

## A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR COMO FATOR DE RISCO PARA OS CÓRREGOS E AS NASCENTES

**BRUNA SOARES XAVIER DE BARROS<sup>1</sup> E ZACARIAS XAVIER DE BARROS<sup>2</sup>**

*Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, zacariasxb@fca.unesp.br*

<sup>1</sup>Pós-Doutoranda do Programa de Pós-Graduação - Energia na Agricultura, FCA/UNESP - Botucatu, SP.

<sup>2</sup>Professor Titular do Departamento de Engenharia Rural, FCA/UNESP - Botucatu, SP.

### 1 RESUMO

O levantamento do uso e ocupação do solo tornou-se muito importante para se conhecer e determinar as principais culturas de uma região, pois a ação antrópica pode modificar profundamente as feições de uma paisagem nativa. Neste contexto, este trabalho visou analisar a ocupação do solo na bacia Fazenda Serra Negra, Botucatu-SP, no período de 1962 a 2014, no intuito de verificar a influência das diferentes culturas sobre as redes de drenagem e as nascentes na bacia. A bacia está situada entre as coordenadas de 22° 46' 42" a 22° 48' 12" de latitude S e 48° 24' 04" a 48° 25' 54" longitude Wgr, perfazendo uma área de 963,97 ha. O estudo possibilitou constatar que os córregos existentes em 1962 cederam espaços para o plantio da cana-de-açúcar restando apenas vestígios da rede de drenagem; pode-se também constatar que a várzea sofreu diminuição devido à construção de uma rede de drenos.

**Palavras-chave:** Imagens aéreas; bacia hidrográfica; ocupação do solo.

**BARROS, B. S. X.; BARROS, Z. X.**

**SUGAR CANE GROWING AS A RISK FACTOR FOR STREAMS AND SPRINGS**

### 2 ABSTRACT

The survey of land use and occupation has become very important to know and determine the main crops of the region, because human activities can profoundly change the features of a native landscape. In this context, this study aimed to analyze land use in the Fazenda Serra Negra drainage basin, Botucatu, São Paulo, from 1962 to 2014, in order to investigate the influence of different cultures on the drainage systems and springs in the basin. This basin is located between coordinates 22°46'42" to 22°48'12"S latitude and 48°24'04" to 48°25'54"W longitude, covering an area of 963.97 ha. Through this study, it was possible to see that the existing streams in 1962 gave room to sugarcane growing, leaving only traces of the drainage system; it can also be seen that the plain suffered a decrease due to the building of a drain network.

**Keywords:** aerial images; hydrographic basin; land use.

### 3 INTRODUÇÃO

O Brasil possui cerca de doze por cento da reserva de água doce do mundo, sendo que mais de setenta por cento das reservas hídricas do País se concentram na Amazônia. Devido a essa aparente abundância, muitas vezes, o recurso é tratado como infundável, entretanto, a importância da preservação dos rios e nascentes é preponderante.

As nascentes podem ser definidas como o afloramento do lençol freático, que vai dar origem a uma fonte de água de acúmulo em represa ou cursos d'água. Elas se localizam em encostas ou depressões do terreno ou ainda no nível de base representado pelo curso d'água local; podem ser perenes, temporárias e efêmeras (CALHEIROS et al., 2004).

Ainda, segundo Calheiros et al. (2004) o desmatamento e a ocupação irregular do solo devastam as áreas de cabeceira ou de recarga, responsáveis pelo reabastecimento dos lençóis freáticos, aquíferos e nascentes, o que contribui em grande parte com a redução da quantidade e da qualidade de água disponível. Os cuidados devem se iniciar com a preservação das nascentes, pois, são as origens dos rios que abastecem os seres deste planeta. Elas são manifestações superficiais de água armazenadas em reservatórios subterrâneos, chamados de aquíferos ou lençóis, que dão início a pequenos cursos d'água, que formam os córregos, se juntando para originar os riachos e dessa forma surgem os rios.

Para a conservação de nascentes e mananciais em propriedades rurais, podem ser adotadas algumas medidas de proteção do solo e da vegetação, que vão desde a eliminação das queimadas, ao replantio de matas nativas associadas às práticas de conservação com, implantação de curvas de nível, cultivo mínimo ou mesmo o plantio direto. Valendo salientar que estes sistemas de cultivo apresentam uma série de benefícios, tais como a maior retenção e infiltração da água no solo, redução da erosão e da perda de nutrientes por arrasto para as partes mais baixas do terreno. Também evita o assoreamento de rios, ajuda a enriquecer o solo, mantendo a matéria orgânica na superfície por mais tempo e reduzindo a compactação do solo (FANCELLI, 1989).

