

## Dinâmica espaço – temporal da produção de Mandioca no Maranhão (1990-2012)

Itallo Dirceu Costa Silva<sup>1</sup>  
Fabrício Brito Silva<sup>1</sup>  
Jessflan Rafael Nascimento Santos<sup>1</sup>  
Juliana Sales dos Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Geotecnologias, Universidade CEUMA – UniCEUMA  
Rua Josué Montello, n<sup>o</sup> 1, Renascença II – 65075-120 – São Luís – MA, Brasil  
idc\_silva@hotmail.com; {fabricioagro, julianasales.engenharia}@gmail.com;  
jessflan@ymail.com

**Abstract.** The cassava production is the base of the socioeconomic farmer in Maranhão since the last century to the present. The objective of this work was evaluate the spatial-temporal dynamic of cassava production from 1990 to 2012 using geoprocessing techniques applied in a time series of cassava production. The results showed a migration of production influence area across the western region to the east region.

**Palavras-chave:** remote sensing, image processing, geology, sensoriamento remoto, processamento de imagens, geologia.

### 1. Introdução

O Brasil destaca-se por ser segundo maior produtor de mandioca (*Manihot esculenta crantz*) do mundo (Mattos e Cardoso, 2003). A cultura da mandioca apresenta grande importância socioeconômica para agricultura familiar no país, que apesar de ser explorada economicamente em todo o Brasil, é tradicional da região norte e nordeste.

O universo da agricultura familiar no Brasil é extremamente heterogêneo e inclui, desde famílias muito pobres, que detém, em caráter precário, um pedaço de terra que dificilmente pode servir de base para uma unidade de produção sustentável até famílias com grande dotação de recursos — terra, capacitação, organização, conhecimento, entre outros. No Maranhão essa realidade não é diferente, por ser o quarto maior produtor nacional de mandioca segundo o IBGE (2008).

A variabilidade espacial da agricultura familiar no Brasil é um indicador do grau de organização do setor, sendo diverso também o perfil do agricultor. Desta maneira, mapas de produção podem ser utilizados na investigação das causas da variabilidade, e podem ser um recurso eficaz nas decisões sobre a produção, considerando o contexto histórico de variabilidades temporal e espacial. No Maranhão, ainda são escassas as áreas que possuem um conjunto de mapas de produção que permitam esta análise espaço temporal.

Entretanto, a coleta de dados de produção deve ser acompanhada de cuidados, uma vez que fatores como a área plantada e área colhida estão correlacionados e estão entre os mais importantes para a obtenção de dados confiáveis (T. J. C. Amado et al. 2007).

O estabelecimento de indicadores quantitativos e a análise espacial da dinâmica da produção de mandioca, é fundamental para delinear estratégias de intervenções no sistema produtivo, integradas com instituições governamentais e não governamentais. Além disso, esse tipo de estudo gera importante subsídio para elaboração de projetos de pesquisa e de transferência de tecnologia.

O presente estudo tem como o objetivo de analisar a dinâmica espaço-temporal da produção da mandioca no Maranhão, considerando a correlação da produção dos municípios do Estado.

## 2. Metodologia

### 2.1. Métodos

Os métodos utilizados neste estudo são através dos dados do IBGE (2013) e do banco de dados do sistema AGROTEC (EMBRAPA, 2013), considerando-se todos os municípios maranhenses.

Para as análises de evolução, utilizaram-se dados de séries temporais de 1990 a 2012, para os dados de produção (toneladas) correlacionando com os municípios. Os resultados estão apresentados em mapas e imagens que foram obtidos a partir de análises de regressão e análise estatística espacial de “Hot Spot” para avaliar o incremento da produção e a distribuição espacial no Estado.

### 2.2. Análise de agrupamentos

Por meio dessa análise identifica-se se a variação espacial ocorre de forma aleatória ou se existe um padrão em torno de municípios com alta e baixa quantidade da variável em questão – no caso deste estudo, a produção, área colhida ou produtividade. Os aglomerados espaciais formados são também conhecidos como agrupamentos espaciais locais ou “pontos de calor” (*hot spot*). Para tanto, foram calculados os índices de associação espacial global e local de Moran (ANSELIN, 1995) e os índices Getis-Ord ou estatística  $G_i$  (GETIS; ORD, 1992).

O índice global de Moran testa a hipótese nula de independência espacial, com os valores positivos indicando correlação direta, e os valores negativos, correlação inversa.

