

# Delimitação de áreas de segregação espacial da população na mancha urbana da Região Metropolitana de Campinas a partir de imagens de satélite e técnicas de estatística espacial

Alberto Augusto Eichman Jakob<sup>1</sup>  
José Marcos Pinto da Cunha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP  
Núcleo de Estudos de População - NEPO  
Caixa Postal 6166 – 13081-970 – Campinas – SP, Brasil  
{alberto, zemarcos}@nepo.unicamp.br

**Abstract:** The main goal of this paper is to detect areas of spatial segregation of population in terms of income, age, years of study and household water supply in the most populated area of the Campinas Metropolitan Area. This urban area was defined by means of Landsat images of 1989 and 2000, and the respective census tracts were selected for the analysis. It is possible, with this intra-urban analysis, to establish specific public policies for each segregation area, which would optimize public resources within the metropolitan area, as well as to better understand the socio-demographic processes and the problems/ needs that affect the regional population.

**Palavras-chave:** spatial segregation, urban planning, spatial statistics, segregação espacial, planejamento urbano, estatística espacial.

## 1. Introdução

Este artigo é parte do trabalho “Campinas Metropolitana: diversidades sócio-espaciais”, uma sistematização e espacialização de dados sócio-demográficos tendo em vista mostrar a diversidade presente na Região Metropolitana de Campinas (RMC)<sup>2</sup>. Este Atlas partiu da premissa de que uma análise mais detalhada das características e desdobramentos do fenômeno metropolitano nos espaços onde ele se origina e se consolida pode resultar em um melhor entendimento dos processos sócio-demográficos e dos problemas/ carências que afetam a população regional.

A formação desta metrópole retorna ao período cafeeiro, mas apenas na década de 1970 houve o mais intenso crescimento industrial de Campinas e de seus municípios vizinhos, que se privilegiaram com o processo de interiorização do desenvolvimento econômico do Estado de São Paulo. A via Anhanguera foi o principal eixo de localização industrial nesse processo, com a principal concentração industrial ocorrendo na RMC. Outros eixos rodoviários de destaque são a rodovia Santos Dumont, com o Distrito Industrial de Campinas, a D.Pedro I, com o pólo de alta tecnologia e a rodovia Milton Tavares de Lima, com a petroquímica entre Campinas e Paulínia.

Nos anos 1970 e 80, a localização de indústrias, comércio e serviços junto aos eixos rodoviários fortalece a economia dos municípios vizinhos, unificando o mercado de trabalho local e impulsionando o fluxo de pessoas e produtos entre eles, fortalecendo a centralidade de Campinas e o processo de metropolização (Semeghini, 1991).

A partir dos anos 1990, o perfil da indústria brasileira e suas exigências locacionais têm sido mudados pelo processo de reestruturação produtiva. A diversificação e modernização da indústria de transformação no Estado de São Paulo garantem sua permanência como centro

---

<sup>2</sup> Este Atlas foi realizado no âmbito do projeto “dinâmica intrametropolitana e vulnerabilidade sócio-demográfica nas metrópoles do interior paulista”, desenvolvido pelo Núcleo de Estudos de População e pelo Núcleo de Economia Social, Urbana e Regional, ambos da Universidade Estadual de Campinas, disponível em <<http://www.unicamp.br/nepo>>.

dinâmico do país, além do aumento da participação de Campinas na produção industrial estadual com a implantação de novas fábricas de setores de alta tecnologia, privilegiando as margens da rodovia D.Pedro I e da SP-340 (Campinas-Mogi-Mirim).

O padrão de urbanização da região foi seletiva, excludente e expandiu a verticalização, ou favoreceu o surgimento de condomínios fechados horizontais para a população de renda média e alta, aumentando a concentração da população mais pobre em bairros periféricos, com precária infra-estrutura urbana (Pires e Santos, 2002).

