E CARACTERIZAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DA OCUPAÇÃO HUMANA NO DISTRITO FLORESTAL SUSTENTÁVEL DA BR-163

ANDRÉ AUGUSTO GAVLAK

Divisão de Processamento de Imagens - DPI
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
gavlak@dpi.inpe.br

Resumo: Este trabalho tem como objetivo principal a caracterização da distribuição populacional dos municípios pertencentes ao Distrito Florestal Sustentável da BR-163, referentes aos anos de 2000 e 2007, através de geoprocessamento. Para isso, foram empregados dados do Censo Demográfico de 2000 e da Contagem Populacional de 2007, e a malha cartográfica do Estado do Pará dividida em setores censitários. Os métodos de interpolação aplicados para se representar espacialmente tais dados foram Vizinho mais próximo, Média Ponderada e *Krigeagem* ordinária. Pode-se avaliar as vantagens e desvantagens para estudos de distribuição populacional de cada interpolador, e também realizar um diagnóstico da dinâmica desta população, visto que a inserção da dimensão humana nos estudos sobre a região Amazônica tem se mostrado cada vez mais importante para a discussão de políticas ligadas ao planejamento regional e ordenamento territorial.

Palavras-chave: Geoprocessamento, demografia, Amazônia, Pará, Geoestatística

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia Brasileira detém a maior área de florestas tropicais contínuas e preservadas do mundo. As questões ambientais gerais tornaram-se objeto de estudo da comunidade científica e foco das atenções das organizações preservacionistas e da opinião internacional. Paralelamente à evolução da preocupação ambiental, ao longo das três últimas décadas, a região têm experimentado as maiores taxas de crescimento urbano do Brasil. Em 1970, a população urbana correspondia a 35,5% da população total. Esta proporção aumentou para 44,6% em 1980, para 58% em 1991, 61% em 1996 e 70% em 2000 (AMARAL et al, 2001)

A diversidade de atividades econômicas e as mudanças populacionais resultantes reestruturaram e reorganizaram a rede de assentamentos humanos na região. A visão da Amazônia no início do século XXI apresenta padrões e arranjos espaciais de uma Amazônia incomum. Becker (1995) afirma que “em meio à floresta tropical, um tecido urbano complexo se estruturou, levando a criação e o uso do termo "floresta urbanizada" pelos pesquisadores que estudam e acompanham o processo de ocupação da região”. A densidade populacional, principalmente rural, é freqüentemente apontada

como determinante para o desflorestamento local, como descrito por Laurence et al. (2002, *apud* AMARAL, 2003).

Parte integrante desta dinâmica, o Distrito Florestal Sustentável da BR-163 (ligação entre Cuiabá/MT e Santarém/PA), criado em fevereiro de 2006, no estado do Pará, foi o primeiro Distrito Florestal Sustentável (DFS) criado no Brasil. O conceito de DFS está ligado à idéia de um complexo geoeconômico e social capaz de promover desenvolvimento local integrado com atividades baseadas na exploração vegetal. No DFS, deverão ser implementadas políticas públicas dos diversos setores do governo para fomentar a atividade florestal em bases sustentáveis, incluindo política fundiária, de infra-estrutura, de desenvolvimento industrial, de gestão de áreas públicas, assistência técnica e educação (MMA, 2006).

O DFS da BR-163 é uma das seis macro-regiões definidas para o Plano Anual de Outorga Florestal (PAOF). Plano este que tem o objetivo de identificar as Florestas Públicas passíveis de terem unidades de manejo licitadas para contrato de concessão florestal (PAOF, 2007). O DFS da BR-163 se destaca dentro do PAOF por conter grande parte das áreas consideradas prioritárias para concessão na Amazônia.

Os DFS requerem um amplo conhecimento da dinâmica econômica, social e populacional que se desdobrada na região, para que possam ser traçados os principais mecanismos que serão utilizados em sua implementação e principalmente em sua gestão. Diante disso, a variável população é fundamental para modelagem e planejamento na região Amazônica. O ponto chave desse contexto é como aplicar a geoinformação, traduzida aqui em técnicas de análise espacial, para representar e caracterizar em macro escala a distribuição espacial deste fenômeno.

Espera-se contribuir para que os modelos ambientais que forem desenvolvidos para a Amazônia incluam corretamente a distribuição populacional e sua dinâmica. A densidade da população pode ser representada através de uma estrutura mais refinada que somente os polígonos para os quais se obteve o dado de contagem e amostragem, ou seja, em superfícies regulares que descrevem a densidade por unidade de área. Dados

geográficos, como os provenientes de sensoriamento remoto, descrevem a heterogeneidade espacial e possibilitam a redistribuição mais apropriada da densidade de população (AMARAL, 2003).

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo geral caracterizar a dinâmica populacional do DFS da BR-163, comparando os cenários de distribuição espacial dos anos 2000 e 2007, utilizando para isso os interpoladores Vizinho mais próximo, Média Ponderada e Krigeagem ordinária, a fim de gerar superfícies contínuas de população para a área e analisar o comportamento de cada interpolador diante de tais dados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Modelos para superfície de população

A interpolação de dados é importante para eliminar o chamado "efeito mosaico" ou "efeito xadrez" presentes em geral na visualização de mapas temáticos e para destacar as principais concentrações espaciais de determinado atributo, suavizando suas discrepâncias.

A interpolação é uma técnica utilizada para a estimativa do valor de um atributo em locais não amostrados, a partir de pontos amostrados na mesma área ou região. A interpolação espacial converte dados de observações pontuais em campos contínuos, produzindo padrões espaciais que podem ser comparados com outras entidades espaciais contínuas. O raciocínio que está na base da interpolação é que, em média, os valores do atributo tendem a ser similares em locais mais próximos do que em locais mais afastados (JAKOB; YOUNG, 2006).

O objetivo de apresentar as superfícies de densidade não reside nas estimativas de população, mas em prover ferramentas para verificar tendências e padrões de sua distribuição.

Para a representação de uma superfície real no computador é indispensável a elaboração e criação de um modelo digital, que pode estar representado por equações analíticas ou um rede (grade) de pontos, de modo a transmitir ao usuário as características espaciais do terreno (FELGUEIRAS; CÂMARA, s.a.).

A interpolação por vizinho mais próximo é definida pela escolha de apenas uma amostra vizinha para cada ponto da grade. Sua principal característica é o fato de os valores observados não serem modificados, havendo apenas uma redistribuição dos mesmos em uma grade regular (FELGUEIRAS; CÂMARA, s.a.).

Já na interpolação por média ponderada o valor de cota de cada elemento da grade é definido pela média ponderada dos valores de cota das amostras vizinhas (FELGUEIRAS; CÂMARA, s.a). A ponderação mais usada na prática é o inverso da distância euclidiana do ponto da grade à amostra considerada ou seja:

$$w_{ij} = 1 / d_{ij}^{k} \ , \qquad (1)$$

onde: **k** é o expoente da distância, geralmente igual a 1 ou 2 e; **dij** é o valor de distância da amostra **j** ao ponto **i** da grade, expresso por:

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \qquad (2)$$

A técnica da krigeagem, interpolação geoestatística para processos espaciais aleatórios, estima a ocorrência de um processo estocástico a partir de observações do mesmo processo em outros locais. A diferença dos valores para uma determinada variável registrada em dois pontos distintos depende somente da distância entre eles. Assim, identifica-se uma função que explica esta distribuição. A partir desta função pode-se gerar uma grade que atribuirá valores para toda a superfície (Cressie, 1993, *apud* AMARAL, 2003). Não há posição geográfica sem valores da variável interpolada.

