

## Utilização de técnicas de geoprocessamento para a modelagem da difusão espacial da bataticultura em Minas Gerais entre 1960 e 2008.

Eliana Corrêa Aguirre de Mattos<sup>1</sup>

Marcos César Ferreira<sup>1</sup>

Ana Isabel Pasztor Moretti<sup>1</sup>

Gracieli Trentin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP  
R. João Pandiá Calógeras, 51 – 13.083-870 - Campinas - SP, Brasil  
{emattos, macferre, ana.moretti, gracieli}@ige.unicamp.br

**Abstract.** The potato is now the staple food of two thirds of world population and this importance justifies the large amount of research into new technologies and management practices, new varieties suitable and cost-effective and especially its planning at the regional level for the formulation of public policies agriculture, balance of trade, environment, public health and investment in infrastructure. This paper aims to analyze the spatial dynamics of regional potato cultivation at the state of Minas Gerais in the period of 1960 to 2008 and its prospects, applying spatial analysis procedures that imply the probability of occurrence and the dependence of events in time series. In this work GIS software ArcGIS 9.3® and its spatial analysis geostatistical tools were used in applying the method of interpolation by kriging and multivariate Gaussian. Maps were produced by using the single time and continuous field level isoplethic and trend surface. The results in displacement of Minas Gerais production over the period in east-west direction were Zona da Mata, Metalúrgica, Campo das Vertentes to the Southern of Minas and to the Alto São Francisco, Triângulo and Alto Paranaíba. On a national scale this vector orientation may indicate the displacement of production to new regions such as the state of Goiás and changes in potato production chain.

**Palavras-chave:** kriging, geography, agricultural planning, krigagem, geografia, planejamento agrícola.

### 1. Introdução

Atualmente, o Brasil produz 3,5 milhões de toneladas de batata (*Solanum tuberosum* L.) por ano, numa área cultivada de 150 mil hectares, com um volume de negócios que superam US\$ 1,6 bilhão. Em todo o mundo, a batata figura como a quarta cultura em importância agrícola, depois do milho, arroz e trigo; sua produção anual ultrapassa 300 milhões de toneladas em uma área de 19 milhões de hectares. Conforme estatísticas da FAO (*Food and Agriculture Organization*) para 2003 (ABBA, 2006), destes, 4,5 milhões foram creditados à China, que também contribuiu com a quarta parte da área total cultivada, sendo maior produtor mundial, e aumentou seu cultivo em 30% nos últimos cinco anos (EMBRAPA, 2010).

A batata é o alimento básico de dois terços da população mundial e esta importância justifica a grande quantidade de pesquisas sobre novas tecnologias e práticas de manejo, novas variedades adaptadas e rentáveis e principalmente seu planejamento, em nível regional, para estruturação de políticas públicas voltadas à agricultura, equilíbrio da balança comercial, meio ambiente, saúde pública e investimentos em infra-estrutura.

Abordagens inovadoras em pesquisa geográfica, utilizando a cartografia, processamento digital e ferramentas geostatísticas vêm ao encontro desta demanda e podem representar oportunidades e aplicações para as áreas multidisciplinares envolvidas. Sob tal enfoque, este trabalho tem como objetivo analisar a dinâmica espacial regional da bataticultura no estado de Minas Gerais, no período de 1960 a 2008, e suas perspectivas, aplicando-se métodos estocásticos espaciais que pressupõem a probabilidade de ocorrência e a dependência dos eventos em séries temporais.

### 2. Metodologia de Trabalho

A área de estudo abrange o estado de Minas Gerais e seus 853 municípios, para os quais, foi levantada a produção em toneladas da cultura de batata nos anos de 1960, 1980, 1991, 2001, 2005 e 2008 IPEA (2010). A metodologia utilizada é a modelagem cartográfica baseada em modelos de campos contínuos, em que o espaço geográfico é reconstruído como superfície contínua, representando a distribuição espacial de uma variável (Ferreira, 2003). De fato este mapeamento de superfícies de tendências recria aquelas originais, apresentando novas formas de extração de mais informações de dados presentes (Chorley e Haggett, 1965).

