

## Resumo

A expansão da citricultura no Estado de São Paulo e particularmente no Município de Botucatu, associada ao avanço das técnicas de monitoramento ambiental, como o sensoriamento remoto foram os fatores determinantes para o desenvolvimento da presente pesquisa. O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações espaço-temporal da citricultura no Município de Botucatu-SP, no período de 1962 a 2005, utilizando-se de geotecnologias, como: fotografias aéreas pancromáticas de 1962, 1972 e 1977 e coloridas de 2000 e 2005, associadas às técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas - SIG. Os resultados obtidos permitiram concluir que a expansão citrícola do Município de Botucatu-SP teve um incremento de 3,41% e uma expansão de 65,27% no período de cinco anos (2000 a 2005); ou seja, um aumento de 12722,56 ha. As fotografias aéreas associadas ao SIG foram eficientes na determinação da expansão citrícola no Município de Botucatu-SP.

**Palavras-chave:** sistemas de informações geográficas; sensoriamento remoto; geoprocessamento

## Expansión de la citricultura do município de Botucatu - SP, obtenidas por medio de fotografías aéreas

## Resumen

La expansión de la citricultura en lo Estado de São Paulo y en particular en lo municipio de Botucatu, asociado con el avance de las técnicas de monitoreo ambiental, tales como el sensoreamiento remoto, son los factores determinantes para el desarrollo de esta investigación. El objetivo de este estudio fue evaluar los cambios espaciales y temporales de los cítricos en Botucatu-SP, en el periodo 1962 a 2005, utilizando geo tecnologías, tales como fotografías aéreas pancromáticas de 1962, 1972 y 1977 y en color 2000 y 2005 asociados a las técnicas de sensoreamiento remoto y Sistemas de Información Geográfica - GIS. Los resultados obtenidos posibilitaran la conclusión de que la expansión de los cítricos en Botucatu-SP tuvo un incremento del 3,41% y una expansión de 65,27% en lo período de cinco años (2000 a 2005), es decir, un aumento de 12.722, 56 ha. Las fotografías aéreas asociadas con el SIG fueron efectivas en la determinación de la expansión del cultivo de cítricos en Botucatu-SP.

**Palabras clave:** sistemas de información geográfica; sensoreamiento remoto; geoprocementamiento

## Introdução

A citricultura há muito se tornou uma atividade importante no Agronegócio nacional, principalmente do Estado de São Paulo. O Município de Botucatu já apresenta grande participação neste setor uma vez que suas terras estão ainda livres das principais doenças ocorrentes nesta cultura.

O Brasil, desde a década de 80, tornou-se o maior produtor mundial de laranjas, tendo no Estado de São Paulo sua maior produção com cerca de 70%

## Expansão citrícola do município de Botucatu – SP, obtidas por meio de fotografias aéreas<sup>1</sup>

*Flávia Meinicke Nascimento<sup>2</sup>; Zacarias Xavier de Barros<sup>3</sup>; Sérgio Campos<sup>3</sup>; José Guilherme Lança Rodrigues<sup>2</sup>; Bruna Soares Xavier de Barros<sup>2</sup>*

das caixas de laranjas produzidas e 98% da produção de suco (HASSE, 1987). É a segunda atividade em termos de importância agro-econômica do Estado de São Paulo movimentando 5 bilhões de reais por ano. Além de gerar 400 mil empregos diretos, movimenta a economia de 316 municípios paulistas e cerca de 15 municípios mineiros, sendo para estes a base da economia local.

SILVA (2000) mostra que segundo dados da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do

Recebido em: 28 set. 2009. Aceito para publicação em: 16 dez. 2009.

1 Parte da Tese de Doutorado do 1º autor apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA/ UNESP – Botucatu.

2 Alunos de Doutorado do Programa de Pós-Graduação – Energia na Agricultura, FCA/UNESP – Botucatu, Rua José Barbosa de Barros nº 1780, CEP 18610-307. Departamento de Engenharia Rural. E-mail: flaviameinicke@hotmail.com

3 Professor Titular do Departamento de Engenharia Rural, FCA/UNESP – Botucatu.

*Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia v3 n2 Mai.- Ago. 2010*

*Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548*

Estado de São Paulo, a laranja ocupava nesta época uma área de 737 mil hectares, inferior apenas à cana e às pastagens. Eram 207 milhões de árvores, 15% em fase de formação, indicando que o crescimento da produção deveria persistir nos próximos anos. Estima-se que o setor gere mais de 1 bilhão de dólares de exportações e uma arrecadação para o Estado de São Paulo de US\$ 350 milhões por ano de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS.

