



## ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA DO RIO JACARÉ GUAÇÚ (SP) ENTRE 1987, 2004 E 2013

Vladimir de Souza<sup>1</sup>, Emerson Galvani<sup>2</sup>

(1 - Universidade de São Paulo, Geógrafo. Doutor em Ciências, [vladimirsouza@usp.br](mailto:vladimirsouza@usp.br), 2 - Universidade de São Paulo, Professor do Departamento de Geografia e do Programa de Pós Graduação em Geografia Física, [egalvani@usp.br](mailto:egalvani@usp.br)).

**Resumo:** Este trabalho teve como objetivo determinar as alterações no uso da terra entre 1987, 2004 e 2013 na da bacia do rio Jacaré Guaçú, localizada na margem direita do rio Tietê na região central do Estado de São Paulo. Dados de Sensoriamento Remoto, de estudos acadêmicos e trabalho de campo foram usadas para atingir a meta proposta. Os resultados revelaram aumento de locais destinados ao cultivo de cana de açúcar e áreas urbanizadas entre 1987, 2004 e 2013. A expansão dessas classes ocorreu sobre áreas destinadas à vegetação arbórea, cultura agrícola anual, pastagens e campos ao longo do período analisado. A silvicultura diminuiu entre 1987 e 2004 e aumentou entre 2004 e 2013. As mudanças identificadas no uso e ocupação da terra podem influenciar em processos sociais, econômicas, geomorfológicos e hidrológicos na área de estudo.

**Palavras – chave:** Uso da terra, Bacia Hidrográfica, Sensoriamento Remoto.

### LAND USE ANALYSIS OF JACARÉ GUAÇÚ STREAM BASIN (SÃO PAULO STATE - BRAZIL) BETWEEN 1987, 2004 AND 2013

**Abstract:** This paper aims identify changes in land use between 1987, 2004 and 2013 in Jacaré Guaçú stream basin (São Paulo State - Brazil). Remote Sensing and fieldwork datas were used to elaborate this research. The results showed an increase of sugarcane and urban áreas between the years studied. The expansion of these land use classes occurred in on areas previously intended for pastures, fields, forest vegetation, annual crops, and lakes in the study area. Forestry decreases the occupied area between 1987 and 2004 and increased between

---

Artigo recebido para publicação em 23 de novembro de 2017.  
Artigo aprovado para publicação em 10 de março de 2018.



2004 and 2013. The changes identified in land use can influence social, economic, geomorphological and hydrological processes in the study area.

**Keywords:** Land Use, Stream Basin, Remote Sensing.

## **ANÁLISIS DEL USO Y OCUPACIÓN DE LA TIERRA EN LA CUENCA DEL RIO JACARÉ GUAÇÚ (ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL) ENTRE 1987, 2004 Y 2013**

**Resumen:** Este artículo tuvo como objetivo determinar los cambios en el uso de la tierra entre los años 1987, 2004 y 2013 en la cuenca del río Jacaré Guaçú, ubicada en la región central del Estado de São Paulo, sudeste de Brasil. Se utilizaron datos de la detección remota, los estudios académicos y el trabajo de campo para alcanzar la meta propuesta. Los resultados revelaron un aumento de áreas destinadas al cultivo de caña de azúcar y áreas urbanizadas entre 1987, 2004 y 2013. La expansión de esas clases de uso de la tierra ocurrió sobre las zonas destinadas a la vegetación arbórea, cultivo agrícola anual, pastizales y campos a lo largo del período analizado. La silvicultura disminuyó entre 1987 y 2004 y aumentó entre 2004 y 2013. Los cambios identificados en el uso y ocupación de la tierra pueden influir en procesos sociales, económicos, geomorfológicos e hidrológicos en el área de estudio.

**Palabras clave:** Uso de la tierra, Cuenca hidrográfica, Detección remota.

### **1. Introdução**

A bacia hidrográfica é a unidade espacial definida para a implantação de projetos de gerenciamento da água integrado com o uso do solo, conforme define a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). Isso ocorre, dentre outros fatores, pelo fato dessas unidades espaciais representarem sistemas abertos que apresentam interações entre elementos naturais e antrópicos e cuja principal matéria de circulação é a água.

Em termos gerais, as bacias hidrográficas recebem água da atmosfera (input) que determinam os processos físicos e químicos sobre os elementos que compõem os principais subsistemas envolvidos como as vertentes, planícies de inundação e os canais fluviais (RODRIGUES, ADAMI, 2005). A interação entre esses elementos e processos irá influenciar determinar e interferir diretamente no fluxo de energia e matéria de uma rede de drenagem, que representa a principal via de saída (output) do sistema (GREGORY, WALLING, 1973).



As mudanças quantitativas e qualitativas na composição e disposição dos fatores naturais e antrópicos que formam as bacias de drenagem podem provocar alterações em sua dinâmica hidrológica e geomorfológica ao longo do tempo e espaço (COELHO NETO, 2012). Naturalmente, a bacia hidrográfica como um sistema aberto, tende a se ajustar às alterações ocorridas nos elementos que a constitui (CHORLEY, KENNEDY, 1971).

As atividades antrópicas desenvolvidas sobre as bacias de drenagens podem influenciar no aumento ou redução da quantidade de água escoada superficialmente nas encostas, provocar a desestabilização de vertentes, alterar a composição química da água dos rios, o regime de vazão fluvial e o transporte de sedimentos (CARSON, KIRKBY, 1975). Como resultado dessas ações tem-se a perda da fertilidade natural dos solos e o impacto nos ecossistemas terrestre e fluviais (LAL, 2000). Nesse sentido, estudos que identifiquem as alterações multitemporais no uso da terra das bacias hidrográficas são de fundamental importância para o planejamento territorial e gestão dos recursos naturais (WALLING, 2005).