As três regiões metropolitanas do Estado – São Paulo, Campinas e Baixada Santista – concentravam em 2000 quase 60% da população e 96,5% dos domicílios (mais de 500 mil) de aglomerados subnormais do Estado de São Paulo<sup>3</sup>. A população urbana da RMC mais que dobrou entre 1970 e 1980 e dobrou novamente entre 1980 e 2000, sendo mais concentrada na área urbana dos municípios situados ao longo da via Anhanguera, com uma urbanização praticamente contínua. Esta área com evidente processo de conurbação foi denominada como mancha urbana metropolitana, onde residiam em 1991 e 2000, respectivamente, 79,6% e 85,6% da população total da RMC, que em 2000 chegou a 2,3 milhões de habitantes, segundo o censo demográfico daquele ano. Tais manchas urbanas da RMC são analisadas neste artigo.

## 2. Aspectos Metodológicos

Os limites municipais utilizados nos mapas foram definidos a partir da malha municipal digital do Brasil, da Fundação IBGE, de 1997. O IBGE disponibilizou também a malha de setores censitários dos municípios para o ano de 2000, e a partir de uma tabela de compatibilização de setores, foram criadas malhas digitais de setores censitários para os anos de 1996 e 1991, por meio de junções ou desagregações de setores. Os censos demográficos de 1991 e 2000 forneceram as informações ao nível de setores censitários para as análises realizadas.

As manchas urbanas foram criadas a partir da interpretação de imagens de satélite Landsat para os anos de 1989 e 2000. Foram delimitadas as áreas mais densamente povoadas na região, e selecionados os setores censitários que representavam estas áreas em 1991 e 2000. A **Tabela 1** traz um resumo das informações destas manchas urbanas.

Inicialmente verifica-se, por meio desta tabela, a constituição das manchas urbanas, como os municípios que fazem parte delas, o número de setores censitários de cada município formando as manchas e sua área. Assim, Campinas, com quase 796 km<sup>2</sup> em sua área total, tinha 33% de sua área incluída na mancha urbana de 1991 e 48% em 2000, sendo que esta mancha aumentou de 898,4 km<sup>2</sup> para 1.178,1 km<sup>2</sup> entre 1991 e 2000.

Para se ter uma idéia do erro de cálculo nas áreas calculadas por meio do *software* PC Arcview (ArcGIS) 8.3, foram comparadas as áreas totais dos municípios, fornecidas pelo IBGE com as calculadas pelo programa a partir das malhas municipais digitais de 1997. O resultado é de apenas 0,01% de diferença, o que foi considerado muito bom.

Uma vez que a mancha urbana foi formada por setores censitários contíguos e considerado apenas seu limite exterior, existiram certos espaços com baixa ocupação populacional no interior das manchas, calculados separadamente e presentes na tabela com o nome de áreas vazias. Nota-se que nos anos 1990 tais áreas reduziram-se sensivelmente, denotando o adensamento populacional da mancha no período abordado.

Delimitadas as manchas urbanas e seus respectivos setores censitários, foram agregadas informações sócio-demográficas a estes e feitas espacializações por meio de técnicas de

---

<sup>3</sup> Aglomerado Subnormal, para o IBGE é “conjunto constituído por um mínimo de 51 domicílios, ocupando ou tendo ocupado até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular), dispostos, em geral, de forma desordenada e densa, e carentes, em sua maioria, de serviços públicos essenciais”.

estatística espacial, em especial a krigagem ordinária, um tipo de interpolação de dados, a partir de funções matemáticas, que enfatiza as maiores concentrações espaciais e suaviza pequenas variações de determinada variável, de acordo com a proximidade entre estes dados. A krigagem coloca pesos maiores entre os dados mais próximos espacialmente e pesos menores na medida em que as distâncias entre os pares de observações vão aumentando.

