Periódico Eletrônico
ISSN 1980-0827
Fórum Ambiental da Alta Paulista
Volume 10, Número 2, 2014
Bacias Hidrográficas, Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
ANAP

ACOMPANHAMENTO DA DINÂMICA DO USO DO SOLO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU (SP) POR MEIO DE GEOTECNOLOGIA

Gabriel Rondina Pupo da Silveira [1]

Sérgio Campos [2]

Laura de Toledo Leme Ferreira [3]

RESUMO
A crescente expansão das atividades agropecuárias, sem considerar as potencialidades e limitações dos solos, constitui uma fonte potencial de degradação do meio ambiente. Assim, o presente trabalho avaliou as variações de uso e ocupação do solo em 49 anos, entre os cenários de 1962 e 2011 da bacia hidrográfica do córrego São Caetano – Botucatu (SP). Para ser alcançado o objetivo do trabalho, foram utilizados técnicas de geoprocessamento. No software de Sistema de Informações Geográficas (SIG) – IDRISI foi integrado informações oriundas de cartas digitais do IBGE, escala 1:50.000, além de fotografias aéreas (1962) e imagens de satélite LANDSAT - 5 (2011). Na área em estudo, podemos visualizar o avanço da área urbana, que em 1962 não estava presente na bacia hidrográfica e em 2011 ocupava 21,37 % da área. Mesmo ocorrendo esse avanço, no período de 49 anos, houve um acréscimo na área de vegetação natural, que outrora ocupava apenas 12,33% da área (1962), e em 2011 passou a representar 25 % da área total da bacia hidrográfica, mostrando um aumento na conscientização da importância em preservar a natureza. Desta forma, pode-se concluir que as ferramentas de análise baseadas em SIGs possibilitaram analisar as variações no espaço e no tempo além de propor alternativas para o correto uso e ocupação do solo.
PALAVRAS-CHAVE: Sistema de Informação Geográfica (SIG). Recursos Hídricos. Preservação Ambiental.

DYNAMIC MONITORING OF LAND USE ON A WATERSHED IN BOTUCATU (SP), USING GEOTECHNOLOGY

ABSTRACT
The increasing expansion of agricultural activities, without considering the potential and limitations of soils is a potential source of environmental degradation. Thus, the present study assessed the variation of use and occupation in 49 years, between 1962 and 2011 scenarios of watershed of São Caetano - Botucatu (SP).

[1] Mestrando no Programa de Pós Graduação em Agronomia / Energia na Agricultura – Departamento de Engenharia Rural FCA/UNESP/Botucatu/SP. E-mail: gabrielrondina@hotmail.com.
[2] Prof. Titular do Departamento de Engenharia Rural, FCA/UNESP/Botucatu/SP. E-mail: seca@fca.unesp.br.
[3] Graduanda em Engenharia Florestal, FCA/UNESP/Botucatu/SP.

Periódico Eletrônico
ISSN 1980-0827
Fórum Ambiental da Alta Paulista
Volume 10, Número 2, 2014
Bacias Hidrográficas, Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
ANAP

geoprocessing techniques were used in this study. In a Geographic Information System (GIS) - IDRISI – it was integrated information from IBGE digital cards, scale 1:50,000, plus aerial photographs (1962) and satellite images LANDSAT - 5 (2011). In the study area, we can view the progress of the urban area, which in 1962 was not present in the watershed. In 2011, the urban area occupied 21.37% of the total area. Even with this breakthrough occurring in the period of 49 years, there was an increase in the area of natural vegetation, which once occupied only 12.33% of the area (1962), and in 2011 represents 25% of the total area of the watershed, showing an increase in awareness on the importance of preserving nature. Thus, we can conclude that the analysis tools based on GIS enabled us to analyze variations in space and time and to propose alternatives to the correct use and occupation of land.
KEY WORDS: *Geographic Information System (GIS). Walter Rasoures. Environmental preservation.*