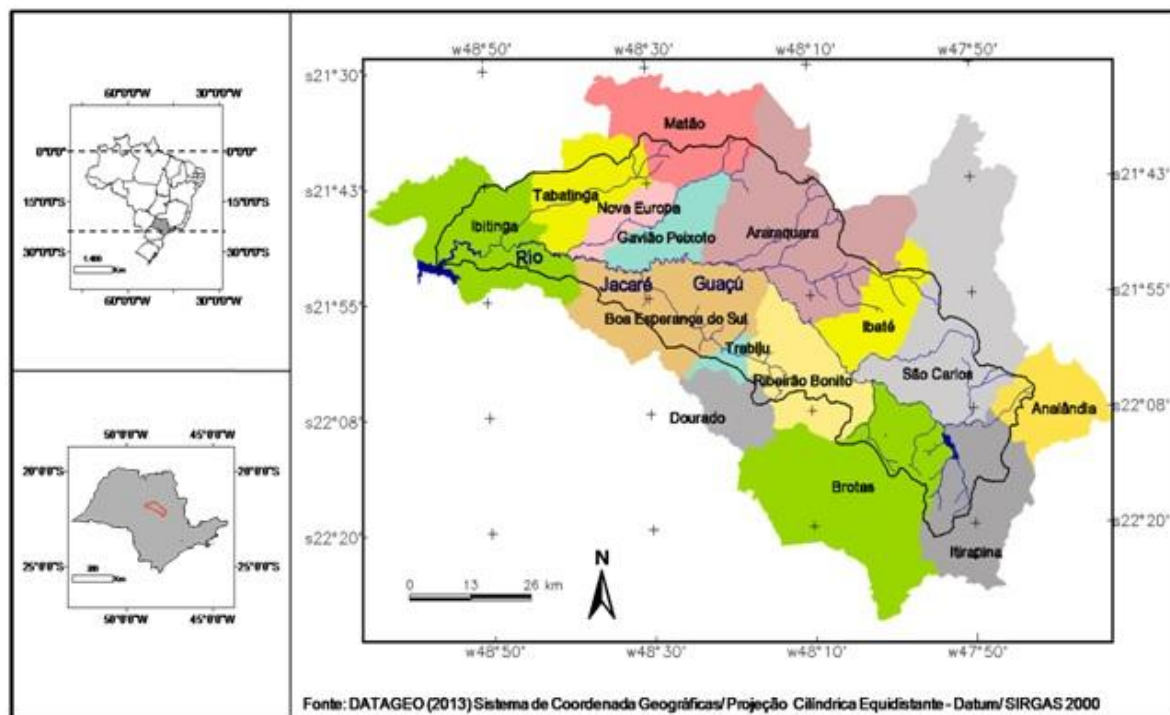
Este trabalho teve como objetivo determinar as alterações no uso da terra entre 1987, 2004 e 2013 na da bacia do rio Jacaré Guaçú, localizada na margem direita do rio Tietê na região central do Estado de São Paulo.

### 1.1 Área de Estudo

Com área aproximada de 4057 km<sup>2</sup> a bacia do rio Jacaré Guaçú localiza-se na região central do Estado de São Paulo e abrange integralmente os municípios de Nova Europa e Gavião Peixoto e parcialmente São Carlos, Brotas, Analândia, Ribeirão Bonito, Araraquara, Ibaté, Matão, Ibitinga, Itirapina, Tabatinga, Trabiçu, Dourado e Boa Esperança do Sul (Figura 1).

A área de estudo possui grande importância econômica para o Estado de São Paulo. O Produto Interno Bruto (PIB) estimado em 2015 dos municípios foi de R\$ 27 376 309 000,00 para uma população aproximada de 517 000 habitantes (IBGE, 2017). Os municípios que compõem a bacia hidrográfica utilizam seus recursos hídricos para o desenvolvimento das atividades agropecuárias, industriais e comerciais, bem como para o abastecimento e saneamento em áreas urbanas e rurais.

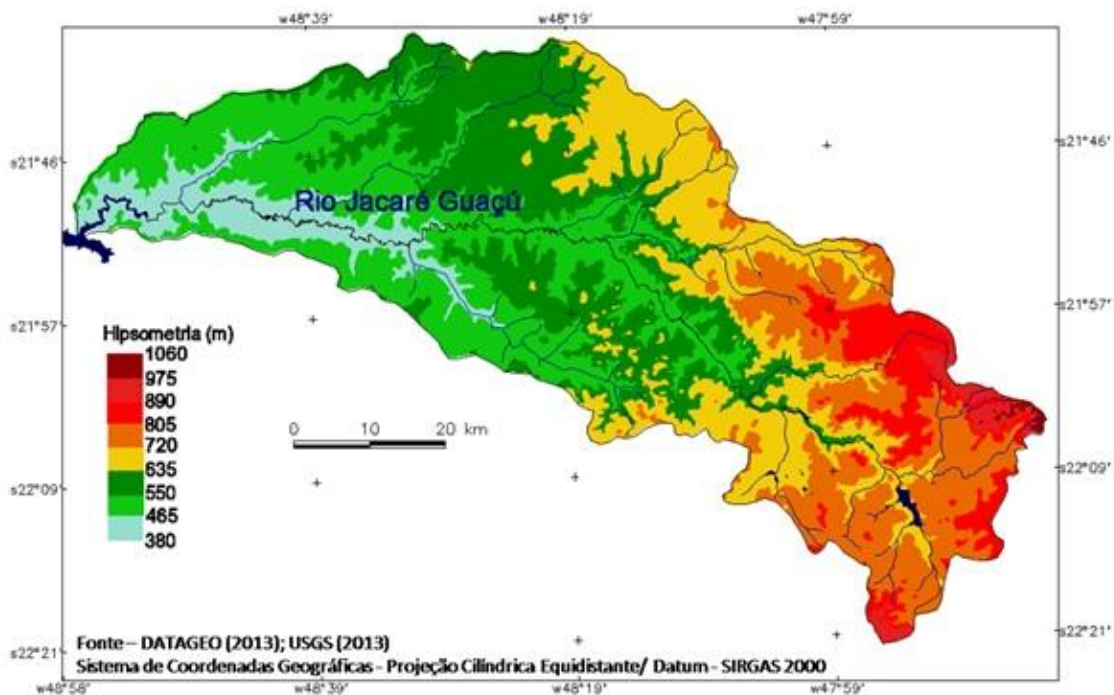
Figura 1–Localização da área de estudo e dos municípios que integram a bacia do rio Jacaré Guaçu



Em termos geomorfológicos estruturais a área de estudo está inserida na Bacia Sedimentar Fanerozóica do Paraná sobre rochas de origem vulcânicas e sedimentares (PERROTA et al., 2005). A morfologia escultural da bacia do rio Jacaré Guaçu está disposta na unidade Planalto Ocidental Paulista, com localidades do alto curso dispostas na subunidade denominada Planalto Residual de São Carlos e o restante no Planalto Centro Ocidental (ROSS, MOROZ, 1997). A altitude varia entre 1060m e 380m e o rio Jacaré Guaçu possui extensão aproximada de 234,3km (USGS, 2013; DATAGEO, 2013). A Figura 2 exibe a variabilidade hipsométrica e os principais rios do sistema de drenagem da bacia do rio Jacaré Guaçu.