**Tabela 1:** Área e número de setores censitários pertencentes às manchas urbanas da RMC de 1991 e 2000

CodMun	Nome Município	Área 1997 (Km2)		Mancha 1991			Mancha 2000		
		Dada	Calculada	Setores	Área (Km2)	%Área	Setores	Área (Km2)	%Área
3501608	Americana	133,61	133,41	144	98,52	73,8	231	98,52	73,8
3503802	Artur Nogueira	177,75	178,69	-	-	0,0	-	-	0,0
3509502	Campinas	795,69	795,70	835	265,93	33,4	1.273	384,75	48,4
3512803	Cosmópolis	154,73	153,85	-	-	0,0	-	-	0,0
3515152	Engenheiro Coelho	109,79	108,66	-	-	0,0	-	-	0,0
3519055	Holambra	64,27	65,21	-	-	0,0	-	-	0,0
3519071	Hortolândia	62,22	62,28	-	-	0,0	200	64,86	100,0
3520509	Indaiatuba	310,55	310,08	-	-	0,0	136	169,29	54,6
3523404	Itatiba	322,53	322,91	-	-	0,0	-	-	0,0
3524709	Jaguariúna	142,43	141,42	-	-	0,0	-	-	0,0
3531803	Monte Mor	240,77	239,68	-	-	0,0	-	-	0,0
3533403	Nova Odessa	73,28	73,51	29	13,55	18,4	55	14,20	19,3
3536505	Paulínia	139,33	139,01	30	63,55	45,7	70	107,50	77,3
3537107	Pedreira	109,72	107,68	-	-	0,0	-	-	0,0
3545803	Santa Bárbara d'Oeste	271,49	272,06	103	49,83	18,3	222	49,83	18,3
3548005	Santo Antônio de Posse	154,10	155,52	-	-	0,0	-	-	0,0
3552403	Sumaré	153,03	153,96	152	135,25	87,8	257	70,39	45,7
3556206	Valinhos	148,52	150,49	56	44,89	29,8	96	58,83	39,1
3556701	Vinhedo	81,74	80,90	33	62,38	77,1	53	62,38	77,1
<b>Total RMC</b>		<b>3.645,55</b>	<b>3.645,01</b>	<b>1.382</b>	<b>733,89</b>	<b>20,1</b>	<b>2.593</b>	<b>1.080,56</b>	<b>29,6</b>
erro de cálculo:		0,54 Km2 0,01 %		Contorno: 898,40 Km2		Contorno: 1.178,13 Km2			
				Áreas vazias: 164,51 Km2		Áreas vazias: 97,57 Km2			

Fonte: FIBGE, malha municipal digital de 1997, malha digital de setores censitários de 2000 e áreas municipais.

Trabalhos anteriores (Jakob, 2004, 2003a, 2003b) já haviam mostrado bons resultados a partir da análise de dados sócio-demográficos com a utilização da krigagem para os municípios de Santos e São Vicente, no litoral de São Paulo, e maiores informações sobre esta técnica podem ser obtidos nestes trabalhos, assim como em Isaaks e Srivastava (1989), Ormsby et al (2001), Cressie (1993), Burrough (1986), Journel e Huijbregts (1978), Matheron (1963), entre outros.

### 3. Características Populacionais e Domiciliares

Para se ter uma idéia da concentração espacial da população segundo determinadas características sócio-demográficas e de infra-estrutura domiciliar, inúmeros mapas foram produzidos, sendo que neste trabalho apenas alguns deles serão expostos, em função do número limitado de páginas deste artigo. Assim, foram selecionados os mapas que tratam do envelhecimento populacional, renda e escolaridade do chefe do domicílio, e domicílios sem rede geral de água.

