

Análise do Comportamento de Variáveis Sociodemográficas dos Municípios do Estado do

Rio de Janeiro por Meio do Geoprocessamento: uma aplicação do potencial de interação e do Polígono de Voronoi*

Marta Foepel Ribeiro**
Liane Maria Azevedo Dornelles***

RESUMO

O objetivo deste trabalho consistiu na avaliação do comportamento de variáveis sociodemográficas dos municípios do Estado do Rio de Janeiro - total de ambulatórios e de hospitais; total de alunos matriculados nos ensinos Fundamental e Médio; população residente; taxa média geométrica de crescimento anual e taxa de urbanização - por meio da aplicação do Potencial de Interação e do Polígono de Voronoi.

Os resultados obtidos destacaram a forte primazia do município do Rio de Janeiro na Região Metropolitana; a fraca interação entre os municípios da Região Noroeste

Fluminense, justificada pela grande distância; Campos dos Goytacazes, como município polarizador das regiões Norte e Noroeste Fluminense, e Angra dos Reis e Casimiro de Abreu, das regiões Baía da Ilha Grande e Baixadas Litorâneas; com também a função polarizadora, principalmente no âmbito sub-regional, das regiões Centro-Sul Fluminense, Metropolitana (municípios da Baixada Fluminense) e a das Baixadas Litorâneas.

PALAVRAS-CHAVE:

Geoprocessamento; Potencial de Interação; Polígono de Voronoi; Avaliação; Assinatura

I - INTRODUÇÃO

A análise de interações que se verificam entre entidades distribuídas no espaço geográfico representa um exemplo de situação ambiental de destaque. Determinados procedimentos clássicos de identificação e de classificação de entidades ambientais

e de seus relacionamentos, como a matriz de correlação, podem ser superados por estruturas de análise que consideram um elemento fundamental no relacionamento entre entidades representadas em um território: a posição geográfica das entidades envolvidas. É o caso do uso de uma variante do modelo gravitacional tradicional, capaz de definir o que foi proposto e deno-

minado por Xavier da Silva (1999) de potencial de interação.

Portanto, o cálculo do Potencial de Interação (PI), efetuado sobre uma base georreferenciada, consiste numa poderosa ferramenta de investigação, que favorece a análise de interações que se verificam entre entidades distribuídas no espaço geográfico.

Os Polígonos de Voronoi, também conhecidos como de "Thiessen", permitem representar, no espaço geográfico, tendências relacionadas à sua organização, segundo a ocorrência de centros de influência (a polarização do território) e à presença de características ambientais dominantes que possam indicar as possibilidades da ocupação humana e definir uma certa regularidade paisagística (o conceito de região, zona ou área "homogênea").

A tendência à polarização reflete a presença de entidades ambientais, entre elas as cidades, os grandes empreendimentos industriais e agrícolas e as instalações militares. Essas entidades têm grande poder de organização do espaço geográfico, em função de características que melhor indiquem sua presença, as quais podem ser medidas pela "massa", representada pela quantidade de qualquer variável, como por exemplo: população, percentagem de alfabetizados, número de telefonemas interurbanos e depósitos bancários (Xavier da Silva et al, 1999).

Na perspectiva da formação de pontos polarizadores no espaço geográfico, não se pode deixar de citar a abordagem das "localidades centrais", sistematizada por Christaller, na década de 30. Em linhas gerais, essa perspectiva contribuiu para o entendimento do processo de apropriação desigual do espaço geográfico a partir da análise da presença de serviços, ou seja, entidades dotadas de funções centrais e que ocupam um nível hierárquico mais elevado possuem ampla região de influência. Em resumo, entre os aspectos mais importantes da teoria das localidades centrais, destaca-se que quanto maior o nível hierárquico de uma localidade central,

maior o número de funções centrais, sua população urbana, sua região de influência e o total da população servida. Além disso, quanto maior o nível hierárquico, menor o número de centros do mesmo nível e mais distanciados estão entre si (Corrêa, 1989).

O espaço geográfico pode, ainda, ser deformado por intermédio do cálculo dos Polígonos de Voronoi Modificados, com uso dos valores de PI, expressando uma tendência de polarização complexa, ao levar em consideração a posição geográfica de cada ponto em relação à rede de pontos polarizadores (Xavier da Silva et al., 1999).

O objetivo deste trabalho consistiu na análise do comportamento de variáveis sociodemográficas inseridas no contexto dos municípios do Estado do Rio de Janeiro e que possuem alto poder de interação espacial e são passíveis de comparações locais (população residente, taxa média geométrica de crescimento anual e taxa de urbanização, total de ambulatórios e de hospitais, total de alunos matriculados nos ensinos Fundamental e Médio) por meio da aplicação do Potencial de Interação (PI) e do Polígono de Voronoi (PV).

Os cálculos dos PIs e dos PVs foram feitos por intermédio dos programas Potencial de Interação (PI.exe) e Polígono de Voronoi (Voronoi.exe), desenvolvidos e cedidos pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Rio de Janeiro - LAGEOP/Departamento de Geografia/Instituto de Geociências/UFRJ.

Foram produzidos como resultados das aplicações dos algoritmos de PI, tabelas com valores ordenados e mapas com a distribuição espacial dos dez maiores e dos dez menores valores de PI. Os resultados referentes às áreas dos Polígonos de Voronoi foram obtidos a partir da geração de mapas rasters com os polígonos, os quais, posteriormente, foram "planimetrados" e os valores resultantes dispostos em ordem crescente em nova tabela.

Os resultados de PI ressaltaram a forte primazia do município do Rio de Janeiro na Região Metropolitana, como também a fraca interação entre os municípios da Região Noroeste Fluminense, justificada pela grande distância entre eles.

Os resultados dos Polígonos de Voronoi destacaram Campos dos Goytacazes como município polarizador das regiões Norte e Noroeste Fluminense, e Angra dos Reis e Casimiro de Abreu, das regiões Baía da Ilha Grande e Baixadas Litorâneas.

As regiões Centro-Sul Fluminense, Metropolitana (municípios da Baixada Fluminense) e a das Baixadas Litorâneas possuem função polarizadora, principalmente no âmbito sub-regional.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 POTENCIAL DE INTERAÇÃO

Representado por uma das variantes do modelo gravitacional tradicional, o procedimento exploratório denominado potencial de interação é definido por:

$$(PI)_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n (M_j / D_{ij}) + M_i / \min(D_{ij})/2$$

Onde:

$(PI)_i$ = Potencial de Interação da entidade "i";

M_j = "massa" da entidade;

D_{ij} = Distância entre as entidades "i" e "j";

n = número de entidades envolvidas;

M_i = "massa" da entidade "i";

$\min(D_{ij})/2$ = metade da menor das distâncias D_{ij} .

