

A elaboração de um fotoíndice com base em documentos históricos da bacia hidrográfica do rio Corumbataí-SP.

Bruna Luiza Pereira de Jesus.^{1,2}
Sérgio Luis Antonello¹

¹ Universidade Estadual Paulista - UNESP/CEAPLA
Av. 24-A, 1515 - 13506-900 – Rio Claro - SP, Brasil
brunajesus21@hotmail.com, sergio@rc.unesp.br

² Bolsa de Apoio Acadêmico e Extensão I – Nossa Caixa Nosso Banco S.A.

Abstract. The objective of this study is the elaboration and showing of a digital photo index of the Corumbataí river's basin at São Paulo state, reconstituted through the mosaic of aerial photographs existing in the analogical base of 1972, stored in the CEAPLA's map collection (São Paulo State University). It will be possible to rescue historical information of use of the land, being able to analyze the urban standards of the cities that the area of the basin amongst other objectives. The elaboration of the digital photo index will make possible a large vision of the basin and could be used with material of support for education and research.

Palavras-chave: remote sensing, aerial photograph, photo index, sensoriamento remoto, aero foto, fotoínice.

1. Introdução

Cada vez mais os recursos naturais têm sofrido enorme pressão por sua exploração para atender a demanda sempre crescente dos mercados consumidores. Resultado desta pressão é a antropização cada vez maior do meio ambiente, e estudar as mudanças que as parcelas terrestres sofrem em sua estrutura física e biológica e os efeitos que estas mudanças acarretam propicia a oportunidade de melhorar o planejamento e gestão para o mais adequado dos recursos naturais. Passo importante para o planejamento do uso futuro dos recursos naturais em uma determinada área é conhecer as condições anteriores que ela se encontrava antes da antropização, as condições atuais e as ações que propiciaram estas transformações. Assim, torna-se importante conhecer cenários anteriores da área de estudo em comparação com o cenário atual, e para gerar estes cenários utilizam-se as mais diversas formas de documentação, tal como registros fotográficos. Conhecer o passado ajuda a entender o presente e permite a utilização de modelos preditivos que geram produtos que auxiliam no planejamento e gestão territorial. Dentre os instrumentos de planejamento e gestão territorial encontram-se o uso de geoprocessamento e dos produtos de sensoriamento remoto, que são aqueles gerados a partir de sistemas sensores, como exemplo, as imagens orbitais e as aerofotografias.

O termo Sensoriamento Remoto apareceu na literatura científica pela primeira vez em 1960 que significava captar informações tais como medidas e propriedades da superfície terrestre sem contatos físicos com os objetos, desde então, o termo tem abrangido tecnologias e conhecimentos de diferentes áreas, como: física, engenharia eletrônica, cartografia dentre outras.

As fotografias aéreas foram os primeiros métodos de sensoriamento remoto a serem utilizados, tanto é que sensoriamento remoto é um termo mais recente que a fotogrametria e a fotointerpretação. Segundo NOVO, 2008 na França houve um grande e rápido desenvolvimento, em 1858 o Corpo de Engenharia da França já utilizavam fotografias tiradas com auxílio de balões para o mapeamento topográfico. Com o desenvolvimento da fotografia e das pesquisas espaciais, se deu margem ao desenvolvimento científico inicial do sensoriamento remoto. A primeira fotografia que se teve notícia foi obtido por Daguerre e

Niepce em 1839, e em 1840 o seu uso já estava sendo recomendado para levantamentos topográficos

Com a primeira guerra mundial houve um grande investimento em tecnologia e foi rápido o desenvolvimento da aviação simultaneamente ao aperfeiçoamento dos sistemas fotográficos (lentes, filtros, filmes e mecanismos de sincronização da operação da câmera com o deslocamento do avião), o que trouxe um grande impulso ao uso de fotografias aéreas.

Com o fim da primeira grande guerra, partes desses avanços foram canalizados para o uso de sistemas fotográficos e para a cartografia de pequena escala. Já com o fim da segunda guerra, toda a tecnologia desenvolvida, ficou disponível para o uso civil, o que impulsionou um grande impulso para as aplicações de fotografias para o levantamento de recursos naturais, visto que podia se obter dados sob condições controladas, e com recobrimento de áreas relativamente amplas.