MONITOREO DE DINÁMICA DE USO DE LA TIERRA EM UNA CUENCA EM BOTUCATU (SP), ATRAVÉS GEOTECNOLOGÍA

RESUMEN
La creciente expansión de las actividades agrícolas, sin tener en cuenta el potencial y las limitaciones de los suelos, es una fuente potencial de degradación del medio ambiente. Por lo tanto, en el presente estudio se evaluó la variación de uso y ocupación a 49 años, entre 1962 y 2011 de la cuenca Arroyo São Cayetano - Botucatu (SP). Para lograrse el objetivo principal, se utilizaron técnicas de geoprocesamiento. En un Sistema de Información Geográfica (SIG) - IDRISI - se integró la información de las tarjetas digitales de IBGE, a escala 1: 50.000, además de fotografías aéreas (1962) e imágenes satelitales LANDSAT - 5 (2011). En el área de estudio, se puede ver el progreso de la zona urbana, que en 1962 no estaba presente en la cuenca, y en 2011 ocupó 21,37% de la superficie, pero mismo con este avance que se produce en el período de 49 años, se produjo un aumento en el área de vegetación natural, que una vez ocupó sólo 12,33% de la superficie (1962) y en 2011 ocupó 25% de la superficie total de la cuenca, lo que muestra un aumento de la conciencia sobre la importancia de preservar la naturaleza. Por lo tanto, podemos concluir que las herramientas de análisis basadas en SIG permitieron analizar las variaciones en el espacio y el tiempo y proponer alternativas a la correcta utilización y ocupación del suelo.
PALABRAS-CLAVE *Sistema de Información Geográfica (SIG). Recursos Hídricos. Preservación del medio ambiente.*

1. INTRODUÇÃO

Dentro da gestão ambiental, uma das principais dificuldades com que se tem defrontado é a falta de uma fonte de dados com informações básicas da paisagem. Tais informações são extremamente necessárias em projetos ambientais, especialmente para realizar a recomposição de áreas degradadas, fornecendo auxílio ao manejo e à conservação do solo e da água nas bacias hidrográficas.

O conhecimento das áreas de uso de uma determinada região, além de possibilitar o direcionamento adequado do tipo de manejo, permite identificar possíveis problemas acarretados pelo efeito das ações antrópicas sobre essas regiões, tendo relação direta com a conservação e a exploração sustentável dos

Periódico Eletrônico
ISSN 1980-0827
Fórum Ambiental da Alta Paulista
Volume 10, Número 2, 2014
Bacias Hidrográficas, Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
ANAP

recursos naturais. Ao mesmo tempo, o planejamento adequado da terra deve ser realizado constantemente para que a degradação não ocorra ou, ao menos, seja diminuída ao longo dessas áreas, principalmente nas áreas de preservação permanente.

O mapeamento de uma bacia hidrográfica permite estudos e planejamentos de atividades urbanas e rurais, com determinação do uso e ocupação do solo, indicação de áreas propícias à exploração agrícola, pecuária ou florestal, previsão de safras e planejamento urbano (CAMPOS et al. 2009).

O uso de tecnologias computacionais na gestão dos recursos naturais e na gestão e monitoramento do território vêm se tornando cada vez mais importantes, recebendo mais atenção por parte de pesquisadores, universidades, empresas e gestores públicos.

As geotecnologias, representadas em especial pelo Sistema de Informação Geográfica (SIG), Sensoriamento Remoto e Sistema de Posicionamento Global (GPS), apresentam uma série de facilidades na geração e produção de dados e informações para o estudo de fenômenos geográficos, como por exemplo, os desastres naturais (COPPOCK, 1995). Tais tecnologias são muito utilizadas na realização de trabalhos na área de geoprocessamento, servindo também para estudar diversas áreas do conhecimento humano

A respeito do SIG, uma importante ferramenta para a produção e manuseio de mapas, Moura (2005) caracterizou esse sistema como um sistema de informação que compreende a aquisição, armazenamento, manipulação, analise e apresentação de dados georreferenciados, ou seja, um sistema de processamento de informação espacial.

A aplicação da tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) facilita a maneira de como o uso do solo pode ser monitorado, pois técnicas relativamente simples podem fornecer informações que permitem a avaliação pontual e temporal, reparação e readequação dos usos, a um custo aceitável. Uma questão importante na adoção das técnicas de SIG para o planejamento do uso do solo é a atividade agrícola (PELEGRIN, 2001).

Periódico Eletrônico
ISSN 1980-0827
Fórum Ambiental da Alta Paulista
Volume 10, Número 2, 2014
Bacias Hidrográficas, Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
ANAP

O uso de geotecnologias, bem como a observação a campo para a classificação do uso da terra, monitoramento de bacias hidrográficas e os impactos tanto nos recursos hídricos como na vegetação nativa, sendo muito utilizadas nos últimos anos (SANTOS et al., 2000).

