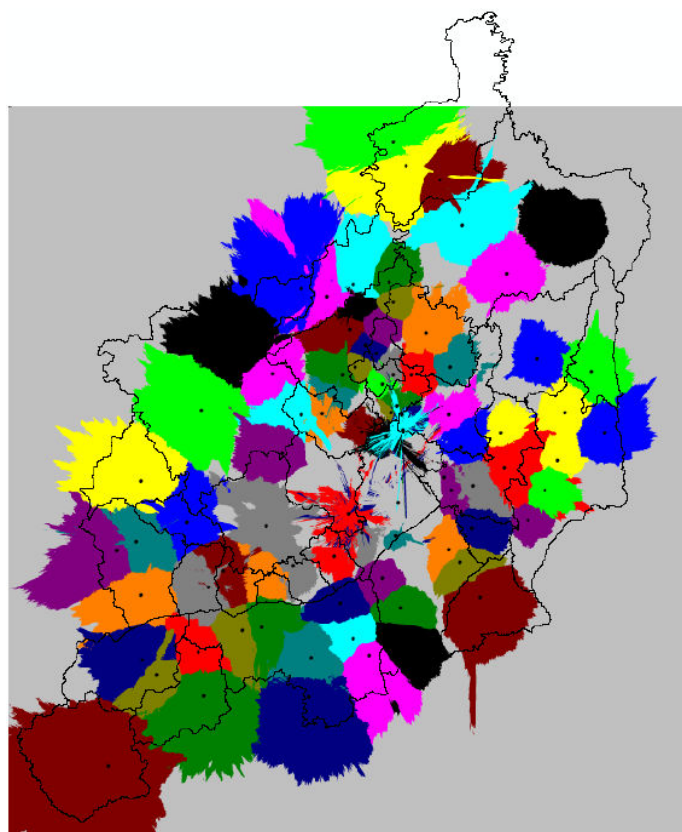


Figura 6 – Áreas de influência por PI de vias existentes + propostas do estado + propostas do PDDI.

Destaca-se que a área da capital Belo Horizonte, localizada no centro da RMBH, aparece na cor cinza em todas as figuras, ou seja, como fundo de mapa. A influência da capital vai além dos limites das áreas de influência dos outros pontos, extrapolando os limites da RMBH.

4. Conclusões

Todos os procedimentos apresentados têm como função apoiar o entendimento acerca das principais centralidades econômicas da RMBH e, também, simular a eficácia das propostas de criação de novos eixos rodoviários. Dessa maneira a equipe busca contribuir para o planejamento metropolitano.

Pôde-se perceber, analisando os resultados, que a atual distribuição das atividades econômicas na RMBH, bem como a configuração do sistema viário existente, promove o aparecimento de áreas de influências muito desiguais. Observa-se que a grande maioria dos núcleos urbanos sofre forte influência de seus vizinhos mais fortes. Muitos deles, mesmo que distantes, sofrem forte interferência de Belo Horizonte, o que comprova que a configuração da malha rodoviária da RMBH, radial com eixos centrífugos que saem de Belo Horizonte, reforça a influência da capital sobre toda a região.

A sucessão dos mapas gerados nas análises espaciais comprova que seria possível ter uma distribuição mais igualitária das áreas de influência, caso fossem implantadas novas vias. Contudo, vale discutir se é esse o modelo de gestão que o governo pretende adotar para a RMBH. A análise gerada não permite inferir sobre as discontinuidades e barreiras espaciais que surgirão com a criação de novas rodovias. Tampouco podemos afirmar sobre a melhoria do tráfego na região a partir da criação dessas. O modelo responde, sim, sobre a ampliação do acesso aos territórios e sobre o provável impacto sobre as localidades. É possível alimentar o modelo estruturado com novos dados e realizar novas simulações, tais como a ponderação dos valores de massa em função da importância do ponto, a simulação dos resultados da criação de novas vias, entre outros. O que podemos afirmar é que o modelo está estruturado, calibrado e validado, o que permite novos “inputs” e “outputs”, em função dos interesses de investigação do PDDI. Isto significa utilizar o geoprocessamento como ferramenta de apoio à tomada de decisões.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio da FAPEMIG.

Referências bibliográficas

MOURA, Ana Clara Mourão. *Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano*. 2ª Ed. Belo Horizonte: Ed. da autora, 2005. 294p.

XAVIER-DA-SILVA, J. *Geoprocessamento para análise ambiental*. Ed. Rio de Janeiro: D5 Produção Gráfica, 2001. v. 1. 228 p.

XAVIER-DA-SILVA, J. *O que é Geoprocessamento?*. Revista do Crea RJ 79, Rio de Janeiro, p. 42 - 44, 30 out. 2009.