Atualmente, o sensoriamento remoto tem adentrado o cotidiano da população civil, as fotografias aéreas e as imagens de satélites são facilmente encontradas em lugares de uso comum como a internet e outros, onde a população tem fácil acesso e consultam constantemente sem nenhuma dificuldade, mesmo sem saber que está desfrutando dos produtos do sensoriamento remoto.

Com auxílio de uma fotografia aérea, por exemplo, é possível desenvolver a fotointerpretação, que engloba pontos de vista, tanto na visão oblíqua, quanto na visão vertical, possibilitando analisar a diferenciação da imagem em suas diferentes características apresentadas como a tonalidade, forma, tamanho e textura, podendo definir juntamente conceitos teóricos como, o uso do território, ter a percepção da transformação da paisagem, a diferenciação com o tempo do uso rural e uso urbano e sua organização em geral (CAZETTA & ALMEIDA, 2003).

Ao longo dos anos 60 e 70 foram desenvolvidos, dentro das tecnologias de geoprocessamento ferramentas computacionais que permitem realizar análises complexas, integrando dados de diversas fontes e criando bancos de dados georeferenciados e relacionais (DRUCK et al, 2004)., dando grandes contribuições para a criação do termo do Sistema de Informações Geográficas (SIG), estes permitem inserir e integrar em uma única base de dados, informações espaciais de diversas fontes, em especial de sensoriamento remoto. Possui ferramentas que representam fenômenos ou eventos geográficos na forma de vetores ou imagens raster, incluindo informações gráficas e alfa-numérico. Através da utilização de produtos de sensoriamento remoto em ambientes SIGs é possível, por exemplo, entender o uso e cobertura das terras em cenários passados e atual.

O estudo do uso e ocupação das terras consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou pela caracterização dos tipos e categorias de vegetação natural que reveste o solo, segundo Antonello et al (2008) “é importante ressaltar as diferenças entre os termos ‘uso da terra’ e ‘uso do solo’, que têm sido utilizados de forma generalizada para indicar as diferentes formas de ocupação agrícola e não agrícola das terras. Existem pontos que diferem o conceito de ‘solo’, que é mais restrito, sendo considerado como um conjunto de corpos tridimensionais na superfície terrestre, contendo matéria viva com capacidade de suportar plantas. Já a palavra ‘terra’, é mais abrangente, pois inclui em seu significado o solo e os vários atributos de uma área, como o substrato geológico, a hidrologia e os resultados da atividade antrópicas”.

O mapeamento do uso do solo numa dada região, tornou-se um aspecto de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço. É de extrema importância para a compreensão da dinâmica e dos padrões de organização do espaço geográfico, a utilização da ferramenta do SIG para o mapeamento do uso do solo de uma determinada região, podendo obter dados específicos do objeto de estudo, caracterizando, por exemplo, diferentes classes de cobertura em diversas épocas.

Deste modo existe a necessidade de atualização constante dos registros de uso do solo, para que suas tendências possam ser atualizadas. Como também, o processo de transformação regional que ocorre em uma determinada área pode ser medida pelas mudanças nas características gerais do uso do solo (Santos & Carvalho 1978).

No estudo deste âmbito não se pode deixar de lado também análise integrada, com o estudo do meio físico-biótico e socio-econômico, através do levantamento dos tipos de uso e ocupação do solo, sua densidade dinâmica e evolução ao longo o tempo, ou níveis de intervenções decorrentes das transgressões a legislação e as conseqüências ao ambiente natural e a qualidade de vida das populações locais, que juntos formam uma ferramenta de estudo muito utilizada (Moroz *at al* ,1994 *apud* Peroni, 1997) com o estudo do uso e cobertura da terra com aplicação do sensoriamento remoto é possível avaliar os danos da paisagem, pois, é necessário fazer o monitoramento da área analisando imagens de diversas épocas e gerando o mapeamento do uso do solo. (Loch & Silva, 1993), permitindo que se estabeleçam métodos para o entendimento do presente, assim como gerar cenários futuros através do uso de modelos que possibilitam a previsões, servindo como contribuição ao planejamento e outros.