Segundo SPREEN et al. (2007), São Paulo e a Flórida, juntos, são responsáveis por mais de 80% da produção mundial de suco de laranja e que outras regiões produtoras, como Espanha, Itália, Cuba, Argentina, México e Califórnia, não possuem individualmente mais que 5% da cota da produção mundial.

Comparativamente a outras culturas também se verifica a importância econômica da laranja no Estado. Segundo TSUNECHIRO et al. (2005), na safra 03/04 a laranja para indústria ocupou o 3º lugar no valor da produção entre os principais produtos da agropecuária paulista, sendo superada pela cana-de-açúcar (1º) e pela carne bovina (2º), ficando à frente da carne de frango (4º), do milho (5º), da soja (6º) e da laranja de mesa (7º) no total da renda da agricultura paulista.

São Paulo em 1957 já era o maior produtor de laranja no país, sendo seu dinamismo explicado não apenas por condições favoráveis de clima e solo, mas, sobretudo, pela postura empresarial adotada pelos citricultores paulistas na administração de seus negócios (ARANTES FILHO, 1989).

O clima e solo são aspectos de importância fundamental na escolha de um local ou de uma região para implantação de uma produção comercial de frutas cítricas. Segundo MONTENEGRO (1991), os fatores climáticos são mais importantes que o solo, pois podem ser facilmente corrigidos ou menos limitantes que os problemas climáticos, dentre os quais a temperatura seria o fator preponderante, onde podemos observar que latitudes superiores a 40º norte ou sul e temperaturas abaixo de -5 °C são geralmente limitantes ao plantio. As principais regiões citrícolas do mundo situam-se entre os paralelos 20º e 40º, devido, principalmente, aos efeitos favoráveis da temperatura sobre a produtividade das plantas e sobre a qualidade dos frutos. O mesmo autor relata que os

citrus têm extraordinárias possibilidades de adaptação aos mais variados tipos de solos, sente, contudo, mais preferíveis os solos com predominância de argila e sílica suficientemente providos de húmus, férteis, bem drenados e profundos.

O emprego de fotografias aéreas tem sido de grande valia, principalmente pela redução do tempo do trabalho de campo e custos. Para SILVA et al. (2007), a fotointerpretação atingiu os resultados pretendidos, no mapeamento geotécnico da área de estudo, partindo da avaliação das propriedades mais simples e evidentes. A função principal da fotointerpretação não é substituir o levantamento de campo, mas proporcionar subsídios para identificação de fatores que facilitem o processo de mapeamento. A fotointerpretação da paisagem terrestre indica os elementos ligados à topografia e solo, os quais podem ser avaliados no âmbito da bacia hidrográfica por suas características morfométricas.

Para TEIXEIRA et al. (1992), informação geográfica é o conjunto de dados cujo significado contém associações ou relações de natureza espacial. Esses dados podem ser apresentados em forma gráfica (pontos, linhas e polígonos), numérica (catálogos numéricos) ou alfa-numérica (combinação de letras e números). Um sistema de informação geográfica (SIG) utiliza uma base de dados computadorizada que contém informação espacial (os aspectos do meio natural como relevo, solo, clima, vegetação, hidrografia etc., e os aspectos sociais, econômicos e políticos, que permitem uma divisão temática em subsistemas que integram um SIG, sendo esses componentes os atributos), sobre a qual atua uma série de operadores espaciais (conjunto de operações algébricas, booleanas e geométricas, utilizadas no cruzamento de dados pelo SIG). Baseia-se numa tecnologia de armazenamento, análise e tratamento de dados espaciais, não espaciais e temporais e na geração de informações correlatas.

