

AVANÇOS NO USO DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
Desenvolvimento, aplicações e uso das TIG

EVOLUÇÃO DE ÁREAS VERDES E URBANAS A PARTIR DO
USO DE IMAGENS-FRAÇÃO VEGETAÇÃO, SOLO E SOMBRA
NA CIDADE DE SÃO PAULO – SP.

Ana Cristina Machado Rodríguez & Elisângela Rosemeri Curti Martins

Departamento de Geografia – DG
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – FFLCH
Universidade de São Paulo - USP
Av. Professor Lineu Prestes, 338 – Cidade Universitária - 05508-000. São Paulo – SP, Brasil.
cris@usp.br & elismartiss@yahoo.com.br

Resumo. A Cidade de São Paulo é considerada o maior pólo industrial do Brasil. Tem grande importância política e econômica e se destaca entre os outros estados por aglomerar inúmeras funções diversificadas relacionadas aos bens de consumo. Promove diversos serviços para o país como, por exemplo, a exportação de sua produção alimentícia, metalúrgica, industrial, entre outras. Porém, este crescimento de grande desenvoltura da metrópole acarretou ao longo dos anos sérios problemas na diminuição das áreas verdes. Grandes investimentos imobiliários impulsionaram o surgimento de várias construções de edifícios e residências em condomínios fechados, assim como a mão de obra utilizada para a construção destes promoveu o aparecimento de loteamentos clandestinos e de favelas. Hoje, as regiões leste, sul e oeste paulista são as principais áreas afetadas por esta expansão urbana, como a Granja Viana, Alphaville, Cotia, Carapicuíba. Os prejuízos ao meio ambiente devido ao declínio da vegetação nativa geram uma alta taxa demográfica populacional. A qual é a principal responsável pela devastação das áreas verdes devido unicamente à questão da ocupação do mesmo espaço. Em 2004 essa perda chega ao equivalente de 13% do território da metrópole paulistana. Ou seja, restam pouco menos de 200 Km² de área verde intacta (FAPESP). O número de habitantes existente é inversamente proporcional ao número de áreas cobertas por matas e florestas. Desta forma, pretende-se levantar em um período de 20 anos a evolução da perda de vegetação e a expansão desacelerada urbana por conta da construção dos condomínios fechados, assim como da proliferação dos assentamentos irregulares dos loteamentos clandestinos e das favelas no Município de São Paulo. Serão identificadas e mapeadas as áreas verdes e urbanas coletadas a partir das imagens dos satélites Landsat do sensor ETM e CBERS do sensor CCD disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Utilizando-se da técnica de Modelo Linear de Mistura Espectral - MLME na estimação das proporções das componentes: solo, vegetação e sombra (INPE, 2003). O Método empregado será o dos Mínimos Quadrados com Restrições de Shimabukuro & Smith (1991), o qual se apresenta mais rápido e eficiente na identificação de diferentes áreas de uso e cobertura do solo. Seguido da aplicação do algoritmo de segmentação por crescimento de regiões e imediatamente pela classificação supervisionada por regiões através do algoritmo de distância de “Battacharya”. Se utilizará ainda as imagens do satélite QuickBird para simples análise e identificação de dúvidas encontradas na área de estudo. Além, dos dados demográficos do IBGE e do uso e cobertura da terra do Instituto Florestal do Estado de São Paulo. Para o processamento das imagens, aplicação e execução dos métodos citados acima será utilizado o software SPRING. Este software é produzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT no INPE e distribuído gratuitamente. Acredita-se que a taxa de evolução urbana se encontra bastante acentuada em contrapartida com a diminuição das áreas verdes. O que desencadeia uma baixa qualidade de vida aos paulistanos viabilizando o surgimento de

várias doenças respiratórias, aumento na produção de lixo contribuindo para a proliferação da leptospirose, da dengue, entre outros.

Palavras-chave: classificação, SPRING, segmentação, São Paulo, imagens-fração.

1. Introdução:

A Cidade de São Paulo é considerada o maior pólo industrial do Brasil. Tem grande importância política e econômica e se destaca entre os outros estados por aglomerar inúmeras funções diversificadas relacionadas aos bens de consumo (FIGURA 1).