Os métodos de krigagem dependem de modelos matemáticos e estatísticos, assim como da noção de autocorrelação. Na estatística clássica, assume-se que as observações são independentes, ou seja, não há correlação entre as observações. Na geoestatística, a informação dos locais espaciais permite o cálculo das distâncias entre as observações e modelar a autocorrelação como uma função da distância. Para isto, a função mai comum utilizada é o (semi)variograma (JAKOB; YOUNG; 2006).

O semivariograma é definido como a esperança matemática do quadrado da diferença entre pares de uma variável no espaço, dado pela seguinte equação:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} E \left[Z(x) - Z(x+h) \right]^2 \quad (3)$$

em que,

$\gamma(h)$ = semivariograma;

$Z(x)$ = valor da variável no ponto x;

$Z(x+h)$ = valor da variável no ponto (x+h);

h = distância entre os pontos x e x+h.

A Figura 1 mostra os componentes do variograma, e seus principais modelos, sendo o esférico e o exponencial os mais comuns. O efeito pepita (nugget) é o ponto inicial da curva, onde a curva toca o eixo γ, quando h = 0. O patamar (sill) é o valor de ? máximo da curva, o ponto em que não existe mais nenhuma correlação entre as variáveis. O alcance (range) é o ponto máximo onde existe autocorrelação espacial das variáveis.

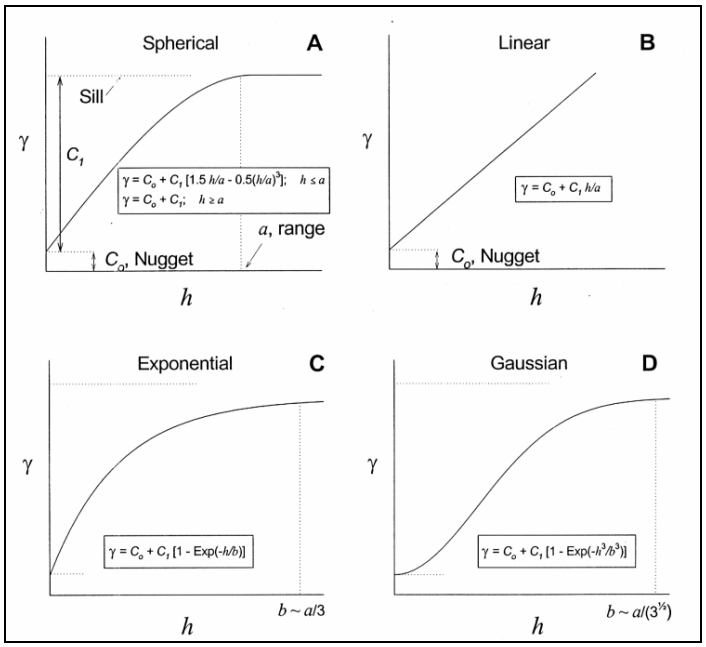

Figura 1: Principais modelos de Semivariograma (JAKOB; YOUNG, 2006)

A curva do semivariograma experimental apresenta uma série de oscilações, sendo preciso ajustá-la a um modelo teórico conhecido para que se possa capturar sua dependência espacial. Esse ajuste não é direto nem automático, mas é realizado por meio de sucessivas experimentações até se obter um modelo que mais se aproxime do semivariograma experimental (BARROS FILHO, 2007).

Como deficiências da Krigeagem é possível citar que ela permite apenas uma visão sinótica do fenômeno, imprecisa para modelagem, mostra grandes tendências de distribuição, não permite áreas sem população e não preserva o volume populacional original.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição da área de estudo

O DFS da BR-163 localiza-se no oeste do estado do Pará e possui cerca de 190 mil km², distribuídos pelos municípios de Altamira, Aveiro, Belterra, Itaituba, Jacareacanga, Novo Progresso, Óbidos, Placas, Rurópolis, Santarém e Trairão (Figura 2). Atualmente nesta área, podem ser encontradas diferentes categorias de unidades de conservação, tais como áreas destinadas ao uso sustentável – dentre elas, áreas para manejo e concessão florestal – e à proteção integral, além de terras indígenas.

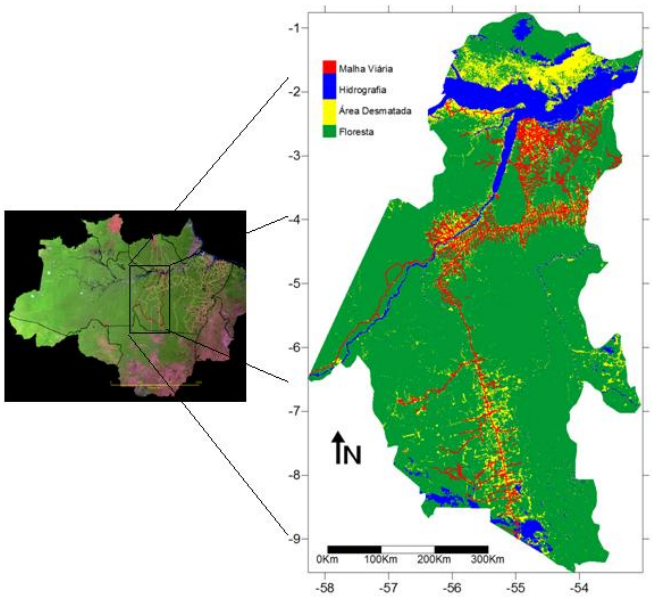

Figura 2: Localização do Distrito Florestal Sustentável (DFS) da BR-163.

Nas últimas décadas, os municípios que compõem essa área sofreram expressivo aumento de suas populações, acompanhado de um processo de desmembramento e criação de novos municípios. Esse quadro evidencia o aumento da complexidade da rede urbana da região. A Figura 3 exibe a divisão política dos municípios que compõem o DFS.

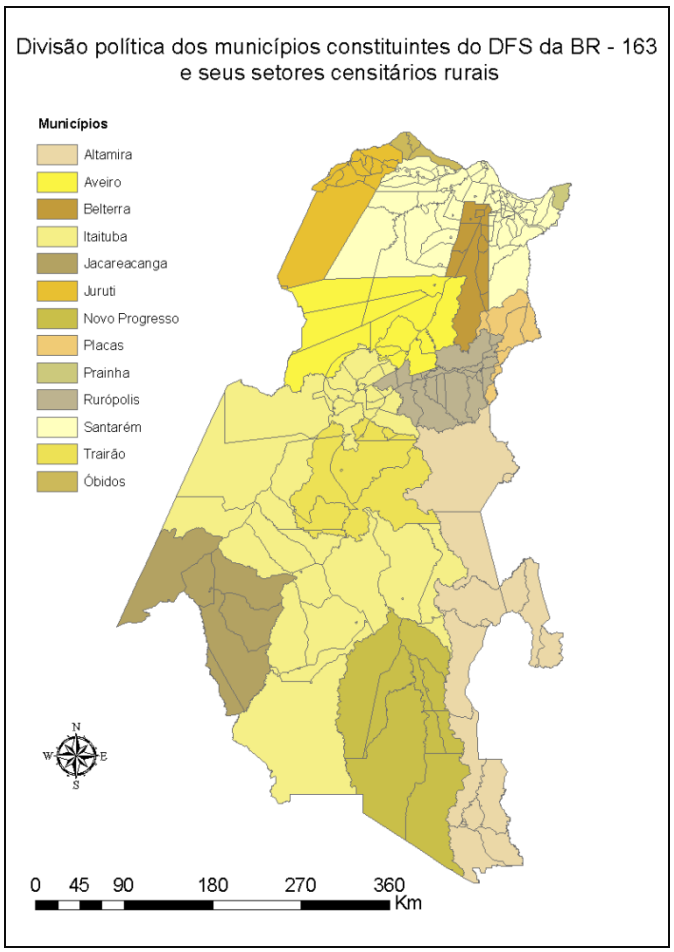

Figura 3: Municípios do Distrito Florestal Sustentável divididos por setores censitários rurais