Cada especialista lida com conceitos específicos de sua disciplina (exclusão social, fragmentos, distribuição mineral). Para utilizar um SIG é preciso que cada um deles transforme os conceitos de sua disciplina em representações computacionais. Após esta tradução, torna-se viável compartilhar os dados de estudo com outros especialistas (eventualmente de disciplinas diferentes). Em outras palavras,

quando falamos que o espaço é uma linguagem comum no uso do SIG, estamos nos referindo ao espaço computacionalmente representado e não aos conceitos abstratos de espaço geográfico (CÂMARA et al., 2004).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações espaço-temporal da citricultura no Município de Botucatu-SP, no período de 1962 a 2005, utilizando-se de geotecnologias, como: fotografias aéreas pancromáticas de 1962, 1972 e 1977 e coloridas de 2000 e 2005; juntamente com técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas.

## Material e métodos

O município de Botucatu (Figura 1) apresenta uma área de 148300 ha, situandose geograficamente entre as coordenadas: latitude 22° 35' à 23° 06' S e longitudes 48° 12' à 48° 52' WGr. Os solos da região descritos por OLIVEIRA et al.(1999) foram: LVA (Latossolos Vermelho – Amarelos), NV (Nitossolos Vermelhos), PVA (Argissolos Vermelho-Amarelos).

O clima predominante no Município de Botucatu é segundo o sistema de Köpen do tipo Cfa – clima temperado chuvoso e a direção do vento predominante é a sudeste (SE). A temperatura média anual, na região, é de 20,2 °C, sendo que a

temperatura média dos meses mais quentes é de 23,2 °C e de 16,9 °C nos meses mais frios (MARTINS, 1989). A precipitação anual fica ao redor de 1447 mm, ocorrendo uma precipitação média no mês mais chuvoso de 223,4 mm e 37,8 mm no mais seco.

No desenvolvimento do trabalho foi utilizado um notebook HP com processador AMD Turion™ X2 Ultra Dual Core; 3.0 GB de memória RAM; winchester de 250 GB; com sistema operacional Windows Vista.

Para entrada das informações, referentes ao limite e as áreas citrícolas do Município de Botucatu foi utilizado o scanner da impressora HP Photosmart C4480.

O Sistema de Informações Geográficas Idrisi 15.0 Andes foi utilizado no processamento das informações georreferenciadas e na conversão dos dados vetoriais em raster, enquanto que o aplicativo CartaLinx 1.2 foi utilizado na vetorização do limite do município obtido através das Cartas Planialtimétricas e das áreas citrícolas obtidas de fotografias aéreas pancromáticas e coloridas. O limite da área do Município de Botucatu-SP foi obtido das Cartas Planialtimétricas do IBGE, sendo posteriormente vetorizado no CartaLinx e exportado para o SIG-Idrisi Andes 15.0.

Foram utilizadas como base cartográfica, as Cartas do Brasil: Pratânia, SF-22-Z-B-V-4; Rio

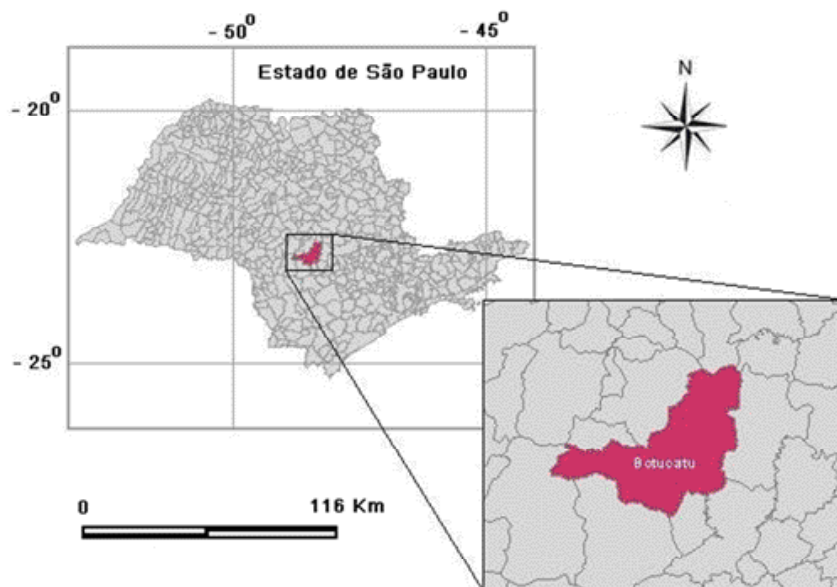


Figura 1. Localização do Município de Botucatu – SP.