No presente trabalho foram utilizados as seguintes variáveis identificadas por valores de "massa" obtidos no Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro elaborado pela Fundação

Centro de Informações e Dados do Estado do Rio de Janeiro - CIDE (1997):

- Taxa de Urbanização/1996: expressa em porcentagem e representada pelo quociente entre a população urbana e a população total, considerando-se a divisão municipal vigente a partir de 1997;
- Taxa Média Geométrica de Crescimento Anual da população entre 1991 e 1996: calculada pela fórmula: $\left[\left(\frac{Pop96}{Pop91} \right)^{\frac{1}{5}} - 1 \right] * 100$;
- População Residente/1996: representada por moradores de um determinado domicílio, presentes na data do censo ou ausentes por período não superior a 12 meses, além de incluir membros de representação diplomática ou militar, que se encontravam em missão em país estrangeiro e suas famílias;
- Total de ambulatórios e de hospitais: corresponde aos atendimentos médicos realizados nas redes hospitalar e ambulatorial, sob a forma de serviços prestados através do Sistema Único de Saúde - SUS;
- Total de alunos matriculados nos ensinos Fundamental e Médio: obtido por meio do Censo Escolar de 1997 do Ministério de Educação e do Desporto (MEC) e computadas pela Secretaria de Estado de Educação (SEE).

O cálculo do Potencial de Interação foi feito com auxílio do arquivo executável PI.exe, sobre uma base georreferenciada dos municípios do Estado do Rio de Janeiro, fornecida pelo LAGEOP/UFRJ, contendo um total de 81 municípios (anterior às mais recentes emancipações), distribuídos em oito Regiões de Governo.

O potencial de interação foi calculado em função da distância relativa e da "massa" dos pontos marcados no mapa raster, por intermédio do arquivo executável PI.exe.

Posteriormente, estes dados foram hierarquizados por meio de planilha eletrônica, utilizan-

do-se o Programa Excel 97, propiciando futuras análises comparativas (ranking), indicativas de regiões homogêneas e polarizadoras (Tabelas 1 a 3).

2.2 - AVALIAÇÃO E ASSINATURA

Após a hierarquização dos valores de PI, destacaram-se os municípios com os dez maiores e os dez menores valores de PI. Esses municípios foram distribuídos espacialmente em mapa raster, que representou a base sobre a qual foram lançados os municípios com os dez maiores e menores valores de PI relativos à cada variável analisada.

2.3 POLÍGONOS DE VORONOI

Segundo Drysdale (1999), ao se considerar um conjunto arbitrário de pontos em uma superfície plana, tal como um mapa, e ao se conectar certos pontos através de uma linha reta, pode-se desenhar os bissetores dessas linhas, gerando polígonos ao redor de cada ponto.

Um polígono de Voronoi, também conhecido como de Thiessen, pode ser formalmente definido como:

$$\text{Pol}(G_i) = \{x \in \mathbb{R}^2 \mid \text{dist}(x, g_i) \leq \text{dist}(x, g_j), \forall g_j \in G - g_i\}$$

onde:

$\text{Pol}(G_i)$ = polígono referente ao ponto "i";

x = ponto pertencente a S ;

S = região do espaço \mathbb{R}^2 ;

$\text{dist}(x, g_j)$ = distância entre dois pontos pertencentes a S ;

$G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ (pontos geradores)

O arquivo executável Voronoi.exe define áreas de influência de determinados pontos marcados em mapas rasters, as quais são calculadas em função da distância relativa dos pontos (Da Cruz, 1999).

Para o denominado Voronoi Ponderado, as áreas de influência não dependem apenas da distância euclidiana, sendo acrescentado um peso a cada ponto marcado. Sendo assim, cada área de influência ficará vinculada a um determinado

ponto em função da distância euclidiana e da "massa" do ponto marcado, ou seja: se uma determinada localização em um mapa estiver mais próxima de um certo ponto, e sofrer influência devido ao peso de outro ponto, esta área poderá ser atribuída ao outro ponto de maior "massa", e não ao mais próximo (Da Cruz, 1999).

O arquivo executável Voronoi.exe foi rodado conforme o modo "Voronoi Ponderado" (Da Cruz, 1999), utilizando como base de cálculo o "Potencial de Interação", calculado pelo arquivo executável PI.exe. Como resultado, foram obtidos novos mapas rasters com a representação das áreas de influência de cada sede municipal, segundo os valores de PI calculados para todas as variáveis consideradas.

2.4 - AVALIAÇÃO E ASSINATURA

Cada mapa raster derivado da Avaliação foi submetido à operação de Assinatura Ambiental, feita em todo o mapa, com objetivo de "planimetrar" cada um dos polígonos existentes, de modo a permitir a hierarquização e posterior comparação das áreas de influência de cada município, considerando-se todas as variáveis envolvidas. Os valores das áreas em ha dos polígonos calculados foram também ordenados na planilha eletrônica, para fins de comparação entre as áreas de influência de cada município para cada variável "per si" (análise de cada coluna da tabela), como também considerando as variáveis em conjunto, objetivando encontrar similaridades ou diferenças entre municípios pertencentes à mesma região.

Após a ordenação das áreas de influência, destacaram-se os municípios com as dez maiores e com as dez menores áreas dos Polígonos de Voronoi relativos a cada variável analisada, as quais representam as áreas de influência (Tabelas 4 a 6). Posteriormente, esses municípios foram distribuídos em mapas rasters.

É interessante notar que, em muitos casos, os maiores e os menores valores de PI registrados estão associados a pequenas e a grandes distânci-

as entre municípios vizinhos, respectivamente. As grandes distâncias também explicam as maiores áreas de influência de determinados municípios, porque admite-se que quanto maior for a proximidade entre estes e os municípios vizinhos, maior será a tendência de haver disputas ou concorrência por mercados e serviços entre eles.

Assim sendo, os resultados obtidos em conjunto nortearam a análise e a avaliação da conjuntura sócio-demográfica do Estado do Rio de Janeiro.

2.5 - ASPECTOS GERAIS DA DEMOGRAFIA, DA SAÚDE E DA EDUCAÇÃO

Segundo IPPUR (1995), o Rio de Janeiro se sobressai na Região Metropolitana por apresentar a menor taxa de crescimento populacional - 1,10%. Tal situação reflete o próprio ritmo de crescimento da população brasileira que vem diminuindo em virtude não apenas da queda de fecundidade (com conseqüente processo de envelhecimento da população), mas também das mudanças na dinâmica migratória. Esse comportamento do Rio de Janeiro foi confirmado pela sua classificação em penúltimo lugar considerando o valor de PI referente à taxa média geométrica de crescimento anual (Tabela 1).

