

Marcia Aparecida Procopio da Silva Scheer

Professor Adjunto, Departamento e Mestrado de Geografia da UFBA  
maproc@gmail.com

---

# Geoprocessamento e o modelo shift-share na análise das transformações do uso da terra em municípios da Bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu (SP), 1979 a 2001<sup>1</sup>

## Resumo

Esta pesquisa teve como foco de estudo detectar as transformações no uso da terra em municípios componentes da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu (SP) entre 1979 e 2001. Ela foi dividida em três etapas. A primeira teve como objetivo a elaboração de um banco de dados de atributos com os resultados da aplicação do modelo Shift-Share sobre dados estatísticos coletados nos Anuários de Produção Agrícola Municipal – IBGE. A segunda etapa consistiu na elaboração de um banco de dados espaciais com a análise multitemporal do uso da terra para seis municípios componentes do CBH-Mogi (Barrinha, Dumont, Jaboticabal, Pitangueiras, Santa Lúcia e Sertãozinho) por meio de imagens de satélite *LANDSAT 2-MSS* de 1981; *LANDSAT 5-TM* de 1990 e *LANDSAT 7-ETM+* de 2001. Na terceira etapa foram realizadas a integração e comparação das duas metodologias de análise da mudança do uso da terra e da produção agrícola, sendo que os resultados evidenciaram que elas são complementares. Na área de estudo pôde-se notar que a expansão da produção agrícola ocorreu principalmente pela substituição dos cultivos agrícolas menos rentáveis pela cana-de-açúcar e também pelo uso mais intensivo da terra, consequência do avanço tecnológico no processo produtivo e de políticas governamentais.

**Palavras-chave:** dados estatísticos, imagens Landsat, Sistema de Informação Geográfica, produção agrícola.

## Abstract

GEOPROCESSING AND SHIFT-SHARE MODEL APPLIED FOR ANALYSIS OF THE LAND COVER TRANSFORMATIONS IN MOGI GUAÇU'S DRAINAGE BASIN BETWEEN 1979 AND 2001

This research had identified the main factors which influenced the changes of the land use in the localities along of the Mogi Guaçu's drainage basin between 1979 and 2001. This area is located in a strategic geographical region and has an important role for agricultural production the sugar cane at the state, national and international levels. Our study have followed three steps, the first one elaborated a database with the results of the Shift-Share model applied to the statistic data, collected from the Annual Agricultural Production Report in Municipal Scale, by Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). The second step have consisted in elaborating a Spatial Database with the multitemporal analysis of the land use in agricultural areas of five localities inside the drainage basin studied (Barrinha, Dumont, Jaboticabal, Pitangueiras, Santa Lúcia and Sertãozinho using satellite images of LANDSAT 2-MSS (1981); LANDSAT 5-TM (1990) and LANDSAT 7-ETM+ (2001). The integration and comparison of the results was the third step of this research, making possible the analysis of land use changes and agricultural production for the studied drainage basin. The results had evidenced that the Shift-share model and geoprocessing are complementary. In the study area the expansion of agricultural production occurred mainly by the substitution of smaller fields of non-profitable agricultural crops by a large sugarcane cultivated area and also, by more intensive agricultural use of the land.

**Key-words:** Shift-share model, Landsat's images, Geographic Information System, Agricultural production.

## 1. Introdução

Historicamente, o setor agropecuário brasileiro apresentou diversas fases de desenvolvimento. Uma das mais marcantes deu-se entre as décadas de 1950 e 1960, quando vários produtos agrícolas, como o arroz e o feijão, diminuíram sua participação no mercado, ao se acelerar o processo de substituição de produtos importados com o desenvolvimento de indústrias de bens de produção no país, constituindo um novo padrão agropecuário: o Complexo Agroindustrial Brasileiro (CAI) (MÜLLER, 1981).

Durante as décadas de 1970 e 1980, houve constante aprimoramento no conjunto das atividades agrícolas, desde o preparo do solo até a comercialização da colheita, que alcançaram índices que contribuíram sig-

nificativamente para o aumento da produtividade e, conseqüentemente, para o desenvolvimento do setor agrícola no país (ACCARINI, 1987).

Atualmente, a conjuntura econômica internacional é caracterizada pela globalização, com a formação de grandes blocos compostos por países com interesses em comum. No setor agrícola brasileiro, este processo é evidenciado pelo domínio do mercado internacional e pela especialização produtiva que, conforme Graziano (1996), gerou uma nova dinâmica econômica submetida às regulações impostas pelas forças de mercado homogêneo, restando pouco espaço sob o comando da regulação local ou do poder público.

Em meio a todas as transformações ocorridas na composição do uso da terra, conseqüência das tendências do mercado econômico mundial, o Estado de São Paulo foi onde o campo melhor se adaptou às diversas fases de desenvolvimento do setor agrícola no país. Tais mudanças são avaliadas pela presença marcante do trabalho assalariado, especialmente o temporário e o volante, de produtividade da terra e do trabalho revelado através da renda agrícola, dos investimentos e da mecanização (GRAZIANO, 1996).

Das transformações ocorridas no Estado, destaca-se a substituição dos cultivos de algodão, arroz, feijão, trigo, milho, amendoim, café e áreas com pastagem natural por produtos com menor risco de perda e/ou mais rentáveis economicamente, como a laranja e a cana-de-açúcar para fins industriais e as áreas com pastagens cultivadas (LEMONS, 1996).

Os municípios componentes do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu (SP) - CBH-Mogi ocupam posição geográfica estratégica no setor agropecuário paulista e são exemplos de significativas transformações na composição do uso da terra, conseqüência de políticas adotadas pelos Governos Estadual e Federal, realizadas, muitas vezes, sem um planejamento prévio, comprometendo o meio ambiente e a qualidade de vida da população.