O objetivo deste trabalho é analisar o uso e ocupação do solo e a influência do cultivo da cana-de-açúcar em possíveis degradações de córregos e nascentes de uma bacia hidrográfica no município de Botucatu-SP, por meio de imagens aéreas.

### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Serviu de base para o presente estudo a bacia hidrográfica denominada córrego da Fazenda Serra Negra que compõe a drenagem do rio Tietê no município de Botucatu-SP, localizada na frente da "cuesta" e Depressão Periférica, situada entre as coordenadas de 22° 46' 42" a 22° 48' 12" de latitude S e 48° 24' 04" a 48° 25' 54" longitude W, perfazendo uma área de 963,97 ha, a qual esta inserida na Área de Proteção Ambiental desde o Decreto Estadual nº 20.960, de 8 de junho de 1983 (SÃO PAULO, 1983).

A região estudada, Figura 1, segundo o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1999), apresenta as unidades de solo Latossolos Vermelhos distrófico (LVdf) e Neossolos Litólicos (RL), sendo a última predominante na bacia, com altitudes variando de 473m a 731m, sendo que a cobertura vegetal original desses solos se apresentava com predomínio de campo cerrado e clima segundo o sistema Köppen, classificado como subtropical chuvoso do tipo Cfa.

**Figura 1.** Localização do município de Botucatu-SP.



Fonte: skyscrapercity

Para o inventário das coberturas vegetais foram utilizadas as fotografias aéreas verticais pancromáticas números 3001, 3002, 3003 e 2947, 2948, 2949 faixas 05 e 06, de agosto de 1962, na escala nominal aproximada 1:25000, vôo realizado pela Prospec e as fotografias aéreas verticais coloridas números 8739, 8740 e 8741, faixa 026 de agosto de 2005, escala nominal de 1:30000, vôo realizado pela Base S/A.

Utilizou-se também a ferramenta *Google Earth* com imagens de 25 de março de 2014 para a melhor localização da área, apoio planimétrico e identificação da cobertura vegetal recente da bacia estudada.

Como base cartográfica, para efetuar as devidas correções de escala das imagens aerofogramétricas, utilizou-se a Carta do Brasil SF-22-R-IV-3, escala 1:50000, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, edição 1973 (IBGE, 1973).

Tendo como referência as fotografias aéreas e a carta planialtimétrica do IBGE, delimitou-se a bacia hidrográfica estudada, segundo Argento e Cruz (1996) . De acordo com os autores a delimitação de uma bacia hidrográfica é dada pelas linhas divisoras de água que demarcam seu contorno. 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.

Após a demarcação do divisor de águas realizou-se a fotointerpretação da ocupação do solo segundo unidades de ocorrência, para o ano de 1962, tais como: cultura de café, pastagem, matas, culturas anuais, várzea, cerrado e represa. Para os anos de 2005 e 2014 foram consideradas as coberturas de solo referentes ao ano de 1962 acrescidas das ocupações tipo cana-de-açúcar e pedra.

As diferentes ocupações do solo na bacia obtidas por meio de fotografias aéreas (1962 e 2005), após devidamente identificadas e suas escalas corrigidas tendo como base a carta do IBGE, foram avaliadas, em hectares, utilizando-se do programa SPLAN - Sistema de Planimetria Digitalizada (SILVA et al., 1993), e as ocupações do solo da bacia referente ao ano de 2014 identificadas no *Google Earth* foram avaliadas pela ferramenta *Google Earth Pro*, também em hectares.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os valores das áreas obtidos na Tabela 1, constata-se claramente que no ano de 1962 a bacia apresentava a predominância de três coberturas vegetais quais sejam: café, culturas anuais e pastagem, perfazendo um total de 883,94 hectares, ou seja, 91,70% da área da bacia hidrográfica da Fazenda Serra Negra, mostrando claramente a diversificação das

culturas na região, tendo a pastagem com 54,51% da área total, servindo como suporte para criação de gado, desde antes da década de 1960.