Em linhas gerais, houve uma queda geral da taxa de crescimento populacional na década de 80 no Estado do Rio de Janeiro, sobretudo na Região Metropolitana. No entanto, com exceção dos municípios com menos de 10 mil habitantes, houve aumento nas taxas de crescimento populacional. Destaque deve ser dado para os municípios com 20 a 50 mil habitantes, cuja taxa de crescimento populacional passou para 1,33%, em função principalmente do crescimento de Casimiro de Abreu e dos municípios turísticos de São Pedro da Aldeia e Saquarema. Os municípios de 50 a 100 mil habitantes mantiveram taxa de crescimento - mais de 2% - bem acima da média do estado. Esse quadro permite identificar três eixos de expansão populacional no estado: o turístico, composto por Angra dos

Reis e Cabo Frio; o agrícola, por Teresópolis, Valença e Três Rios, e o industrial, por Macaé e Resende (IPPUR, 1995).

O aumento relativo da taxa de crescimento populacional dos municípios ao longo da década de 80 indicou uma clara tendência à desconcentração metropolitana em direção aos municípios com mais de 50 mil habitantes, fortalecendo a importância das cidades médias na composição urbana do estado (IPPUR, 1995).

O crescimento demográfico do Estado do Rio de Janeiro se caracteriza por uma acentuada concentração espacial na região metropolitana, levando-se em conta o total da população, os equipamentos urbanos e os serviços públicos. Este fato fica evidenciado a partir da observação dos maiores valores de PI dos municípios dessa região, sendo marcante a diferença entre o Rio de Janeiro, Niterói e as demais áreas do estado, principalmente em relação ao total de alunos matriculados nos ensinos Fundamental e Médio (Tabelas 1 e 2).

Ressalta-se que a redução da taxa de analfabetismo pôde ser constatada em todas as áreas do estado, sendo os casos mais típicos desse decréscimo os municípios de Nova Iguaçu e São Gonçalo. À semelhança do que foi revelado anteriormente, a proporção de pessoas de instrução mais baixa, com até 3 anos de estudo, acompanhou basicamente a mesma distribuição espacial da taxa de analfabetismo: oposição entre os municípios do Rio de Janeiro e de Niterói e as demais áreas do estado, como um continuum que se estende da região central até o Interior Rural (CIDE, 1998).

Da mesma forma, avaliando-se a proporção dos mais instruídos, com mais de 12 anos de estudo, a discrepância entre Niterói e as demais áreas revelou-se bastante acentuada (CIDE, 1998).

Constatou-se uma melhoria do perfil de instrução nas áreas da periferia metropolitana (Nova Iguaçu e São Gonçalo, dentre outros) que apresentaram diminuição nos percentuais referentes

à faixa dos menos instruídos; em contrapartida, observou-se aumento nos percentuais relativos às faixas dos que possuem maior nível de instrução (CIDE, 1998).

O município de São Gonçalo destaca-se como área receptora de fluxo populacional. Essa forte atração populacional pôde ser evidenciada pela expressiva concentração dos dez maiores valores de PI relativos à população residente, ao número de ambulatórios, de hospitais e de alunos matriculados nos ensinos Fundamental e Médio. Este mesmo fato pôde ser constatado em outros municípios da Baixada Fluminense.

Essa tendência à descentralização metropolitana foi observada por meio dos dez maiores valores de PI - a partir da taxa média geométrica de crescimento anual - , que pertencem a aproximadamente 50% dos municípios da Região das Baixadas Litorâneas, formada por Cabo Frio, São Pedro da Aldeia, Arraial do Cabo, Rio das Ostras e Araruama. Outro aspecto que também evidencia a tendência à descentralização, segundo a taxa de urbanização, consiste na participação de 30% dos municípios pertencentes à Região Centro-Sul Fluminense (Engenheiro Paulo de Frontin, Mendes e Miguel Pereira) entre aqueles que possuem os maiores valores de PI.

Cabo Frio, por excelência o principal centro da Região das Baixadas Litorâneas, vem recebendo fluxos significativos de migrantes a partir da diversificação das atividades comerciais e de serviços. Tal aspecto torna-se evidente no valor de PI referente à taxa média geométrica de crescimento anual, a qual aponta Cabo Frio como o primeiro colocado, seguido dos demais municípios supracitados (Tabela 1). A atividade que nos dias atuais desponta como a indicada para o crescimento do município é o turismo, favorecido pelas condições do meio natural. A função polarizadora de Cabo Frio é percebida sobre quase todos os municípios da Região das Baixadas Litorâneas, à exceção de Cachoeiras de Macacu, Casimiro de Abreu e Rio das Ostras.

Encontram-se refletidas nos valores do potencial de interação a fácil comunicação entre Miguel Pereira e a Região Metropolitana, por meio da RJ-125, Rodovia Presidente Dutra, e as atividades de turismo e de veraneio (belezas naturais, clima ameno...), consideradas como aquelas de maior dinamismo desse município (CIDE, 1998). Este fato também se verifica nos municípios vizinhos, Engenheiro Paulo de Frontin e Mendes, além daqueles pertencentes à Região Metropolitana, quando se observa os valores de PI calculados a partir da taxa de urbanização.

Os municípios de Volta Redonda e Barra Mansa exercem influência direta sobre grande parte da Região do Médio Paraíba, bem como sobre a porção meridional do Centro-Sul Fluminense. Devem tal condição ao fato de abrigarem uma conurbação, representada pelas duas sedes e cujo crescimento está relacionado à implantação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), que desempenhou papel multiplicador na atividade industrial da Região, com consequente aumento dos serviços (CIDE, 1998) e (Piquet, 1998). Os dez maiores valores de PI e das áreas dos polígonos de Voronoi, referentes ao total de ambulatórios e de hospitais, atestam esse fato (Tabela 3).

Em relação aos municípios que apresentaram os dez menores valores de PI, a marcante participação de municípios da Região Noroeste Fluminense (Itaperuna, Laje do Muriaé, Bom Jesus do Itabapoana, Varre-Sai, entre outros), referente às variáveis população residente, taxa geométrica de crescimento anual, taxa de urbanização, total de hospitais e de ambulatórios e total de alunos matriculados nos ensinos Fundamental e Médio, reflete a pequena integração desses municípios com os demais, reforçando a existência de uma expressiva diferença entre as porções oeste e leste do estado (Tabelas 1 a 3).