O Sensoriamento Remoto e o Sistema de Informação Geográfica (SIG) são muito apropriados para a elaboração de uma base georreferenciada, promovendo a representação e a análise do espaço geográfico de forma dinâmica e a sua necessária integração com as variáveis consideradas na pesquisa (BURROUGH, 1986). No estudo das transformações do uso da

terra por meio de técnicas de Geoprocessamento, estas ferramentas facilitam a visualização dos resultados e sua análise gera subsídios para acompanhar temporalmente o comportamento da agricultura local.

Dentre os modelos utilizados na quantificação dos principais elementos de variação na produção agrícola destaca-se o modelo Shift-Share, também conhecido como Diferencial-Estrutural, que é adaptado a esta pesquisa. Destaca-se que este modelo é usado para medir o crescimento e/ou a retração de uma determinada atividade econômica numa região através dos Efeitos: Área, Rendimento, Estrutura do Cultivo e Localização Geográfica (DUNN, 1960).

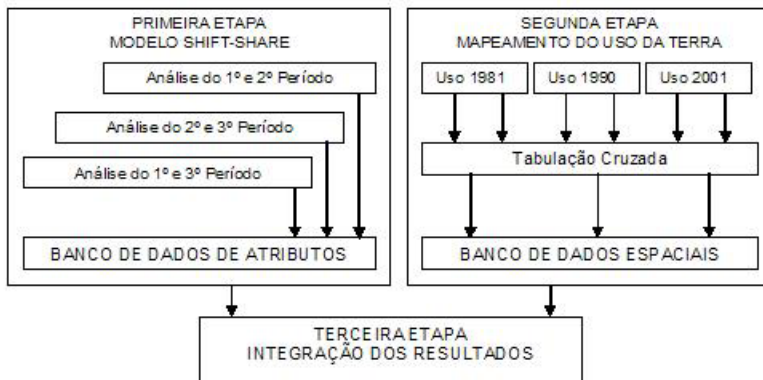
Esta pesquisa teve como objetivo geral desenvolver metodologia para integração de dados provenientes do mapeamento do uso da terra com dados estatísticos de produção agrícola em ambiente de Sistema de Informação Geográfica. Deu-se ênfase ao cultivo da cana-de-açúcar, destacando o comportamento do uso da terra nos municípios de Barrinha, Dumont, Jaboticabal, Pitangueiras, Santa Lúcia e Sertãozinho, pois eles estão localizados na porção noroeste da bacia hidrográfica onde, atualmente, se concentra grande parte da produção de cana-de-açúcar, resultado das tendências econômicas e políticas ocorridas nos últimos anos no país.

## **2. Material e métodos**

### *2.1. Métodos*

Esta pesquisa foi dividida em três etapas distintas (Figura 1), nas quais estão descritas os materiais e a metodologia específica utilizados em cada uma delas.

**Figura 1**  
ETAPAS DA PESQUISA



#### 2.1.1.1. Primeira Etapa da Pesquisa

Nesta primeira etapa foi estudada o modelo Shift-Share adaptado à análise quantitativa do desempenho dos cultivos agrícolas de algodão, arroz, café, cana-de-açúcar, feijão, laranja, milho e soja nos municípios de Barrinha, Dumont, Jaboticabal, Pitangueiras, Santa Lúcia e Sertãozinho no período de 1979 a 2001.

##### 2.1.1.1.1. Materiais utilizados

- Anuários de Produção Agrícola Municipal (PAM) – São Paulo. Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Anos: 1979, 1980, 1981, 1989, 1990, 1991, 1999, 2000 e 2001, para os cultivos agrícolas de algodão, arroz, café, cana-de-açúcar, feijão, laranja, milho e soja.

- Revistas Informações Econômicas. Instituto de Economia Agrícola. Anos: 1984, 1985, 1986, 1988, 1989, 1990, 1994, 1995 e 1996.

- Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (Índice 2). Fundação Getúlio Vargas.

- Base cartográfica digital do Estado de São Paulo. Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Escala 1: 50.000, 2000. (CD-ROM).

- Softwares: Excel, Access e Cartalinx 1.2.

### 2.1.1.2. Metodologia

O modelo Shift-Share é usado, principalmente, para medir o crescimento e/ou retração de determinadas atividades econômicas em regiões específicas. A análise é usada no estudo da agricultura para separar as variações da produção em quatro efeitos aditivos, verificando a parcela de contribuição de cada um deles no contexto geral da área estudada. Nesta pesquisa, foram estudados três efeitos: Efeito Área (EA), Efeito Rendimento (ER), e Efeito Composição do Cultivo ou Estrutura do Cultivo (EEC) (SCHEER, 2005).

O Efeito Área (EA) refere-se às mudanças na produção decorrentes de alteração na área cultivada, supondo que o rendimento, localização e estrutura permaneçam constantes no tempo. O Efeito Rendimento (ER) é o indicador de alteração na produção, em virtude de uma diferenciação nos níveis de produtividade, independente de mudanças de área, localização e composição do produto. O Efeito Estrutura de Cultivo (EEC) destaca, no conjunto de culturas, a mudança na produção relativa à proporção da área total utilizada para plantio de diversas culturas, supondo-se que tanto a área total cultivada como o rendimento permaneçam constantes na equação (IGREJA et al., 1983).

Os procedimentos metodológicos iniciaram-se com a coleta e uniformização dos dados estatísticos utilizados na aplicação do modelo Shift-Share adaptado a esta pesquisa. Foram coletados nos Anuários de Produção Agrícola Municipal os dados de área produzida (hectare) e quantidade produzida (tonelada) dos cultivos de algodão, arroz, café, cana-de-açúcar, feijão, laranja, milho e soja para cada um dos municípios nas publicações dos anos de 1979, 1980, 1981, 1989, 1990, 1991, 1999, 2000 e 2001.