Este modelo é especialmente aplicável em dados geográficos que possuem distribuição espacial contínua e probabilística, com variações multidirecionais assemelhadas à superfície, gerando mapas de isolinhas ou isolépticos. Estes mapas são elaborados a partir de processos de interpolação de dados georreferenciados para pontos do espaço estabelecidos, gerando novos valores de dados para vazios situados entre eles (Ferreira, 2003). Estes pontos espaciais constituem-se nos centróides poligonais que obedecem a um modelo georrelacional de dados e fazem parte do processamento da krigagem, técnica de regressão linear obtida em funções existentes em diversos sistemas de informação geográfica (SIG's) e *softwares* de estatística espacial (Moretti, 2006).

Esta interpolação dos dados traz outra característica, que é o alongamento da superfície resultante, sendo possível inferir os possíveis vetores de tendência daquela variável, em escala regional. A análise por regiões possibilita a tentativa de estabelecimento de correlações entre os fenômenos geográficos naturais, de ordem social, econômica e política, e o resultado do mapeamento. A partir daí produz-se um sequência temporal de mapas isolépticos, classificados em relação à média e ao desvio-padrão, e analisados os fatores incidentes de dependência espacial. Estas medidas de dispersão levam em consideração a totalidade dos valores da variável em estudo, o que faz delas índices de variabilidade bastante estáveis, adequados para a obtenção de intervalos de classe e de classificação menos subjetivos, identificando áreas cujos valores de produção estão acima ou abaixo delas.

A razão pela qual estudos sobre série temporal diferem de outros é que por óbvio as observações não são independentes umas das outras; a hipótese central da história é que o presente está relacionado ao passado. Similar situação se aplica no caso de séries espaciais: o dogma central da geografia afirma que o que acontece em um lugar não é independente do que acontece em outro (Tobler, 1970 *apud* Heppler, 1974).

Para o processamento digital e cartográfico utilizou-se o SIG ArcGIS 9.3® e suas ferramentas geoestatísticas do *Spatial Analyst Tools* na obtenção dos centróides, na aplicação do método de interpolação de dados por krigagem ordinária multivariada Gaussiana e na obtenção dos centros médios ponderados da variável quantidade produzida de batata, e de seus vetores para cada período de tempo. Para análise espacial da dinâmica desta variável utilizou-se como base e modelo de objetos as oito macrorregiões de planejamento do estado de Minas Gerais (GEOMINAS, 2010).

### 3. Resultados e Discussão

Passa-se a análise dos resultados a partir da Figura 1, que ilustra o sequenciamento temporal e a expansão da bataticultura nos anos de 1960, 1980, 1991, 2001, 2005 e 2008, cujo cultivo guarda estreita relação com a aptidão climática da região e que pode estar associada às variações de altitude. Em 1960 tem-se a indicação da produção das regiões da Zona da Mata, especialmente a Metalúrgica/Campo das Vertentes e a Sul de Minas - eixos das rotas de mineração e tropeiros para os estados do Rio de Janeiro e São Paulo nos séculos XVIII e XIX - com a paulatina substituição, no século XX, do cultivo de fumo pelo cultivo da batata-inglesa.