O acompanhamento da dinâmica do uso do solo nos municípios tem grande importância no intuito de refletir sobre as mudanças de aspectos socioeconômicos de determinadas regiões e até mesmo permitir o seu monitoramento ambiental.

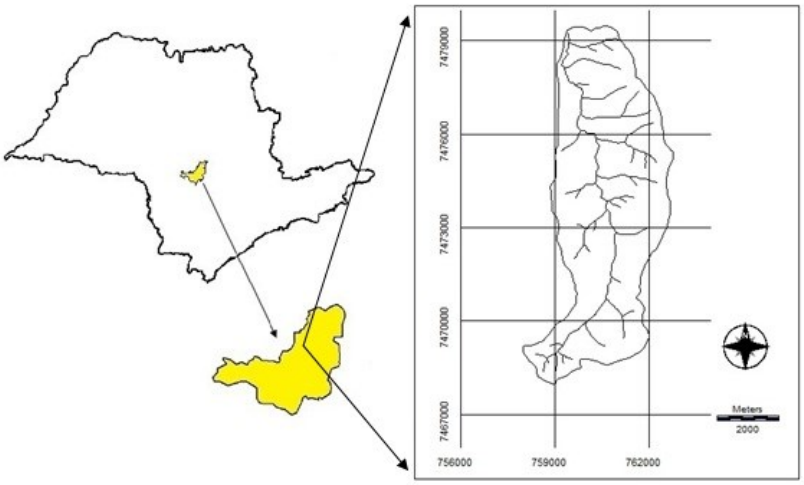
Assim, o presente trabalho teve como objetivo a utilização de geotecnologias no mapeamento, discriminação e quantificação da área da bacia hidrográfica do Córrego São Caetano - Botucatu (SP), obtido por fotografias aéreas de 1962 e imagem de satélite de 2011, permitindo o acompanhamento do uso e ocupação do solo na bacia no decorrer de 49 anos, possibilitando um estudo e monitoramento sobre as mudanças ocorridas na área.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do Córrego São Caetano encontra-se situada no município de Botucatu (SP) e é definida pelas coordenadas geográficas: latitude 22º 46’ 21” a 22º 52’ 32” S e longitudes 48º 26’ 25” a 48º 29’ 27” W Gr., com uma área de 3239.41ha (Figura 1).

Periódico Eletrônico
ISSN 1980-0827
Fórum Ambiental da Alta Paulista
Volume 10, Número 2, 2014
Bacias Hidrográficas, Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
ANAP

Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do Córrego São Caetano no estado de São Paulo



O clima da região é do tipo Aw conforme classificação de Köppen sendo: clima tropical com estação seca de inverno (meses de junho/julho/agosto) e chuvas predominantes no verão, temperatura média anual de 21.8°C e precipitação média anual de 1313.9mm, com altitude de 560 metros (CEPAGRI, 2014).

De acordo com Souza (2012), a nascente do córrego São Caetano situa-se no distrito industrial I, do Município de Botucatu, SP.

Os pontos de controle (coordenadas) para o georreferenciamento e os pontos de máxima altitude para digitalização do limite da bacia tiveram como base a Carta Planialtimétrica em formato digital, editada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1969), folha de Botucatu (SF-22-R-IV-3), em escala 1:50000.

Utilizou-se imagem de satélite digital, das bandas 3, 4 e 5 do sensor *Thematic Mapper* do LANDSAT – 5, da órbita 220, ponto 76, quadrante A, passagem de 2011, escala 1:50000.

O processamento dos dados foi realizado em um microcomputador Processador Intel Inside CORE i7, 1,80 GHz, com sistema operacional de 64 bits, HD 1TB, 8GB de memória RAM, com saída para impressora a jato de tinta HP Deskjet 695C. Para entrada das informações analógicas como limite da bacia e áreas de cobertura vegetal foram utilizados o Scanner Genius Vivid Pro II.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) utilizado foi o “software” IDRISI Selva, sendo este utilizado no processamento das informações georreferenciadas, na

Periódico Eletrônico
ISSN 1980-0827
Fórum Ambiental da Alta Paulista
Volume 10, Número 2, 2014
Bacias Hidrográficas, Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
ANAP

conversão dos dados vetoriais em imagem *raster* e na elaboração do mapa final do uso da terra.