Os solos apresentam profundidade, textura, cor, estrutura, composição química e mineralógica variada. Oliveira (1999), no mapa pedológico do estado de São Paulo, destaca o predomínio de Latossolos (Vermelho e Vermelho Amarelo), Argissolo Vermelho Amarelo, Neossolos (Litólico e Quartzarênico), Gleissolo Háplico, Planossolo Háplico e Organossolo Háplico na bacia do rio Jacaré Guaçu.

Figura 2– Variação altimétrica e principais rios do sistema de drenagem da bacia do rio Jacaré Guaçu.



O clima da área de estudo, classificado por Monteiro (1973) como tropical alternadamente seco e úmido, é condicionado por sistemas atmosféricos de origem tropical, equatorial e eventualmente polar. A precipitação pluvial média anual na bacia varia entre 1.313,0 mm no baixo curso e 1.680,0 mm no Planalto Residual de São Carlos (SOUZA, GALVANI 2017). A temperatura média anual do ar oscila entre 15°C e 22°C IBGE (2002).

A Savana (Cerrado) e a Floresta Estacional Semidecidual compõem o quadro fitogeográfico natural da área de estudo (IBGE, 1992). No entanto, atualmente, em função da ocupação antrópica essas formações vegetais ocorrem de forma fragmentada em áreas de preservação permanente ou de proteção ambiental.

## 2. Métodos e técnicas

O uso e ocupação das terras em 1987 e 2004 da bacia do rio Jacaré Guaçu foi determinado por meio da classificação dos dados do sistema sensor Landsat5/TM e do projeto do Sistema de Gestão Territorial da Associação Brasileira do Agronegócio da Região de Ribeirão Preto em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária ((INPE, 2013; EMBRAPA, 2013). Para 2013 foram usados dados orbitais do Landsat8/OLI





compiladas da United State Geological Survey (2013) e realizado um trabalho de campo para validar e/ou reparar os dados obtidos na classificação supervisionada.

Para cobertura total da bacia do rio Jacaré Guaçu foi necessário realizar o mosaico de duas cenas dos sistemas sensores (órbita/ponto 220/75 e 221/75). As imagens de ambos os satélites foram escolhidas com 0% de cobertura de nuvem. As especificações dos dados orbitais usados para a determinação do uso e ocupação das terras são demonstradas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características dos dados orbitais usados no trabalho.

Sensor	Resolução Espacial	Órbita/ Ponto	Data	Bandas
Landsat5/TM	30m	220/75	29/06/1987	3,4 e 5
Landsat5/TM	30m	221/75	14/07/1987	3,4 e 5
Landsat5/TM	30m	220/75	30/08/2004	3,4 e 5
Landsat5/TM	30m	221/75	21/08/2004	3,4 e 5
Landsat8/OLI	30m e 15m (b8)	221/75	19/04/2013	3,4, 5 e 8
Landsat8/OLI	30m e 15m (b8)	220/75	18/07/2013	3,4, 5 e 8

Todas as técnicas aplicadas aos dados orbitais da presente pesquisa estão fundamentadas teoricamente no trabalho de Lillesand e Kiefer (1994). Para a execução dos procedimentos relativos ao processamento digital das imagens foi usado o Sistema de Informação Geográfica SPRING 5.2 (CAMARA, et al. 1996).

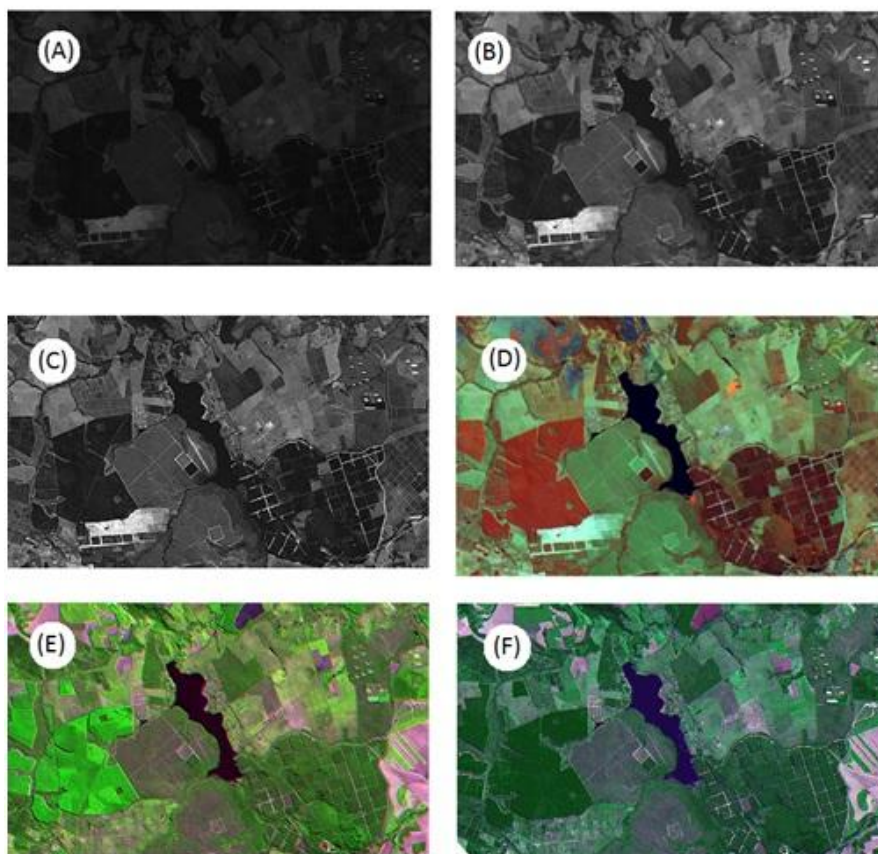
Após a seleção e aquisição dos dados orbitais foi realizada a correção geométrica tendo como referência o mosaico Geocover s22-20-2000 (USGS, 2013). O grau de polinômio 1, o interpolador vizinho mais próximo e 16 pontos de controle foram usados para retificação de cada cena dos sistemas sensores. A projeção cilíndrica equidistante, o sistema de coordenadas geográficas e o datum SIRGAS 2000 foram usados como parâmetros geodésicos.