Palmital, SF-22-Z-B-V-3; Botucatu, SF-22-R-IV-3; Itatinga, SF-22-Z-D-II-2; Barra Bonita, SF-22-Z-B-VI-1; Santa Maria da Serra, SF-22-Z-B-VI-2; Pardinho, SF-22-X-II-I; Anhembi, SF-22-R-IV-4; São Manuel, SF-22-Z-B-V-2, em escala 1:50000, editadas em 1969, 1970, 1973 e 1974 pelo IBGE com equidistância de 20 metros como apoio cartográfico, abrangendo o município de Botucatu.

Para obtenção do mapa das áreas citrícolas do Município de Botucatu foram utilizadas fotografias aéreas verticais pancromáticas provenientes das coberturas aerofotogramétricas do Estado de São Paulo, realizada em 1962 e 1972 com escala nominal aproximada de 1:25000 e 1977 com escala 1:45000, bem como as coloridas, realizadas em 2000 e 2005, com escala nominal aproximada de 1:30000, com recobrimento longitudinal de aproximadamente 60% e 30% na lateral.

A observação estereoscópica dos pares de fotografias aéreas verticais foi realizada com o auxílio do estereoscópio de espelho marca WILD, modelo ST-4 e a transferência dos elementos de interesse decalcados das fotos para o mapa base foi efetuada com o auxílio do Aerosketchmaster CARL ZEISS, YENA.

Os mapas de ocupações do solo da bacia do rio Lavapés foram obtidos, tendo como apoio cartográfico a Carta do Brasil (1969), em escala 1 : 50.000, editada pelo IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. O mapeamento e a identificação das unidades de solos foram obtidos a partir da Carta de Solos do Estado de São Paulo, na escala de 1 : 500.000, editada pela Comissão de solos (1960).

Para obtenção do mapa das áreas citrícolas de 1962, 1972, 1977, 2000 e 2005, inicialmente, fez-se uma montagem de todo o conjunto de fotografias aéreas verticais correspondentes à área do Município de Botucatu para ter-se uma visualização geral da mesma, sendo em seguida traçado a linha de vôe e a delimitação da área efetiva, conforme COELHO (1972). Depois, com o auxílio da estereoscopia, decalcou-se em filme de polyéster Terkron D - 50 microns, as áreas das coberturas vegetais, objeto de estudo.

Na identificação das coberturas vegetais seguiram-se os critérios gerais e agrícolas de fotointerpretação descritos por RICCI e PETRI (1965), MARCHETTI e GARCIA (1977) e

PIEDADE (1983).

O mapa das áreas citrícolas obtido em filme poliéster Terkron D-50 microns foram escaneados para serem georreferenciados no SIG-Idrisi. Em seguida o arquivo georreferenciado foi vetorizado no CartaLinx e exportado para o SIG-Idrisi para conversão do arquivo vetorial para raster.

## Resultados e discussão

A ocupação citrícola no Município de Botucatu nos anos de 1962, 1972 e 1977, analisada por meio de fotografias aéreas apresentava uma área de 78,55 ha, épocas em que este tipo de cultura não era cultivada para fins comerciais e sim para consumo interno. Estas áreas apresentavam-se distribuídas em várias partes do Município de Botucatu, o que pôde ser constatado nas fotografias aéreas de 2000 e 2005, onde foram substituídas por pastagens.

Pode-se ressaltar que neste período já estava sendo iniciada a expansão citrícola regional, porém não em Botucatu; mas na Fazenda Morrinhos, Município de Itatinga, uma das pioneiras da região, sendo essa atividade citrícola iniciada por volta da década de 70.