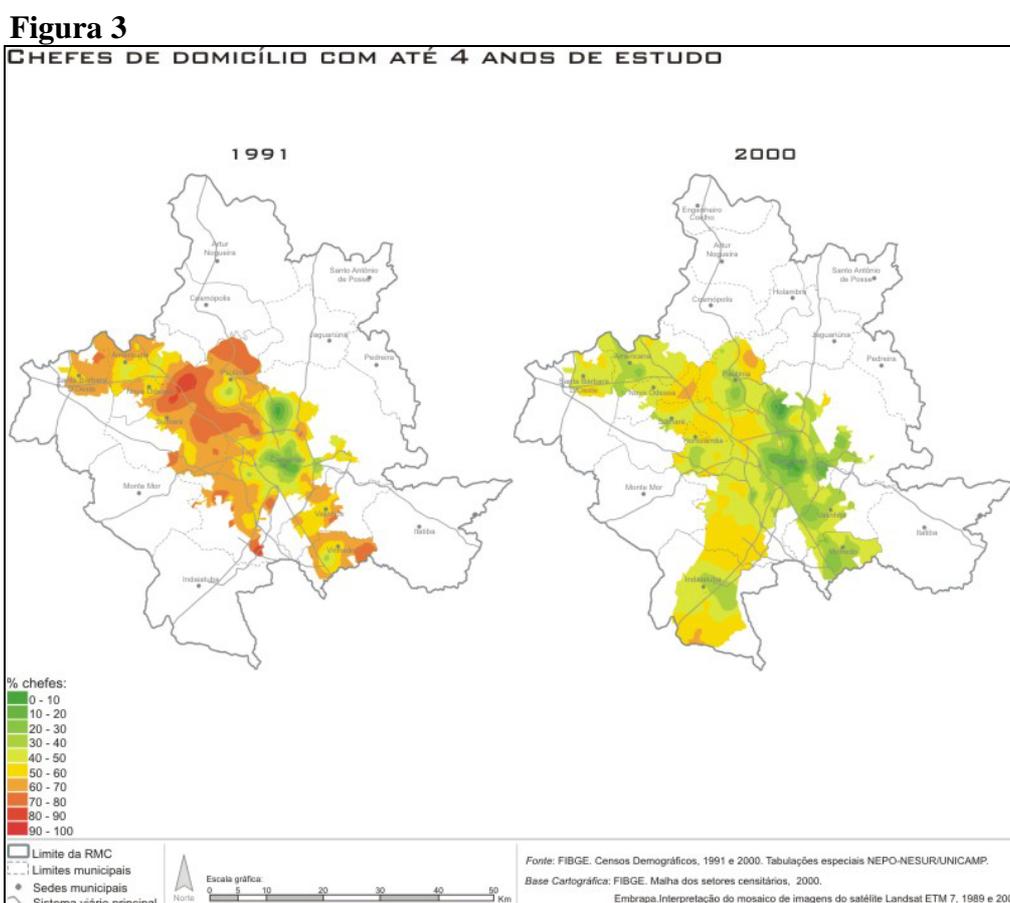
A **Figura 1** mostra o índice de envelhecimento populacional da mancha urbana da região, representado pela quantidade de pessoas com 65 anos ou mais de idade em relação à população de até 14 anos de idade. Percebe-se claramente a concentração maior de idosos junto às sedes municipais. Alguns setores chegam a ter até 4 vezes mais idosos que crianças.

O negativo desta figura pode ser expresso por meio da **Figura 2**, que traz as maiores porcentagens de crianças entre 6 e 14 anos de idade nos setores censitários, visualizadas nas áreas mais periféricas dos municípios. Estes mapas representam também os locais de maior necessidade de escolas nas manchas urbanas da RMC.



Fazendo uma análise temporal, estas duas figuras mostram o envelhecimento populacional da região, com a participação cada vez maior de idosos e menor de crianças, tanto em função da queda da fecundidade no Brasil, especialmente em áreas urbanas, quanto em função da migração de famílias com mais membros para áreas mais periféricas, como estratégia de sobrevivência, impulsionando ainda mais a expansão urbana da região<sup>4</sup>.

A mesma divisão de áreas pode ser vista a partir da **Figura 3**. As áreas mais periféricas dos municípios concentram mais chefes de domicílio com menor escolaridade. Pode-se perceber também com estas figuras apresentadas que começa a se delinear em 2000 um divisor de áreas, representado pela via Anhanguera, a linha cinza no sentido noroeste-sudeste, que também é um delimitador da mancha urbana de 2000 para os municípios de Valinhos e Vinhedo (no sudeste da RMC).