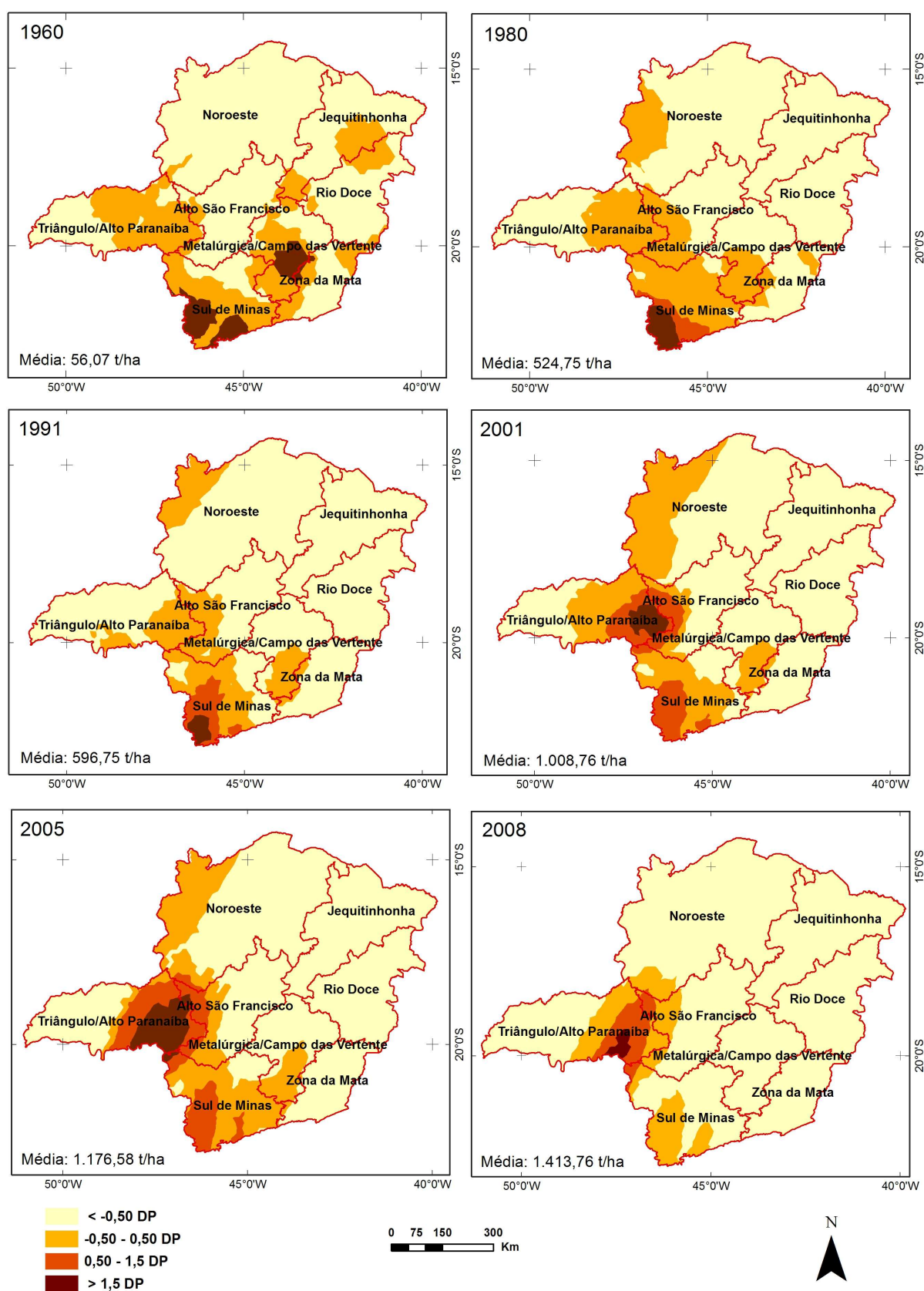


Figura 1: Mapas de superfície da produção batata-inglesa, segundo as regiões do estado de Minas Gerais, no período de 1960 a 2008. A legenda indica a quantidade de batata-inglesa produzida por município, normalizada segundo faixas de desvio padrão em relação à média anual (0,5 a 1,5).