Com objetivo de aprimorar visualmente os dados sob os critérios peculiares da visão humana submeteram-se as bandas espectrais à técnica de realce de contraste, modelo linear e aplicou-se o filtro com máscara 4x4 específico para as imagens Landsat. Basicamente, o realce de contraste possibilitou equalizar os níveis de cinza das imagens que se encontravam concentrados em faixas espectrais específicas (dado bruto), por meio da manipulação do histograma de frequência de distribuição dos pixels. Já o filtro minimizou os ruídos dos dados e permitiu uma relativa suavização dos elementos contidos nas imagens.

Posteriormente, os canais espectrais foram associados aos filtros B (Blue), G (Green) e R (Red) do SPRING o que possibilitou a geração de diversas composições coloridas das cenas

e facilitou a distinção dos padrões físicos e geométricos contidos nos dados. Para os dados de 2013 (sistema sensor Landsat8/OLI) foi aplicada a técnica de fusão de imagem IHS (TU et al., 2001). Tal procedimento consistiu em gerar uma composição colorida das cenas por meio da associação das bandas 3,4 e 5 aos filtros B (Blue), G (Green) e R (Red), respectivamente. Na seqüência, associaram-se esses dados (3B 4G 5R) às componentes (I) intensidade, (H) matiz e (S) saturação, que resultou em três novas cenas. Com isso, no procedimento de retorno dos dados IHS para o BGR, substituiu-se a componente (I) pela banda de menor resolução espacial (15m), ou seja, a banda 8 do sistema sensor. As demais componentes H e S continuaram associadas aos canais G e B. Como resultado, obteve-se uma imagem sintética da área de estudo com uma resolução espacial de 15m. A figura 3 demonstra a seqüência de procedimentos realizados para o melhoramento visual e espacial dos dados orbitais.

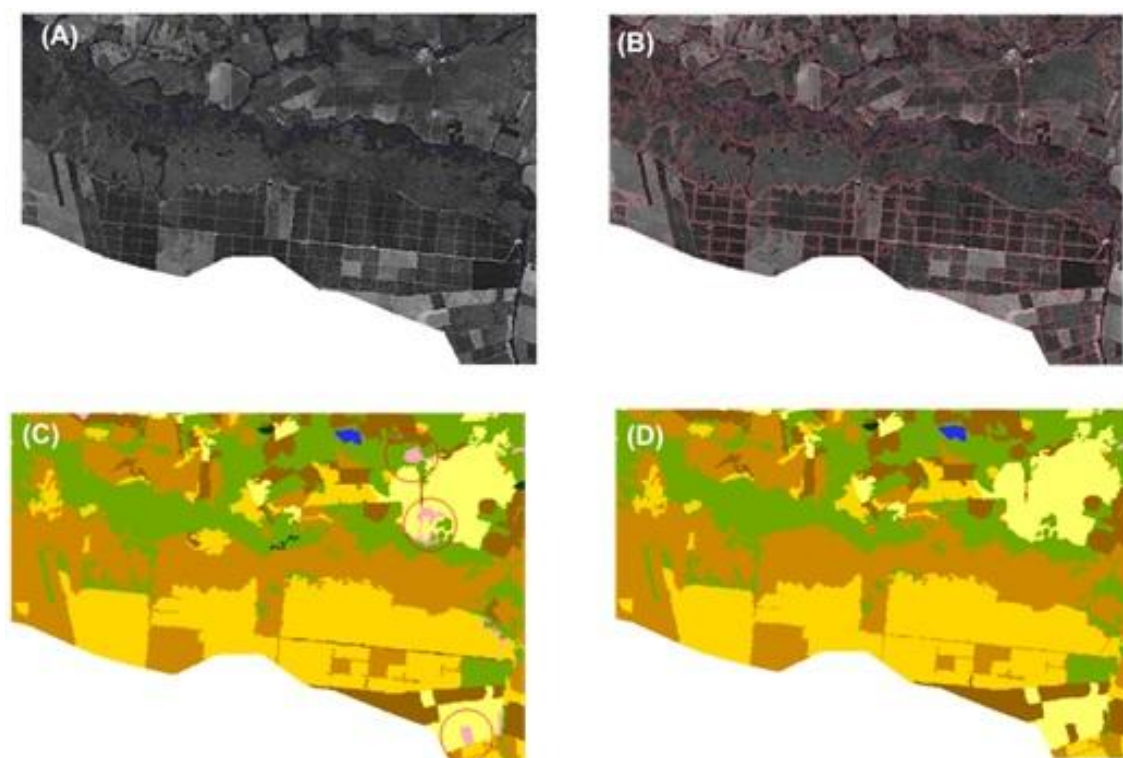
Figura 3 – Sequência de procedimentos realizados no alto curso da bacia do rio Jacaré Guaçu. (A) Banda 3 sem contraste, (B) contrastada, (C) filtrada, (D) composição colorida das bandas 3B, 4G e 5R, (E) composição colorida das bandas 3B, 4R e 5G (F) Imagem fusionada bandas 4, 5 e 8.



Para agrupar áreas com valores espectrais e geométricos semelhantes aplicou-se a técnica de segmentação por meio do algoritmo Crescimento por Regiões, disposto no SIG. Os valores respectivos de similaridade espectral e área, atribuídos nesse procedimento, foram 18 e 85 para os dados de 1987 e 2004 e 10 e 69 para 2013. Na sequência, foi possível associar as amostras segmentadas, de acordo com seus padrões geométricos, texturais e espectrais, às classes de uso e ocupação da terra que foram criadas conforme orientação do IBGE (2006). Com isso, a classificação das imagens segmentadas foi realizada em ambiente SIG, por meio do algoritmo Bhattacharya e limiar de aceitação de 99% (MATHER, 1993).

Por fim, com intuito de reparar os locais incorporados de maneira errada as classes de uso da terra definidas, foi realizado o processo de pós-classificação com base nos dados da EMBRAPA (2013) e de um trabalho de campo realizado entre os dias 26 e 27/07/2013. O processo de segmentação, classificação e pós-classificação desenvolvido em uma parte da área de estudo pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – Sequência de imagem do baixo curso da bacia do rio Jacaré Guaçú. (A) Banda 3 contrastada e filtrada, (B) banda 3 com vetor de segmentação, (C) imagem classificada com destaque (círculos vermelhos) para os locais associados à outros temas e que foram corrigidos e (D) imagem classificada corrigida.