O fato do município de Campos de Goytacazes despontar como o primeiro com as dez maiores áreas (ha) dos polígonos de Voronoi, segui-

do de mais outros cinco municípios vizinhos, reforça sua função polarizadora, a qual remonta à sua própria evolução histórica, tendo o município exercido papel fundamental como difusor do povoamento por toda a área do Noroeste Fluminense. Entretanto, a produção açucareira ainda exerce importância na economia do município, principalmente porque se modernizou, incorporando a mecanização que, se por um lado serviu para aumentar a capacidade produtiva e a concentração da produção em grandes unidades, por outro, reduziu a população mantida permanentemente pela agricultura e também pelas lavouras de subsistência, fazendo crescer o setor informal e a migração. Mais da metade da população economicamente ativa se encontra no setor terciário, que atende às populações de grande parte dos municípios do Norte e Noroeste Fluminenses. Campos dos Goytacazes concentra o maior número de estabelecimentos industriais do Norte Fluminense, destacando-se as indústrias de produtos alimentares, química, de transformação de produtos de minerais não metálicos e mecânica. A descoberta de petróleo e de gás natural na plataforma continental da Baía de Campos, no início dos anos 70, tem propiciado de maneira significativa o aumento da receita municipal, através do recebimento dos respectivos "royalties". A proximidade desta Baía pode possibilitar a este município o desenvolvimento de atividades ligadas ao setor petroquímico e às indústrias que dele se beneficiem. Atualmente, destacam-se também no município as atividades de pecuária leiteira e de equinocultura, além do crescimento de indústrias de laticíneos, como a Parmalat (Tabela 4).

O município de Angra dos Reis, situado na Região da Baía da Ilha Grande, apresenta-se com função crescente de polarização, a qual é beneficiada pela sua posição geográfica e pelo seu potencial econômico. Este pode ser explicado pelo conjunto formado pelo litoral, com suas inúmeras praias e ilhas, e pela Mata Atlântica, parcialmente preservada, que representam fatores de

atração de investimentos para o setor de turismo e de veraneio, provocando um crescimento do comércio e de serviços e recebendo, por isto, significativo contingente de migrantes (CIDE, 1998). Além do turismo, possuem papel de relevância para o entendimento da polarização exercida pelo município de Angra dos Reis, as seguintes atividades: aquicultura de água salgada; preparação e fabricação de conservas de pescado; serviços portuários e de apoio náutico (FGV, 1998). Essas constatações ficaram registradas através dos valores das dez maiores áreas (ha) dos polígonos de Voronoi, representadas pela presença marcante de Angra dos Reis e Parati em relação a todas as variáveis consideradas neste trabalho (Tabelas 4 a 6 e Figuras 1 e 2).

Os municípios da Região das Baixadas Litorâneas - Casimiro de Abreu e Cachoeira de Macacu - também se destacaram entre as dez maiores áreas dos polígonos de Voronoi, referentes a todas as variáveis analisadas, e reforçam a não tão expressiva função polarizadora de Cabo Frio sobre esses municípios (Tabelas 4 a 6). Hoje, em Casimiro de Abreu, chama atenção a atividade turística que se desenvolveu num ritmo bastante acelerado nos últimos anos. O crescimento dessa atividade é observado em todos os municípios da Região das Baixadas Litorâneas. Em Casimiro de Abreu, pode-se citar como exemplos a expansão do setor terciário e o crescimento da indústria da construção civil, impulsionado pela especulação imobiliária e pela grande produção de residências de veraneio.

A localização do município de Três Rios em entroncamentos ferroviário (ligação com Minas Gerais) e rodoviário (BR-040 e BR-393) permitiu o surgimento de indústrias e explica sua boa posição nos índices de Centralidade (influência local) e de Facilidades para negócios (CIDE, 1998). No entanto, a população do Município apresenta diminuição de suas taxas de crescimento, talvez reflexo de uma relativa incapacidade da economia municipal em absorver a mesma quantidade de mão-de-obra observada em ou-

tros períodos. Esses fatos são evidenciados pela sua classificação (1º lugar na Região Centro-Sul Fluminense) em comparação às dez menores áreas (ha) dos polígonos de Voronoi em relação a todas as variáveis. Os municípios de Mendes, Engenheiro Paulo de Frontin e Comendador Levy Gasparian classificam-se imediatamente após Três Rios (Tabelas 4 a 6).

Os resultados obtidos com relação a Cabo Frio mostram que o mesmo apresenta-se entre os municípios com as dez menores áreas de influência quanto a todas as variáveis consideradas. A princípio, pode-se afirmar que a sua função polarizadora reflete-se no âmbito sub-regional, ou seja, é sentida principalmente sobre o município de Arraial do Cabo (Tabelas 4 a 6).

O município do Rio de Janeiro, comanda a Região Metropolitana e representa o principal centro produtor e distribuidor de bens e serviços de todo o Estado, além de ser sede do Governo Estadual e de diversas instituições públicas e privadas. O Rio de Janeiro reúne cerca de 41 % da população e 59% da economia (medida pelo Produto Interno Bruto) de todo o Estado. Considerando a Região Metropolitana, essas participações aumentam para, respectivamente, 78% e 85%. No entanto, esta concentração tem trazido conseqüências negativas que tendem a desestimular novos investimentos.

O município se destaca em Centralidade, Dinamismo, Riqueza e Facilidades para negócios, indicadores nos quais ocupa o primeiro lugar no Estado. Esta centralidade é reforçada por fatores relacionados à sua evolução histórica, política e econômica, e reflete-se nos menores valores referentes às áreas dos PV para todas as variáveis analisadas, o que indica que o município sofre concorrências na sua região com os demais que desempenham atividades mais pontualizadas (Tabelas 4 a 6). O dinamismo, a riqueza e as facilidades para negócios acabam sendo conseqüência lógica dessa alta centralidade apresentada, sem surpresa, pela capital do Estado. O município é ainda o segundo classificado em

infra-estrutura para grandes empreendimentos - colocação devida à grande acumulação de bens de capital - e em Cidadania, indicador que não poderia deixar de ser elevado em uma das maiores cidades do país, onde a oferta de equipamentos coletivos de educação, cultura e saúde, por exemplo, não encontra paralelo no Estado (CIDE, 1998) - aspecto registrado nos elevados valores de PI.

O município de Niterói, por ocupar o segundo lugar do Estado em centralidade, dinamismo e riqueza, aproxima-se da realidade descrita para o município do Rio de Janeiro.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os municípios que apresentam elevados valores de Potencial de Interação e que possuem as menores áreas dos polígonos de Voronoi estão situados muito próximos uns dos outros, sofrendo concorrência por mercados e serviços.

A forte primazia do Rio de Janeiro na Região Metropolitana é marcada pela grande diferença entre os valores de PI deste município e Niterói e também das demais áreas do Estado, considerando as variáveis analisadas.

A grande distância entre os municípios pertencentes à Região Noroeste Fluminense explica, em parte, o número significativo de municípios com baixos valores de PI.

As funções de polarização de Campos de Goytacazes, nas regiões Norte e Noroeste; de Angra dos Reis, na Região da Baía da Ilha Grande; e de Casimiro de Abreu, na Região das Baixadas Litorâneas do Estado, encontram-se refletidas nos elevados valores das áreas dos polígonos de Voronoi, os quais estão associados às grandes distâncias entre os municípios.

Pode-se afirmar que as regiões Centro-Sul Fluminense, Metropolitana e das Baixadas Litorâneas que tiveram alguns de seus municípios entre aqueles com as dez menores áreas (ha) dos polígonos de Voronoi em relação a todas as variáveis, possuem função polarizadora, principalmente no âmbito sub-regional.