Já nos cartogramas de 1980 e 1991 tem-se o deslocamento do cultivo para o sul de Minas, sendo que, em 1991, se observa a consolidação da região com menor desvio padrão e médias de produção similares. Em 2001 há um recrudescimento da expansão do cultivo, já verificada em 1980, mas direcionada à região do Alto São Francisco, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e com a manutenção da produção na região sul. Isto pode ser explicado pelo clima e topografia favoráveis ao cultivo; propriedades com áreas superiores a 10 ha; solos mais adequados à mecanização; disponibilidade de água para irrigação aliados ao uso de tecnologias diferenciadas para aumento da produtividade. Tais fatores contribuíram para que fossem obtidos rendimentos superiores a 40 ton/ha - valores que se igualam aos obtidos nos principais países produtores europeus (EPAMIG, 1999).

Estas condições confirmam os resultados obtidos em 2005, onde se verifica maior desvio padrão na região do Triângulo e Alto Paranaíba e sua consolidação, em 2008, como grande produtora mineira. O resultado mostra a realidade enfrentada pela produção do Sul de Minas, que tem quebrada sua hegemonia produtiva, em razão do modo de produção aí vigente, baseado em pequenos produtores, mão de obra familiar, com áreas geralmente inferiores a 5 ha. e baixo grau de tecnificação.