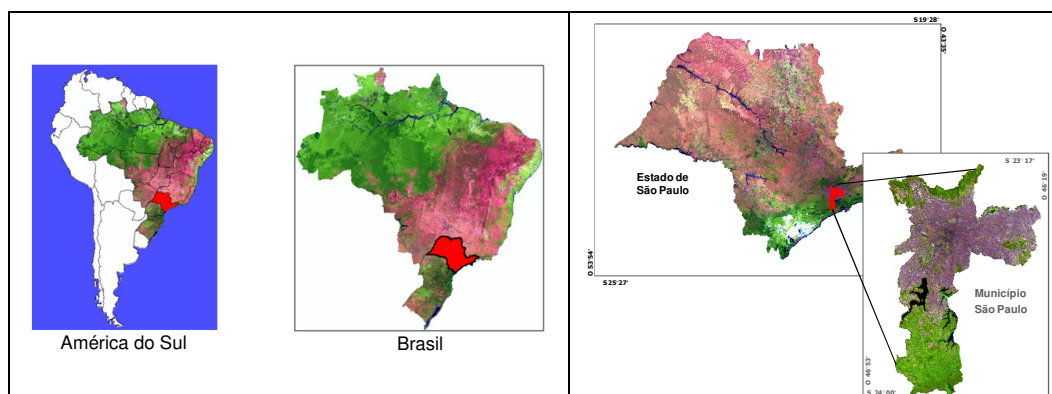


FIGURA 1 – Localização da área de estudo.

Este Estado é responsável pela distribuição de diversos serviços para o país como, por exemplo, a exportação de sua produção alimentícia, metalúrgica, industrial, entre outras. Porém, este crescimento de grande desenvoltura da metrópole acarretou ao longo dos anos sérios problemas na diminuição das áreas verdes. E conseqüentemente grandes investimentos imobiliários que impulsionaram o surgimento de várias construções de edifícios e residências em condomínios fechados, assim como a mão-de-obra utilizada para a construção destes promoveu o aparecimento de loteamentos clandestinos e de favelas.

Hoje, as regiões leste, sul e oeste paulista são as principais áreas afetadas por esta expansão urbana, como a Granja Viana, Alphaville, Cotia, Carapicuíba. Os prejuízos ao meio ambiente devido ao declínio da vegetação nativa geram uma alta taxa demográfica populacional. A qual é a principal responsável pela devastação das áreas verdes devido unicamente à questão da ocupação do mesmo espaço.

Em 2004 essa perda chegou ao equivalente de 13% do território da metrópole paulistana. Ou seja, restam pouco menos de 200 Km² de área verde intacta (FAPESP, 2004). O número de habitantes existente é inversamente proporcional ao número de áreas cobertas por matas e florestas (VENTURI, 2001).

Desta forma, neste trabalho de pesquisa que é parte integrante do doutoramento tem como objetivo de levantar em um período de 20 anos a evolução da perda de vegetação e a expansão desacelerada urbana por conta da construção dos condomínios fechados, assim como da proliferação dos assentamentos irregulares dos loteamentos clandestinos e das favelas no Município de São Paulo.

2. Materias e Método:

Para identificar e mapear as áreas verdes e urbanas coletadas a partir das imagens dos satélites Landsat do sensor ETM e CBERS do sensor CCD, as quais foram disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

Foi utilizada a técnica de Modelo Linear de Mistura Espectral - MLME que estimam as proporções das componentes: solo, vegetação e sombra (INPE, 2003). Para estas componentes foram adquiridas suas próprias assinaturas espectrais identificadas nas imagens originais dos satélites Landsat e CBERS.

Este método empregado será a dos Mínimos Quadrados com Restrições de SHIMABUKURO & SMITH (1991), o qual se apresenta mais rápido e eficiente na identificação de diferentes áreas de uso e cobertura do solo. Pois, a mesma consiste em separar ou identificar “pixels puros” em uma imagem. Ou seja, quando o satélite, ou melhor, seu sistema sensor capta a radiação dos objetos ou alvos da superfície, estes dependendo da resolução espacial, conterão os diversos tipos de misturas presentes nesta determinada área imageada. E com a utilização deste método podemos separar as componentes: solo, vegetação e sombra com objetivo de individualizá-las.

Assim, após a aplicação deste método obtivemos as imagens-fração “vegetação”, “solo” e “sombra” seguindo com a aplicação do algoritmo de segmentação por crescimento de regiões e imediatamente pela classificação supervisionada por regiões pelo algoritmo de distância de “Battacharya”. E ao final desta classificação se pode avaliar a perda de vegetação e a expansão desacelerada urbana presente no município de São Paulo.