Ressalta-se a importância de se calcular o Potencial de Interação, considerando-se as distâncias ao longo das vias de circulação, pelo importante papel desempenhado pelas mesmas, não só no desenvolvimento como na integração dos pólos no território fluminense.

A inserção de novos dados acerca das condições de transporte, econômicas/financeiras, turísticas, sociais, físicas, entre outras para geração de Polígonos de Voronoi Modificados com atrito ambiental é fundamental para a caracterização e comparação mais adequada das posições territoriais, bem como uma mais completa análise conjuntural das Regiões de Governo.

NOTAS

- * Síntese do trabalho final referente à disciplina "Geoprocessamento e SGIs" do Curso de Especialização em Lato Sensu Geoprocessamento, oferecido pelo Laboratório de Geoprocessamento (LAGEOP) do Departamento de Geografia/Instituto de Geociências/UFRJ.
- ** Professora Assistente do Departamento de Geografia/Instituto de Geociências/UERJ; Coordenadora do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Geoprocessamento (NEPGEO) do Instituto de Geociências/UERJ.
- *** Professora Assistente do Departamento de Oceanografia/Instituto de Geociências/UERJ; Coordenadora do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Geoprocessamento (NEPGEO) do Instituto de Geociências/UERJ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. C. A qualidade de vida no Estado do Rio de Janeiro. Niterói: EDUFF, 1997. 127p.
- CIDE - FUNDAÇÃO CENTRO DE INFORMAÇÃO E DADOS DO RIO DE JANEIRO. IQM: Índice de Qualidade dos Municípios. Rio de Janeiro: CIDE, 1998. 56p.
- CORREA, R. L. A rede urbana. São Paulo : Editora Ática, 1989, 96 p.
- CRUZ, M. S. R. B. Manual do programa Potencial de Interação. Rio de Janeiro: Laboratório De Geoprocessamento (LAGEOP), 1999. 29p.
- CRUZ, M. S. R. B. Manual do programa Polígonos de Voronoi. Rio de Janeiro: Laboratório De Geoprocessamento (LAGEOP), 1999. 12p.
- DRYSDALE, S. Voronoi Diagrams: Applications from Archaeology to Zoology. Disponível na Internet via http://www.scot_drysdale.html. Arquivo consultado em 1999.
- DUARTE, A. C. Regionalização - Considerações Metodológicas. Boletim de Geografia Teórica, Rio Claro, v.10, n. 20, p. 5 - 32. 1980.
- FREITAS, E. G de. Geometria Computacional. Disponível na INTERNET via <http://www.ime.usp.br/~freitas/gc/index.html>. Arquivo consultado em 1999.
- FGV - Fundação Getúlio Vargas. Potencialidades Econômicas e Competitividade, Região Baixada - Área II. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1998, 49 p.
- GOLD, C. The Voronoi Web Site. Disponível na INTERNET via <http://www.voronoi.com/>. Arquivo consultado em 1999.
- IPPUR/UFRJ. Como anda o Rio de Janeiro: análise da conjuntura social. Rio de Janeiro: UPPUR/UFRJ, 1995. 131p.
- KAISER, B. A divisão do espaço geográfico nos países subdesenvolvidos. Boletim geográfico, Rio de Janeiro, n.197. 1966.
- PIQUET, R. Cidade-empresa, presença na paisagem urbana brasileira. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998, p. 45 - 79.
- XAVIER DA SILVA, J. A digital model of the environment: na effective approach to areal analysis. In: Latin American Conference, International Geographic Union, 1982, Rio de Janeiro. Annals of Latin American Conference, International Geographic Union. Rio de Janeiro: IGU, 1982. v. 1, p. 17 - 22.
- XAVIER DA SILVA et al. Geoprocessamento e SIGs. In: XAVIER DA SILVA et al. SGIs: uma proposta metodológica. Rio de Janeiro: Laboratório De Geoprocessamento (LAGEOP), 1999. 54p.

ABSTRACT

The work intent consisted in the evaluation of the social and-demographics variables behavior of the Rio de Janeiro municipalities - total of ambulatory and hospitals; total of pupils registered in the Elementary School and High School; resident population; geometric average rate of annual growth and urbanization rate - by means of the Interaction Potential and the Voronoi applications.

The obtained results in this study reflects the strong preference for the Rio de

Janeiro municipality (or municipal district) in the Metropolitan Region; the weak interaction between the municipalities of Fluminense Northwest Region, justified by the large distance; Campos de Goyatacazes, as polarized municipal district (or municipality) of North and Northwest Fluminense, Angra dos Reis and Casimiro de Abreu, with the same polarized

function, mainly in the under regional scope, of the Fluminense Center-South, Metropolitan (Baixada Fluminense municipalities) and Baixadas Litorâneas regions.

KEYWORDS: _____

Geoprocessing; Interaction Potential; Voronoi Polygon; Evaluation; Signature.

TABELA 1 – HIERARQUIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS FLUMINENSES SEGUNDO OS POTENCIAIS DE INTERAÇÃO (PI) REFERENTES ÀS VARIÁVEIS POPULAÇÃO RESIDENTE, TAXA MÉDIA GEOMÉTRICA DE CRESCIMENTO ANUAL E TAXA DE URBANIZAÇÃO.

<i>População Residente 1996</i>	PI	<i>Crescimento Anual 1991/1996</i>	PI	<i>Taxa de Urbanização 1996</i>	PI
Cat. - Legendas		Cat. - Legendas		Cat. - Legendas	
Varre-Sai (7)	45301,93	Cardoso Moreira (6)	0,64	Parati (5)	25,93
Porciúncula (7)	47955,17	Parati (5)	0,66	Sao João da Barra (6)	28,22
Bom Jesus de Itabapoana (7)	48211,37	Bom Jesus de Itabapoana (7)	0,73	Campos dos Goytacazes (6)	34,43
Sao João da Barra (6)	49111,18	Sao João da Barra (6)	0,75	Quissamã (6)	34,44
Natividade (7)	50255,28	Lage do Muriaé (7)	0,75	Bom Jesus de Itabapoana (7)	37,57
Lage do Muriaé (7)	53136,60	Varre-Sai (7)	0,76	Varre-Sai (7)	37,81
Itaperuna (7)	54498,58	Italva (7)	0,77	Angra dos Reis (5)	38,21
Italva (7)	55220,29	Miracema (7)	0,78	Itatiaia (4)	41,56
Cardoso Moreira (6)	55480,61	Itaperuna (7)	0,80	Lage do Muriaé (7)	43,32
Quissamã (6)	57137,61	Campos dos Goytacazes (6)	0,81	Itaperuna (7)	44,67
Queimados (2)	265093,45	Nova Iguaçu (2)	1,84	Miguel Pereira (1)	88,33
Magé (2)	266215,12	Guapimirim (2)	1,84	Mendes (1)	96,36
São Gonçalo (2)	425583,96	Araruama (3)	1,85	Paracambi (2)	96,44
Nilópolis (2)	477073,37	Paracambi (2)	1,93	Japeri (2)	97,08
Nova Iguaçu (2)	482869,35	Belford Roxo (2)	1,93	Engenheiro Paulo de Frontin (1)	98,11
Belford Roxo (2)	487692,40	Japeri (2)	1,95	Duque de Caxias (2)	101,38
Duque de Caxias (2)	540255,83	Rio das Ostras (3)	2,06	Nova Iguaçu (2)	111,61
São Joao de Meriti (2)	540262,82	Arraial do Cabo (3)	2,71	Belford Roxo (2)	116,18
Niterói (2)	712983,82	São Pedro da Aldeia (3)	3,14	Nilópolis (2)	118,13
Rio de Janeiro (2)	1152512,01	Cabo Frio (3)	4,14	São Joao de Meriti (2)	118,66