A Tabela 1 nos mostra a evolução do número de municípios da região da BR-163 entre os anos de 1980 e 2000. No ano de 1980 a região apresentava apenas quatro municípios (Altamira, Aveiro, Itaituba, Santarém), no Censo de 1991 o IBGE registra surgimento de mais um município (Rurópolis) e, em 2000, já estão presentes os cinco demais municípios que compõem esta área (Belterra, Jacareacanga, Novo Progresso, Placas e Trairão). Metade dos municípios do Distrito Florestal Sustentável da BR-163 foram criados no decorrer da década de 1990, fato que nos leva a importantes questionamentos acerca do grau de desenvolvimento da infra-estrutura básica dessas localidades.

Tabela 1 – Evolução Populacional nos municípios que compõem o Distrito Florestal da BR-163, anos 2000 e 2007.

Local	2000	Taxa de Cr a.a. (%)	2007
Total Brasil	169799170	1,15	183.987.291
Total Pará	**6.192.307**	1,90	**7.065.573**
Altamira	77.439	2,51	92.105
Aveiro	15.518	2,80	18.830
Belterra	14.594	-1,96	12.707
Itaituba	94.750	3,21	118.194
Jacareacanga	24.024	6,39	37.073
Novo Progresso	24.948	-2,04	21.598
Placas	13.394	4,23	17.898
Rurópolis	24.660	4,23	32.950
Santarém	262.538	0,63	274.285
Trairão	14.042	1,97	16.097
Total DFS BR-163	**565.907**	**1,81**	**641.737**

Fonte: FIBGE, Censos Demográficos de 2000, Contagem populacional 2007 e estimativa 2007, apud ALVES et al, 2008).

3.2 Descrição dos Dados

A disponibilidade de dados é uma das primeiras questões a se considerar para a geração de superfícies de densidade populacional da região Amazônica. Dados censitários são obtidos geralmente a cada 10 anos pelo IBGE. Nos períodos entre censos, contagens de população baseadas em amostragem são eventualmente realizadas como a de 1996 e 2007 (AMARAL, 2003).

Um setor censitário, que é a unidade de indexação dos dados deste trabalho, corresponde à área que um recenseador tem capacidade de visitar em um mês, ou seja, equivale a aproximadamente 350 domicílios em áreas rurais e a 250 domicílios em áreas densamente povoadas. Desta forma, em muitos locais do DFS da BR-163, um setor pode compreender extensas áreas com baixíssima população e vice-versa.

Os dados de população por setor censitário rural para o anos de 2000 e 2007 utilizados neste trabalho foram levantados a partir do Censo Demográfico de 2000 e da Contagem Populacional de 2007, ambos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As malhas digitais contendo os setores censitários para o estado do Pará foram angariadas no próprio *site* do instituto, em formato *shape file*, na seção de *downloads* de Geociências. Também foram utilizados mapas do Zoneamento Ecológico Econômico da BR-163, disponibilizados no *site* http://zeebr163.cpatu.embrapa.br/index.php.

Em 2007, todos os municípios que fazem parte do DFS da BR-163 tiveram suas populações contadas, exceto Santarém. Neste trabalho optou por não inserir o valor de população estimado pelo IBGE para 2007 para esta municipalidade, primeiramente por que esta estimativa é dada para o município como um todo, e segundo por que Alves et al (2008, p. 10) afirmam que:

> " [...] A projeção populacional do IBGE para o conjunto de municípios que formam o Distrito Florestal Sustentável da BR-163, para os anos entre 2000 e 2007,ficou em um patamar bastante próximo daquele captado pela contagem populacional de 2007. Contudo, quando são apreciadas as projeções para as populações de cada um dos municípios, estas apresentaram grandes discrepâncias em relação aos dados captados pela contagem."

3.3 Processamento dos Dados

Para o processamento dos dados utilizou-se o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) (CAMARA NETO et al., 1996) versão 4.3.3 e 5.0.4 e para arte final e geração de *layout* usou-se o SURFER 8. O projeto criado no SPRING tem projeção Policônica/SAD69, com retângulo envolvente com as seguintes coordenadas:

Tabela 2 – Coordenadas do Retângulo Envolvente do Projeto

Long1	o 58 16 43.08	Long2	o 54 4 27.39
Lat1	s 8 49 15.95	Lat2	s 1 54 14.88

A base utilizada, originalmente era composta por polígonos, onde cada um deles representava um setor censitário para o estado do Pará todo. Então, primeiramente, fez-

se um recorte dessa base através de uma máscara dos limites do DFS/BR-153, a fim otimizar o processamento das informações e a visualização do fenômeno.

Para se realizar as diversas interpolações propostas, é necessária a conversão de todos os polígonos existentes na base para pontos amostrais (x, y, z) através do comando "Geração de Pontos Amostrais", onde x e y são coordenadas para localização da amostra no espaço, e z contém o valor de Densidade Populacional, obtido através da divisão do número de habitantes pela área do setor (Figura 4). Devido à natureza dos dados (grande variabilidade e amplitude), optou-se por utilizar o logaritimo da densidade populacional, como indicado por Amaral (2003). Após esse processo de geração de amostras (centróide do polígono), criou uma grade regular (Modelo Numérico do Terreno), a partir da qual foi possível aplicar as interpolações sugeridas.