O Município de Botucatu em 2000 (Figura 2) apresentava uma área citrícola de 7745,48 ha, área que aumentou, conforme pode ser verificado nas fotografias aéreas de 2005. Pode-se observar que havia maior concentração das áreas citrícolas na região nordeste do Município, próxima a represa da Barra Bonita e outras áreas fragmentadas a sudoeste (Figura 2). Ressalta-se que neste ano as áreas citrícolas da Fazenda Morrinhos já haviam se expandido para o Município de Botucatu.

O Município de Botucatu, em 2005 (Figura 3), apresentava uma área citrícola de 12801,01 ha, sendo que estas áreas que expandiram-se, eram ocupadas no ano de 2000 por pastagem de forma predominante, campo sujo, solos preparados para agricultura e eucalipto, conforme foi verificado nas fotografias aéreas do referido ano.

Tal expansão pode ser verificada em área e produção, graças à organização da cadeia produtiva da fruta, domínio da tecnologia de produção e, principalmente, pela condição de ser uma alternativa agrícola em substituição às áreas de pastagens.

Pode-se notar que a expansão citrícola continuou prevalecendo a nordeste do Município

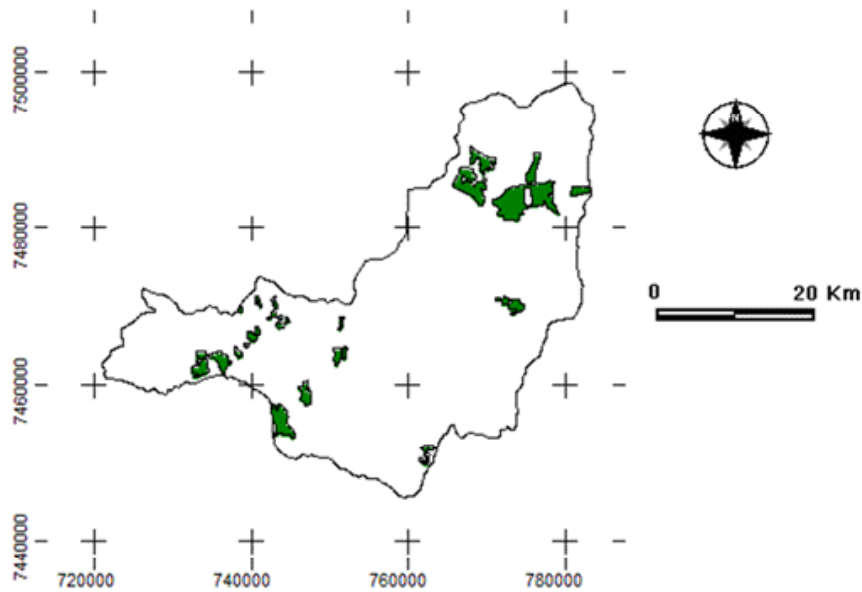


Figura 2. Área citrícola do Município de Botucatu-SP, em 2000.

com grande expansão na região próxima à represa da Barra Bonita e também a sudoeste (Figura 3).

A área ocupada pela citricultura no Município de Botucatu em 2000 representava 5,22%, passando a ocupar 8,63% em 2005, representando um incremento de 3,41% na área total estudada e uma expansão de 65,27% da área citrícola no período

(Tabela 1). Este incremento é decorrente da expansão citrícola no Estado de São Paulo, pois o Município de Botucatu é uma área onde a citricultura apresenta grande adaptação, em função do clima desfavorável ao desenvolvimento de doenças cítricas como a Clorose Variegada dos Citrus - CVC, que são adaptadas à climas quentes e secos. A CVC ou amarelinho é