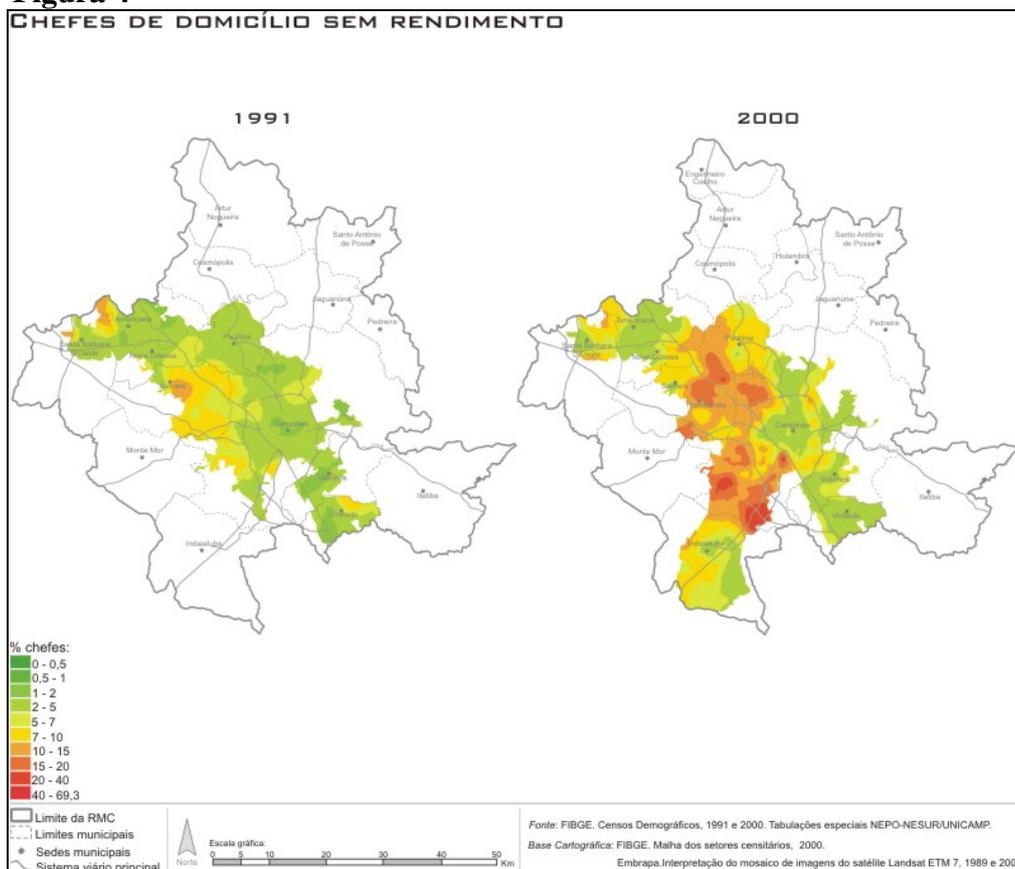


Uma análise parecida pode ser feita por meio das figuras 4 e 5, que avaliam a concentração espacial dos chefes de domicílio segundo categorias de rendimento mensal. Na **Figura 4** é apresentada a localização das maiores proporções de chefes sem nenhum rendimento mensal declarado no censo, e na **Figura 5** a localização dos chefes de domicílio que declararam ganhar mais de 10 salários mínimos na época do censo demográfico.