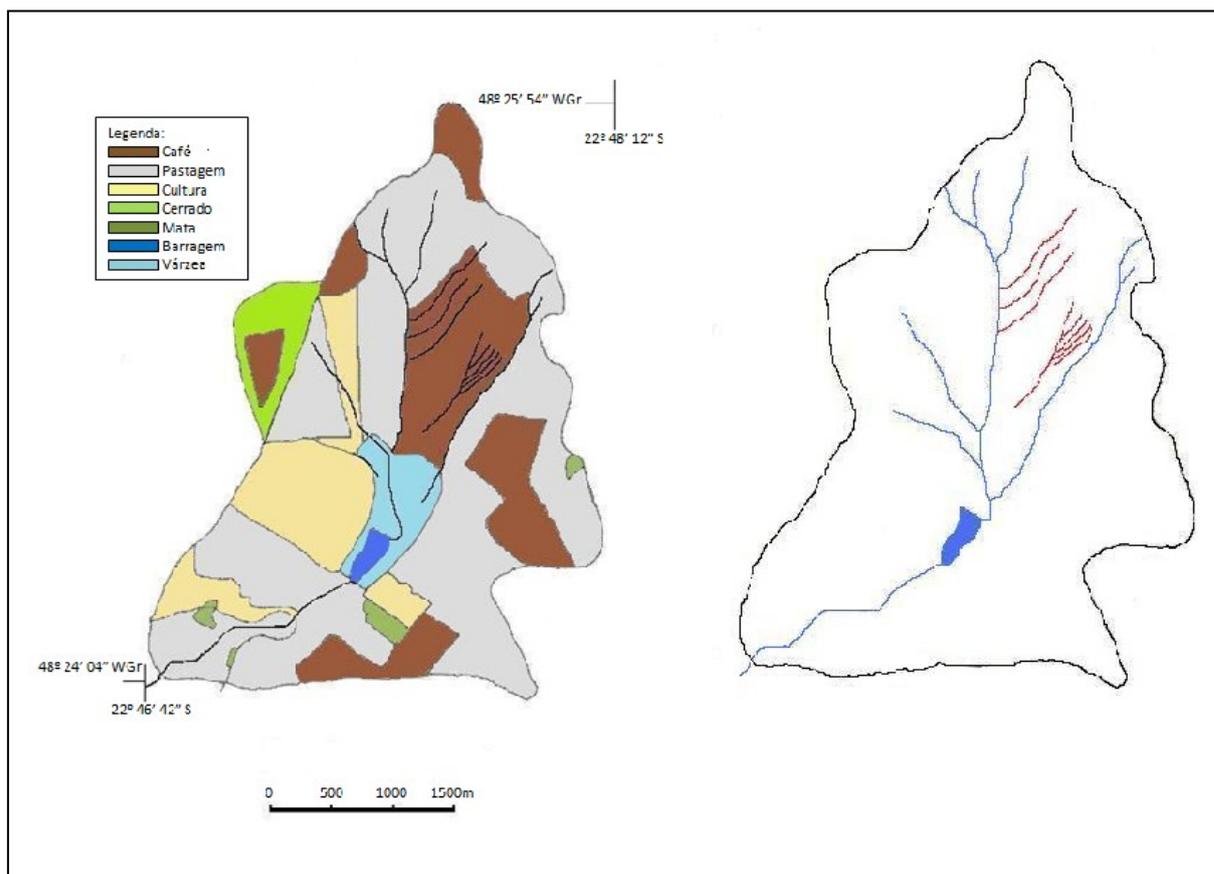
**Tabela 1.** Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica no ano 1962.

Ano	Uso e ocupação do solo							Total
	Café	Mata	Varz.	Repr.	Cer.	Past.	Cult	
1962								
ha	220,76	9,86	43,43	6,31	20,43	525,47	137,71	963,97
%	22,90	1,02	4,51	0,65	2,12	54,51	14,29	100

Café (cafezal); mata (fragmentos de mata); varz. (várzea); repr. (represa); cer. (cerrado); past. (pastagem); cult.(culturas).

Na fotointerpretação da bacia no ano de 1962, Figura 2, constata-se que as áreas ocupadas pela cultura do café, com exceção de uma área junto ao divisor de água, a qual permanece no ano de 2014, Figura 3 e 4, se apresentavam totalmente abandonados com muitas falhas, sem tratos culturais e com visíveis sulcos de erosão (em vermelho) direcionados para a várzea.