TABELA 2 - HIERARQUIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS FLUMINENSES SEGUNDO OS POTENCIAIS DE INTERAÇÃO (PI) REFERENTES AO TOTAL DE ALUNOS MATRICULADOS NOS ENSINOS FUNDAMENTAL E MÉDIO.

<i>Alunos matriculados no Ensino Fundamental</i>	PI	<i>Alunos matriculados no Ensino Médio</i>	PI
Cat. - Legendas		Cat. - Legendas	
Varre-Sai (7)	7740,54	Varre-Sai (7)	1767,98
Porciúncula (7)	8215,00	Porciúncula (7)	1873,56
Bom Jesus do Itabapoana (7)	8292,70	Bom Jesus do Itabapoana (7)	1908,78
São João da Barra (6)	8547,40	São João da Barra (6)	1912,58
Natividade (7)	8612,74	Natividade (7)	1979,55
Laje do Muriaé (7)	9066,82	Laje do Muriaé (7)	2087,54
Itaperuna (7)	9364,15	Itaperuna (7)	2153,63
Italva (7)	9463,70	Italva (7)	2158,11
Cardoso Moreira (6)	9564,64	Cardoso Moreira (6)	2167,17
Quissamã (6)	9872,37	Quissamã (6)	2264,01
Magé (2)	43350,38	Magé (2)	10062,04
Queimados (2)	46124,40	Queimados (2)	10243,49
São Gonçalo (2)	66971,48	São Gonçalo (2)	16468,34
Nilópolis (2)	84935,13	Belford Roxo (2)	18677,85
Duque de Caxias (2)	87937,20	Nova Iguaçu (2)	19405,80
Belford Roxo (2)	88913,67	Nilópolis (2)	19406,71
Nova Iguaçu (2)	89204,04	Duque de Caxias (2)	19929,56
São João de Meriti (2)	93256,19	São João de Meriti (2)	20546,04
Niterói (2)	110058,44	Niterói (2)	30188,02
Rio de Janeiro (2)	174982,02	Rio de Janeiro (2)	47943,29

Municípios da Região Centro-Sul Fluminense (1); Municípios da Região Metropolitana (2); Municípios da Região das Baixadas Litorâneas (3); Municípios da Região do Médio Paraíba (4); Municípios da Região da Baía da Ilha Grande (5); Municípios da Região Norte Fluminense (6); Municípios da Região Noroeste Fluminense (7).

TABELA 3 - HIERARQUIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS FLUMINENSES SEGUNDO OS POTENCIAIS DE INTERAÇÃO (PI) REFERENTES AO TOTAL DE AMBULATÓRIOS E HOSPITAIS.

<i>Total de Ambulatórios</i>	<i>PI</i>	<i>Total de Hospitais</i>	<i>PI</i>
<i>Cat. - Legendas</i>		<i>Cat. - Legendas</i>	
Parati (5)	12,27	São João da Barra (6)	1,55
São João da Barra (6)	12,94	Varre-Sai (7)	1,67
Varre-Sai (7)	13,69	Parati (5)	1,72
Quissamã (6)	14,67	Porciúncula (7)	1,77
Porciúncula (7)	14,83	Bom Jesus do Itabapoana (7)	1,79
Bom Jesus do Itabapoana (7)	15,16	Quissamã (6)	1,82
Laje do Muriaé (7)	15,49	Natividade (7)	1,90
Natividade (7)	15,87	Laje do Muriaé (7)	1,94
Cardoso Moreira (6)	16,42	Cardoso Moreira (6)	1,96
Campos dos Goytacazes (6)	16,61	Campos dos Goytacazes (6)	1,97
Barra Mansa (4)	42,62	Queimados (2)	6,48
Volta Redonda (4)	47,13	Magé (2)	7,39
São Gonçalo (2)	52,19	Nova Iguaçu (2)	10,05
Duque de Caxias (2)	67,58	Belford Roxo (2)	10,70
Belford Roxo (2)	70,46	Nilópolis (2)	11,27
Nilópolis (2)	70,48	São Gonçalo (2)	11,72
São João de Meriti (2)	72,13	Duque de Caxias (2)	13,11
Niterói (2)	72,19	São João de Meriti (2)	13,23
Nova Iguaçu (2)	73,57	Niterói (2)	20,60
Rio de Janeiro (2)	92,74	Rio de Janeiro (2)	30,21

64

TABELA 4 - HIERARQUIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS FLUMINENSES CONFORME AS ÁREAS (HA) DOS POLÍGONOS DE VORONOI (PV) REFERENTES ÀS VARIÁVEIS POPULAÇÃO RESIDENTE, TAXA MÉDIA GEOMÉTRICA DE CRESCIMENTO ANUAL E TAXA DE URBANIZAÇÃO.