Após a uniformização das unidades dos dados, foram calculadas as médias dos mesmos, considerando os triênios de 1979/80/81, 1989/90/91 e 1999/2000/2001. É importante ressaltar que a utilização de médias trienais serviu para suprir a falta de dados em algumas publicações e minimizar possíveis variações climáticas que pudessem alterar o comportamento normal dos cultivos agrícolas estudados.

Em relação ao preço utilizado na análise do comportamento do conjunto dos cultivos agrícolas para cada município e no total da área de

estudo, foi considerado o preço pago ao produtor. Estes dados foram coletados das publicações da Revista Informações Econômicas do Instituto de Economia Agrícola (IEA) dos anos de 1984, 1985, 1986, 1988, 1989, 1990, 1994, 1995 e 1996.

Para esta pesquisa, os preços foram atualizados considerando como ano base janeiro de 2002, equivalente a R\$ 1,00; e os índices usados foram os Índices Gerais de Preços Disponibilidade Interna - Índice 2 (FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, 2001). A escolha das datas das coletas de preços se deu nos intervalos entre as médias trienais analisadas nesta pesquisa para que não fossem tendenciosas as datas extremas.

Assim, foram utilizadas as médias dos preços de 1984/85/86 para a análise entre 1979/80/81 e 1989/90/91; de 1994/95/96 para a análise entre 1989/90/91 e 1999/2000/2001; e de 1988/89/90 para a análise entre 1979/80/81 e 1999/2000/2001.

A formulação matemática do modelo Shift-Share segue os procedimentos adotados por Igreja et. al. (1983), com adaptações coerentes a esta pesquisa. Entretanto, sua fórmula original apresenta-se da seguinte forma:

$$Q_t = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \left( \alpha_{ij_t} \cdot \bar{A}_t \cdot R_{ij_t} \cdot P_{ij_b} \right) \quad (1)$$

Onde:

$\alpha_{ij_t}$  é a proporção da área cultivada no j-ésimo cultivo, e no i-ésimo município,  $\bar{A}_t$  é a área total cultivada,  $R_{ij_t}$  é o rendimento por hectare do j-ésimo cultivo no i-ésimo município em um determinado período de tempo e  $P_{ij_b}$  é o preço unitário do j-ésimo cultivo no i-ésimo município no ano base.

As seguintes variáveis são definidas para o período inicial (0), correspondente às médias 1979/80/81 e 1989/90/91:

$Q_{i_0}$  = quantidade produzida dos oito cultivos (algodão, arroz, café, cana-de-açúcar, feijão, laranja, milho e soja) no i-ésimo município,

$Q_{j_0}$  = quantidade produzida do j-ésimo cultivo no total da área de estudo,

$Q_{ij0}$  = quantidade produzida do j-ésimo cultivo no i-ésimo município,  
 $A_{i0}$  = área total cultivada dos oito cultivos no i-ésimo município,  
 $A_{j0}$  = área total cultivada do j-ésimo cultivo no total da área de estudo,

$A_{ij0}$  = área total cultivada do j-ésimo cultivo no i-ésimo município,  
 $R_{j0}$  = rendimento médio do j-ésimo cultivo no total da área de estudo,  
 $R_{ij0}$  = rendimento médio do j-ésimo cultivo no i-ésimo município,  
 $P_{jb}$  = preço médio real do j-ésimo cultivo num mesmo ano base,  
 $a_{ij0}$  = proporção do i-ésimo município na área total cultivada do j-ésimo cultivo,

$b_{ij0}$  = proporção do j-ésimo cultivo na área total cultivada do i-ésimo município,

$$\text{Logo: } A_{ij0} = a_{ij0} \cdot A_{j0} \quad (2)$$

$$A_{ij0} = b_{ij0} \cdot A_{i0} \quad (3)$$

Para o período final (t), que corresponde às médias 1989/90/91 e 1999/2000/2001, as variáveis continuam com o mesmo significado e simbologia, alterando somente o sub-índice (0) por (t).

Também, seguindo o exemplo de Igreja et. al. (1983), os resultados foram convertidos em percentagem. Isto facilitou a visualização e análise dos resultados através do Cálculo do Índice de Crescimento Anual.

### 2.1.2. Segunda Etapa da Pesquisa

Nesta etapa foram detectadas as transformações do uso da terra nos municípios estudados por meio da interpretação visual de imagens de satélite LANDSAT de 1981, 1990 e 2001.

#### 2.1.2.1. Materiais utilizados

- Imagem de Satélite LANDSAT 2-MSS. Órbita/Ponto: 235/075 (quadrantes A e C) de 22/05/1981, Órbita/Ponto: 235/076 (quadrante A) de 27/06/1981, e Órbita/Ponto: 236/075 (quadrantes A, B e D) de 10/05/1981. Escala 1: 50.000.

- Imagem de Satélite LANDSAT 5 -TM de 1990. Órbita/Ponto: 219/075 (quadrantes A e C) de 11/04/1990, Órbita/Ponto: 219/076 (quadrante



A) de 10/03/1990 e Órbita/Ponto: 220/075 (quadrantes A, B e D) de 28/01/1990. Escala 1: 50.000.

- Imagem de Satélite LANDSAT 7 -ETM+ de 2001. Órbita/Ponto: 219/075 (quadrantes A e C) de 3/05/2001, Órbita/Ponto: 219/076 (quadrante A) de 3/05/2001 e Órbita/Ponto: 220/075 (quadrantes A, B e D) de 11/06/2001. Escala 1: 50.000.

- Base cartográfica digital do Estado de São Paulo. Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Escala 1: 50.000, 2000. (CD-ROM).

- Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu – Relatório Zero (MION et al., 1999).

- Relatório Final: Diagnóstico do Meio Físico e Estabelecimento de Diretrizes para Controle e Prevenção de Erosão na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu. (ROCHA et al, 2000).