É possível afirmar que uma das vantagens obtidas do uso do solo mediante informações de sensoriamento remoto, segundo Bas *at al*, (1990) *apud* Peroni (1997), constitui um elemento imprescindível ao planejamento e administração da ocupação ordenada e racional do território. O estudo do uso e cobertura da terra ajuda a identificar, por exemplo, muitos casos que já constaram processos erosivos e desestabilizações de taludes de corte induzidos pelo desaparecimento da camada superficial do solo e pela exposição dos horizontes subsuperficiais menos evoluídos e portadores de argilas.

Assim fica evidenciada a necessidade de preservação das imagens antigas para propiciar futuras comparações com fotografias mais atuais, permitindo a visualização e análise das mudanças no espaço em função da ocupação humana no decorrer do tempo.

As aerofotografias reveladas em papel através das tecnologias mais atuais podem ser armazenadas em meio digital, o que é mais uma contribuição no processo de preservação do histórico, garantindo, desta forma, as preciosas informações da história territorial de uma dada região.

Dependendo do tamanho da área de estudo e da escala fotográfica utilizada, muitas fotos são necessárias para cobrir a referida área. Assim, para auxiliar no conhecimento do histórico da área de estudo vislumbrando a elaboração de vários cenários pode-se utilizar um fotoíndice, que é um conjunto de fotografias aéreas superpostas pelos detalhes que lhes são comuns. O fotoíndice permite visualizar o conjunto fotografado e identificar fotografias e faixas de vôo pelos seus códigos, ou também obter dados de imagens de área de estudo, podendo produzir por exemplo, diversos mapas temáticos e deles extrair informações sobre o uso das terras, a organização espacial, as alterações da paisagem e os aspectos positivos e negativos dessas alterações.

Diante da importância em se manter guardados em meio digital as aerofotografias que registram a história da ocupação geográfica da bacia hidrográfica do rio Corumbataí, SP, associado com a possibilidade de difundir este material nos meios acadêmicos, de pesquisa e para a sociedade de um modo geral, o presente trabalho tem como objetivo elaborar um fotoíndice em meio digital, a partir do acervo aerofotográfico pertencente à Mapoteca do CEAPLA/IGCE/UNESP, e disponibilizar seus produtos aerofotográficos à sociedade por meio da interatividade oferecida pelas novas técnicas de geoprocessamento e cartografia digital.

2. Metodologia de Trabalho

A área em estudo deste trabalho, a bacia hidrográfica do rio Corumbataí, localiza-se na região Centro-Leste do estado de São Paulo, ocupando aproximadamente 1.700 km², abrangendo total ou parcialmente os municípios de Rio Claro, Analândia, Corumbataí, Itirapina, Charqueado, Ipeúna, Santa Gertrudes e Piracicaba. Segundo Almeida (1964), a bacia do Rio Corumbataí localiza-se predominantemente dentro da depressão periférica paulista. O rio que corta esta bacia e que lhe empresta o nome é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 550.000 pessoas, além de ser utilizada na agricultura, pecuária e indústria (Antonello, 2008), o que demonstra a sua importância regional.

A bacia hidrográfica do Rio Corumbataí, tem sido estudada nas últimas décadas, de forma que pode ser considerado um laboratório de pesquisa para diversas instituições, que contribuiu para um grande acervo de informações sobre a área. Este trabalho está utilizando os arquivos em meio analógico da Mapoteca do CEAPLA/IGCE/UNESP Rio Claro, com a função da elaboração de um fotoíndice que recubra a área da bacia mencionada. As imagens são aerofotográficas, pancromáticas, obtidas no aerolevantamento do ano de 1972, em escala aproximada de 1:25.000.

Os dados de entrada, os processamentos necessários e a geração dos produtos deste trabalho estão sendo realizados no ArcGIS® 9.1, um SIG que oferece uma excelente estrutura para geoprocessamento. O ArcGIS é um conjunto de softwares e dentre eles foi utilizado o ArcMAP, que possibilita criar, importar, editar, buscar, mapear e analisar informações geográficas. Do mosaico de fotografias aéreas superpostas pelos detalhes que lhes são comuns, permite visualizar o conjunto fotografado. Sua formação se dá a partir da utilização de fotos analógicas que, posteriormente, foram digitalizadas através de scanner.