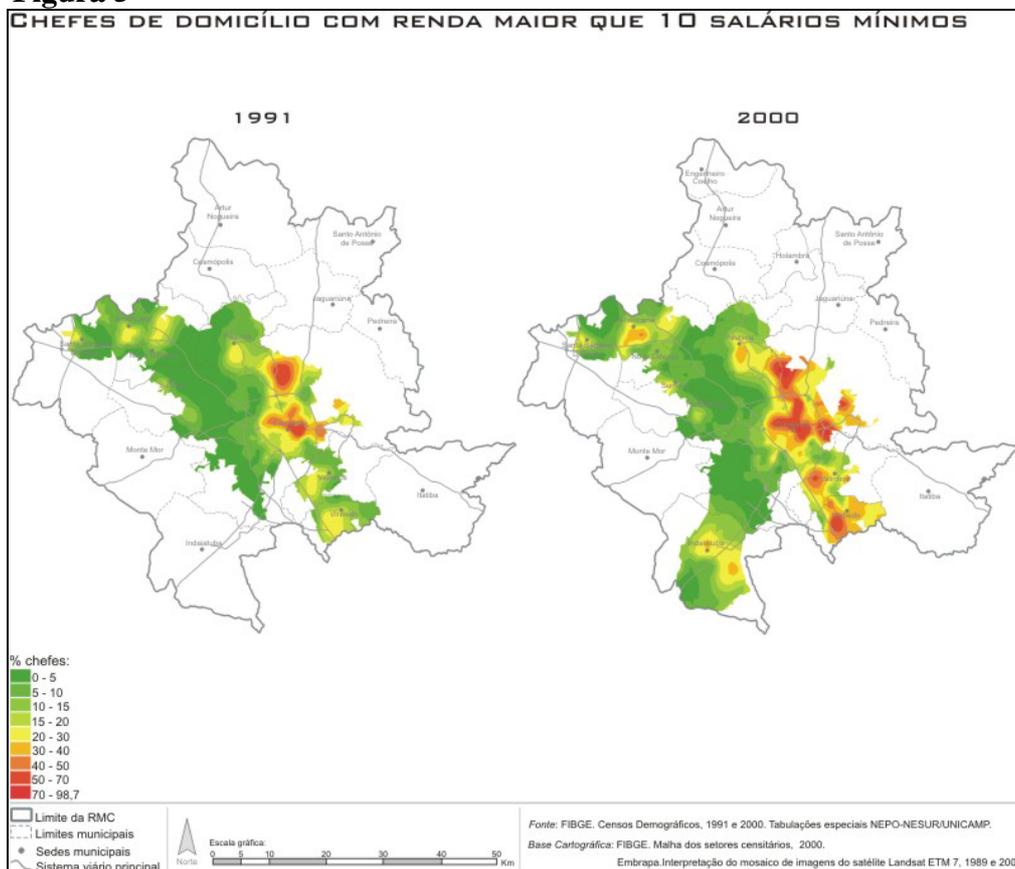
Percebe-se claramente a divisão de áreas de Campinas a partir da via Anhanguera. Enquanto a parte mais ao sudoeste da Anhanguera concentra as maiores proporções de chefes de domicílio sem renda declarada, no outro lado da rodovia estão localizados as maiores concentrações de chefes com altos rendimentos, especialmente próximos às sedes municipais, com setores que abrigam quase 99% de seus chefes com renda superior a 10 salários mínimos.

<sup>4</sup> Para maiores informações sobre expansão urbana, ver Cunha (1994) e Jakob (2003a).