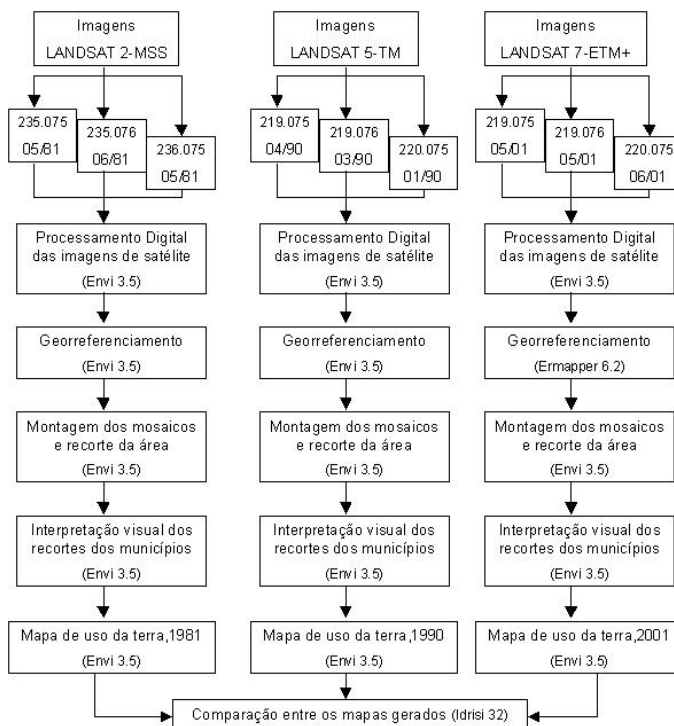
- Softwares: ENVI 3.5; IDRISI 32 for Windows, Ermapper 6.2, Excel, AUTOCAD Map 2000 e Cartalinx1.2.

#### 2.1.2.2. Metodologia

Os procedimentos desta etapa seguiram métodos consagrados na literatura, citados a seguir: a) processamento digital das imagens de satélite; b) georreferenciamento das imagens de satélite; c) recorte da área de estudo; d) interpretação visual do uso da terra; e) comparação entre os mapas gerados (tabulação cruzada); f) cálculo da Exatidão Total, do Produtor e do Usuário; e cálculo do Coeficiente KAPPA (Figura 2).

Deve-se destacar que as matrizes de erro são produtos gerados a partir do mapeamento do uso da terra por meio das imagens de satélite Landsat dos anos de 1981, 1990 e 2001.

**Figura 2**  
ETAPAS DE TRABALHO DA SEGUNDA PARTE DA PESQUISA



Ressalta-se que nesta pesquisa foram adaptados os cálculos da Exatidão Total, do Produtor e do Usuário; e cálculo do Coeficiente KAPPA, conforme explicação a seguir:

A Exatidão do Produtor refere-se ao número de pixels incorretamente incluídos numa dada classe da legenda, no caso da presente pesquisa, ela corresponde à inclusão ou expansão de uma determinada classe da legenda entre o período inicial e o final.

A Exatidão do Produtor é calculada dividindo-se o número de pixels de uma dada classe da legenda pela somatória total da coluna que contém esta categoria, sendo que quanto maior o valor expresso em porcentagem, maior será a intensidade das mudanças ocorridas no uso da terra.

Já a Exatidão do Usuário refere-se ao número de pixels que, embora pertencentes a uma dada categoria, não foram nela incluídos, nesta pes-

quisa foi interpretada como o número de pixels que estavam presentes numa determinada classe da legenda no primeiro período e que mudaram de classe no período final. Nesta situação, também, quanto maior o valor expresso em porcentagem, maior a intensidade da mudança entre as classes de uso da terra presentes na legenda.

A Exatidão do Usuário é calculada dividindo-se o número de pixels da célula correspondente a uma determinada classe da legenda na matriz de erro pela somatória total da linha em que está inserida esta classe.

A Exatidão Total, também chamada de Índice de Concordância Global, é calculada através da soma dos elementos da diagonal principal da matriz de erro e corresponde ao número de pixels classificados corretamente e o número total de pixels da matriz. Nesta pesquisa, a Exatidão Total agregou todas as mudanças na composição do uso da terra durante o período analisado. Quanto mais baixos os valores da Exatidão Total, mais intensas as alterações ocorridas.

Destaca-se que as porcentagens dos resultados da Exatidão Total, do Produtor e do Usuário revelam o grau de concordância entre os dados de referência e os dados classificados, sendo muito importantes para o controle da qualidade dos dados mapeados.

Rocha (1992) utilizou o coeficiente KAPPA como medida de exatidão de classificações de imagens de Sensoriamento Remoto. O autor também destaca que o coeficiente KAPPA é usado para testar o grau de concordância entre a realidade e os resultados de classificação contidos numa matriz de confusão ou erro e que o grau de exatidão é expresso entre 0 e 1. Quanto mais próximo do valor 1, mais a classificação aproxima-se da realidade.

### 2.1.3. *Terceira Etapa da Pesquisa*

Nesta última etapa da pesquisa, dedicada à integração e à comparação das duas metodologias de análise da mudança do uso da terra e da produção agrícola, foram usados resultados obtidos na aplicação do modelo Shift-Share (1979/80/81, 1989/90/91 e 1990/2000/01) e também as matrizes de erro provenientes da tabulação cruzada entre os mapas de uso

da terra (1981, 1990 e 2001) dos municípios de Barrinha, Dumont, Jaboticabal, Pitangueiras, Santa Lúcia e Sertãozinho.