O *software* CartaLinx foi utilizado na digitalização do limite da bacia, da rede de drenagem e das áreas de cobertura vegetal, obtidas por fotografias aéreas.

A delimitação de uma bacia hidrográfica é dada pelas linhas divisoras de água que demarcam seu contorno, mais conhecidas por “divisores de águas”. Estas linhas são definidas pela conformação das curvas de nível existentes nas cartas planialtimétricas e ligam os pontos mais elevados da região em torno da drenagem (ARGENTO e CRUZ, 1996).

O contorno da área da bacia hidrográfica do Córrego São Caetano – Botucatu (SP) foi realizado por meio da carta planialtimétrica editada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE em 1969, folha de Botucatu (SF-22-R-IV-3), escala 1:50000, segundo os pontos mais elevados em torno da drenagem, tendo-se como base a definição de Rocha (1991) para bacia hidrográfica.

Primeiramente, foi importado para o IDRISI em formato vetorial, o arquivo TIFF que contêm a carta planialtimétrica, Esse arquivo foi georreferenciado, sendo posteriormente, com o auxílio do *software* CartaLinx feito a delimitação da área de estudo.

Inicialmente, foi elaborada uma composição colorida com a combinação das bandas 3, 4 e 5, obtida a partir da imagem de satélite digital, do sensor *Thematic Mapper* do LANDSAT – 5, da órbita 220, ponto 76, quadrante A, passagem de 2011, escala 1:50000, pois esta apresenta uma boa discriminação visual dos alvos, possibilitando a identificação dos padrões de uso da terra de maneira lógica. Esta composição apresenta os corpos d’água em tons azulados, as florestas e outras formas de vegetações em tons esverdeados e os solos expostos em tons avermelhados.

Para a composição, foi realizado o processo de composição da imagem RGB (Red/Green/Blue), utilizando-se da função *Composite* do menu *Display* do SIG-IDRISI.

Periódico Eletrônico
ISSN 1980-0827
Fórum Ambiental da Alta Paulista
Volume 10, Número 2, 2014
Bacias Hidrográficas, Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
ANAP

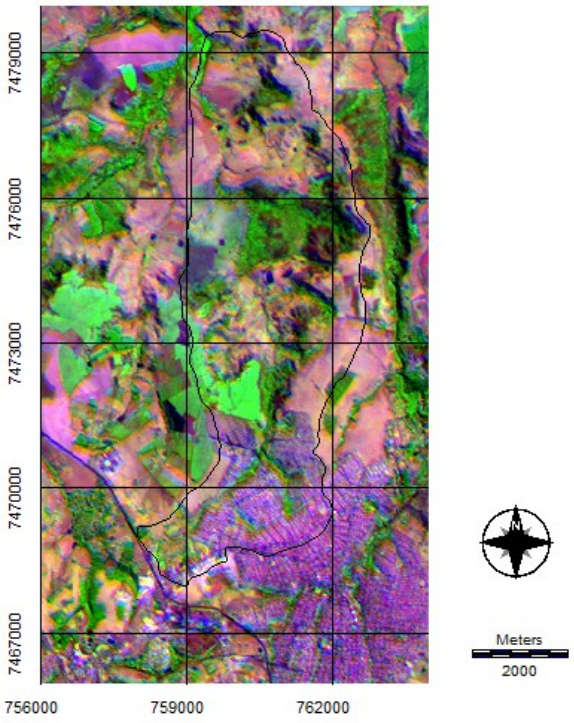
Para a realização do georeferenciamento da composição, utilizou-se a função *Reformat*/*Resample* do SIG – IDRISI, sendo os pontos de controle obtido nas cartas planialtimétricas do IBGE, referente ao município de Botucatu (SP).

Após o georreferenciamento, foi feito o corte, por meio da ferramenta *overlay* do SIG- IDRISI, extraindo-se apenas a área da bacia.