<i>População Residente 1996</i>	<i>Área</i>	<i>Crescimento Anual 1991/1996</i>	<i>Área</i>	<i>Taxa de Urbanização 1996</i>	<i>Área</i>
<i>Cat. - Legendas</i>	<i>(ha)</i>	<i>Cat. - Legendas</i>	<i>(ha)</i>	<i>Cat. - Legendas</i>	<i>(ha)</i>
Arraial do Cabo (3)	5684	Arraial do Cabo (3)	4116	Arraial do Cabo (3)	6125
São João de Meriti (2)	9702	Comendador Levy Gasparian (1)	13426	Comendador Levy Gasparian (1)	13132
Comendador Levy Gasparian (1)	12152	Niterói (2)	13622	São João de Meriti (2)	14357
Engenheiro Paulo de Frontin (1)	13524	São João de Meriti (2)	14357	Engenheiro Paulo de Frontin (1)	14847
Mendes (1)	15288	Engenheiro Paulo de Frontin (1)	14602	Niterói (2)	15631
Três Rios (1)	15484	Três Rios (1)	14994	Cabo Frio (3)	15974
Cabo Frio (3)	15680	Mendes (1)	15582	Mendes (1)	17297
Japeri (2)	19110	Cabo Frio (3)	20678	Três Rios (1)	17689
Paracambi (2)	20041	Paracambi (2)	21266	Nova Iguaçu (2)	18669
Niterói (2)	21805	Rio de Janeiro (2)	22491	Rio de Janeiro (2)	21609
Cachoeira de Macacu (3)	78204	Cachoeira de Macacu (3)	79037	Cachoeira de Macacu (3)	79821
Parati (5)	83104	Parati (5)	83692	Parati (5)	82467
Angra dos Reis (5)	95893	Angra dos Reis (5)	96236	Angra dos Reis (5)	97265
São Fidélis (6)	102949	Cardoso Moreira (6)	101577	Casimiro de Abreu (3)	102459
Casimiro de Abreu (3)	104664	São Fidélis (6)	103047	São Fidélis (6)	106624
Conceição de Macabu (6)	107212	Casimiro de Abreu (3)	106183	Conceição de Macabu (6)	110397
Quissamã (6)	112406	Conceição de Macabu (6)	108682	Quissamã (6)	112847
Cardoso Moreira (6)	131908	Quissamã (6)	125440	São João da Barra (6)	123235
São João da Barra (6)	134995	São João da Barra (6)	154987	Cardoso Moreira (6)	157192
Campos dos Goytacazes (6)	189238	Campos dos Goytacazes (6)	164297	Campos dos Goytacazes (6)	166992

Municípios da Região Centro-Sul Fluminense (1); Municípios da Região Metropolitana (2); Municípios da Região das Baixadas Litorâneas (3); Municípios da Região do Médio Paraíba (4); Municípios da Região da Baía da Ilha Grande (5); Municípios da Região Norte Fluminense (6); Municípios da Região Noroeste Fluminense (7).

TABELA 5 - HIERARQUIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS FLUMINENSES CONFORME AS ÁREAS (HA) DOS POLÍGONOS DE VORONOI (PV) REFERENTES ÀS VARIÁVEIS TOTAL DE AMBULATÓRIOS E HOSPITAIS.

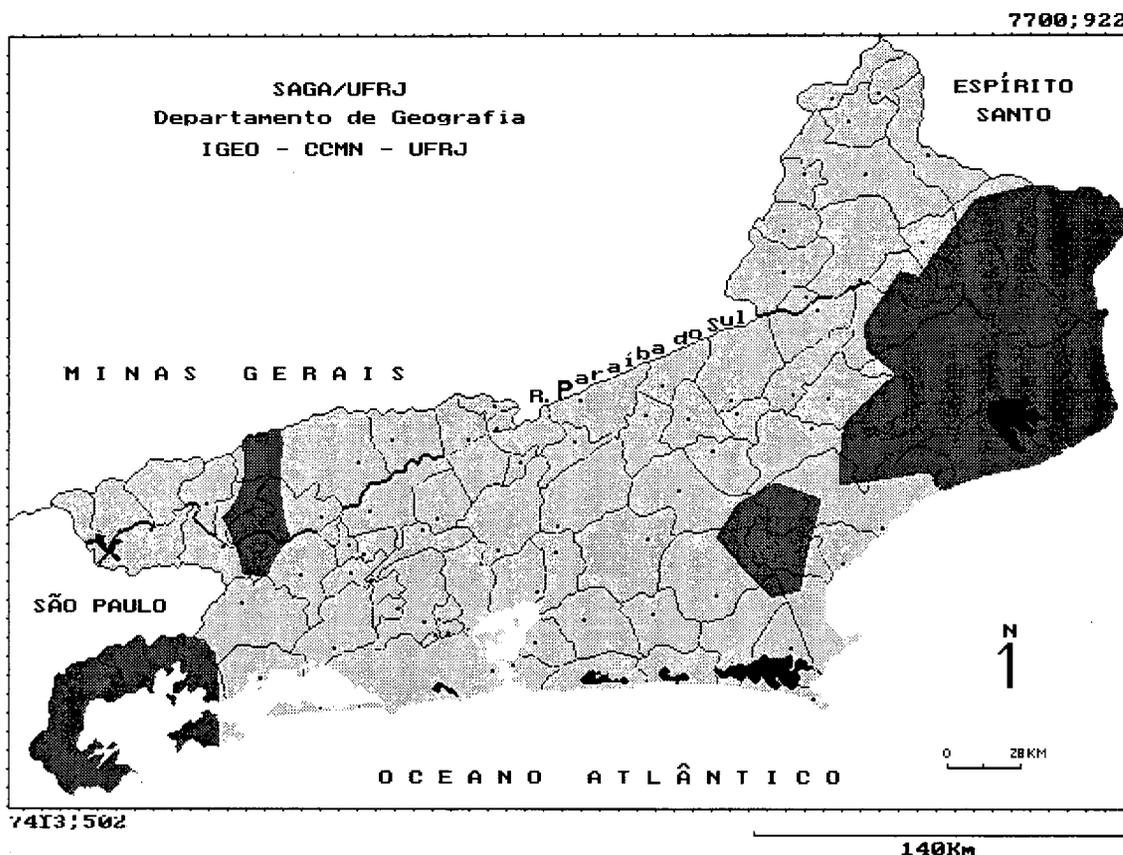
<i>Total de Ambulatórios</i> Cat. - Legendas	<i>Área</i> (ha)	<i>Total de Hospitais</i> Cat. - Legendas	<i>Área</i> (ha)
Arraial do Cabo (3)	5243	Arraial do Cabo (3)	5145
São João de Meriti (2)	10535	São João de Meriti (2)	9457
Comendador Levy Gasparian (1)	10682	Engenheiro Paulo de Frontin (1)	14406
Engenheiro Paulo de Frontin (1)	14014	Mendes (1)	14749
Mendes (1)	14749	Cabo Frio (3)	18424
Três Rios (1)	16023	Nova Iguaçu (2)	20580
Cabo Frio (3)	17101	Porciúncula (7)	20629
Niterói (2)	18522	Japeri (2)	20972
Japeri (2)	19453	Niterói (2)	22099
Porciúncula (7)	20727	Paracambi (2)	22736
Volta Redonda (4)	80850	Parati (5)	84917
Parati (5)	83986	Volta Redonda (4)	88886
Angra dos Reis (5)	97314	Angra dos Reis (5)	95844
Casimiro de Abreu (3)	100842	São Fidélis (6)	103831
São Fidélis (6)	104958	Conceição de Macabu (6)	111867
Conceição de Macabu (6)	107849	Quissamã (6)	113435
Quissamã (6)	111083	Casimiro de Abreu (3)	125489
São João da Barra (6)	126763	São João da Barra (6)	127498
Cardoso Moreira (6)	141218	Cardoso Moreira (6)	141267
Campos dos Goytacazes (6)	186053	Campos dos Goytacazes (6)	183358

TABELA 6 - HIERARQUIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS FLUMINENSES CONFORME AS ÁREAS (HA) DOS POLÍGONOS DE VORONOI (PV) REFERENTES ÀS VARIÁVEIS TOTAL DE ALUNOS MATRICULADOS NOS ENSINOS FUNDAMENTAL E MÉDIO.