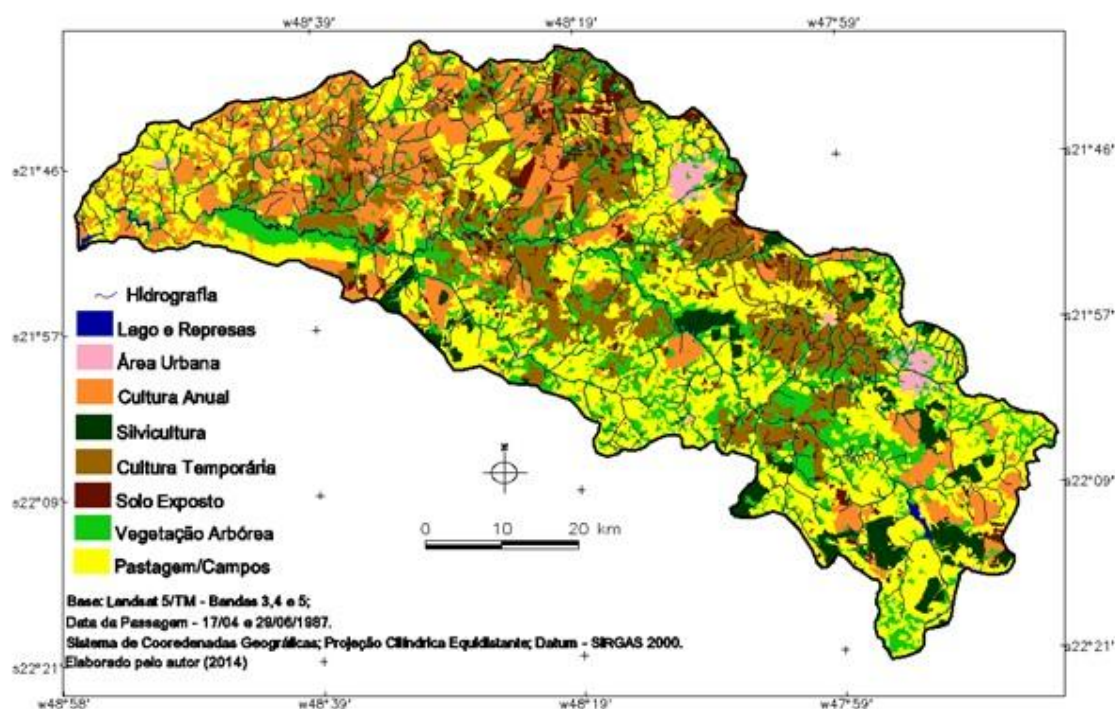




### 3. Resultados e Discussão

Por meio da figura 5 é possível verificar que em 1987 a bacia do rio Jacaré Guaçu era ocupada por cultura agrícola anual, sobretudo de cafeicultura e citricultura, silvicultura, pastagens, campos, vegetação arbórea, área urbana dos municípios, lagos e represas.

Figura 5 - Uso e ocupação das terras em 1987 na bacia do rio Jacaré Guaçu.

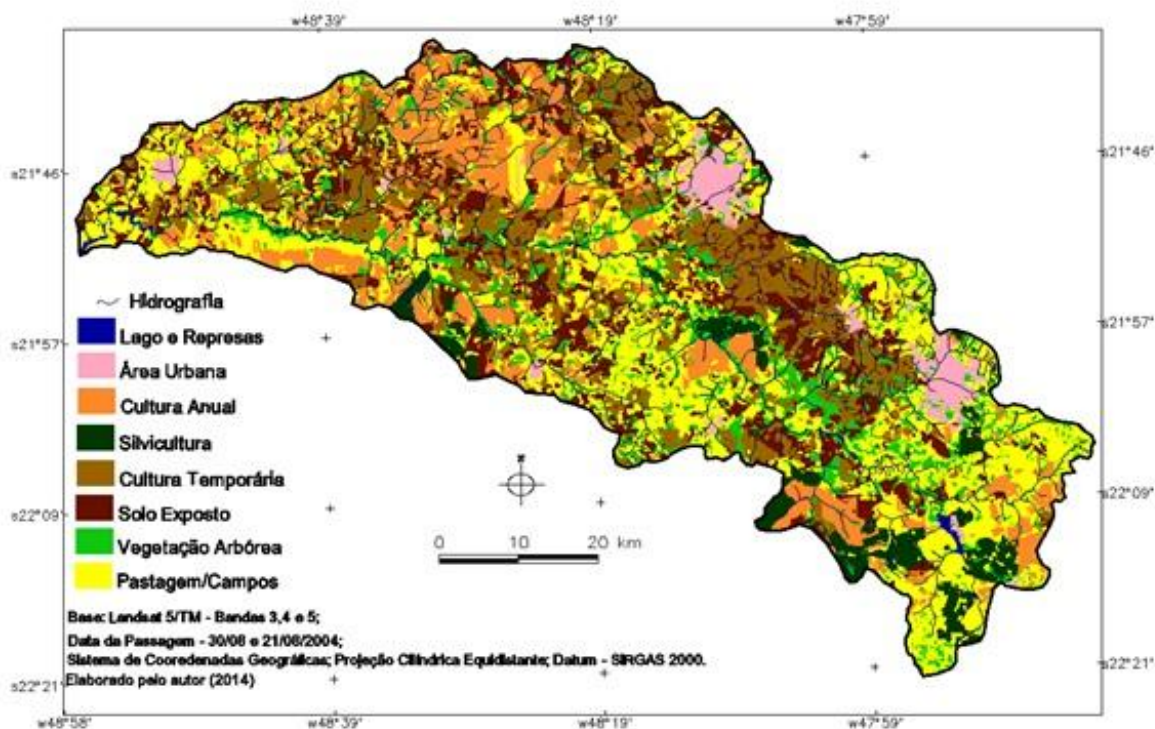


A distribuição espacial desses dados é variada. Pastagens e campos ocorrem por toda bacia hidrográfica. A vegetação arbórea vincula-se aos cursos d' água e encostas íngremes dos relevos escarpados. A cultura anual ocupa grande parte do setor oeste da bacia. Alguns locais destinados a esse uso também são verificados no alto Jacaré Guaçu. A cultura agrícola temporária, representada principalmente pelo cultivo da cana de açúcar, localiza-se nos setores centro leste e oeste da área de estudo. Os locais com solo exposto ocorrem próximos as áreas destinadas ao cultivo temporário, uma vez que estão descobertos para o replantio da cana. As áreas destinadas à silvicultura estão dispostas no alto e médio curso da bacia hidrográfica. A área urbana possui maior representatividade juntos aos municípios de São

Carlos e Araraquara. Os locais com represamento de água são verificados no alto Jacaré Guaçu e no baixo curso do rio junto à confluência com o Tietê.