Foram ainda utilizadas as imagens do satélite QuickBird que possibilitaram uma simples análise e identificação de dúvidas encontradas na área de estudo. A justificativa sobre o uso destas imagens estava na baixa resolução dos dados advindos do sensor ETM e CCD, respectivamente. Além, destes utilizamos também os dados demográficos do IBGE e do uso e cobertura da terra do Instituto Florestal do Estado de São Paulo.

No processamento das imagens, aplicação e execução dos métodos citados acima foi utilizado o software SPRING, o qual é produzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT no INPE e distribuído gratuitamente.

3. Resultados e Discussão:

De fato, a diminuição das áreas verdes e o acréscimo do aglomerado urbano foram bastante evidentes nas imagens. A taxa de evolução urbana se encontra de forma bem acentuada em contrapartida com a diminuição das áreas verdes.

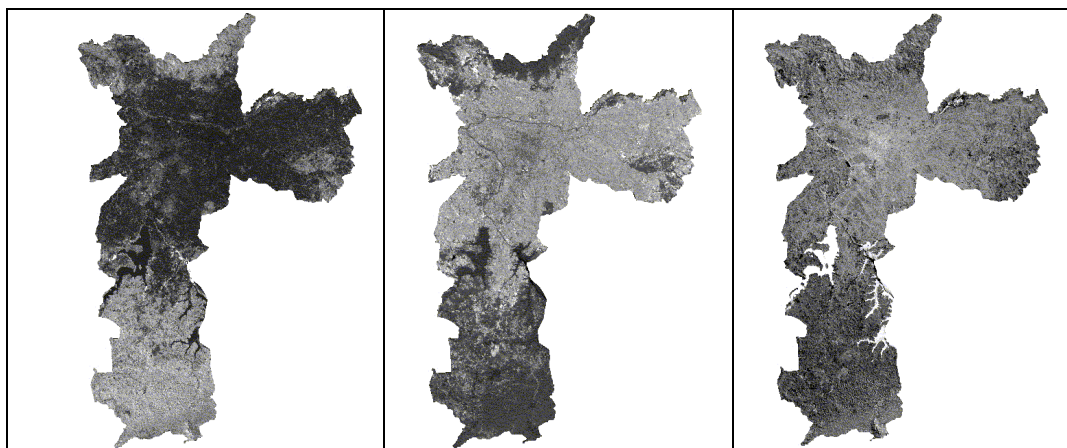


FIGURA 2 – Imagens-Fração “vegetação”, “solo” e “sombra” do Município de São Paulo – SP.

Nas imagens-fração (“vegetação”, “solo” e “sombra”) obtidas dos satélites (Landsat e CBERS) se percebe a diferença em tons de cinza, onde as regiões de cores mais claras correspondem aos maiores valores de componentes puros, enquanto que as de cores mais escuras, as de baixo valor. Essa resposta espectral dos pixels com cores mais escuras

representam os pixels de mistura com diversos tipos de uso e cobertura do solo (impuros). Já os pixels mais claros são significados dos pixels puros correspondendo à componente “vegetação” ou “solo” ou “sombra” (FIGURA 2).

A imagem-fração resultante da componente “vegetação” se apresenta para relacionar a quantidade de vegetação ainda existente na área de estudo (tons de cinza claros) e mostrar a presença de drenagem, assim como do grande aglomerado da expansão urbana evidenciados pelas edificações (tons de cinza escuros).

Já a imagem-fração “solo” mostra um contraste bastante claro das regiões edificadas em contrapartida as de solo exposto. E nesta a vegetação juntamente com a área de drenagem são destacados em tons mais escuros.

Agora a imagem-fração “sombra” tem um contraste bem diferenciado, pois seu objetivo é realçar as regiões que tem vegetação com média quantidade de sombras com as sem nenhuma vegetação com baixa quantidade de sombras. Mas, é plausível perceber que nas regiões edificadas existe grande concentração de sombras devido à excessiva verticalização do centro urbano da metrópole neste município estudado.

Mas, para que possamos evidenciar melhor os resultados sobre a evolução da perda de vegetação e a expansão desacelerada urbana por conta das edificações é necessária a utilização da construção de composições coloridas com as imagens-fração. Pois, o olho humano tem mais possibilidade de identificar tons em cores do que em tons de cinza (CROSTA, 1993).