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2}$$

Em que

$n$  – número de áreas.

$z_i$  – valor do atributo considerado na área  $i$ .

$\bar{z}$  – valor médio do atributo na região de estudo.

$w_{ij}$  – pesos atribuídos conforme a conexão entre as áreas  $i$  e  $j$ .

Os índices locais de Getis-Ord ( $G_i$  e  $G_i^*$ ) são calculados como medidas de associação espacial para cada área (município). Um nível de significância é utilizado para rejeitar ou não a hipótese nula (existência de autocorrelação espacial), e o  $p$ -valor é comparado com o índice gerado. A análise é realizada com base no valor positivo/negativo e na significância. O valor positivo e significativo de  $G(d)$  indica aglomeração espacial de valores elevados. Em oposição, valores negativos e significantes de  $G(d)$  indicam aglomeração espacial de valores pequenos. Os índices locais  $G_i$  e  $G_i^*$  são dados pelas equações

$$G_i(d) = \frac{\sum_j w_{ij}(d)x_j}{\sum_j x_j}$$

em que a soma é realizada sobre todas as posições, excluindo-se a posição  $i$ , e

$$G_i^*(d) = \frac{\sum_j w_{ij}(d)x_j}{\sum_j x_j}$$

em que a soma é realizada sobre todas as posições, inclusive a posição  $i$ .

### 3.Resultados e Discussões

Avaliando os mapas da análise Hot Spot foi possível observar que, no período de 1990 (Figura 1a) a 1995 (Figura 1b), a produção de mandioca migrou lentamente para a região central do Estado deslocando a área de influência para municípios como Pedro do Rosário, Santa Luzia, e influenciando também Cururupu e Anapurus, Serrano do Maranhão, Barra do Corda e Grajaú.