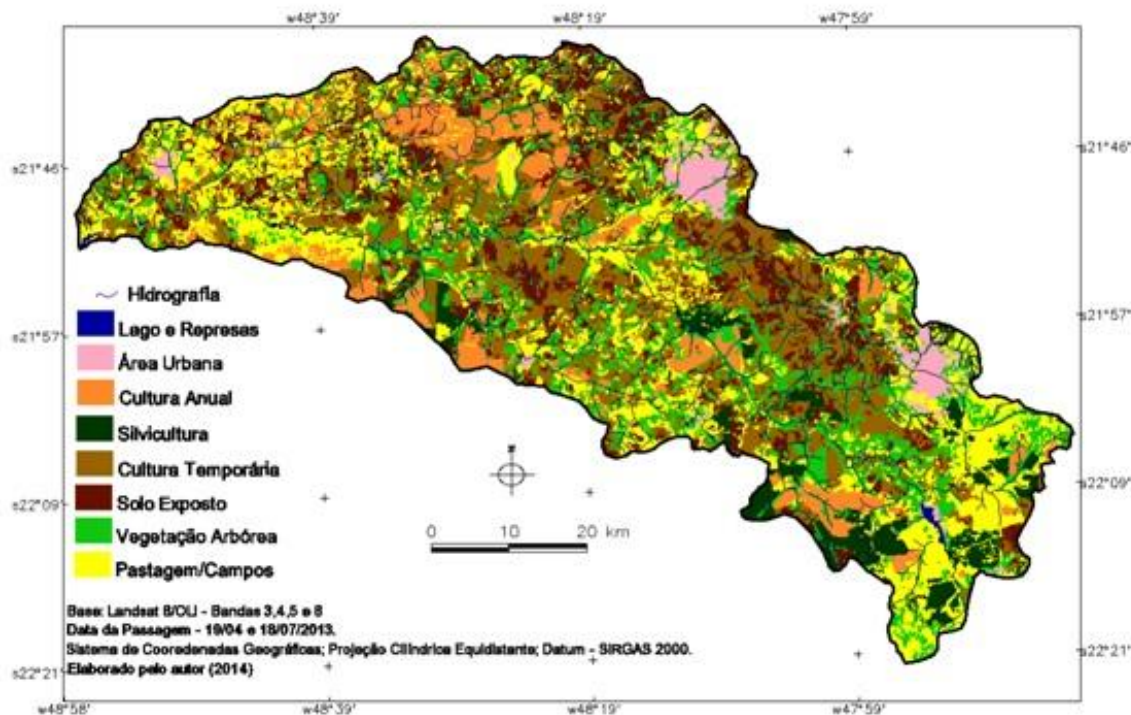
Para o ano de 2004 a distribuição espacial das classes de uso e ocupação da terra na área de estudo também é variável (Figura 6). Verificam-se praticamente as mesmas formas de uso e ocupação anterior, com exceção da silvicultura, que ocupa alguns locais do alto e médio curso da bacia hidrográfica.

Figura 6 – Uso e ocupação das terras em 2004 na área de estudo



A Figura 7 demonstra o uso e ocupação da terra em 2013. Em comparação aos anos anteriores, é notório o incremento de locais destinados à cultura temporária no alto e baixo curso da bacia hidrográfica. Verifica-se também uma considerável diminuição de locais ocupados por cultura anual e vegetação arbórea, sobretudo no alto e baixo Jacaré Guaçu, respectivamente. O decréscimo de áreas ocupadas por pastagens e campos ocorre em praticamente toda a área de estudo.

Figura 7 - Distribuição espacial das classes de uso da terra em 2013 na bacia do rio Jacaré Guaçu.



Os valores quantitativos de área em km<sup>2</sup> das classes de uso e ocupação da terra na bacia do rio Jacaré Guaçu para os anos estudados podem ser verificados na Tabela 2.

Tabela 2 – Área em km<sup>2</sup> ocupada pelas classes de uso da terra em 1987, 2004 e 2013

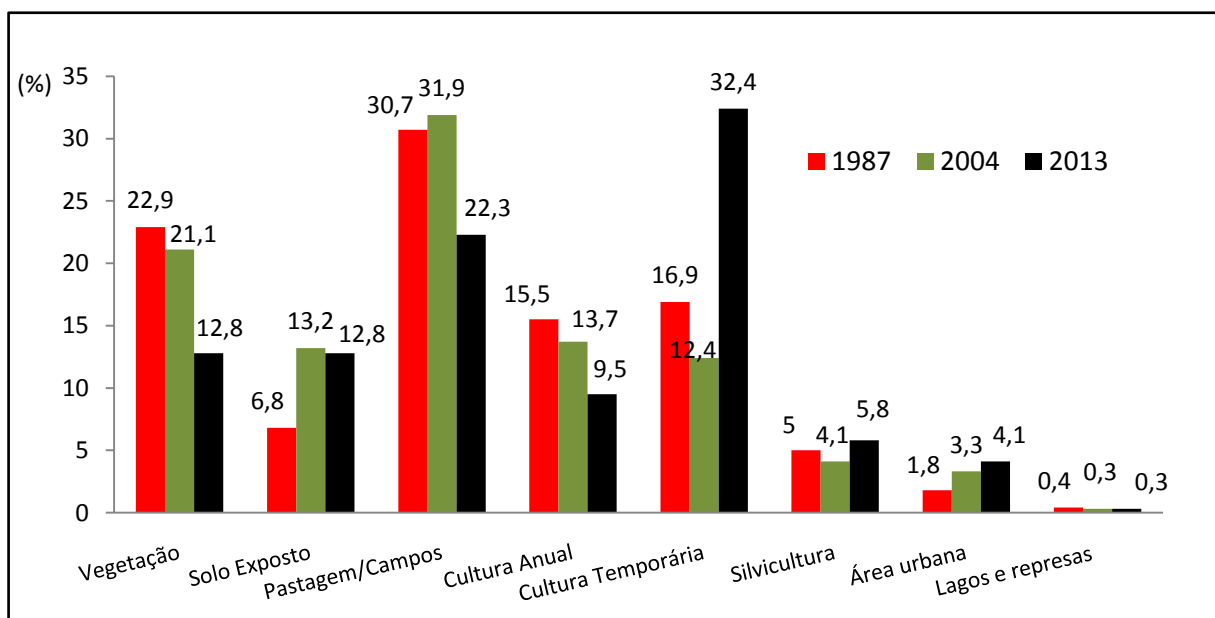
Classe de Uso	1987	2004	2013
Vegetação	928,6	855,4	520,5
Solo Exposto	277,0	534,5	520,9
Pastagem/Campos	1246,7	1291,7	903,3
Cultura Anual	628,5	557,6	385,0
Cultura Temporária	684,2	504,6	1311,4
Silvicultura	203,1	166,8	233,7
Área urbana	74,0	132,2	168,8
Lagos e represas	15,2	14,5	13,7
Total	4057,3	4057,3	4057,3