## 2.2. *Área de Estudo*

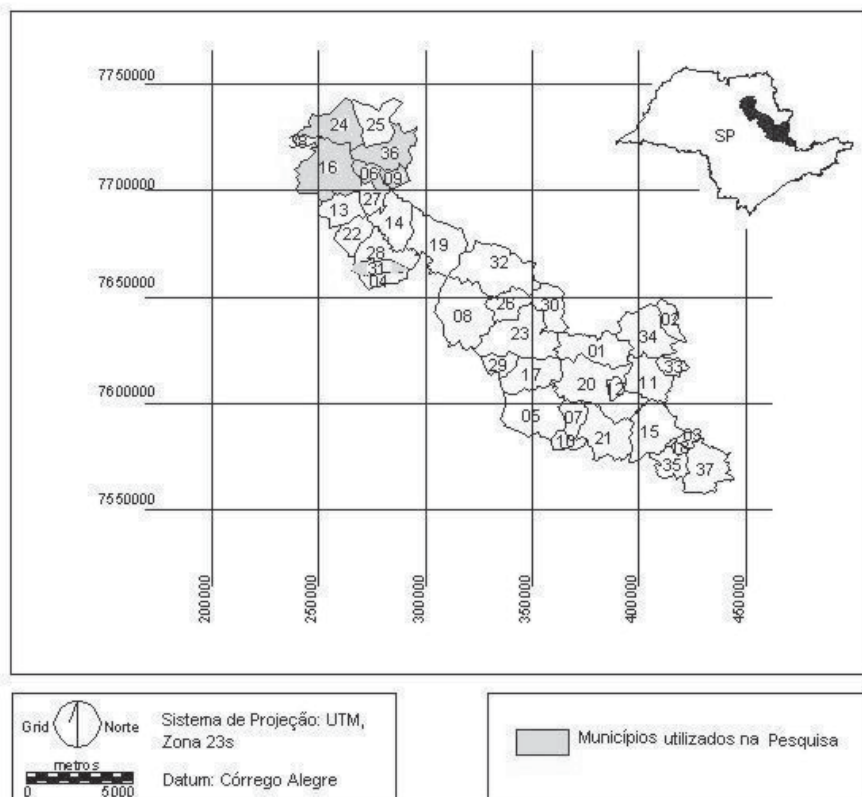
A área total da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu é de aproximadamente 14.653Km<sup>2</sup>, abrangendo municípios dos Estados de Minas Gerais e de São Paulo. Nesta pesquisa foram selecionados, dentre os municípios componentes do CBH-Mogi, os municípios de (6) Barrinha, (9) Dumont, (16) Jaboticabal, (24) Pitangueiras, (31) Santa Lúcia e (36) Sertãozinho, como amostragem da aplicação da metodologia desenvolvida (Figura 1).

Quanto às características físicas, a área de estudo apresenta altimetria média de 500 metros, composta por grande variação pedológica. As condições climáticas predominantes são de inverno seco e verão chuvoso, com temperaturas variando entre 10°C e 30°C. As médias anuais de precipitação ocorrem entre 1350 e 1650 mm.

Com relação às características humanas, os municípios são originários do pouso e da passagem de tropeiros, que, atraídos pelas condições físicas do lugar, se fixaram e começaram a trabalhar na terra. Hoje, pode-se destacar que a área de estudo é bastante populosa, concentrada principalmente na área urbana. As atividades econômicas básicas são: agricultura, pecuária, indústria de transformação e prestação de serviços (MION, 1999).

**Figura 3**

LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS COMPONENTES DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOGI-GUAÇU (SP), CBH-MOGI, 2004



### 3. Resultados e discussão

#### 3.1. Resultados do primeiro período de análise (1979/80/81 e 1989/90/91)

Os resultados obtidos no primeiro período de análise (1979/80/81 e 1989/90/91) estão apresentados a seguir (Tabela 1):

**Tabela 1**  
**COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS DUAS METODOLOGIAS ESTUDADAS NESTA PESQUISA, PRIMEIRO PERÍODO DE ANÁLISE**  
**A) TABELAÇÃO CRUZADA; B) MODELO SHIFT-SHARE**

1979/80/81 89/90/91		Tabulação cruzada entre mapas de uso da terra (%)				
Município	Classe de uso da terra	Exatidão do Produtor	Exatidão do Usuário	Exatidão Total	Coeficiente KAPPA	
Barrinha	(1) outros	58,57	64,53		33	10,23
	(2) cana-de-açúcar	79,16	24,87			
	(3) cultura anual	6,20	38,24			
	Todas as classes					
Dumont	(1) outros	39,18	50,39		40	9,68
	(2) cana-de-açúcar	73,74	36,42			
	(3) cultura anual	8,97	43,71			
	Todas as classes					
Jaboticabal	(1) outros	21,57	79,07		37	4,73
	(2) cana-de-açúcar	75,17	33,53			
	(3) cultura anual	13,31	27,66			
	Todas as classes					
Pitangueiras	(1) outros	27,05	80,93		37	10,23
	(2) cana-de-açúcar	72,29	32,40			
	(3) cultura anual	16,79	29,25			
	Todas as classes					
Santa Lúcia	(1) outros	39,49	84,90		34	14,87
	(2) cana-de-açúcar	68,96	18,20			
	(3) cultura anual	6,76	29,05			
	(4) citrus	51,97	49,52			
Sertãozinho	(1) outros	38,09	63,60		50,19	16,08
	(2) cana-de-açúcar	79,49	46,90			
	(3) cultura anual	5,14	16,17			
	Todas as classes					

b)

1979/80/81	89/90/91	MODELO SHIFT-SHARE (%)		
Município	Varição da quantidade produzida	Efeito Área	Efeito Rendimento	Efeito Estrutura do Cultivo
Barrinha	2,04	0,52	1,70	-0,18
Dumont	0,56	-0,24	0,22	0,58
Jaboticabal	1,27	-0,09	1,56	-0,2
Pitangueiras	2,87	1,13	0,73	1,01
Santa Lúcia	-1,76	3,10	-1,58	-3,27
Sertãozinho	-1,25	-2,04	0,86	-0,06

No primeiro período de análise, o coeficiente KAPPA variou entre 4,73% (Jaboticabal) e 16,09% (Sertãozinho). Como o coeficiente KAPPA varia entre 0 e 100%, estes valores obtidos aproximam-se do intervalo mínimo padrão representando baixa concordância entre os dois conjuntos de dados estudados, entre os anos de 1981 e 1990, evidenciando mudanças efetivas na composição do uso da terra.