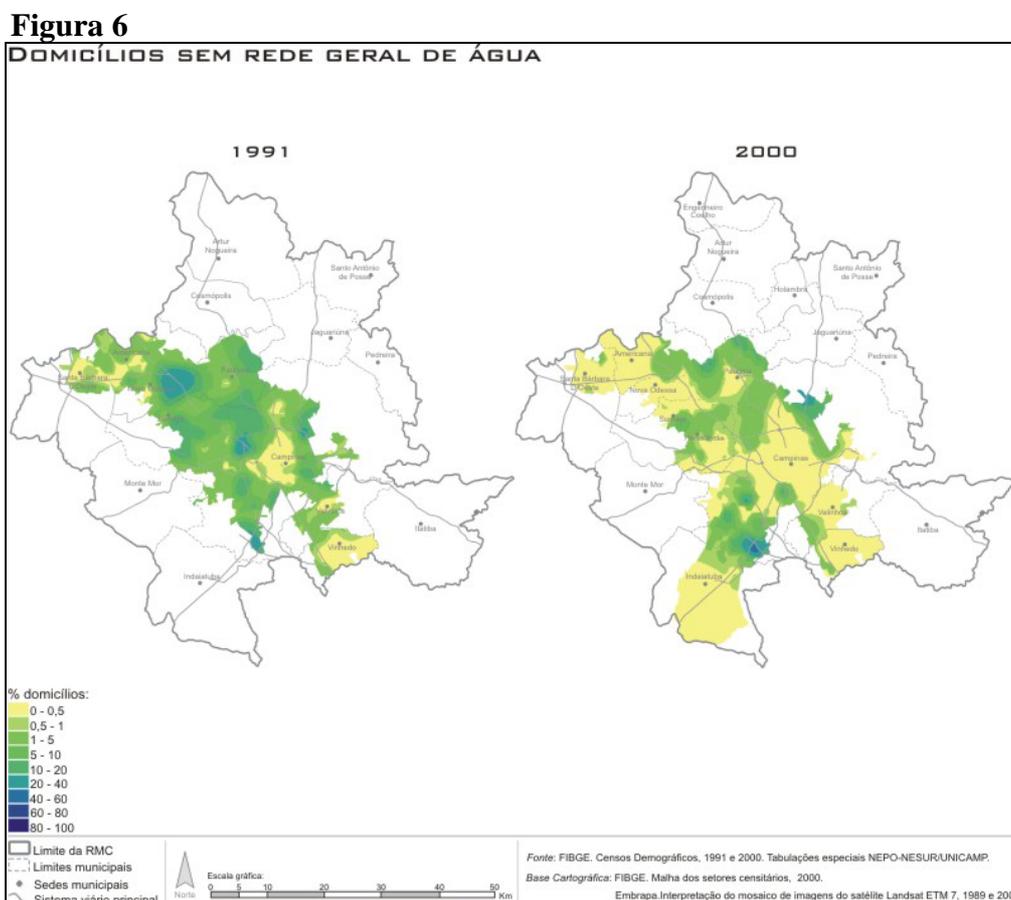
**Figura 4**



**Figura 5**



Uma outra possibilidade de análise é feita a partir das características da infra-estrutura domiciliar, representada aqui como a proporção de domicílios sem rede geral de água no setor censitário (**Figura 6**).



O que se percebe com a figura acima é a ampliação dos domicílios servidos pela rede geral de água na área urbana da RMC nos anos 1990. Mas existem ainda alguns espaços com grande concentração de domicílios sem este serviço público. Quanto a isto, algumas considerações devem ser feitas. Primeiramente, pelo fato das variáveis estarem no formato relativo, algumas destas áreas são mais rurais, com a presença de sítios, chácaras ou pouca quantidade de domicílios, que afetam estes índices. Um exemplo disto é o limite entre Campinas e Paulínia, onde se situa o mini-pantanal, uma grande área alagada. Outro exemplo é a parte norte-nordeste de Campinas, notadamente rural.

Outra possibilidade são as áreas de expansão populacional mais recente, que ainda não foram beneficiadas com a infra-estrutura de serviços públicos municipais. E, finalmente, as áreas ocupadas ou invadidas pela população de mais baixa renda, como o Parque Oziel no sudeste de Campinas, em que os domicílios não estão regularizados e, em geral, a prefeitura municipal não tem como implantar as redes públicas em vista dos problemas de concessão da área. Existem ainda nesta categoria as áreas de surgimento de favelas em locais tão íngremes, com declives ou aclives tão acentuados que há uma grande dificuldade técnica na implantação destes serviços.