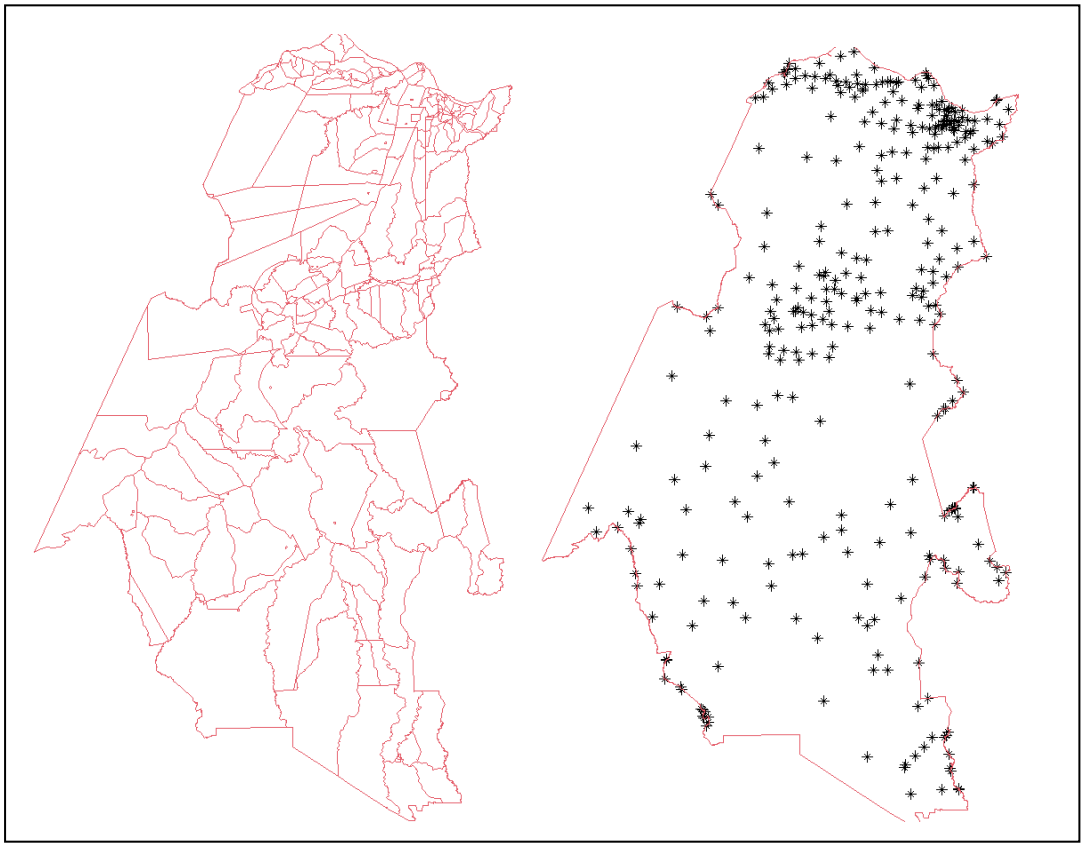

Figura 4 : Geração de pontos amostrais através de polígonos

Para a geração da superfície por Vizinho mais próximo, empregou-se uma resolução de 400m (x) por 700m (y), com um Raio de aproximadamente 180km (Figura 5).

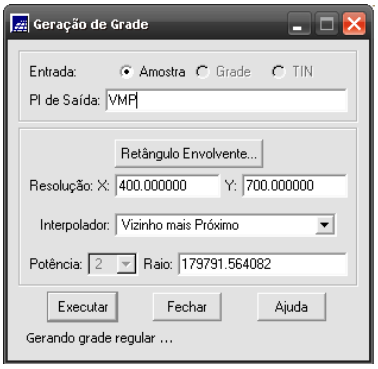

Figura 5 – Geração de superfície por Vizinho mais próximo

Definiu-se como parâmetros para geração de grade por média ponderada (Figura 6) uma resolução de 300m (x e y), como potência 2 e Raio de 300km.

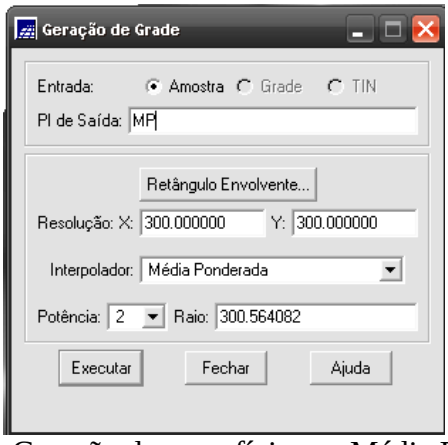

Figura 6 – Geração de superfície por Média Ponderada

Como preconizado por Amaral (2003) também se optou por utilizar o logaritmo da densidade populacional para realizar a krigeagem, uma vez que os valores de densidade têm uma grande variabilidade e a krigeagem um processo gaussiano estacionário para a variável a ser interpolada. Estes valores então foram atribuídos às coordenadas geográficas dos centróides dos polígonos e, considerando-a como isotrópica, fez-se o estudo dos semivariogramas para os quais obteve-se ajustes adequados ao modelo esférico para 2000 e ao modelo gaussiano 2007, conforme indicam os coeficientes de Akaike (1974) nas tabelas 3 e 4.

Foram realizados os procedimentos geoestatísticos requeridos para a realização da Krigeagem, como a análise exploratória dos dados, a geração do semivariograma, seu ajuste e a validação do modelo de ajuste (Figuras 7 a 9). Utilizou-se o modelo de

semivariograma omnidirecional depois de verificada a isotropia e a estacionaridade dos dados.

Tabela 3 - Modelo de Semivariograma Esférico (2000)				
No.	Akaike	Efeito Pepita	Contribuição	Alcance
1	-37.395	0.608	1.091	276387.756
2	-47.181	0.653	1.291	475873.823
3	-52.027	0.636	2.232	909610.675
4	-52.779	0.636	7.557	3168248.759

Tabela 4 - Modelo de Semivariograma Gaussiano (2007)				
No.	Akaike	Efeito Pepita	Contribuição	Alcance
1	-36.02	0.516	1.347	220787.710
2	-40.659	0.504	1.553	292480.931
3	-42.232	0.512	1.795	343629.387