Quanto à Exatidão Total, os municípios apresentaram valores entre 33% (Barrinha) e 50,19% (Sertãozinho). Numa análise mais detalhada, o município de Barrinha, por exemplo, apresentou, na Exatidão do Produtor, classe cana-de-açúcar, o maior crescimento entre 1981 e 1990. Já os cultivos que migraram (Exatidão do Usuário), principalmente para a classe cana-de-açúcar, foram provenientes da classe outros, seguido pela cultura anual.

Em todos os municípios, a tendência dos resultados neste primeiro período foi semelhante aos obtidos no município de Barrinha e somente Santa Lúcia (Exatidão Total igual a 34%) apresentou mais uma classe na classificação – citrus. Neste caso, o cultivo de citrus no município teve um crescimento de 51,97% entre 1981 e 1990, porém também cedeu áreas para outros usos da terra, provavelmente, para a cana-de-açúcar.

Quanto ao modelo Shift-Share, os municípios apresentaram os seguintes resultados entre 1979/80/81 e 1989/90/91:

O município de Barrinha obteve uma pequena expansão na área plantada, porém houve aumento na produção e no rendimento agrícola do município. Já o município de Dumont não apresentou resultado significativo quanto às análises do conjunto dos cultivos, pequeno aumento na

variação da quantidade produzida e no efeito rendimento. Apenas o efeito área foi negativo, o que retrata uma pequena diminuição na área plantada.

Jaboticabal apresentou valores positivos, tanto na variação da quantidade produzida como no efeito rendimento. Já os efeitos área e estrutura do cultivo apresentaram-se negativos, evidenciando, assim, mudanças na composição da estrutura do cultivo neste período de análise.

O município de Pitangueiras registrou na análise do conjunto dos cultivos agrícolas valores positivos, que retratam expansão na área cultivada, na produção agrícola. Tais resultados retratam uma melhor adequação na composição da estrutura do cultivo.

Santa Lúcia registrou no conjunto dos oito cultivos uma pequena expansão na área plantada. Entretanto, o município apresentou valores negativos quanto aos outros efeitos referentes à produção, ao rendimento e à estrutura do cultivo agrícola.

O município de Sertãozinho obteve, na análise dos cultivos agrícolas, resultados negativos nos efeitos área, estrutura do cultivo e na variação da quantidade produzida final menos a inicial. O único resultado positivo foi obtido no efeito rendimento.

Neste primeiro período de análise, a comparação dos resultados obtidos com as duas metodologias utilizadas nesta pesquisa mostrou uma mesma tendência no comportamento dos seis municípios estudados: a substituição dos cultivos agrícolas e outros usos da terra pelo cultivo de cana-de-açúcar, que se expandiu durante a década de 1980.

### *3.2. Resultados do segundo período de análise (1989/90/91 e 1999/2000/01)*

Os resultados obtidos no segundo período de análise (1989/90/91 e 1999/2000/01) estão apresentados a seguir (Tabela 2):



**Tabela 2**  
**COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS DUAS METODOLOGIAS ESTUDADAS NESTA PESQUISA, SEGUNDO PERÍODO DE ANÁLISE**  
**A) TABULAÇÃO CRUZADA: B) MODELO SHIFT-SHARE**

1989/90/91 99/00/01		Tabulação cruzada entre mapas de uso da terra (%)				
Município	Classe de uso da terra	Exatidão do Produtor	Exatidão do Usuário	Exatidão Total	Coefficiente KAPPA	
Barrinha	(1) outros	88,63	75,39	85	65,39	
	(2) cana-de-açúcar	90,42	92,59			
	(3) cultura anual	34,63	40,78			
	Todas as classes					
Dumont	(1) outros	45,82	60,48	74	33,26	
	(2) cana-de-açúcar	91,00	78,45			
	(3) cultura anual	1,96	9,52			
	Todas as classes					
Jaboticabal	(1) outros	65,87	49,34	76	29,07	
	(2) cana-de-açúcar	92,19	80,48			
	(3) cultura anual	5,76	34,49			
	Todas as classes					
Pitangueiras	(1) outros	59,01	60,26	69	28,75	
	(2) cana-de-açúcar	93,24	74,84			
	(3) cultura anual	5,01	35,92			
	(4) citrus	7,13	57,29			
	(5) café	7,77	20,13			
Santa Lúcia	Todas as classes			80	57,35	
	(1) outros	72,51	75,82			
	(2) cana-de-açúcar	93,48	83,40			
	(3) cultura anual	17,20	35,24			
Sertãozinho	(4) citrus	41,22	74,33	82	55,83	
	Todas as classes					
	(1) outros	64,80	79,12			
	(2) cana-de-açúcar	93,48	82,88			
	(3) cultura anual	1,57	9,57			

a)

b)

1989/90/91 99/00/01	MODELO SHIFT-SHARE (%)			
Município	Varição da quantidade produzida	Efeito Área	Efeito Rendimento	Efeito Estrutura do Cultivo
Barrinha	1,92	2,43	-1,12	0,61
Dumont	1,95	-0,13	-0,01	2,09
Jaboticabal	0,81	-0,74	-0,44	1,99
Pitangueiras	0,81	-0,74	-0,44	1,99
Santa Lúcia	10,36	2,33	0,55	7,48
Sertãozinho	2,58	2,97	-0,57	0,18

No segundo período de análise, o coeficiente KAPPA apresentou valores entre 28,75% (Pitangueiras) e 65,39% (Barrinha), isto é, apresentando uma concordância mais alta entre os dois conjuntos de dados estudados (1990 e 2001). Pode-se considerar que os valores obtidos no coeficiente KAPPA, neste segundo período, representam a expansão e a consolidação do cultivo de cana-de-açúcar nos municípios estudados.