**Figura 2.** Uso e ocupação do solo, rede de drenagem (azul) e erosões (vermelho) na bacia hidrográfica no ano de 1962.



Ainda segundo a Figura 2 e a Tabela 1, as coberturas vegetais matas e cerrados aparecem em 1962 na forma de pequenos fragmentos totalizando somente 9,86 ha, ou seja, 1,02% e 20,43ha (2,12%) respectivamente da área total da bacia, fato preocupante por se tratar de uma bacia que está inserida totalmente na (APA) no município de Botucatu-SP.

Valendo salientar que estas ocorrências estão localizadas próximas aos divisores de água, Figura 2.

A ausência de matas ao longo dos córregos e principalmente ao redor das nascentes revela que desde antes da década de 1960, Figura 2, a bacia estudada já vinha apresentando sua rede de drenagem desprovidas de matas ciliares, pois segundo Silva, Cavalcante e Araújo (2011) a atuação da mata ciliar é direta em impedir o assoreamento dos corpos d'água, a erosão das bordas, manter a qualidade da água, portanto fica evidente o papel dessa cobertura vegetal no controle do processo de erosão, e das conseqüências deste processo.

A ocupação tipo várzea com 43,43ha (4,51%) da área da bacia assume grande importância uma vez que está a montante da represa, pois, de acordo com Ramos (2012), são as várzeas que dissipam as forças erosivas do escoamento superficial de águas pluviais, funcionando como importantes controladores de enchentes. As várzeas também facilitam a precipitação e a deposição de sedimentos suspensos na água, servindo como filtro biológico para o tratamento de água para abastecimento.

Analisando os valores da Tabela 2 e Figura 3, referentes ao ano de 2005, constata-se que a cobertura vegetal na bacia sofreu profundas mudanças. No ano de 1962, conforme a Figura 2 e Tabela 1, a bacia estudada não era cultivada com cana-de-açúcar, já em, 2005 esta cultura aparece com 774,08ha, ou seja, 80,30% da área total da bacia.

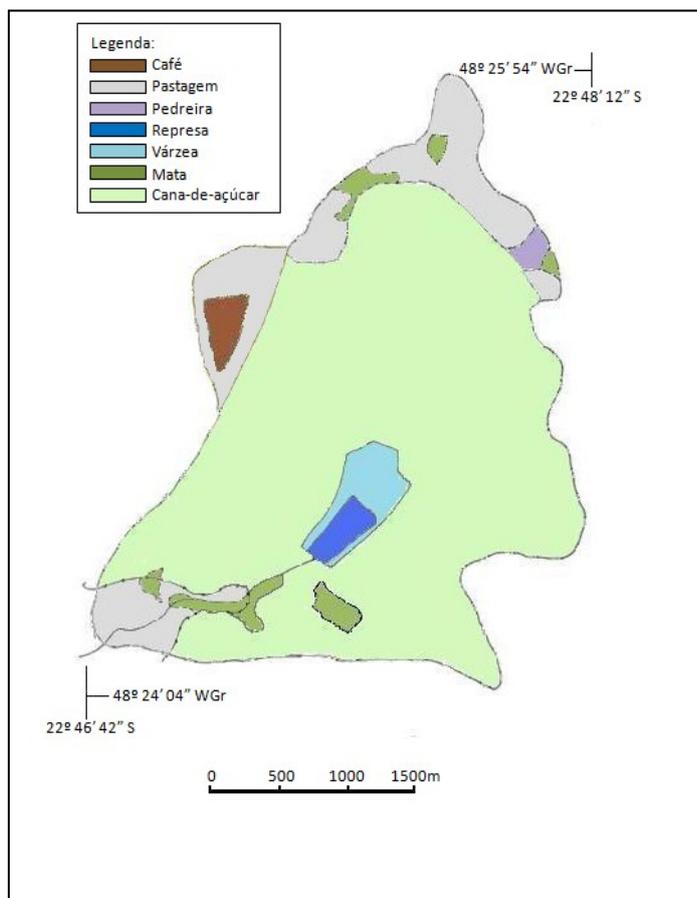
**Tabela 2.** Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica no ano de 2005.