Para o georreferenciamento, também foi utilizado o sistema de coordenadas planas, projeção UTM, *datum* Córrego Alegre. Porém, foi utilizado dois arquivos de pontos de controle, sendo o primeiro da imagem de satélite e o outro, da carta topográfica a qual, já estava georreferenciada pela etapa anterior. Desta forma, foram determinadas as coordenadas de cada ponto e com estes dados foi feito um arquivo de correspondência

Após o georreferenciamento, recortou-se a imagem utilizando-se a opção *Reformat/Window*, extraindo a área da bacia como apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Imagem georreferenciada com composição das bandas 3, 4 e 5 do sensor *Thematic Mapper* do LANDSAT – 5, adicionado o limite da bacia hidrográfica do Córrego São Caetano – Botucatu (SP).



Periódico Eletrônico
ISSN 1980-0827
Fórum Ambiental da Alta Paulista
Volume 10, Número 2, 2014
Bacias Hidrográficas, Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
ANAP

Em seguida, no software CartaLinx, utilizando o comando *File/Image Conversion*, o arquivo georreferenciado foi carregado e salvo, sendo que em seguida, por meio do comando *File/New Coverage/Coverage Based Upon Bitmap* abriu-se o mesmo arquivo, para o início do processo de delimitação dos elementos (limite, da rede de drenagem e das áreas de uso e cobertura). Para o limite e as áreas de uso e cobertura foram criados polígono, e para a rede de drenagem, linhas.

Quanto a elaboração dos polígonos de uso e cobertura, criou-se uma tabela, no menu *Tables/Add Fields* e em cada polígono colocou-se o número correspondente aos elementos presentes na área (Ex: Mata = 1, Área Urbana = 2, e assim sucessivamente).

Posteriormente, exportou-se estes arquivos criados para o IDRISI. A tabela de uso e ocupação também foi exportada e transformada para *raster*. Por meio do comando *Area* do menu *Database Query*, pertencente ao módulo *Analysis*, foram determinadas as áreas e as porcentagens de cada uso.

Utilizou-se fotografias aéreas provenientes das coberturas aerofotogramétricas do Estado de São Paulo, de 1962, com escala nominal aproximada de 1:25000, com recobrimento longitudinal de aproximadamente 60% e 30% na lateral.

A observação estereoscópica dos pares de fotografias aéreas verticais ocorreu com a utilização do estereoscópio. Inicialmente, foi feita uma montagem de todo o conjunto de fotografias aéreas verticais correspondentes à área da bacia em estudo, para se ter uma visualização geral da mesma, sendo em seguida traçadas linhas de vôo e a delimitação da área efetiva, conforme Coelho (1972); depois, com o auxílio da estereoscopia, foram decalcadas, em filme de poliéster Terkron D-50 mícrons, o limite, a rede de drenagem e as áreas de uso e cobertura da Terra.

Realizou-se a transferência dos elementos de interesse encontrados das fotos para o mapa base (obtido da Carta do IBGE em escala 1:50000) sendo efetuada com o auxílio do Aerosketchmaster, com o intuito de correção de escala, ou seja, uma adequação da escala da fotografia aérea para a escala da imagem de satélite, pelo fato de esta se encontrar em escala 1:50000, e aquela em escala 1:25000.

Periódico Eletrônico
ISSN 1980-0827
Fórum Ambiental da Alta Paulista
Volume 10, Número 2, 2014
Bacias Hidrográficas, Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
ANAP

Esses elementos de interesse foram escanerizados e importados para o IDRISI, em formato BMP. O georreferenciamento ocorreu por meio do menu *Reformat/Resample*, e em *Input* utilizou-se o arquivo a ser georreferenciado e em *Output* teve como base um já georreferenciado (no qual, os pontos de controle para o georreferenciamento foram obtidos nas cartas planialtimétricas do IBGE, referente ao município de Botucatu/SP.

Após a etapa de georreferenciamento, no *softwar*e CartaLinx, por meio do comando *File/ Image Conversions*, buscou-se o arquivo georreferenciado e este foi salvo, em seguida, em *File/New Coverage/Coverage Based Upon Bitmap*. Após isso, abriu-se o mesmo arquivo para começar o processo de delimitação dos elementos (limite, da rede de drenagem e das áreas de uso e cobertura). Para o limite e as áreas de uso e cobertura foram criados polígonos enquanto que para a rede de drenagem, linhas.

Quanto a elaboração dos polígonos de uso e cobertura, criou-se uma tabela, assim como foi realizado com a imagem de satélite, no menu *Tables/Add Fields*, sendo que em cada polígono foi colocado o número correspondente aos elementos (Ex: Mata = 1, Área Urbana = 2, e assim sucessivamente).