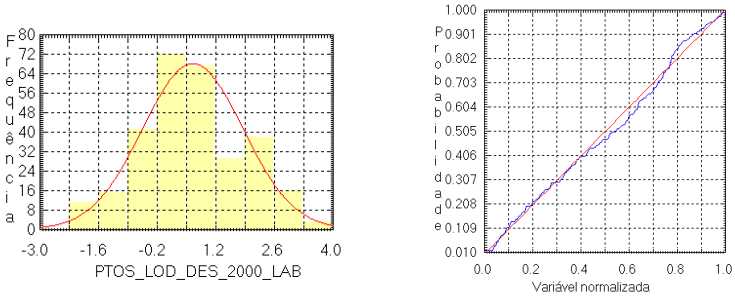

Figura 7: Histograma e Gráfico de Probabilidade Normal das amostras para 2000

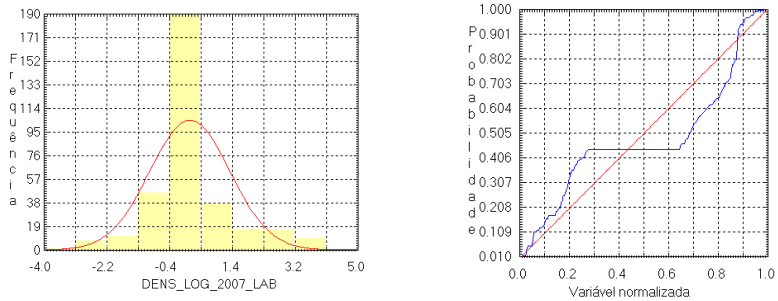

Figura 8: Histograma e Gráfico de Probabilidade Normal das amostras para 2007

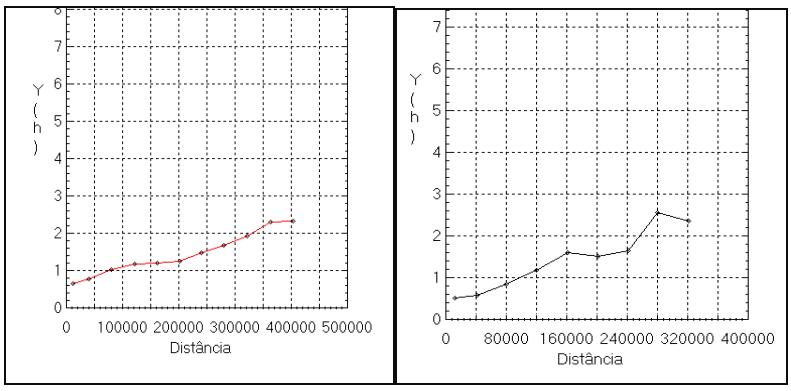

Figura 9: Semivariograma das amostras de 2000 e 2007

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A representação mais freqüentemente utilizada em análises geográficas e demográficas é através do mapa temático dos municípios ou dos seus setores censitários. Mapas temáticos convencionais apresentam o dado agregado por área, ou seja, toda a área ira possuir um valor igual, criando resultados não muito satisfatório para alguns tipos de análises. A Figura 10 mostra uma distribuição espacial simples da densidade populacional no DFS. Na área de estudo, é comum encontrar setores muito grandes, com baixa densidade demográfica. Obviamente essa pequena população não se localiza igualmente distribuída dentro do setor, como mostram os mapas, porém é uma ferramenta válida, pois permite uma fácil quantificação da população e um planejamento mais direcionado.

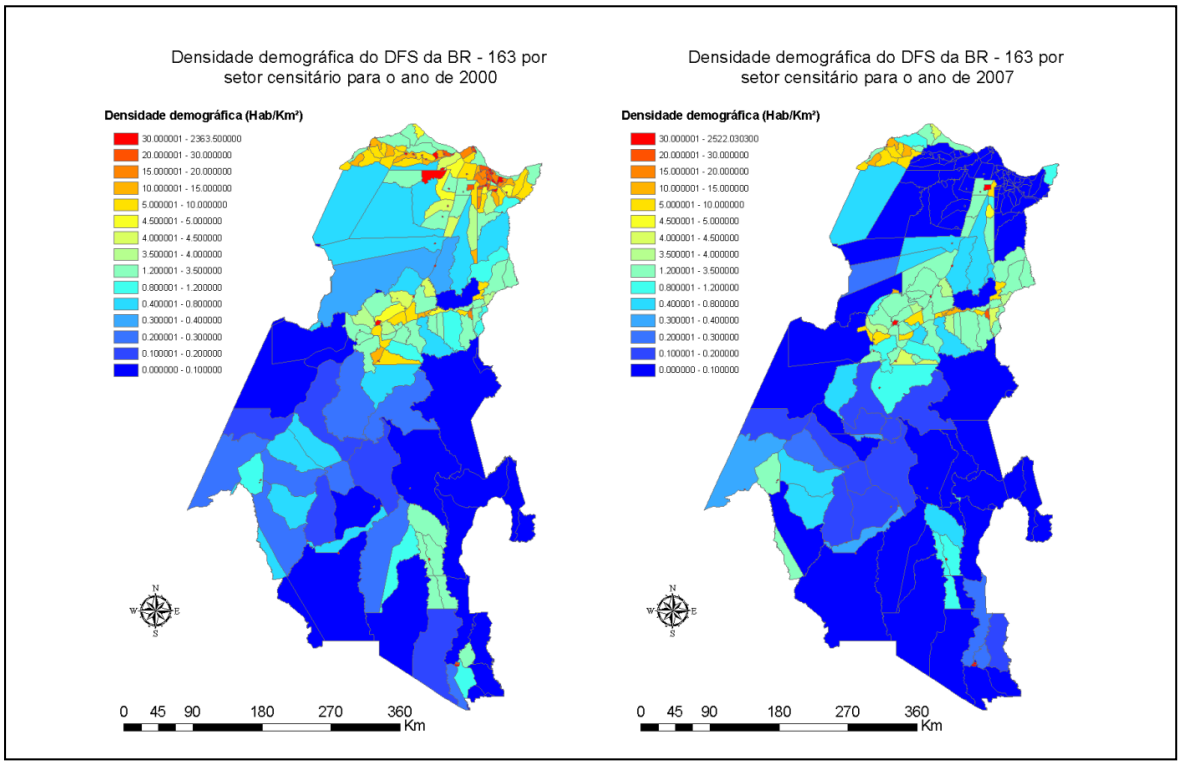

Figura 10: Densidade Demográfica por setor censitário

Um detalhamento desta representação consistiria em desagregar a população gerando superfícies de densidade que reflitam a distribuição da população não por seu limite de município/setor, mas por células de uma grade. A representação espacial da população através de modelos é uma tentativa de contornar a restrição dos limites de área gerando superfícies (AMARAL, 2003).

Os mapas por vizinho mais próximo (Figura 11) são importantes redistribuir os valores das amostras na grade, não criando novos. Logo, áreas com valores muito pequenos ou iguais a zero e os picos de alta densidade são mantidos. Seus aspecto é muito similar à um mapa temático gerado a partir de dados agregados por polígono (área), criando um efeito de tabuleiro de xadrez, pois os valores de um amostra até a outra não são estimados , ocorrendo assim rupturas abruptas entre um valor e outro.