Mas com estas possibilidades à parte, o fato é que as áreas mais periféricas dos municípios sofrem ainda com uma carência de serviços de infra-estrutura pública para os domicílios, conforme pode ser visualizado a partir da **Figura 6**.

#### 4. Conclusões

Este artigo mostrou como se é possível detectar áreas com grande concentração espacial de alguma variável de estudo, entendido aqui como segregação espacial, de forma a poder entender melhor os processos sócio-demográficos e as carências da população de cada uma destas áreas delimitadas.

Também foi muito produtiva a integração entre técnicas de sensoriamento remoto, de estatística espacial e de demografia de forma a se obter bons resultados nas análises intra-urbanas da Região Metropolitana de Campinas.

As figuras resultantes destes procedimentos, apresentadas neste artigo, explicitaram onde estavam localizadas espacialmente as áreas mais carentes segundo a concentração de pessoas mais jovens ou idosas, chefes com maior ou menor nível de escolarização, renda e pior infraestrutura de serviços de água nos domicílios. No caso do município de Campinas, a via Anhanguera foi considerada um grande delimitador destas áreas, assim como para Valinhos e Vinhedo. Já para os demais municípios da RMC, as áreas mais periféricas são as mais carentes em termos sócio-demográficos.

A partir destas análises, políticas públicas podem ser criadas especificamente para as áreas mais carentes, de forma a se obter o maior proveito dos recursos destinados pelos municípios, auxiliando de forma importante os tomadores de decisão.

#### Referências

- Burrough, P.A. **Principles of Geographic Information Systems for land resources assessment**. Oxford: Clarendon, 1986.
- Cano, W.; Brandão, C.A. (coords.) **A Região Metropolitana de Campinas: urbanização, economia, finanças e meio ambiente**. Campinas: Editora da Unicamp, 2002. 2v, p.415, 2º vol.
- Cressie, N.A.C. **Statistics for spatial data**. New York: John Wiley, 1993.
- Cunha, J.M.P. **Mobilidade Populacional e Expansão Urbana: o caso da Região Metropolitana de São Paulo**. Tese de Doutorado apresentada ao Departamento de Ciências Sociais do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas. Campinas: [s.n.], 1994.
- Isaaks, E.H.; Srivastava, R.H. **An Introduction to Applied Geostatistics**. New York: Oxford University Press, 1989.
- Jakob, A.A.E. As mudanças sócio-espaciais na Ilha de São Vicente nos anos 1990 e a possibilidade de novas regionalizações por meio de análises intra-urbanas. In: Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 14, 2004, Caxambu. **Anais...** Belo Horizonte: ABEP, 2004. Disponível em <<http://www.abep.org.br>>
- Jakob, A.A.E. **Análise Sócio-Demográfica da Constituição do Espaço Urbano da Região Metropolitana da Baixada Santista no período 1960-2000**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Doutorado em Demografia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas. Campinas: [s.n.], 2003a.
- Jakob, A.A.E. A Krigagem como método de análise de segregação espacial da população. IN: Encontro Nacional da ANPUR, 10. **Anais...**, Belo Horizonte, MG, 2003b.
- Journel, A.G.; Huijbregts, C.J. **Mining Geostatistics**. New York: Academic Press, 1978.
- Matheron, G. Principles of Geoestatistics. **Economic Geology**, v. 58, p.1246-1266. El Paso, 1963.
- Ormsby, T.; Napoleon, E.; Burke, R.; Groessl, C.; Feaster, L. **Getting to know ArcGIS desktop**. Redlands, California: ESRI Press, 2001.
- Pires, M.C.S.; Santos, S.M.M.dos. Evolução da mancha urbana. In: Fonseca, R.; Davanzo, A.M.Q.; Negreiros, R.M.C. (orgs.) **Livro Verde: desafios para a gestão da Região Metropolitana de Campinas**. Campinas: Unicamp-IE, 2002, p.53-74.
- Semeghini, U.C. **Do café à indústria: uma cidade e seu tempo**. Campinas: Editora da Unicamp, 1991.