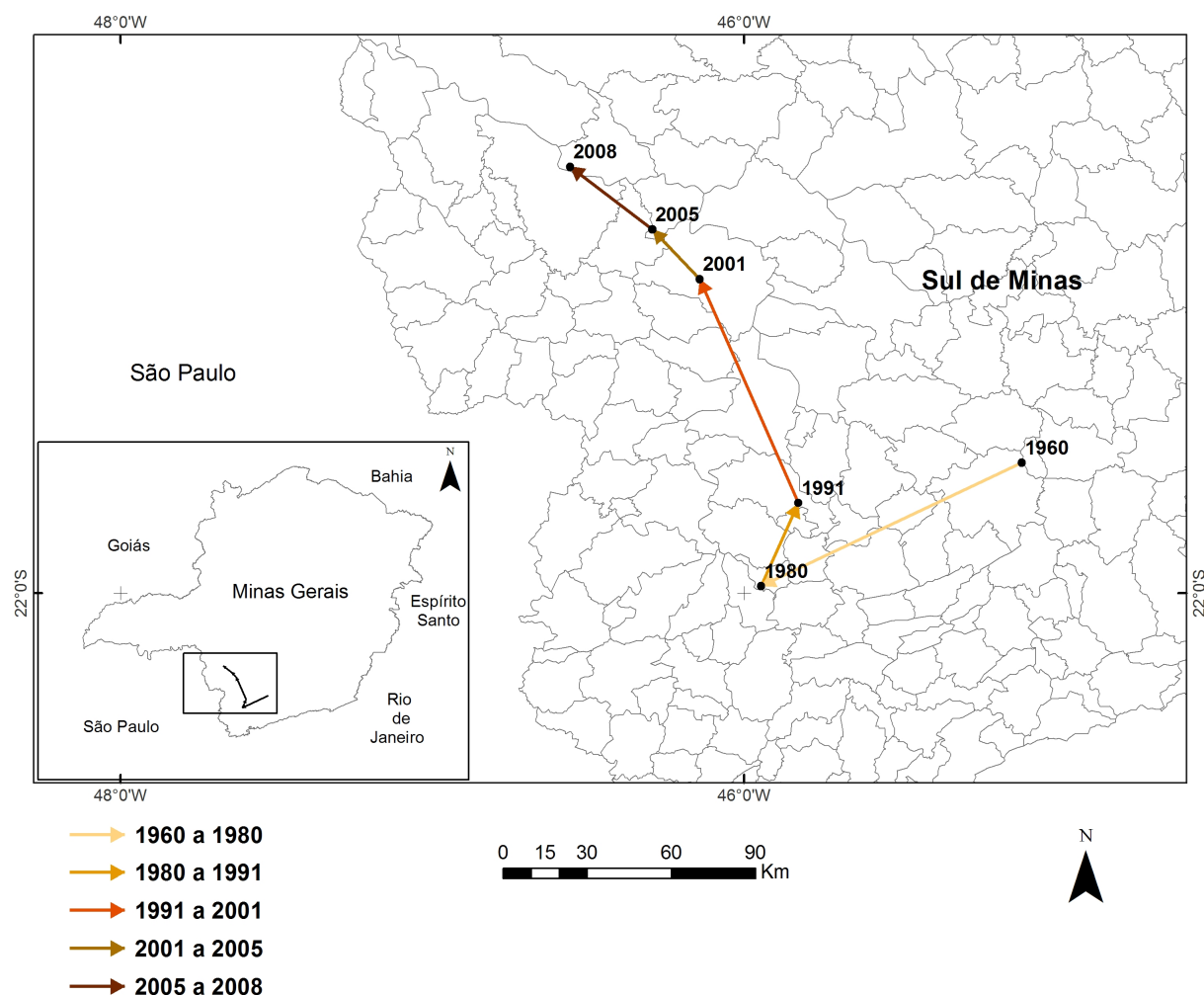


Figura 2: Mapa dos vetores direcionais de difusão espacial da produção anual de batata no estado de Minas Gerais, no período de 1960 a 2008. Cada ponto se refere à posição do centro médio ponderado da produção no respectivo ano.

A Figura 2 confirma os resultados obtidos, evidenciando os eixos direcionais da produção mineira no período de 48 anos, utilizando-se os centros médios ponderados da variável produção em cada ano e extraído-se os vetores direcionais. No estado o sentido leste-oeste destes eixos pode ser traduzido nas macrorregiões da Zona da Mata, - Metalúrgica e Campo das Vertentes, - Sul de Minas, - Alto São Francisco, - Triângulo e Alto Paranaíba. Em escala nacional, o sentido destes vetores pode indicar o descolamento da produção para novas regiões, como o estado de Goiás - e alterações na cadeia produtiva da batata.

Com os dados disponíveis no IPEA (2010), foi elaborado gráfico (Figura 3), que indica as variações bienais da produção estadual no período de 2002 a 2008, calculadas pela Equação 1:

$$TV\% = \left( \frac{V_{T_{i+1}} - V_{T_i}}{V_{T_i}} \right) \times 100 \quad (1)$$

onde  $V_{T_i}$  é o valor da produção de batatas no ano  $i$  e  $TV$  é a taxa de variação bienal, em percentuais, da produção, em toneladas.

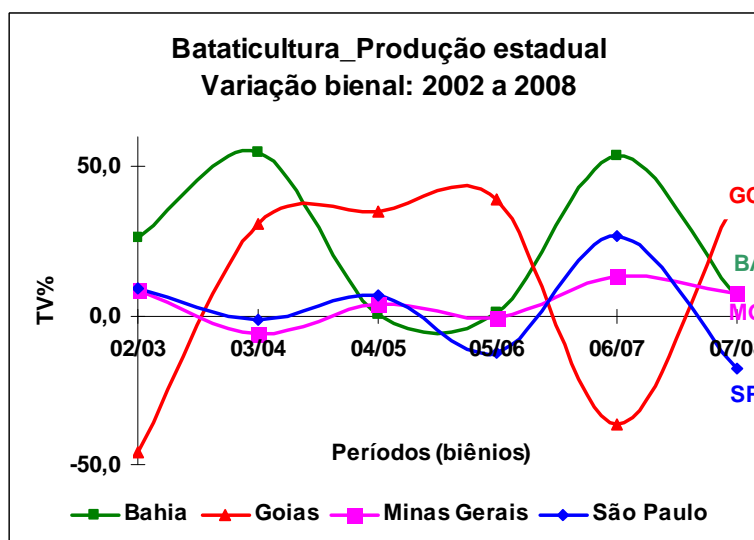


Figura 3: Taxa de variação bianual, entre 2002-2008, da produção estadual de batatas nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Goiás.

Fonte: IPEA, 2010

A Figura 3 indica a ascensão da produção em Goiás no cenário atual e, ainda que com variações, a expressividade da produção baiana.