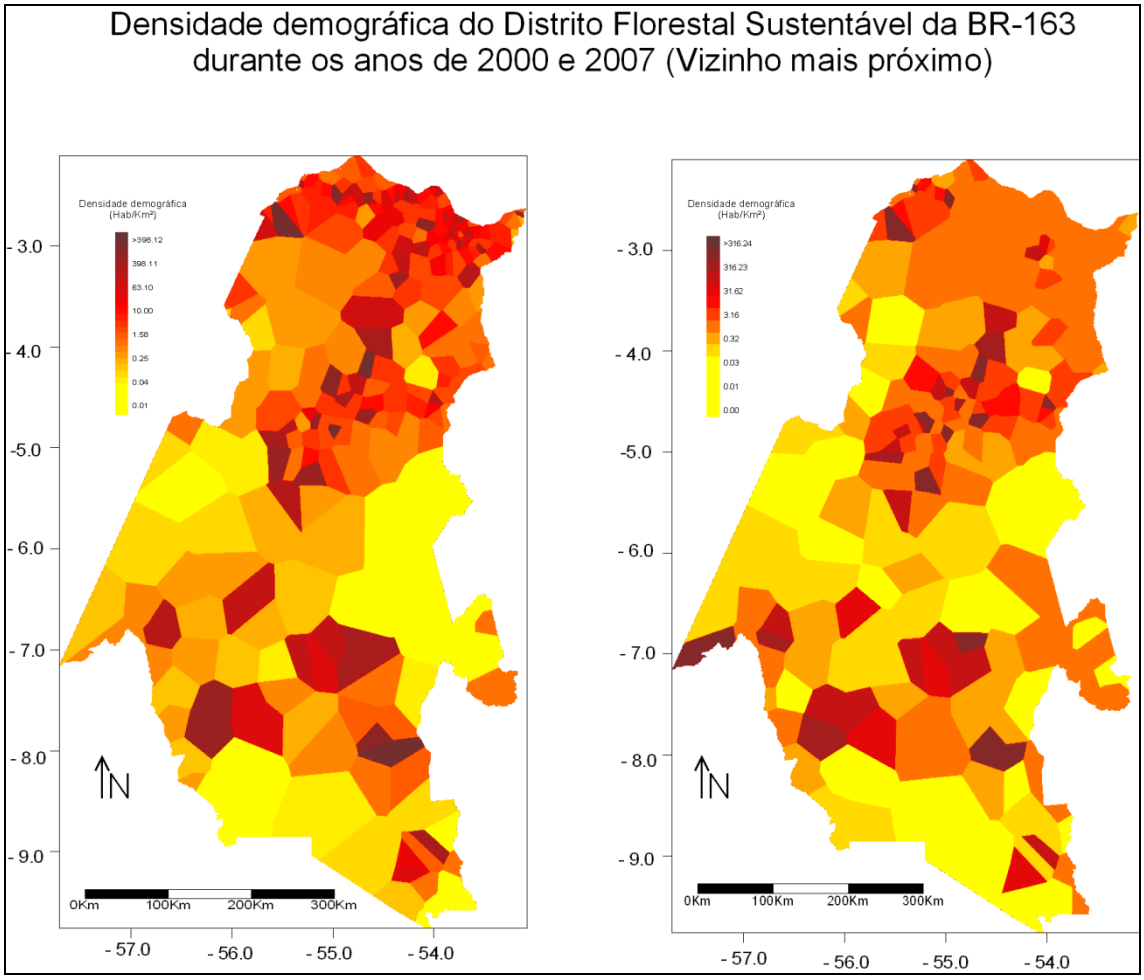

Figura 11: Densidade demográfica do Distrito Florestal Sustentável da BR-163 durante os anos de 2000 (à esquerda) e 2007 (à direita)

Com o interpolador de Média Ponderada (Figura 12), os mapas destacam os pontos com altas densidades, criando os chamados "*bulls eyes*" ao redor da localização do dado, que são pequenas áreas que se diferenciam da suavização geral da variável (JAKOB; YOUNG, 2006). Landim (2000) afirma que isso se deve ao fato de se utilizar Potencia igual a 2 (Inverso do Quadrado da Distância) como critério para a interpolação, fazendo com que as anomalias locais sejam destacadas. Estes mapas são úteis para de identificar

onde se localizam os centros com maior densidade populacional do DFS, servindo como referência para tomadas de decisões que necessitem desta informação.

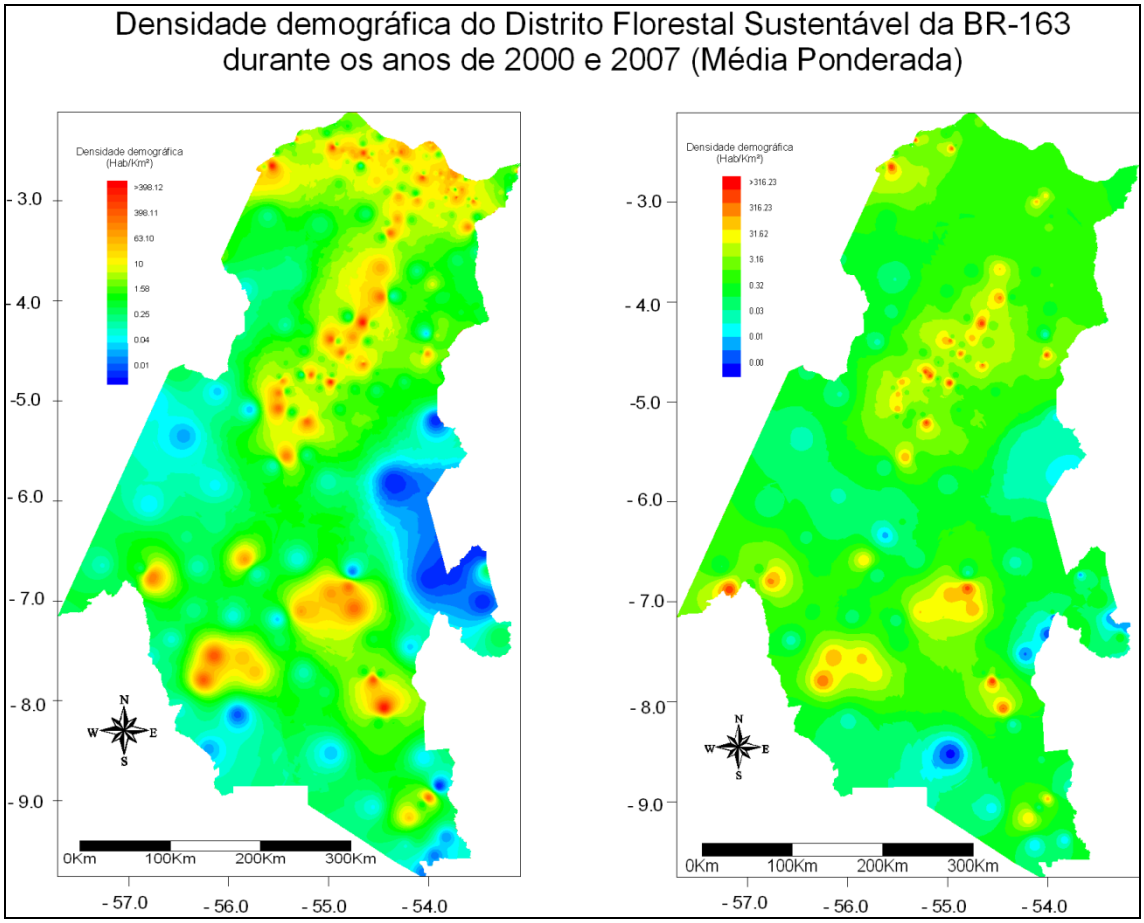

Figura 12: Densidade demográfica do Distrito Florestal Sustentável da BR-163 durante os anos de 2000 (à esquerda) e 2007 (à direita)

A krigeagem a partir do logaritmo da densidade resultou nos dois mapas de densidade demográfica e de variância a seguir (Figuras 13 e 14). Apesar de a técnica resultar em superfícies imprecisas, sobre as quais não se pode obter o valor real de densidade, esta mostrou-se útil para análise de padrões gerais permitindo caracterizar as grandes tendências de concentração da população para o período.

Uma de suas vantagens é a geração paralela de um mapa de variância. Nos mapas apresentados a seguir, as áreas com maior dígito (mais claras) são aquelas que contêm um menor número de amostras, ou seja, possuem poucos setores censitários e com áreas muito grandes, como é o caso da Floresta Nacional de Altamira, á leste, e do Parque

Nacional do Rio Novo, na região sul do DFS. Mas de modo geral, a interpolação resultou em baixas variâncias, o que serve como indicativo de validade do interpolador empregado.