Posteriormente, exportou-se os arquivos criados a partir dos usos encontrados nas fotografias aéreas de 1962 para o IDRISI, juntamente com a tabela de uso e ocupação, em formato *raster*.

Finalizando a etapa de dimensionamento da ocupação de 1962, foram determinadas as áreas e as porcentagens de cada uso, por meio do comando *Area* do menu *Database Que*ry, pertencente ao módulo *Analysis*.

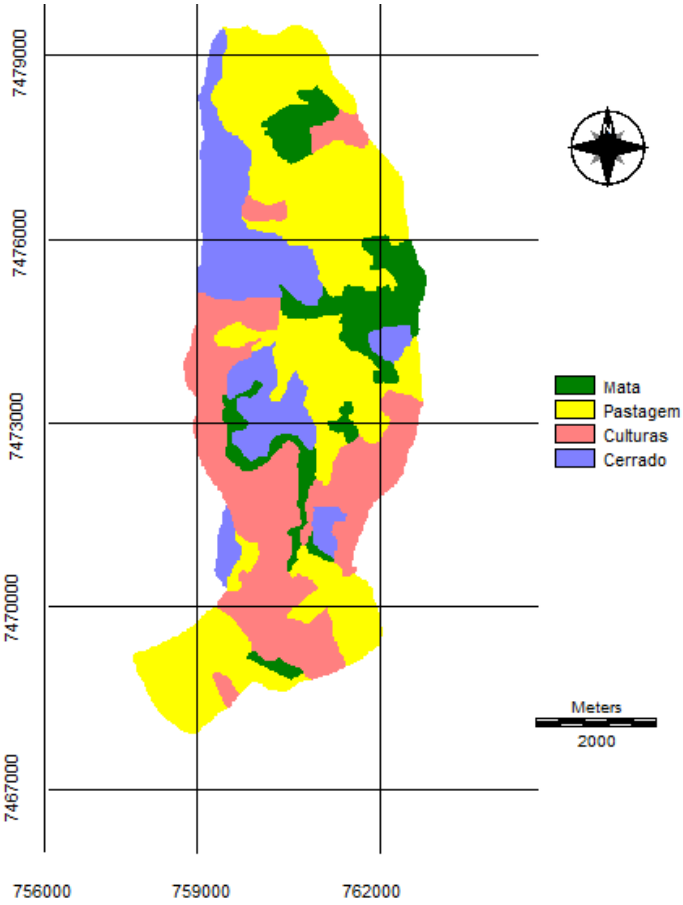
3. RESULTADOS

O mapeamento das áreas de uso e ocupação do solo foram obtidos por meio de fotografias aéreas do ano de 1962 e de imagem de satélite referente ao ano de 2011, para posteriormente ser feita uma análise do dinamismo do uso do solo na área em estudo.

Periódico Eletrônico
ISSN 1980-0827
Fórum Ambiental
da Alta Paulista
Volume 10, Número 2, 2014
Bacias Hidrográficas, Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
ANAP

Para o mapeamento do uso e ocupação do solo em 1962 foram encontrados quatro (4) classes de uso sendo: mata (vegetação natural), pastagem, culturas (anuais e perenes) e cerrado, como podemos verificar na Figura 3.

Figura 3 - Mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do córrego São Caetano – Botucatu (SP), obtido por fotografias aéreas de 1962.



A interpretação dessas informações retiradas do mapa foi feita de forma detalhada ao analisar a Tabela 1, que contém os valores em hectares e porcentagens de cada classe de uso do solo e vegetação natural em relação à área total da bacia.