As composições coloridas das imagens-fração foram: as imagens-fração com as componentes “vegetação” no vermelho (**R**), “solo” no verde (**G**) e “sombra” no azul (**B**). E também as componentes “vegetação” no verde (**G**), “solo” no vermelho (**R**) e “sombra” no azul (**B**), respectivamente (FIGURA 3).

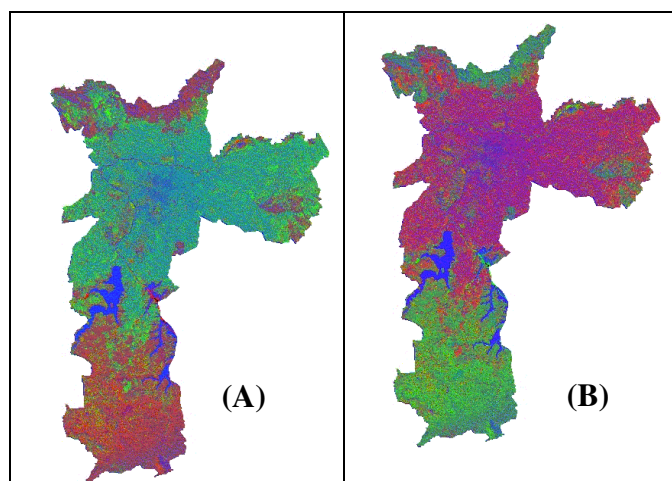


FIGURA 3 – Composição colorida RGB(A) e GRB (B) das imagens-fração “vegetação”, “solo” e “sombra”.

Com as composições coloridas das imagens-fração prontas foi capaz de identificar diversos tipos de vegetação como: Mata, Campos e Reflorestamento, assim como outros tipos de uso como: zonas rurais, áreas industriais, áreas urbanas entre outras.

Os tipos de vegetação se apresentavam com uma clara distinção espectral, destacando a vegetação mais densa em tons magenta e menos densa em vermelho intenso (RGB (A)) ou ciano e verde intenso (RGB (B)). Essa diversidade de tons observado na vegetação já era esperada devido à influência dos valores de níveis de cinza (mais altos) na componente espectral “sombra” representada na cor azul.

A partir do resultado obtido da análise da composição das imagens-fração foi clara a evidência da pouca e precária vegetação que ainda existente neste município. A qual é compreendida principalmente por fragmentos da vegetação secundária como Floresta Ombrófila Densa sobre trufeira e campos naturais, encontrados em porções mais preservadas ao extremo sul do Município.

Esse tipo de vegetação também é encontrado na Serra da Cantareira ao Norte e em manchas isoladas, como APA's do Carmo e Iguatemi, na zona leste por ambientes implantados em áreas urbanizadas, restringindo-se aos parques e praças municipais e a escassa arborização viária, e por conjuntos ou espécimes isolados em terrenos particulares (PREFEITURA São Paulo, 2003).

Agora as regiões com outros tons de ciano tendendo ao verde escuro (RGB (A)) com fortes tendências ao azul ou de tons magenta com tendências ao vermelho (RGB (B)) é resultado de extensas edificações verticais como a presença de grandes edifícios localizados na região central da cidade de São Paulo.

Esta pressão do aglomerado urbano contra a vegetação ainda existente é uma das principais causas da baixa qualidade de vida dos paulistanos. Pois, o mesmo possibilita o surgimento de várias doenças respiratórias, aumento na produção de lixo contribuindo para a proliferação da leptospirose, da dengue, entre outros.

4. Conclusões:

Os resultados observados neste trabalho evidenciaram a vantagem de aplicar o MLME nas imagens originais Landsat/TM e CBERS/CCD para o estudo da evolução da perda de vegetação e a expansão desacelerada urbana na cidade de São Paulo. Essa identificação ainda não foi totalmente finalizada, pois o trabalho continua sendo realizado com a inclusão do levantamento de campo.

Mas, é de extrema relevância que a utilização da técnica de MLME é bastante satisfatória, além de delimitar com coerência as diferentes regiões de uso e cobertura do solo (MOREIRA et al., 1998).

Outros autores comentam que o MLME aplicado antes de uma classificação reduz de modo significativo o tempo de processamento digital gasto no mapeamento de polígonos quando comparados a classificações sem a utilização desta técnica (SHIMABUKURO et al., 1997b).