Os dados da tabela 2 evidenciam que os locais com pastagens e campos, vegetação arbórea, cultura agrícola temporária, anual, solo exposto, silvicultura, área urbana, lago e represas ocupam as maiores áreas em 1987, respectivamente. Para o ano de 2004 verifica-se que a maior área de ocupação ocorria na seguinte ordem: pastagens e campos, vegetação, cultura anual, solo exposto, cultura temporária, silvicultura, área urbana, lagos e represas. Em

2013, a ordem de ocupação decrescente das classes de uso da terra em é a seguinte: cultura temporária, pastagens, campos, vegetação, solo exposto, cultura anual, silvicultura, áreas urbanizadas, lagos e represas.

Em termos percentuais de área, a Figura 8 demonstra a variabilidade das classes de uso e ocupação das terras na bacia do rio Jacaré Guaçú.

Figura 8 – Variação em porcentagem de área das classes de uso e ocupação das terras entre 1987, 2004 e 2013 na área de estudo.



Verifica-se diminuição das classes vegetação e cultura anual entre os períodos analisados. Os locais com pastagem, campos e solo exposto tiveram acréscimo de porcentagem de área entre 1987 e 2004 e diminuição entre 2004 e 2013. Nos locais destinados à cultura temporária e silvicultura o processo foi inverso, ou seja, diminuição de área entre 1987 e 2004 e aumento entre 2004 e 2013. As áreas urbanizadas aumentaram entre o período analisado e os locais com lagos e represas tiveram uma pequena diminuição de ocupação.

Em relação à dinâmica de uso e ocupação das terras entre 1987 e 2004 é possível verificar que os locais destinados à cultura anual passaram por alterações, sobretudo no médio e baixo Jacaré Guaçú. A vegetação altera-se próxima a rede de drenagem e em locais específicos no alto curso da bacia hidrográfica. As demais classes identificadas que sofreram alterações ocorrem por praticamente toda área de estudo. Verifica-se ainda que a cultura





temporária foi substituída por áreas com solo exposto, uma vez que ambas estão voltadas para o plantio da cana de açúcar. A vegetação arbórea concedeu espaço principalmente para pastagem e campos. Os locais com cultura anual e silvicultura ocuparam áreas antes destinadas à pastagem e campos. O processo inverso também é observado. A diminuição da classe lago e represas está associada à variação do nível do reservatório da represa do Lobo no alto curso da bacia e da lâmina d'água da planície de inundação do baixo Jacaré Guaçú, próximo a confluência com o Tietê. O aumento da área urbana está associado ao aumento populacional, sobretudo, dos principais municípios da área de estudo.

Entre 2004 e 2013 verifica-se que às pastagens e campos foram substituídos por cultura temporária e solo exposto, ambos vinculados ao plantio da cana de açúcar. Observa-se também o incremento de cultura anual, área urbana e vegetação arbórea em locais de pastagem e campos. A dinâmica de alteração solo exposto para cultura temporária e vice versa também pode ser verificada como na análise do período 1987- 2004 (locais destinados ao cultivo de cana de açúcar). A alteração de vegetação para pastagem/campos e área urbana também é observada. Nota-se também o dinamismo vegetação arbórea para silvicultura e solo exposto para silvicultura e pastagem/campos ao longo de toda a bacia hidrográfica. No setor leste da área de estudo observa-se a substituição de cultura anual por locais voltados para a silvicultura e solo exposto. Os locais que não sofrerem alterações possuem representatividade em toda área de estudo, com destaque para o alto e médio Jacaré Guaçú.

Dos resultados obtidos chama atenção o aumento expressivo de locais destinados a cultura temporária da cana de açúcar partir de 2004, conforme descrito anteriormente. Esse resultado é semelhante ao determinado por Rudorfet al. (2009) que identificaram por meio de dados orbitais um significativo aumento das áreas voltadas para cultura canavieira em algumas regiões do Estado de São Paulo a partir da safra 2003/2004. Além disso, os dados coincidem com os resultados encontrados por Lourenzani e Caldas (2014) no oeste do Estado de São Paulo. Para os referidos autores, a expansão do cultivo da cana de açúcar ocorre sobre pastagens, culturas anuais e temporárias.

Em termos sociais e econômicos a dinâmica de uso e ocupação das terras observadas na bacia do rio Jacaré Guaçú, sobretudo no que diz respeito à substituição de outras formas de uso da terra para o cultivo da cana pode provocar um problema de segurança alimentar (aumento de preço e diminuição de locais voltados para a produção de alimentos). Um estudo

que evidencia esse processo no Estado de São Paulo pode ser observado em Camara e Caldarelli (2016). Em contrapartida, ocorre a de geração de empregos, do consumo e da renda média dos habitantes onde a atividade sucroalcooleira se instala, conforme evidencia Satolo e Bacchi (2013).

No que diz respeito à dinâmica geomorfológica e hidrológica, essas mudanças de uso e ocupação da terra observada entre o período analisado (1987, 2004 e 2013) podem influenciar diretamente na dinâmica de fluxo de matéria e energia da bacia do rio Jacaré Guaçú. Por ser uma cultura temporária, os locais destinados ao plantio da cana de açúcar ficam com solo totalmente ou parcialmente exposto em determinados períodos do ano. Consequentemente, um aumento na velocidade de saturação hídrica dos solos, no escoamento superficial e no transporte de sedimentos nas vertentes dessas áreas poderá ocorrer em decorrência de eventos de intensidade pluviométrica, comuns nessa região do país. Processos erosivos superficiais e subsuperficiais podem se instalar ao longo das encostas caso não ocorra o manejo adequado dos solos nessas localidades. Além disso, a vazão fluvial poderá apresentar um padrão menos estável e influenciar diretamente nos processos hidrogeomorfológicos dos canais e planícies de inundações. Um ajuste na dinâmica dos ecossistemas terrestres e fluviais também tende a ocorrer devido ao aumento do fluxo de materiais que ocorrerão nos canais fluviais, vertentes e planícies de inundações.