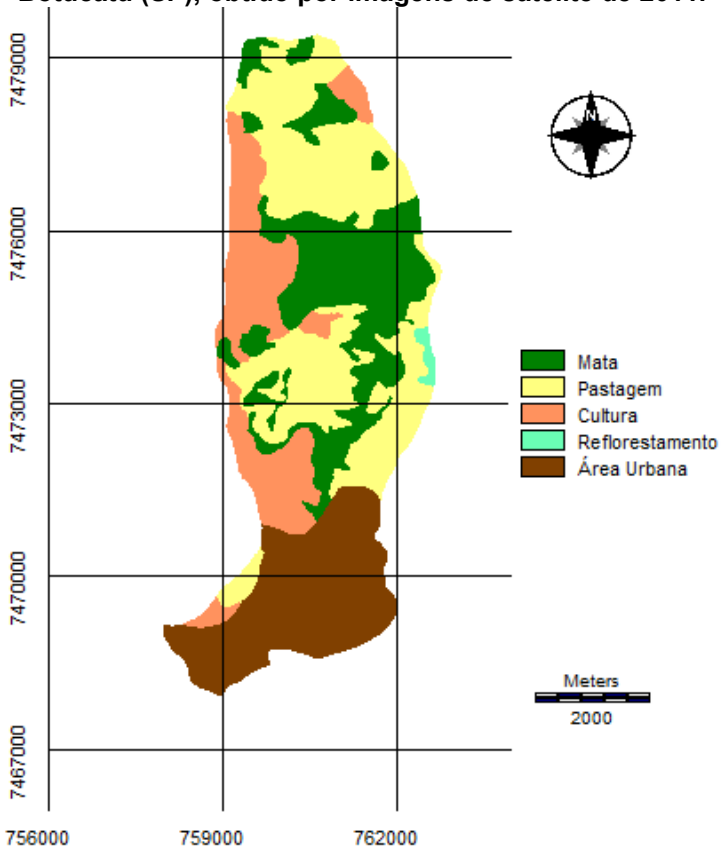
Periódico Eletrônico
ISSN 1980-0827
Fórum Ambiental da Alta Paulista
Volume 10, Número 2, 2014
Bacias Hidrográficas, Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
ANAP

Tabela 1 – Classes de Uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do córrego São Caetano – Botucatu (SP), obtidas por fotografias aéreas de 1962.

Classes de uso da Terra	Área (ha)	%
Mata	399,58	12,33
Pastagem	1399,18	43,19
Culturas	859,32	26,53
Cerrado	581,33	17,95
Total	**3239,41**	**100**

Como resultado do mapeamento referente ao ano de 2011, pode-se identificar a presença de cinco classes de uso do solo (Figura 4 e Tabela 2), que compreendem à mata, pastagem, cultura, reflorestamento, e área urbana.

Figura 4 - Mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do córrego São Caetano – Botucatu (SP), obtido por imagens de satélite de 2011.



Periódico Eletrônico
ISSN 1980-0827
Fórum Ambiental da Alta Paulista
Volume 10, Número 2, 2014
Bacias Hidrográficas, Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
ANAP

Tabela 2 - Classes de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do córrego São Caetano – Botucatu (SP), obtido por imagens de satélite de 2011.

Classes de uso da Terra	Área (ha)	%
Mata	809,79	25
Pastagem	1117,94	34,51
Cultura	599,96	18,52
Reflorestamento	19,53	0,6
Área Urbana	692,19	21,37
Total	**3239,41**	**100**

Os resultados obtidos (Figura 4 e Tabela 2) mostram que a bacia vem sendo ocupada por 809,79 ha de mata; 1117,94 ha de pastagens; 599,96 ha por culturas perenes e anuais; 19,53 ha de reflorestamento e 692,19 ha de área urbana.

Com base na análise comparativa dos resultados obtidos nas Figuras (3 e 4) e Tabelas (1 e 2), pode-se constatar a expansão urbana durante o período de 49 anos. A área urbana presente na bacia, nos dias atuais, ocupa áreas que em 1962 apresentavam pastagens e culturas, fato este que comprova a diminuição de 1399,18 ha de pastagem em 1962 para 1117,94 ha em 2011, ou seja, uma diminuição de 20% (281,24 ha). No caso das culturas, que também tiveram suas áreas reduzidas, a diminuição foi de 859,32 há (1962) para 599,96 ha em 2011, representando uma queda de 30% (259,36 ha), comparando com a presente em 1962. Esses fatos mostram que durante o período houve um aumento significativo da área urbana, mostra que o campo destinou espaço para a expansão urbana.

Outro fato que merece destaque, é o aumento significativo das áreas de matas, que no caso são representadas por toda a vegetação natural (matas, reservas legais e matas ciliares). A área de mata teve nesse período de 49 anos, um aumento de 410,21 ha, sendo que em 1962 a área de matas era de 399,58 ha, e em 2011, 809,79 ha.