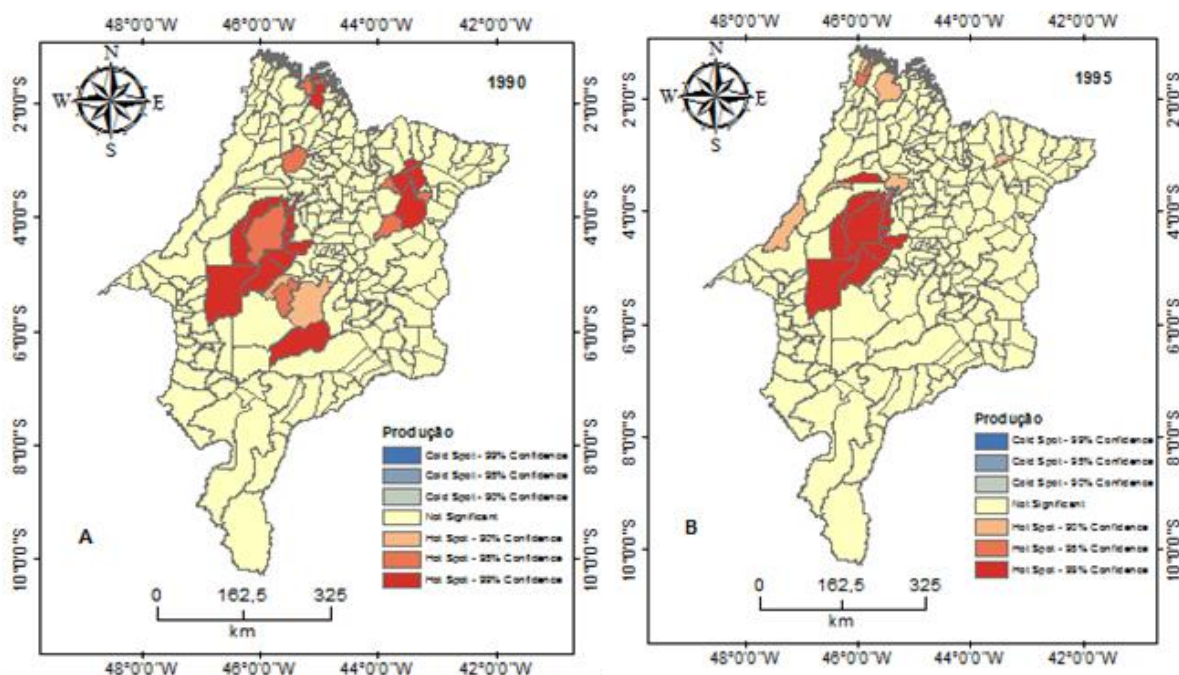
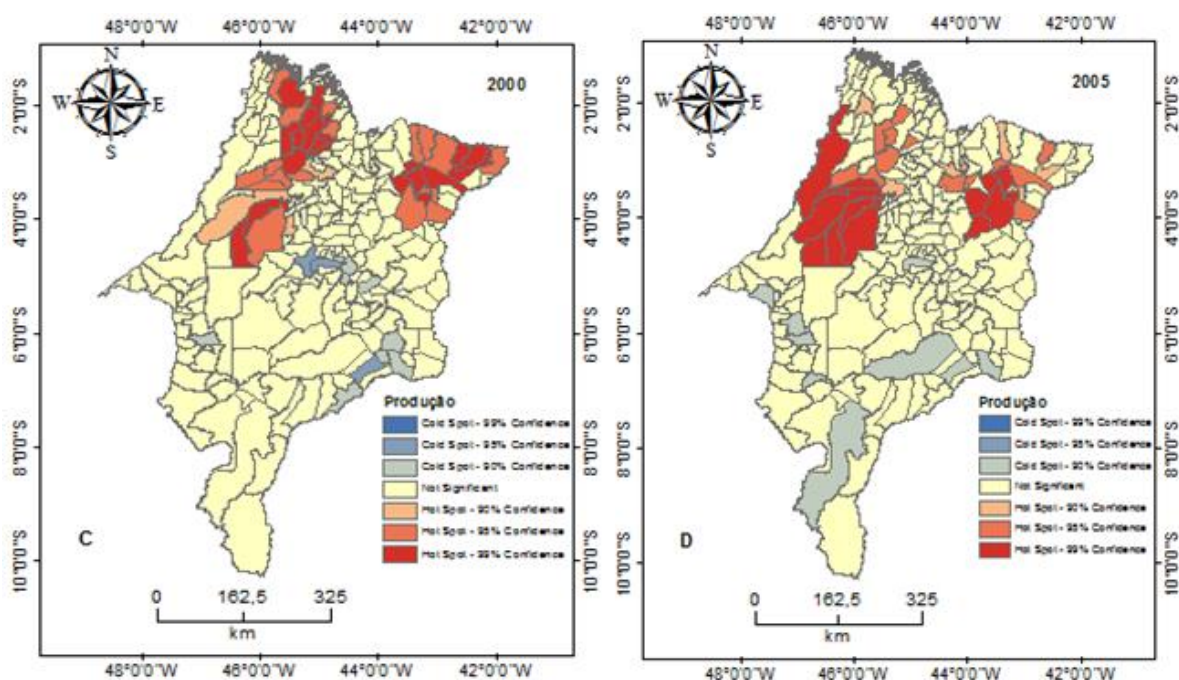


Figura 1. Mapas da produção de mandioca dos municípios do Maranhão entre 1990 a 2005

No período de 1995 a 2000 (Figura 2a) a produção de mandioca foi consolidada em duas regiões, um bloco de municípios na região oeste e outro na região leste.



Entre 2000 e 2005, a maior produção foi observada na região Oeste, Norte e Nordeste, com um constante incremento de produção em contorno dos municípios de Alto Alegre do Pindaré, Turiacu, Pinheiro e Tutóia Santana do Maranhão e Paulinho Neves, predominando um decaimento na região sul do maranhão.

Para 2010, observou-se que a produção de mandioca predominou constantemente na região Oeste influenciando positivamente alguns municípios do Norte, contrastando negativamente no Sudoeste e Sul do Maranhão e por fim, em 2012 a produção apresentou decaimento, onde essa queda na taxa de produção é evidenciada pela taxa de crescimento anual da produção, nesse caso na distribuição espacial no Norte do estado envolvendo outros municípios da região oeste do maranhão. Esses resultados evidenciaram grande mudança da configuração espacial na produção de mandioca no Maranhão (Mapas).