Está sendo realizado Georreferenciamento das imagens, para adequá-las a base cartográfica, obtida no Atlas Digital da Bacia do Rio Corumbataí (CEAPLA, 2004). Para realizar esta atividade foram utilizadas as ferramentas de Georeferencing do ArcMAP, o qual possibilita a montagem do mosaico com as fotos digitais da área em estudo. A etapa de Georeferenciamento, executada no ArcMAP, consiste em localizar no banco de dados e importar as fotos digitais para a base cartográfica e estabelecer para cada uma delas dados do sistema de coordenadas. O sistema de coordenadas da base cartográfica utilizada é o UTM - Córrego Alegre, fuso 23S.

Para georeferenciar uma imagem digital, como uma aerofoto, consiste em amostrar uma nuvem de pontos na fotografia e definir para cada um deles as informações do sistema de coordenadas. A definição destas informações pode ser executada de duas formas. A primeira delas é por meio da entrada dos valores da latitude e da longitude, via teclado. A segunda forma é pelo uso do mouse, através do referenciamento do ponto correspondente na base cartográfica. A nuvem de pontos deve estar condizente com o tamanho da área, e deve estar distribuída proporcionalmente por toda a fotografia. Uma má distribuição dos pontos ou ainda dados incorretos das latitudes e longitudes dos mesmos, acarretam num processo de qualidade contestável, o que pode comprometer o uso do fotoíndice.”

Desta forma, cada foto georreferenciada ocupa um lugar específico no mosaico, onde vão ser sobrepostas parcialmente umas as outras, formando assim o fotoíndice, quando houver a junção de todas as fotografias aéreas que passarem pelo mesmo processo Georreferenciamento onde será observada a qualidade tanto do processo como do produto final.

3. Resultados e Discussão

As técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto adotadas neste trabalho apresentam-se adequadas aos objetivos propostos, pois estão possibilitando a reconstituição da bacia hidrográfica através do mosaico das aerofotografias existentes na base de dados analógicos. O processo de Georreferenciamento (Figura 1) aplicado em cada fotografia gera um único produto (mosaico) como pode ser visualizado na Figura 2.

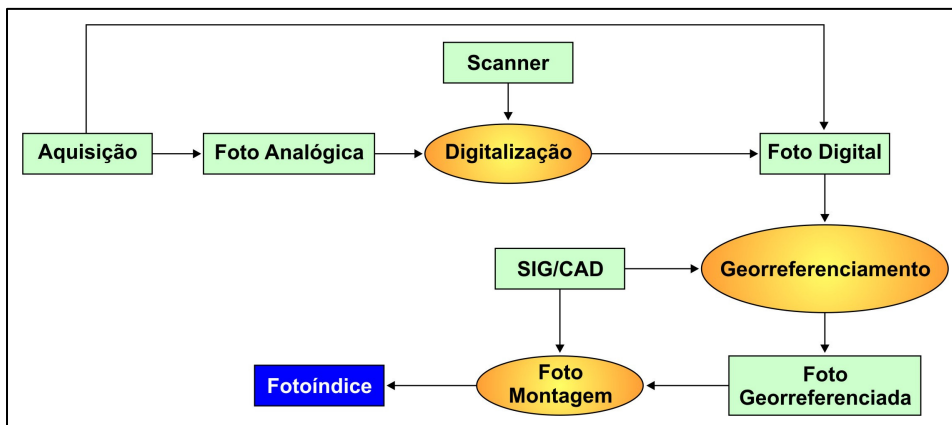


Figura 1 – Fluxo do processo de elaboração de fotoíndice digital. Fonte: Barco *et al.*, 2008.



Figura 2 – Mosaico semi-controlado parcial da bacia do rio Corumbataí. Mapa base em escala 1:25.000

O processo utilizado na digitalização das aerofotografias manteve satisfatória a resolução espacial das mesmas, e não comprometeu a mosaicagem das mesmas, e possibilitará trabalhos futuros na área da bacia, como mapeamentos temáticos.

Neste trabalho não foi realizado o processo de ortoretificação das imagens digitais, o que mantém as distorções geométricas inerentes às fotografias aéreas. Mesmo assim, o mosaico semi-controlado está sendo construído sem apresentar diferenças significativas entre a malha

hídrica registradas nas fotos e a hidrografia das folhas das cartas de escala 1:25000, que está sendo utilizada como base para a sobreposição e georreferenciamento das aerofotos.