E a inclusão da imagem-fração sombra traz uma grande importância em relação à contribuição na delimitação de áreas de floresta, zonas rurais e urbanas (RODRIGUEZ YI et al., 1998). Pois, quando o estudo é localizado em grandes extensões, como no caso do PRODES (Projeto de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia) que faz o monitoramento das áreas desflorestadas na Amazônia, este tipo de imagem-fração possibilita a identificação clara e eficaz dos diversos tipos de vegetação existente (MELLO et al., 2003).

Os resultados analisados neste trabalho até o momento evidenciaram a vantagem de aplicar o MLME para o levantamento das áreas verdes e urbanas em contrapartida ao mapeamento tradicional. A identificação destas áreas estão sendo acompanhadas das imagens do satélite QuickBird existentes no Google Earth, o que vem possibilitando de certa forma uma identificação de regiões mais automatizado e rápido.

Estamos ainda elaborando gráficos e mapas finais para uma maior compreensão e estudo do levantamento de um período de 20 anos sobre a evolução da perda de vegetação e a expansão desacelerada urbana por conta da construção dos condomínios fechados, assim como da proliferação dos assentamentos irregulares dos loteamentos clandestinos e das

favelas no Município de São Paulo. Pretende-se apresentar todos estes resultados e análises durante a apresentação deste no “XII Encuentro de Geógrafos de América Latina”.

5. Bibliografia:

- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Departamento de Processamento de Imagens (INPE - DPI). **SPRING**: SPRING Usuário – Modelo de Mistura. Versão 3.6.3. Acesso em 23/05/2003. [on line]. http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario/c_mix.htm
- Mello, E. M. K.; Moreira, J. C.; Santos, J. R.; Shimabukuro, Y. E.; Duarte, V.; Souza, I. M.; Barbosa, C. C.; Souza, R. C. M.; Paiva, J. A. C. **Técnicas de modelo de mistura espectral, segmentação e classificação de imagens TM-Landsat para o mapeamento do desflorestamento da Amazônia**. [CD-ROM] In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., Belo Horizonte, p. 2807-2814, 2003, **Anais**. São Paulo: Image Multimídia, 2003. Seção de Comunicações Técnico-Científicas.
- Moreira, M. A.; Aulicino, L. C. M.; Shimabukuro, Y. E.; Duarte, V.; Rudorff, B. F. T.; Rodríguez Yi, J. L.; Souza, I. M.; **Modelo de mistura espectral para identificar e mapear áreas de soja e milho em quatro municípios do Estado de Minas Gerais**. [CD-ROM] In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9., Santos, 1998, **Anais**. São Paulo: Imagem Multimídia, 2003. Seção de Comunicações Técnico-Científicas. INPE 6920-PRE 2884. <sid.inpe.br/Deise/1999/02.09.10.30>
- Prefeitura de São Paulo. Atlas Ambiental. Acesso: 31Jul de 2003. [on line]. <http://atlasambiental.prefeitura.sp.org.br>
- Rodríguez Yi, J. L. **Segmentação de imagens-fração derivadas do sensor TM-Landsat para o mapeamento do uso do solo no município de Sapezal (MT)**. [CD-ROM] In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9., Santos, 1998, **Anais**. São Paulo: Imagem Multimídia, 2003. Seção de Comunicações Técnico-Científicas. INPE 6922-PRE 2886.
- Rodríguez, A. C. M. A Utilização da Técnica de Modelo Linear de Mistura Espectral em Imagens Landsat TM. In: XI Simpósio Latino-americano de Percepción Remoto y Sistemas de Información Espacial -SELPER, 2004, Santiago do Chile - **SELPER 11.**, 2004.
- Shimabukuro, Y. E. & Smith, J. A. The least-squares mixing models to generate fractio images derived from remote sensing multispectral data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 29, n.1, p. 16-20, 1991.
- Shimabukuro, Y. E.; Mello, E. M. K.; Moreira, J. C.; Duarte, V. **Segmentação e classificação da imagem sombra do modelo de mistura para mapear desflorestamento na Amazônia**. São José dos Campos, INPE, 1997b. 16 p. (INPE-6147-PUD/029).
- Venturi, L. A. B. **Itapeccerica da Serra - Ocupação e Uso do Território**. 2001.FFLCH, Departamento de Geografia Física -Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado, 173 p. FAPESP, Fundação de Amparo a Pesquisa. **Atlas Ambiental em Papel**. Acesso em: Outubro de 2004, 11:15 AM. <http://www.agencia.fapesp.br/boletim.htm>