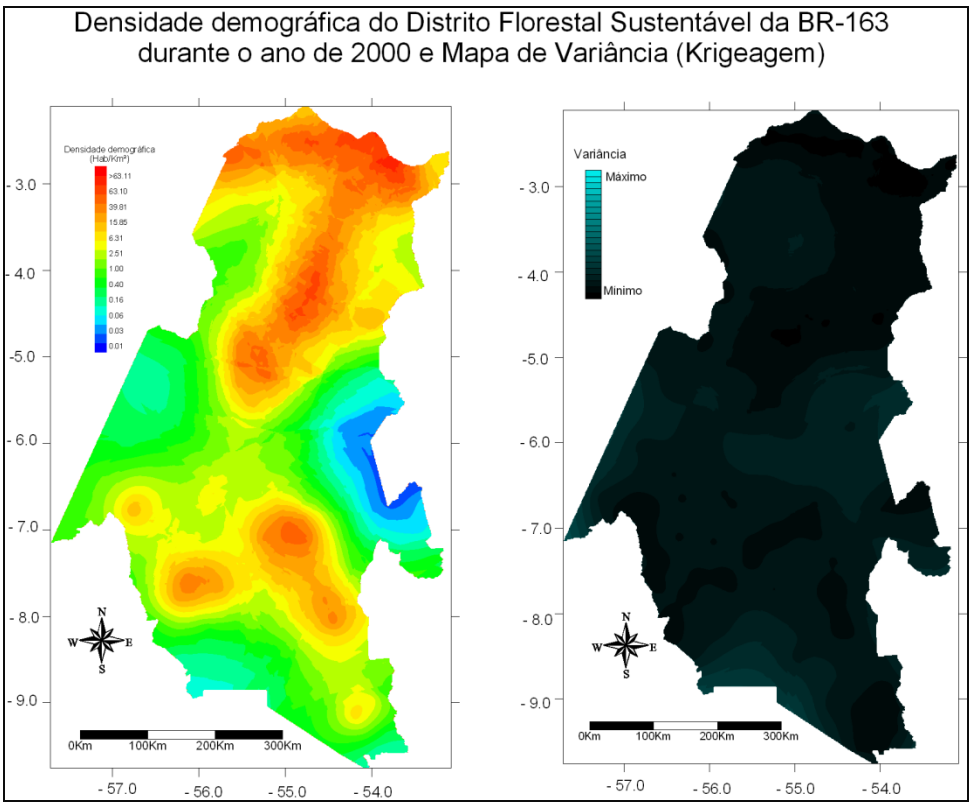

Figura 13: Densidade demográfica do Distrito Florestal Sustentável da BR-163 durante o ano de 2000 e Mapa de Variância da Krigeagem

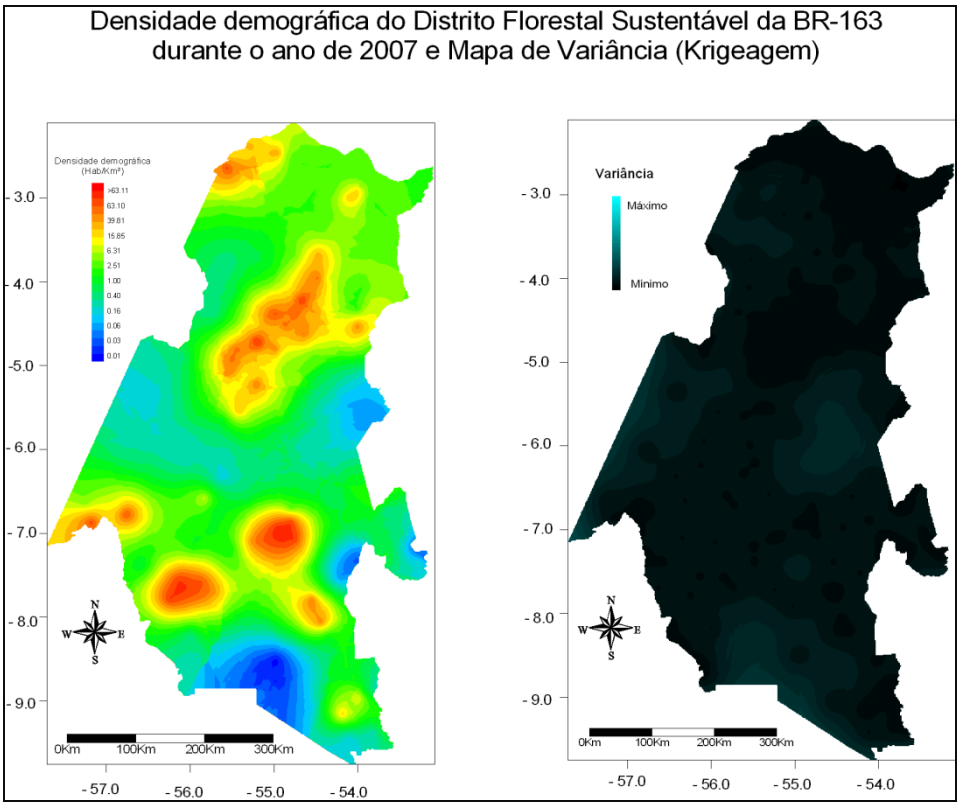

Figura 14: Densidade demográfica do Distrito Florestal Sustentável da BR-163 durante o ano de 2007 e Mapa de Variância da Krigeagem

A população residente na área do DFS da BR-163, desconsiderando Santarém, no ano de 2000 foi de 212.046 habitantes, e de 293.826 habitantes em 2007[1], ou seja, apresenta-se um aumento de 38.6%. Vale ressaltar que estes valores de população não são referentes aos municípios como um todo, e sim, aos seus setores censitários que então inseridos na área do DFS. A Figura 15 traz uma comparação da população entre os dois anos avaliados, para cada municípios com setores presentes no DFS.

[1] Ao se considerar Santarém, a população total do ano 2000 é 264.761 habitantes. Com base na estimativa do IBGE, incluindo este mesmo município, a população da área passaria para 359.761 habitantes em 2007 com uma taxa de crescimento de 30.7%.

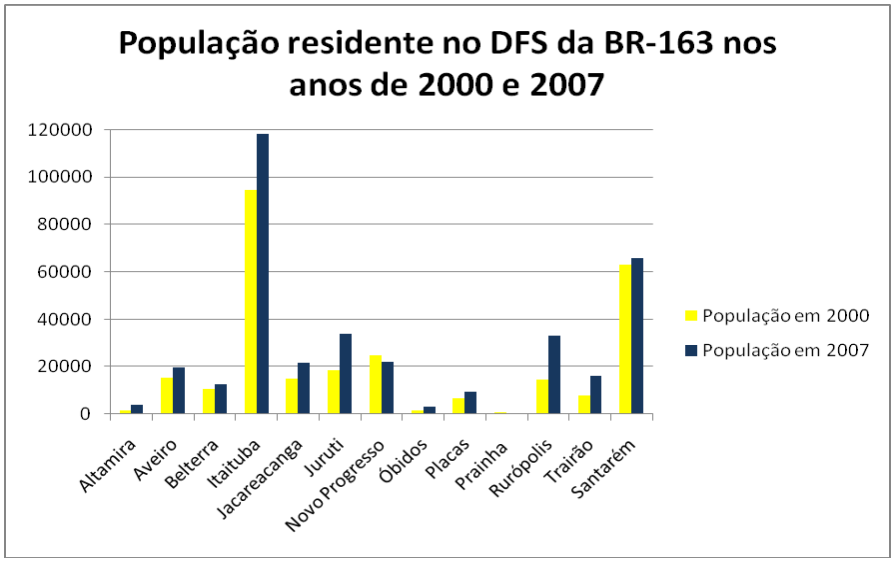

Figura 15: População do DFS da BR-163 separada com município.