<i>Alunos matriculados</i> <i>no Ensino Fundamental</i> Cat. - Legendas	<i>Área</i> (ha)	<i>Alunos matriculados</i> <i>no Ensino Médio</i> Cat. - Legendas	<i>Área</i> (ha)
Arraial do Cabo (3)	5439	Arraial do Cabo (3)	5733
São João de Meriti (2)	9408	São João de Meriti (2)	8477
Comendador Levy Gasparian (1)	10976	Comendador Levy Gasparian (1)	10976
Engenheiro Paulo de Frontin (1)	13573	Engenheiro Paulo de Frontin (1)	13573
Mendes (1)	14455	Mendes (1)	14455
Três Rios (1)	15190	Três Rios (1)	15190
Cabo Frio (3)	17052	Cabo Frio (3)	16562
Japeri (2)	19796	Japeri (2)	18963
Paracambi (2)	20531	Paracambi (2)	20678
Porciúncula (7)	20825	Porciúncula (7)	20776
Cachoeiras de Macacu	78106	Cachoeiras de Macacu	78498
Parati (5)	84427	Parati (5)	84280
Angra dos Reis (5)	96236	Angra dos Reis (5)	96285
São Fidélis (6)	102263	São Fidélis (6)	102655
Casimiro de Abreu (3)	103978	Casimiro de Abreu (3)	104223
Conceição de Macabu (6)	109074	Conceição de Macabu (6)	108976
Quissamã (6)	113533	Quissamã (6)	113484
São João da Barra (6)	130879	São João da Barra (6)	128478
Cardoso Moreira (6)	135926	Cardoso Moreira (6)	134799
Campos dos Goytacazes (6)	191002	Campos dos Goytacazes (6)	193795

Municípios da Região Centro-Sul Fluminense (1); Municípios da Região Metropolitana (2); Municípios da Região das Baixadas Litorâneas (3); Municípios da Região do Médio Paraíba (4); Municípios da Região da Baía da Ilha Grande (5); Municípios da Região Norte Fluminense (6); Municípios da Região Noroeste Fluminense (7).

**FIGURA 1: TOTAL DE HOSPITAIS E DE AMBULATÓRIOS:
MUNICÍPIOS COM AS DEZ MAIORES ÁREAS (HA) DOS POLÍGONOS DE VORONOI.**



RESOLUCAO: 700m

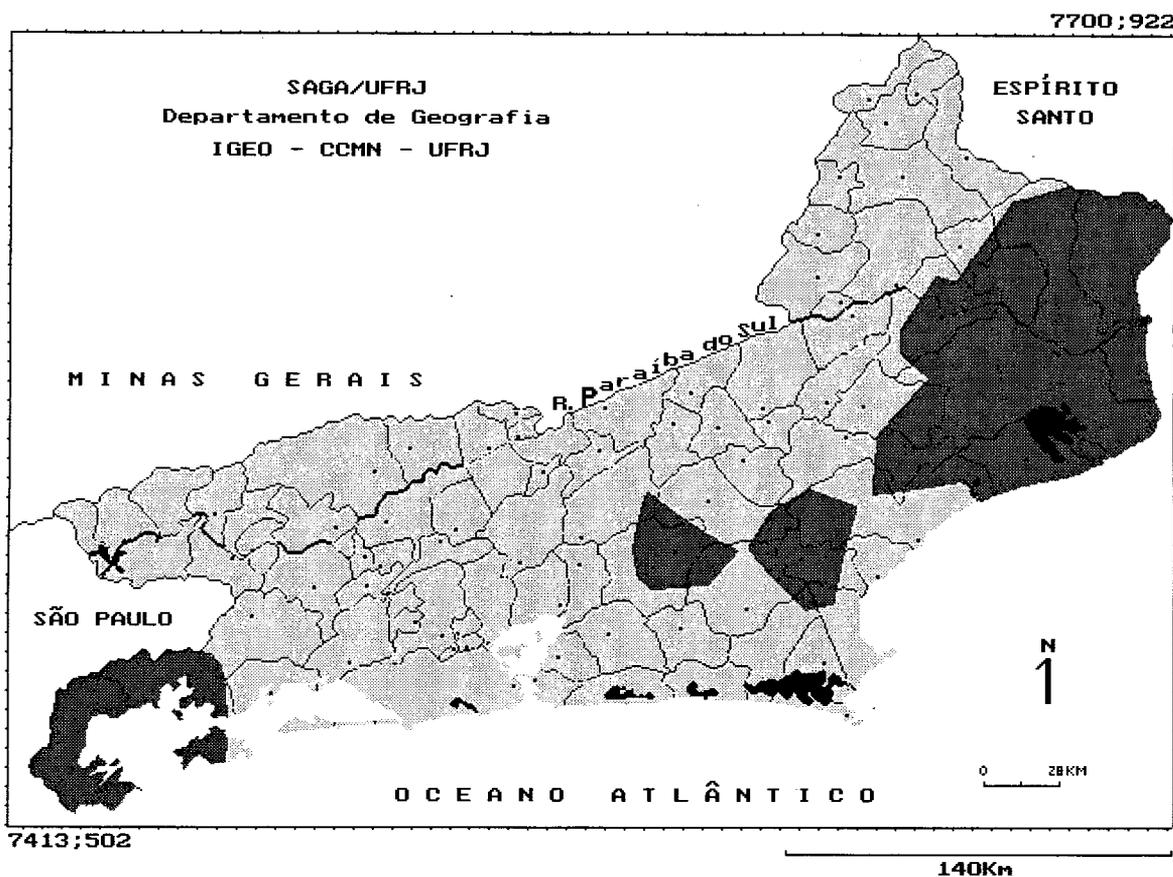
FONTES:

Anuario Estatístico do Estado
do Rio de Janeiro - 1997

CIDE

- Maiores valores de area - ha (10. ao 100)
- Demais areas
- Lagoas Rio/Paraíba do Sul/Represa do Funil
- SEDE MUNICIPAL

FIGURA 2 - TOTAL DE ALUNOS MATRICULADOS NOS ENSINOS FUNDAMENTAL E MÉDIO: MUNICÍPIOS COM AS DEZ MAIORES ÁREAS (HA) DOS POLÍGONOS DE VORONOI.



RESOLUCAO: 700m

FONTES:

Anuario Estatistico do Estado
do Rio de Janeiro
CIDE

- Maiores valores de area - ha (10. ao 100)
- Demais areas
- Lagoas Rio/Paraiba do Sul/Represa do Funil
- SEDE MUNICIPAL