Ano	Uso e ocupação do solo							Total
	Café	Mata	Varz.	Repr.	Cana	Past.	Pedr.	
2005								
ha	11,50	24,47	38,11	11,63	774,08	98,38	5,80	963,97
%	1,19	2,54	3,95	1,21	80,30	10,21	0,60	100

Café (cafezal); mata (fragmentos de mata); varz. (várzea); repr. (represa); cana. (cana); past. (pastagem); pedr. (pedreira).

O cultivo do café que até 1962 representava 22,90% da área e a pastagem com 54,51% foram reduzidas em 2005 a 1,19% e 10,21% respectivamente, pois de um modo geral os hábitos de cultivos e determinadas regiões são reflexos dos incentivos governamentais. Segundo Carvalho e Carrijo (2007), o Programa Nacional do Álcool foi o responsável pela expansão da cultura da cana-de-açúcar, ocorrida a partir de 1975 e teve importante repercussão na substituição de culturas alimentares pela cultura da cana-de-açúcar, e também sobre o meio ambiente.

Entretanto, segundo Santos (2012) essa expansão pode acarretar diversos problemas ambientais, tais como: compactação do solo, erosão, deterioração dos recursos hídricos, destruição de matas ciliares, contaminação de solo e água por fertilizantes.

**Figura 3.** Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica no ano de 2005.

Analisando a Figura 3 e Tabela 2 referente ao uso e ocupação do solo em 2005, constata-se que a cultura canavieira não expandiu para os extremos norte e sul da bacia, regiões estas de difícil acesso devido ao relevo apresentar declividades acima do limite mecanizável, segundo Carta Planialtimétrica (IBGE, 1973).

Nestes extremos da bacia, Figura 3, pode-se constatar a presença de pastagens (10,21%) e mata, sendo que, de um total de 24,47ha da cobertura tipo mata, somente 12,24ha pode ser considerada como mata ciliar, a qual esta situada à jusante da represa longe da área ocupada por cana, o restante dessa cobertura aparece na forma de fragmentos dispersos pela bacia.

Na Figura 3, pode-se constatar que as erosões tipo sulcos observadas na Figura 2 foram controladas, certamente por meio de práticas culturais entre as quais as curvas de nível, plantio em nível, associadas a correções de acides e adubações adequadas, uma vez que o cultivo da cana-de-açúcar exige tratamentos racionais para uma boa produtividade.

Segundo Dias e Griffith (1998) o preparo do solo, plantio e práticas mecanizadas executadas em curva de nível são a primeira medida a ser adotada e uma das mais simples e de grande eficiência que associada à adubação e calagem, devem ser parte integrantes de uma agricultura racional, pois estas práticas proporcionam melhoramento do sistema solo, no sentido de se dispor de uma plantação mais produtiva e protetora das áreas agrícolas.

No intuito de realizar um estudo mais recente da expansão do cultivo da cana-de-açúcar em detrimento das demais coberturas vegetais, na bacia considerada, utilizou-se a

ferramenta *Google Earth*, datada de 25 de março de 2014, portanto na última safra da cana nessa região.

A Tabela 3 revela que todos os tipos de uso e cobertura do solo da bacia, fora a cana-de-açúcar, totalizam 138,87 hectares, ou seja, apenas 14,40% da área total.

**Tabela 3.** Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica no ano de 2014.

Ano	Uso e ocupação do solo							Total
	Café	Mata	Varz.	Repr.	Cana	Past.	Pedr.	
2014								
ha	11,90	25,84	36,47	11,63	825,10	47,23	5,80	963,97
%	1,23	2,68	3,78	1,21	85,60	4,90	0,60	100

Café (cafezal); mata (fragmentos de mata); varz. (várzea); repr. (represa); cana. (cana); past. (pastagem); pedr. (pedreira).

Analisando as imagens aéreas 1962, 2005 e mais recentemente a imagem de 2014, representadas pelas Figuras 2,3 e 4 constata-se que a rede de drenagem à montante da bacia, onde concentra hoje todo cultivo da cana-de-açúcar, já se apresentava totalmente desprovida de matas ciliares margeando os córregos assim como as nascentes.

Na Figura 4, pode-se visualizar onde antes existiam córregos, fato revelado pelo desenho da cultura implantada em nível, ou seja, as curvas apresentam inflexões no sentido montante, ou seja, sempre na direção das nascentes e também pela cor mais intensa do verde das plantas situadas nessas depressões do relevo.