A Tabela 05 mostra a população dividida por município, juntamente com a taxa de crescimento entre os dois anos analisados. Nesta tabela incluiu-se a estimativa de população para Santarém. É digno de destaque a taxa de crescimento de Juruti, Trairão Rurópolis e Altamira, com mais taxas em torno de 100% de aumento. Novo Progresso e Prainha se destacam por apresentarem valores negativos de crescimento na área do DFS.

TABELA 5 – População residente no Distrito Florestal Sustentável da BR-163

Município	População em 2000	População em 2007	Taxa de crescimento acumulada
Altamira	1713	3842	124.3%
Aveiro	15338	19850	29.4%
Belterra	10550	12707	20.4%
Itaituba	94648	118194	24.9%
Jacareacanga	15112	21477	42.1%
Juruti	18316	33775	84.4%
Novo Progresso	24960	22083	-11.5%
Óbidos	1699	2937	72.9%
Placas	6776	9529	40.6%
Prainha	602	385	-36.0%
Rurópolis	14490	32950	127.4%
Trairão	7842	16097	105.3%
Santarém	63114	65935[2]	4.5%
TOTAL	**264761**	**359761**	**35.9%**

[2] Valor estimado pelo IBGE.

De acordo com as superfícies geradas e com o mapa rodoviário (Figura 16) da região, pode-se notar que as classes de densidade acima de 3 hab/km² alongam-se acompanhando o eixo das rodovias BR-163 e BR-230.

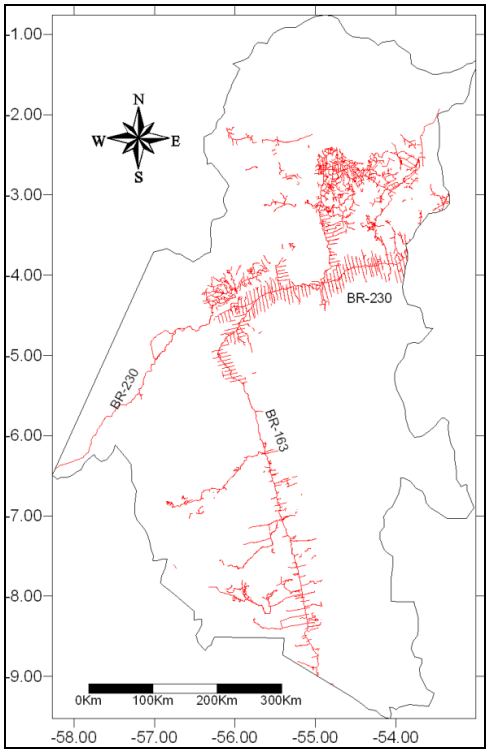

Figura 16: Mapa rodoviário do DFS da BR-163

As áreas de Itaituba, ao norte de Novo Progresso, na Floresta Nacional de Altamira, ao leste, e Jacareacanga à sudoeste tiveram um alto incremento populacional. Com relação à diminuição da densidade, o município de Novo Progresso se destaca nos mapas de Média Ponderada e de Krigeagem, obviamente devido ao 11.5% de decréscimo habitacional.

5. CONCLUSÃO

Os dados selecionados neste trabalho não precisariam ser interpolados por todos estes métodos apresentados, dadas suas características em comparação com as pressuposições dos modelos. Caso se deseje conhecer os locais com as maiores concentrações espaciais de densidade de população, as figuras 12 em diante mostraram que teoricamente qualquer destes métodos poderia ser usado. O resultado seria fundamentalmente o mesmo, apenas com áreas mais suavizadas ou com um maior detalhamento local.

Se o resultado esperado é este, qualquer destes métodos poderia ser usado, embora os dados possam ser "forçados" a se adaptarem ao método. Mas se existe um desejo de uma análise mais precisa, com um maior embasamento estatístico da seleção do modelo final, deve-se fazer uma análise dos erros dos valores preditos (JAKOB; YOUNG, 2006).

Por mais coerentes e embasados matematicamente que os interpoladores utilizados sejam, mesmo quando aplicados sobre os setores censitários do DFS da BR-163, a grande heterogeneidade da região implicou em algumas feições de agregação indesejadas, porém mostraram-se funcionais para a análise de padrões gerais, permitindo caracterizar as grandes tendências de concentração de população no período. A krigeagem ordinária destacou-se positivamente, pois se mostrou útil para este por permitir diferenciar as grandes tendências de concentração da população .

Quanto aos dados e as informações produzidas neste trabalho, foi possível estruturar um banco de dados para estudos de processos demográficos para todo o DFS da BR-163. A ausência de dados para o município de Santarém comprometeu em parte as análises através dos cartogramas na porção norte do Distrito. Como sugestão para trabalhos futuros, deve-se buscar entender os motivos (econômicos, sociais, ambientais e etc.) que causaram as alterações de densidade populacional da região.

Adicionalmente, atividades de modelagem que pretendam incorporar a dimensão humana, traduzida na distribuição espacial da população, podem aplicar as técnicas discutidas neste artigo ou usar diretamente as superfícies criadas para o DFS, de acordo com a escala de interesse. Este trabalho também buscou facilitar a inclusão da densidade de população na modelagem espacial de processos ambientais e socioeconômicos na região Amazônica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAIKE, H. A New Look at Statistical Model Identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, v.19, n.6, p. 716-723, 1974.

ALVES, P. A. et al. **Explorando as relações entre a dinâmica demográfica, estrutura econômica e mudanças no uso e cobertura da terra no sul do Pará.** INPE, São José dos Campos, 2008.

AMARAL, S. A.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V. **Análise espacial do processo de urbanização da Amazônia**. Relatório Técnico, 2001.

AMARAL, S. A. **Geoinformação para estudos demográficos: Representação Espacial de Dados de População na Amazônia Brasileira**. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2003.

BARROS FILHO, M.N.M. Krigagem Ordinária aplicada à análise espacial da habitabilidade intraurbana: o caso da cidade do Recife (Brasil). In. VII Seminário Internacional da LARE. **Anais...** São Paulo, Brasil, 2007.

ESCADA, M.I.S. et al. **Levantamento do Uso e Cobertura da Terra e da rede de infra-estrutura no Distrito Florestal da BR-163**. Relatório de Atividade de Campo. INPE, São José dos Campos, s.a.

FELGUEIRAS; C. A.; CÂMARA, G. **Modelagem Numérica De Terreno**, s.a. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap7-mnt.pdf>

JAKOB, A.A.E.; YOUNG, A.F. O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas?. In. XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais. **Anais...**Caxambú, 2006.

LANDIM, P.M.B. **Introdução aos métodos de estimação espacial para confecção de mapas**. Rio Claro/SP, 2000

LAURANCE, W; COCHRANE, M.A.; BERGEN, S.; FEARNSIDE, P.M.; DELAMÔNICA, P.; BARBER, C.; DÁNGELO, S.; FERNANDES, T. The future of the Brazilian Amazon. **Science**, v.291, n.5503, p. 438-443, 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano anual de outorga florestal**. Serviço Florestal Brasileiro, 2007.

_____. **Plano de Ação 2006-2007: Grupo de trabalho interistitucional do Distrito Florestal da BR-163**. Brasília: MMA, 2006. 27 p.