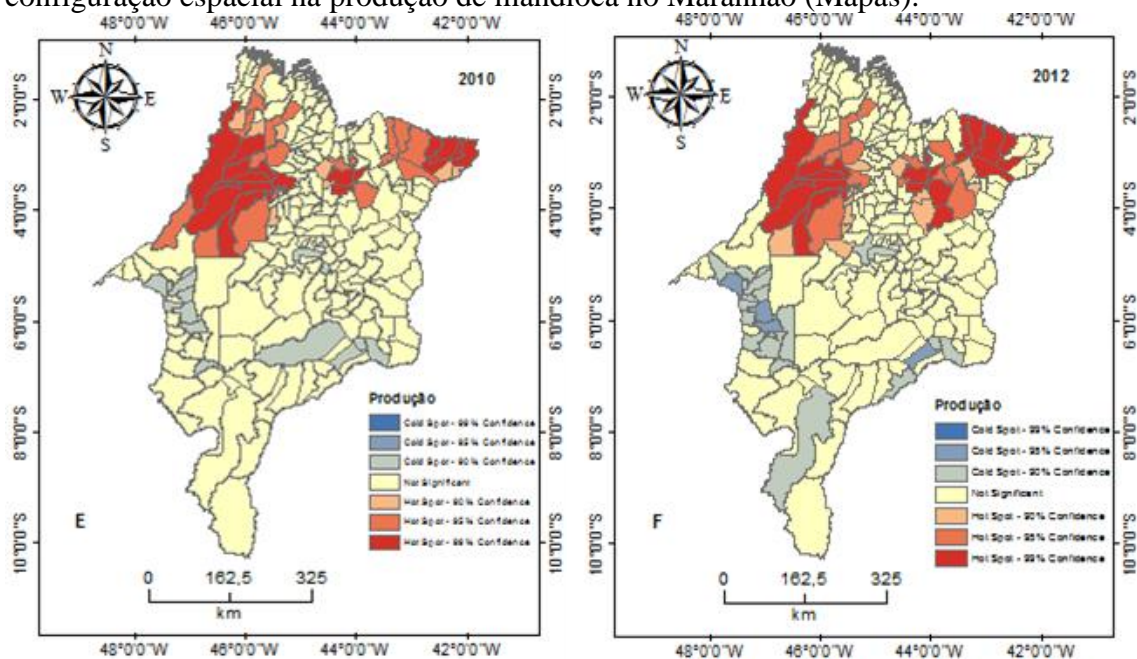


Figura 2. Mapas da produção de mandioca dos municípios do Maranhão entre 2010 e 2012.

Em 2010, apesar de a produção ter diminuído na mesorregião central, na mesorregião Oeste permaneceu como maior taxa de produção. Nesse período, a produção de arroz foi consolidada em um grande conglomerado na mesorregião oeste do estado, com destaque para os Municípios de Zé Doca, Centro Novo do Maranhão, Bom Jardim, Nova Olinda do Maranhão, Presidente Médici, Pedro do Rosário e Maracaçumé.

O histórico de uso da terra no Maranhão mostra que a cultura da mandioca foi utilizada nas últimas três décadas como a cultura inicial em áreas naturais. Essa característica pode ter favorecido a migração da atividade em relação à ocupação das terras no estado, que se deslocou da mesorregião Central para Oeste, Norte e Nordeste aleatoriamente.

#### 4. Conclusões

O histórico de uso da terra no Maranhão mostra que a cultura da mandioca foi utilizada nas últimas três décadas como a cultura inicial em áreas naturais. Essa característica pode ter favorecido a migração da atividade em relação à ocupação das terras no estado, que se deslocou da mesorregião Central para Oeste, Norte e Nordeste aleatoriamente.

### **Referências Bibliográficas**

EMBRAPA. **Agrotec**: Sistema de Estatísticas Conjunturais. Disponível em:

<[https://intranet.embrapa.br/embrapa/intranet/administracao\\_geral/tecnologia\\_da\\_informacao/sistemas\\_de\\_informacao/em-producao/agrotec](https://intranet.embrapa.br/embrapa/intranet/administracao_geral/tecnologia_da_informacao/sistemas_de_informacao/em-producao/agrotec)>. Acesso em: 15 fev. 2013.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 fev. 2013

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26 mai. 2009.

MATTOS P. L. P.; CARDOSO, E. M. R. **Cultivo da mandioca para o estado do Pará**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMP, 2003.

AMADO, Telmo Jorge Carneiro et al. Variabilidade espacial e temporal da produtividade de culturas sob sistema plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 08, p. 1101-1110, 2007.

ZONTA, J. B; SILVA, F. B. Dinâmica da orizicultura no Maranhão. **Revista de Política Agrícola**. Ano XXII – Nº 2 – Abr./Maio/Jun. 2014. p.116-132.