Também na Exatidão Total, o município de Pitangueiras obteve o menor valor (69%) e o município de Barrinha, o maior valor (85%), sendo que numa análise mais detalhada as classes que apresentaram maiores mudanças foram cana-de-açúcar, com expansão de sua área plantada, enquanto que as principais classes que cederam espaço foram cultura anual e outros usos.

De modo geral, os municípios estudados nesta pesquisa apresentaram, através do modelo Shift-Share, resultados que evidenciaram um período de reorganização das atividades agrícolas.

Na comparação entre as duas metodologias utilizadas nesta pesquisa, o segundo período de análise apresentou mudanças na estrutura dos cultivos agrícolas, acompanhando as tendências econômicas predominantes nos anos 1990, com a substituição dos cultivos agrícolas menos rentáveis pela cana-de-açúcar.

3.3. Resultados do terceiro período de análise  
(1979/80/81 e 1999/2000/01)

Os resultados obtidos no terceiro período de análise (1979/80/81 e 1999/2000/01) estão apresentados a seguir (Tabela 3):

**Tabela 3**  
COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS DUAS METODOLOGIAS ESTUDADAS  
NESTA PESQUISA, TERCEIRO PERÍODO DE ANÁLISE  
A) TABULAÇÃO CRUZADA; B) MODELO SHIFT-SHARE

a)

1979/80/81 99/00/01	Tabulação cruzada entre mapas de uso da terra (%)				
Município	Classe de uso da terra	Exatidão do Produtor	Exatidão do Usuário	Exatidão Total	Coefficiente KAPPA
Barrinha	(1) outros (2) cana-de-açúcar (3) cultura anual Todas as classes	65,25 76,62 4,40	61,15 24,63 32,00	33	10,52
Dumont	(1) outros (2) cana-de-açúcar (3) cultura anual Todas as classes	35,83 89,58 1,24	60,69 38,13 29,19	42	12,04
Jaboticabal	(1) outros (2) cana-de-açúcar (3) cultura anual Todas as classes	27,43 92,05 8,47	75,51 35,73 11,01	40	9,81
Pitangueiras	(1) outros (2) cana-de-açúcar (3) cultura anual Todas as classes	25,78 92,23 1,35	79,96 32,37 10,33	38	10,08
Santa Lúcia	(1) outros (2) cana-de-açúcar (3) cultura anual (4) citrus Todas as classes	38,10 79,59 2,61 18,03	85,64 18,75 22,98 30,98	32	12,46
Sertãozinho	(1) outros (2) cana-de-açúcar (3) cultura anual Todas as classes	37,55 94,29 0,74	76,41 48,88 14,49	54,96	23,62

b)

1979/ 80/ 81	99/ 00/ 01	MODELO SHIFT-SHARE (%)		
Município	Varição da quantidade produzida	Efeito Área	Efeito Rendimento	Efeito Estrutura do Cultivo
Barrinha	4,09	2,80	0,88	0,42
Dumont	1,17	-0,37	0,44	1,10
Jaboticabal	-0,19	-0,86	4,47	-3,80
Pitangueiras	1,56	1,97	1,55	-1,96
Santa Lúcia	5,65	5,96	1,42	-1,73
Sertãozinho	1,22	0,73	0,50	-0,01

Os resultados obtidos no terceiro período de análise (1979/80/81 e 1999/2000/01) estão apresentados a seguir (Tabela 3): No terceiro período de análise, que é composto pelo período temporal total desta pesquisa, os municípios variaram entre 10,08% (Pitangueiras) e 23,62% (Sertãozinho) quanto ao coeficiente KAPPA. Tais resultados mostraram que, no geral dos anos pesquisados, houve baixa concordância entre os dois conjuntos de dados (1981 e 2001), ou seja, intensas mudanças na composição do uso da terra.

A Exatidão Total variou entre 32% (Santa Lúcia) e 54,96% (Sertãozinho). Neste período de análise ocorreram as mesmas tendências apresentadas anteriormente com a expansão do cultivo de cana-de-açúcar, ocupando espaço da cultura anual e outros usos.

Assim, os resultados referentes ao terceiro período confirmam que os seis municípios estudados tornaram-se especialistas no cultivo de cana-de-açúcar, além de apresentarem outras atividades econômicas que englobam o processo produtivo deste cultivo agrícola, como usinas de açúcar e álcool, indústrias de máquinas agrícolas, etc.

### 3.4. Comparação entre as duas metodologias utilizadas na pesquisa

Na terceira etapa da pesquisa foram realizadas a integração e a comparação das duas metodologias de análise da mudança do uso da terra e da produção agrícola, sendo que os resultados evidenciaram que elas são complementares para as análises realizadas.

Assim, por meio de ambas as metodologias, ficou evidente a expansão da produção agrícola na área de estudo, principalmente pela substitui-

ção dos cultivos agrícolas menos rentáveis por cana-de-açúcar, e também pelo uso mais intensivo da terra, conseqüência do avanço tecnológico no processo produtivo, de políticas governamentais e das tendências do mercado econômico regional, nacional e mundial.

#### **4. Conclusão**

De modo geral, na área de estudo, foram observadas efetivas mudanças na composição do uso da terra, principalmente no que se refere à substituição da cultura anual por cana-de-açúcar.