#### **4. Considerações Finais**

Por meio dos dados orbitais obtidos gratuitamente na rede mundial de computadores, de técnicas de Geoprocessamento desenvolvidas no software livre SPRING, de dados disponíveis em relatórios técnicos e de trabalho de campo foi possível determinar o uso e ocupação da terra na bacia do rio Jacaré Guaçú nos anos de 1987, 2004 e 2013.

Os resultados obtidos revelaram aumento de locais destinados ao cultivo de cana de açúcar (cultura temporária e solo exposto) e áreas urbanizadas entre 1987, 2004 e 2013. A expansão dessas classes ocorreu, sobretudo, sobre áreas destinadas à vegetação arbórea, cultura agrícola anual, pastagens e campos ao longo do período analisado. A silvicultura diminuiu entre 1987 e 2004 e aumentou entre 2004 e 2013.

Dos valores obtidos, o mais notório é a ampliação de locais destinados áreas voltadas para a cultura canavieira a partir de 2004. Tais resultados podem provocar consequências

sociais e econômicas como o aumento de preço e a diminuição de locais voltados para a produção de alimentos. No entanto, um impacto econômico positivo pode ocorrer com a geração de empregos e do conseqüente do consumo de bens e serviços junto aos municípios que compõem a área de estudo.

Em termos ambientais as alterações de uso e ocupação das terras identificadas no presente trabalho podem influenciar diretamente no fluxo de matéria e energia dos processos hidrológicos e geomorfológicos da bacia do rio Jacaré Guaçú. Alterações expressivas na composição físico química dos recursos hídricos, dos solos e um ajuste nos ecossistemas poderão ocorrer caso haja uma ausência de manejo agrícola conservacionista adequado.

## 5. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo de acordo com o processo 141662/2013-1 e ao Programa Nacional de Cooperação Acadêmica da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil – Processos nº 88881.068465/2014/01 e 071/2013 CAPES/PROCAD.

## 6. Bibliografia

- BRASIL. Lei 9.433, de 08. jan. 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do artigo 21 da CF, e altera o artigo 1 da Lei 8.001 de 13.03.1990 que modificou a Lei 7.990, de 28.12.1989. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 09 jan.1997.
- CAMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J. SPRING: Interacting remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v.20 n.3, 1996. p. 395-403.
- CARSON, M.A.; KIRKBY, M.J. Hillslope form and process. Oxford, Cambridge University Press, 1975. 475p.
- CHORLEY, R.J.; KENNEDY, B.A. Physical Geography: a systems approach. London: Prentice Hall International, 1971. 370p.
- COELHO NETTO. A. L. Hidrologia de Encostas na Interface com a Geomorfologia. In GUERRA, A J.T. e CUNHA, S.B. (Org.). Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos. Rio de Janeiro 11ª Ed. Bertrand Brasil, 2012. p 93- 148.



DATAGEO – SISTEMA AMBIENTAL PAULISTA. Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em: 13 jan. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Monitoramento por satélite. Disponível em: <<http://www.abagrp.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 07 jun. 2013.

GREGORY, K.J.; WALLING, D.E. Drainage basin form and processes: a Geomorphological approach. New York: John Wiley & Sons Ltda, 1973. 456p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Mapa de Clima do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE 2002. Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/tematicos.html>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Manual Técnico de Uso da Terra. 2006. 2ªEd. Rio de Janeiro.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Brasil em síntese. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4>>. Acesso em 17 mar. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produto Interno Bruto dos Municípios. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938#resultado>>. Acesso em 17 mar. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Catálogo de imagens. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em 12 jan. 2013.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. Remote Sensing and Image Interpretation. 3ª ed. New York: John Wiley & Sons Ltda, 1994. 750p.

LAL, R. Physical Management of soil of the tropics: priorities for the 21st century. **Soil Science.**, 165:191-203, 2000.

LOURENZANI, W. L.; CALDAS, M. M. Land use change from the sugar cane expansion in the western region of São Paulo State, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.11, nov. 2014.

MATHER, P. M. Geographical Information Handling - Research and Applications. New York: John Wiley & Sons, 1993, 365p.





- MONTEIRO, C.A. de F. A dinâmica climática e as chuvas do estado de São Paulo: estudo em forma de atlas. São Paulo: USP/Igeo. 1973. 130p.
- OLIVEIRA, J.B. Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico. Campinas, Instituto Agrônomo. **Boletim Científico** 45, 1999. 112p.
- PERROTA, M.M.; SALVADOR, E.D.; LOPES, R.C.; D'AGOSTINO, L.Z.; PERUFFO, N.; GOEMS, S.D.; SACHS, L.L.B.; MEIRA, V.T.; GARCIA, M.G.M.; LACERDA FILHO, G.V. Mapa Geológico do estado de São Paulo, escala 1:750000. Programa Geologia do Brasil – PGB, CPRM, São Paulo, 2005.
- RODRIGUES, C.; ADAMI, S. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. In: VENTURI, L.A.B. (org.) *Praticando Geografia: Técnicas de campo e laboratório*. São Paulo. Oficina de Texto, 2005. 239p.
- ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.10, 1996. p.41-56.
- RUDORFF, B. F. T.; AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; SUGAWARA, L. M.; ADAMI, M.; MOREIRA, M. A. Studies on the Rapid Expansion of Sugarcane for Ethanol Production in São Paulo State (Brazil) Using Landsat Data. **Remote Sensing**. 2010; v. 2. n 4, p.1057-1076.
- SATOLO, L. F.; BACCHI, M. R. P. Impacts of the Recent Expansion of the Sugarcane Sector on Municipal per Capita Income in São Paulo State. **ISRN Economics, Cairo**, v.2013, p.1-14, 2013.
- SOUZA, V.; GALVANI, E. Distribuição espaço temporal da precipitação pluvial e sua interação com o relevo na bacia do rio Jacaré Guaçu (SP). **Ciência e Natura** v.39 Ed. Esp. PROCAD/CAPES, 2017, p. 110 – 124.
- TU, T.; SU, S.; SHYU, H.; HUANG, P.S. Efficient intensity-hue-saturation-based image fusion with saturation compensation. *Optical Engineering, Redondo Beach*, v.40, n.5, 2001. p.720-8.
- UNITED STATE GEOLOGICAL SURVEY – USGS Earth Explorer. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 04 jan. 2013.
- WALLING, D.E. Tracing suspended sediment sources in catchment sandriver systems. **Science of the Total Environment**, Amsterdam v. 344, p. 159-184, 2005.