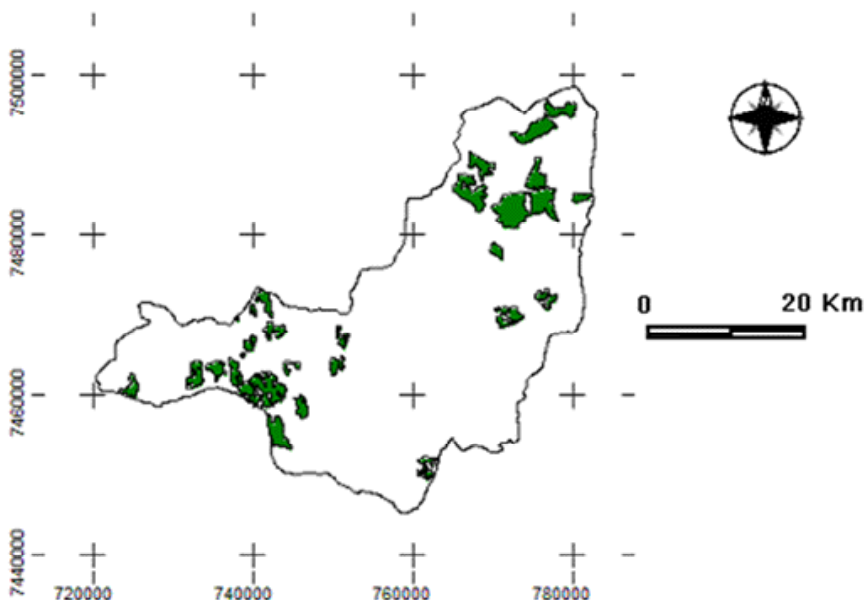


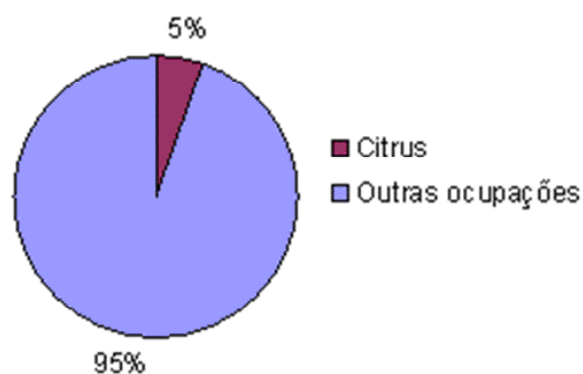
Figura 3. Área citrícola do Município de Botucatu-SP, em 2005.

uma doença causada pela bactéria *Xylella fastidiosa* que, depois de instalada na planta, multiplica-se e obstrui os vasos do xilema, responsáveis por levar água e nutrientes da raiz para a parte aérea. A obstrução causa sintomas típicos, entre eles, a diminuição do tamanho do fruto, podendo torná-lo inviável para consumo (MELO e ANDRADE, 2006).

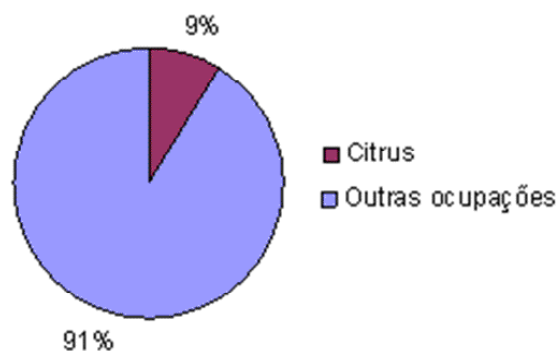
O Município de Botucatu não vem sendo ocupado de forma predominante pela citricultura, pois a ocupação do solo na região é realizada por diversas culturas como a cana-de-açúcar, eucalipto, pastagem, vegetação nativa, campos sujo, solos expostos e solos preparados para atividades agrícolas (Figuras 4 e 5).

**Tabela 1.** Expansão citrícola no município de Botucatu-SP, no período de 5 anos.

Área ocupada pela citricultura no Município (%)		Incremento (%)	
2000	2005	Município	Área citrícola
5,22	8,63	3,41	65,27



**Figura 4.** Área citrícola do Município de Botucatu-SP, em 2000.



**Figura 5.** Área citrícola do Município de Botucatu-SP, em 2005.

## Conclusões

A citricultura no Município de Botucatu-SP sofreu um incremento de 3,41% na área total estudada e uma expansão de 65,27% da área citrícola no período de cinco anos (2000 a 2005) e um incremento de 12722,56 ha de 1962 a 2005.

As fotografias aéreas associadas ao SIG foram ferramentas imprescindíveis na determinação da expansão citrícola no Município de Botucatu-SP.

## Referências

Apresentadas no final da [versão em inglês](#).