Ainda conforme a Figura 3 pode-se constatar que a própria rede de drenagem foi suprimida, restando apenas a várzea, a represa e o córrego a jusante desta represa.

A várzea, elemento importante para a saúde dos rios e represas segundo Ramos (2012), conforme as Tabelas 1, 2 e 3 vêm sofrendo redução em sua área, ou seja, passando de 43,43 ha em 1962 para 36,47 em 2014.

**Figura 4.** Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica (S/E) no ano de 2014.



Na imagem *Google Earth*, ampliada, Figura 4, pode-se constatar os canais de drenagem construídos ao longo de toda várzea com intuito de mobilizar o solo e expandir ainda mais o plantio da cana-de-açúcar. A cobertura vegetal tipo pastagem ocupava 98,38 ha, ou seja, 10,21% da área da bacia em 2005, Tabela 2, sofreu redução de 51,15 ha (52%) no

período de 2005 a 2014, Tabela 3, mesmo estando a bacia hidrográfica estudada totalmente inserida na APA Perímetro - Botucatu, SP.

## 6 CONCLUSÕES

O estudo possibilitou constatar que os córregos existentes em 1962 cederam seus leitos de suas margens para o plantio da cana-de-açúcar restando apenas vestígios da rede de drenagem em 2014.

As matas ciliares ausentes no ano 1962 não foram recuperadas ao longo dos cinquenta e dois anos considerados, apesar da bacia estudada estar totalmente inserida na Área de Proteção Ambiental denominado Perímetro de Botucatu.

A várzea sofreu diminuição de área devido à construção de drenos para ampliar a área de cultivo da cana-de-açúcar.

## 7 REFERÊNCIAS

ARGENTO, M. S. F., CRUZ, C. B. M. Mapeamento geomorfológico. In: Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. Cap. 9, p.264-82.

CALHEIROS, R. O. et al. **Preservação e recuperação das nascentes (de água e de vida)**. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá; Câmara Técnica de Conservação e Proteção Aos Recursos Naturais, 2004. 140 p

CARVALHO, S. P. de, CARRIJO, E.L. A produção de álcool: do proálcool ao contexto atual. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIEDADE RURAL, 47., 2007, Londrina. Anais. 2007.

DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: SOBRADE/FINEP, 1998. p. 1-7.

FANCELLI, A. L. **Plantio direto no Estado de São Paulo**. Piracicaba: Fealq/esalq/usp, 1989. 190 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta topográfica**: folha Botucatu - SF-22-R-IV-3. Rio de Janeiro: Serviço gráfico do IBGE, 1973. Escala 1:50.000.

OLIVEIRA, J.J.; CHAVES, L.H.G.; QUEIROZ, J.E. & LUNA, J.G. Variabilidade espacial de propriedades químicas em um solo salino-sódico. R. Bras. Ci. Solo, 23:783-789, 1999

SILVA, C.M.; CATANEO, A.; CARDOSO, L.G. Sistema de planimetria digitalizada. In: JORNADA CIENTÍFICA DA ASSOCIAÇÃO DOS DOCENTES, Botucatu, 18, 1993. Anais... Botucatu - SP, JC, 1993, p.109

TEÓFILO, T. S. **Expansão da cultura da cana-de-açúcar confrontada com o zoneamento agroambiental utilizando análise supervisionada de imagem**. 2012. 69 f. Dissertação

(Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

RAMOS, I. R. **Relatório da consultoria referente à apreciação atualizada do Código Florestal**. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2012.

SILVA, C. B.; CAVALCANTE, L. N.; ARAÚJO, C. A. **Recuperação da Área de Preservação Permanente do Campus de Ciências Agrárias e Ambientais**. 2011. 19 f. Projeto (Curso Tecnológico de Gestão Ambiental)-Faculdade Católica de Tocantins, Palmas, 2011. Disponível em: <<http://www.catolicato.edu.br/portal/portal/downloads>>. Acesso em: 24 abr. 2015.

SÃO PAULO (Estado). Constituição (1983). Decreto nº 20.960, de 8 de junho de 1983. Área de Proteção Ambiental. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, v. 96, n. 2, jun. 1983. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/apas/20960.htm>>. Acesso em: 20 abr. 2015.