Este processo de especialização dos municípios em cana-de-açúcar pode ser atribuído às mudanças ocorridas ao longo dos anos no país, tais como no final da década de 1970, com o incentivo da produção da cana-de-açúcar e a instituição do PROALCOOL. Na década de 1980, com as adaptações no campo causadas por diversas crises financeiras e pela instabilidade econômica gerada pelos planos adotados pelo governo, e, atualmente, com o processo de globalização que impulsionou a maior participação do país em produtos agrícolas.

A interação entre as técnicas de geoprocessamento (Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica) e a aplicação do modelo Shift-Share permitiram estudar a evolução do uso da terra e detectar suas alterações por meio de análise de séries temporais.

Como já comentado anteriormente, estas duas metodologias mostraram-se complementares neste tipo de estudo, sendo que o modelo Shift-Share contribuiu com a identificação de cada um dos efeitos aditivos da variação da produção considerados nesta pesquisa (efeito área, efeito rendimento e efeito estrutura ou composição do cultivo) no contexto geral do município e da área total do CBH-Mogi, enquanto que o geoprocessamento permitiu identificar espacialmente estas alterações indicando as áreas onde ocorreram efetivamente as mudanças de uso da terra dentro do município ao longo dos anos analisados.

Assim, pôde-se concluir que a integração destas duas metodologias mitigou as deficiências de cada uma, como a generalização dos resultados obtidos com a aplicação do modelo Shift-Share e a impossibilidade de checagem de feições no campo em imagens de satélite de datas passadas.

## Notas

<sup>1</sup> Pesquisa realizada sob orientação do Prof. Dr. Jansle Vieira Rocha na Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP (SP). Tese de Doutorado. Apoio financeiro da FAPESP.

## Referências

ACCARINI, J. H. **Economia Rural e Desenvolvimento: reflexões sobre o caso brasileiro**. Petrópolis: Vozes, 1987.

BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for Land Resources Assessment**. New York: OXFORD, 1986.

DUNN, E.S.J. A Statistical and Analytical Techniques for Regional Analysis. **Papers Regional Science Association**, n 6, 1960.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (Índice 2)**. Disponível em <<http://www.indicadores.hpg.ig.com.br>>; Acesso em dezembro de 2001.

GRAZIANO, J.S. **Nova Dinâmica da Agricultura Brasileira**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1996.

HOFFMANN, R. **Estatística para economistas**. São Paulo: Pioneira, 1991.

IBGE, Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Anuário de Produção Agrícola Municipal, São Paulo**, dos anos de 1979, 1980, 1981, 1989, 1990, 1991, 1999, 2000 e 2001.

IBGE, Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base cartográfica digital**. Escala 1:50.000, 2000 (CD-Rom).

IEA, Instituto de Economia Agrícola. **Revista Informações Econômicas**, n.2, abril, 1979.

IEA, Instituto de Economia Agrícola. **Revista Informações Econômicas**, n.4, junho, 1979.

IEA, Instituto de Economia Agrícola. **Revista Informações Econômicas**, n.11, outubro, 1981.

IEA, Instituto de Economia Agrícola. **Revista Informações Econômicas**, dos anos de 1984, 1985, 1986, 1988, 1989, 1990, 1994, 1995 e 1996.

IGREJA, A. C. M.; CARMO, M. S.; GALVÃO, C. A.; PELLEGRINI, R. M. Análise quantitativa do desempenho da agricultura paulista, 1966-77. **Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola**. Ano XXX, São Paulo, 1983.

IGREJA, A. C. M.; YOKOYAMA, L. P. Principais lavouras da região Centro –Oeste: variações no período 1975-1987. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 5, Brasília, maio 1992.

LE MOS, M.B.O. Agribusiness Brasileiro frente ao Mercosul: desafios e oportunidades para a pequena e média empresa. XIII Encontro Nacional de Geografia Agrária, n. 13, 1996, Diamantina. **Anais do XIII Encontro Nacional de Geografia Agrária**, Diamantina: UFMG, 1996.

MION, L. C. (Org); CAVALIERI, A.; et al. **Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu**. Relatório Zero, 1999. Disponível em <<http://www.recursohidricos.sp.gov.br>> Acesso em julho de 2000.

MÜLLER, G. **O complexo agroindustrial brasileiro**. Núcleo de Pesquisas e Publicações, n. 13, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 1981.

ROCHA, J. V. **The influence of ground survey size on accuracy of area estimates from satellite images**. 109p. PhD Thesis (Doctor in Philosophy), Cranfield Institute of Technology Silsoe College, v. 01, 1992.

ROCHA, J. V.(Org.), LAMPARELLI, R. A., WEILL, M.A.M., et al. **Diagnóstico do Meio Físico e Estabelecimento de diretrizes para controle e prevenção de erosão na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu (SP)**. Relatório de Pesquisa. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

SÃO PAULO, Governo Estadual. Secretaria de energia, recursos hídricos e saneamento. **Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu**. Disponível em <http://www.recursohidricos.sp.gov.br>; Acesso em março de 2000.

SCHEER, M. A. P. S. **Geoprocessamento e modelo shift-share na análise das transformações do uso da terra nos municípios do comitê da bacia hidrográfica do Mogi-Guaçu (SP)**, 1979 a 2001 . Tese de Doutorado, Unicamp, 2004.

SCHEER, M. A. P. S. Desempenho da produção agrícola nos municípios do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi – Guaçu (SP), CBH – Mogi, 1979 a 2001. **Revista Agricultura em São Paulo**. Instituto de Economia Agrícola, v. 52, n. 2, 2005.

SCHEER, M. A. P. S. Detecção de mudanças no uso da terra no município de Sertãozinho (SP) por meio de técnicas de Geoprocessamento. **RBC – Revista Brasileira de Cartografia**, v. 58, n. 2, 2006.