Com base nesses dados, podemos destacar o aumento da conscientização do produtor no quesito preservação da natureza. A preservação é de fundamental

Periódico Eletrônico
ISSN 1980-0827
Fórum Ambiental da Alta Paulista
Volume 10, Número 2, 2014
Bacias Hidrográficas, Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
ANAP

importância, já que o carreamento de grande quantidade de solo, matéria orgânica e insumos agrícolas, decorrentes dos outros usos, contribui de forma negativa para o assoreamento dos rios, aumento da concentração de sólidos e outros componentes, comprometendo assim, a qualidade e quantidade dos recursos hídricos. E, consequentemente, sua falta, acaba acarretando na degradação da qualidade de vida da população.

4. CONCLUSÃO

A identificação do uso e ocupação do solo constitui-se em um importante elemento para o estudo ligado à temática ambiental. Tal estudo proporciona visualizar parâmetros quantitativos e qualitativos, que se conhecidos e compreendidos, poderão trazer inúmeros benefícios ao ambiente, e consequentemente influenciando na qualidade de vida da população.

Na área em estudo, podemos visualizar o avanço da área urbana, que em 1962 não estava presente na bacia, e em 2011 ocupava 21,37 % da área, porém mesmo ocorrendo esse avanço no período de 49 anos, houve um acréscimo na área de vegetação natural, que outrora ocupava apenas 12,33% da área, e em 2011 passou a representar 25 % da área total da bacia, mostrando uma conscientização na importância da preservação da natureza.

As facilidades ao acesso às tecnologias de Sistemas de Informações Geográficas, juntamente com disponibilização gratuita de cartas planialtimétricas (ex: do IBGE), imagens de satélites (no caso, as fornecidas pelo INPE), entre outros, tornam-se importantes meios para os estudos na área ambiental.

O Sistema de Informação Geográfica promoveu a divisão e o estudo dos diversos usos do solo nas imagens de satélites e fotografias aéreas, como o uso agrícola, pastagem, reflorestamento, cana-de-açúcar, mata ciliar, entre outros. O SIG - IDRISI se mostrou eficiente por seus diferentes módulos para georreferenciamento, classificação digital do uso e ocupação do solo e modelo matemático permitiu a discriminação dos diversos usos.

Periódico Eletrônico
ISSN 1980-0827
Fórum Ambiental da Alta Paulista
Volume 10, Número 2, 2014
Bacias Hidrográficas, Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
ANAP

REFERÊNCIAS

ARGENTO, M. S. F.; CRUZ, C. B. M. Mapeamento geomorfológico. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.) **Geomorfologia**: exercícios, técnicas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. Cap. 9, p.264-82.

CAMPOS, S. et al. Evolução do Uso das Terras da Microbacia do Alto Capivara - Botucatu (SP). In: **Anais...**II Simpósio de Engenharia Rural. Bandeirantes, Paraná. 2009.

CEPAGRI.Unicamp. **Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura:** Clima dos Municípios Paulistas. Disponível em:< http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_086.html >. Acesso em: 29 ago. 2014.

COELHO, A. G. de S. **Obtenção de dados quantitativos com o emprego de fotografias aéreas verticais**. Aerofotogrametria. USP - Instituto de Geografia, v.8, 23p. 1972.

COPPOCK, J. T. GIS and natural hazards: an overview form a GIS perspective. In: CARRARA, A.; GUZZETTI, E**. Geographical Information systems in assessing natural hazards.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. Cap 2, p. 21-34. 1995.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Carta topográfica:** Botucatu (SF-22-R-IV-3). Serviço gráfico do IBGE, 1969. Escala 1:50.000.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e Planejamento urbano**. Belo Horizonte, 2005.

PELEGRIN, L. A. **Técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicadas ao mapeamento do uso do solo***:* a Bacia do Rio Pará como um exemplo. 2001. 109p. Dissertação (Mestrado em Analise Espacial) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2001

ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. ed. UFSM, Santa Maria, RS. 1991. 181p.

SANTOS, C.A.G.; SUZUKI, K.; WATANABE, M.; SRINIVASAN, V. S. Influência do tipo da cobertura vegetal sobre a erosão no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 92–96, 2000.

SOUZA. I. F. de. **Avaliação da Qualidade da Água do Córrego São Caetano na Área Urbana do Município de Botucatu- SP.** Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista. 2012.