4. Conclusões

A elaboração do fotoíndice digital possibilitará uma visão sinótica da bacia hidrográfica do rio Corumbataí, SP, e poderá ser utilizada com material de apoio para o ensino e pesquisa, possibilitando observação dos limites de feições geográficas a partir do mesmo.

Embora, como os softwares mais comuns não possibilitem visão estereoscópica, o fotoíndice digital pode ser utilizado como guia para identificação das fotografias analógicas existentes, as quais poderão ser aplicadas os processos de estereoscopia convencionais.

Através dos produtos de sensoriamento remoto, como as fotografias aéreas utilizadas no presente trabalho, será possível resgatar informações históricas de uso da terra e cobertura vegetal e analisar os padrões urbanos dos municípios que compõe a área da bacia dentre outros objetivos.

Após a conclusão deste trabalho, pretende-se disponibilizar o fotoíndice digital na rede mundial de computadores, tornando-o público e acessível a toda sociedade, e vislumbrando sua utilização como instrumento didático pedagógico, capaz de atender as propostas de ensino-aprendizagem empregadas nas escolas.

Os procedimentos metodológicos aqui empregados serão também aplicados na realização de outros cenários (1962, 1988, 2000), com o objetivo de tornar digital todos os arquivos históricos do acervo aerofotográfico da Mapoteca do CEAPLA/IGCE/UNESP, e garantir acesso a material e informação de boa qualidade da bacia hidrográfica do rio Corumbataí.

Referências Bibliográficas

ANTONELLO, S. L. **Um sistema de planejamento e gestão para bacias hidrográficas com uso de análise multicritérios**. 2008. 130 p. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

ANTONELLO, S. L. Pinto, S.A.F; Pereira, L. H. **Análise Contextual do Uso da Terra e Cobertura Vegetal**. In: Bacia do Rio Corumbataí - Análises Sócio-Econômicas e Ambientais. no prelo.

BARCO, C. J; *at al* . **Disponibilização de Arquivos Históricos de Sensoriamento Remoto: a elaboração de um fotoíndice com base nas novas propostas de cartografia digital e Sistemas de Informações Geográficas**. Geotecnologias Aplicadas ao estudo ambiental e Fundamentos da Cartografia Temática (GACT) CEAPLA/IGCE/UNESP Rio Claro – SP, 2008.

CAZETTA, V., Almeida, R.D., A aprendizagem escolar do conceito de uso do território por meio de croquis e fotografias aéreas verticais. In: Gerardi, L. H. O., (Org.) **Ambientes e Estudos Geografia**. Rio Claro – SP, AGETEO, 2003.

DRUCK, S., Carvalho, M.S., Câmara, G, Monteiro, A. V. M. (eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília : EMBRAPA, 2004.

GRILO, R. C., Foresti, C., Viadana, M.I.C.F., **Os Condicionantes Físicos e a Ocupação do Solo na Cidade de Itajubá: uma análise da problemática da ocorrência de enchentes.** In: Gerardi, L. H. O. G, Mendes, I. A. (Org) Do Natural, do social e de suas Interações: visões geográficas. Rio Claro – SP, AGETEO, 2002.

NOVO, Evlyn L.M., **Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações.** São Paulo: Editora Blucher, 2008.

PERONI, L.F., **Mapeamento e Avaliação Ambiental da Cobertura e Uso da Terra no município de Mairiporã – SP,** 1997. Trabalho de Formatura da Ecologia – Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita”, Rio Claro, 1997.

ROSAS, R. O., Castro, E., Pereira, J. L. G., Coelho –Neto, A.L., **Mapeamento de uso e cobertura do uso do solo na bacia do rio Cachoeira, Maciço da Tyrica, RJ, através da integração das imagens LANDSAT- TM e SPOT- PAN.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7. Curitiba 10-14 maio, 1993.

SANTOS, J.R., Carvalho, V.C., **Acompanhamento da evolução do uso da terra na área do distrito federal, através de imagens MSS/ LANDSAT.** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1. São José dos Campos 27-29 de novembro, 1978.

SAMPAIO, S. M. N., **Técnicas de Geoprocessamento na Avaliação de Cobertura vegetal e uso da terra em comunidades rurais do nordeste paraense,** 1998. Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita”, Rio Claro, 1998