Este panorama é compatível com dados atuais apresentados por pesquisas econômicas na área da agricultura, por órgãos governamentais e privados. Para Filho e Camargo (2008) percebe-se o aumento da participação no abastecimento brasileiro, devido a melhor tecnologia de produção e pela presença de áreas novas nos estados de Goiás e da Bahia, que possuem menores custos de produção, clima mais estável e favorecido com a irrigação.

A região do sul de Minas, em comparação à paulista - que tem Vargem Grande do Sul como um dos principais municípios produtores - possui como diferencial o menor uso da irrigação e predomínio de atividades manuais, em detrimento das mecânicas (Hortifrutibrasil, 2010), características próprias da agricultura familiar, onde reside sua importância social. No entanto, ao mesmo tempo em que este modo de produção reduz os investimentos, a pequena escala eleva custos fixos destes produtores; além disto, eles se deparam com a baixa

tecnificação e as dificuldades de obtenção de mão-de-obra pela evasão para o mercado de trabalho urbano, com a expansão de pólos industriais, turísticos e de moradia.

O cenário encontrado na região do Distrito Federal, especialmente em Cristalina (GO), no cerrado goiano, é totalmente diverso e se caracteriza por condições climáticas adequadas ao cultivo, topografia favorável e intensiva e extensa mecanização, com elevado investimento em infra-estrutura, manejo agrônômico, gestão profissional e concentração de poucos produtores de grande escala. O perfil de uma propriedade típica de batata no cerrado goiano contempla uma área de 1.000 ha, e produtividade média, estimada para a safra 2009, de 730 sacas por hectare. Ainda que seus custos operacionais sejam menores que o paulista e o mineiro, a previsão é com estes haja pouca competitividade, pois atenderá aos mercados das regiões norte e nordeste brasileiros (Hortifrutibrasil, 2010).

#### 4. Conclusões

A pesquisa demonstrou a relevância das técnicas de geoprocessamento e da análise espacial como opção de instrumento aplicável nas diversas áreas de planejamento regional. Seu uso pode contribuir na expansão do horizonte de possibilidades que tragam diferenciais na construção de estratégias para melhoria da cadeia produtiva de espécies de importância econômica e social mundial.

#### Referências Bibliográficas

Associação Brasileira de Batata (ABBA). Informes. Disponível em: <[http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista09\\_020.htm](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista09_020.htm)>. Acesso em 16.nov.2010.

Chorley, R.J.; Hagget, P Trend-surface mapping in geographical research. **Transactions and Papers of the Institute of British Geographers**, n. 37, p. 47-67, 1965.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Disponível em: <http://www.embrapa.gov.br/embrapa/imprensa.htm>>. Acesso em 16.nov.2010.

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). **Cadeia produtiva da batata no estado de Minas Gerais**. Série Cadeias produtivas, 1, Belo Horizonte: EPAMIG, 1999.

Ferreira, M.C. Procedimento metodológico para modelagem cartográfica e análise regional de epidemias de dengue em sistema de informação geográfica. 2003. 231 p. Tese (Livre-docência) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2003.

Filho, W.P.C.; Camargo, F.P. Produção de batata no Brasil, 1990-2007: evolução, distribuição regional e safras. **Horticultura Brasileira**, 26:S1024-S1026, 2008.

Hepple, L.W. The impact of stochastic process theory upon spatial analysis in human geography. **Progress in Geography**, 6:89-142, 1974.

Hortifrutibrasil. Batata, gestão sustentável. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil>>. Acesso em 07.out.2010.

Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA). **Dados estatísticos 1960 a 2008**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em 20.abril.2010.

Macrorregiões de planejamento. Mapa Geopolítico de Minas Gerais. IGA/CETEC, 1944. Disponível em: <http://www.geominas.mg.gov.br>>. Acesso em 28.out.2010.

Moretti, A.I.P. A leishmaniose tegumentar americana no estado de São Paulo: uma proposta de regionalização a partir de análise da difusão espacial. 2008. 129 p. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2008.