

XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

MAPEAMENTO DO FLORESTAMENTO NOS ANOS DE 1962 E 2010 NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU-SP

Ronaldo Alberto Pollo⁽¹⁾; Zacarias Xavier de Barros⁽²⁾; Gabriel Rondina Pupo da Silveira⁽¹⁾; Yara Manfrin Garcia⁽¹⁾; Bruna Soares Xavier de Barros⁽³⁾; Lincoln Gehring Cardoso⁽²⁾; Sérgio Campos⁽²⁾; Amanda Aparecida de Lima⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Energia na Agricultura/Departamento de Engenharia Rural/FCA-Unesp-Botucatu-SP. Universidade Estadual Paulista. E-mails: rapollo@fca.unesp.br, gabrielrondina@hotmail.com; yaramanfrin@hotmail.com ⁽²⁾ Docentes do Departamento de Engenharia Rural/FCA-Unesp-Botucatu-SP. Universidade Estadual Paulista. E-mail: zacariasxb@fca.unesp.br, cardosolg@fca.unesp.br, seca@fca.unesp.br; ⁽³⁾ Pós Doutoranda em Energia na Agricultura no Departamento de Engenharia Rural/FCA-Unesp-Botucatu-SP. Universidade Estadual Paulista. E-mail: brunasxb@gmail.com; ⁽⁴⁾ Aluna especial do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Energia na Agricultura/Departamento de Engenharia Rural/ FCA-Unesp-Botucatu-SP.

Eixo temático: Gerenciamento de Recursos Hídricos e Energéticos

RESUMO – No presente trabalho foram utilizadas fotografias aéreas pancromáticas de 1962 na escala 1:25.000 e imagem de satélite do ano de 2010 com resolução espacial de 2,5 metros, com objetivo de avaliar a expansão do florestamento com espécies do gênero *Eucalyptus* na região sul-sudoeste do município de Botucatu-SP. As imagens aéreas processadas em ambiente SIG, permitiram identificar e delinear o florestamento e sua expansão na área de estudo, mostrando que o eucalipto na região expandiu em média 268,53 hectares por ano, no período compreendido entre 1962 à 2010.

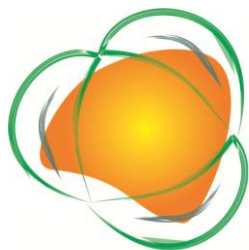
Palavras-chave: Fotografias aéreas. Imagem de satélite. Reflorestamento. Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT – In this work, the authors have used panchromatic aerial photographs of 1962 in scale 1:25.000 and a satellite image of 2010 with a spatial resolution of 2.5 meters, aiming to evaluate the expansion of forestation expansion with eucalyptus species in the southwest of Botucatu-SP. The aerial images processed in a software GIS allowed us to identify and delineate the forestation and its expansion in the study area, showing that the eucalyptus in the region expanded in average 268.53 hectares per year in the period between 1962-2010.

Key words: Aerial photos. Satellite image. Reforestation. Remote sensing.

Introdução

A expansão da monocultura do eucalipto no país iniciou-se na década de 1960, com a demanda de madeira para fins industriais, impulsionada pelos incentivos fiscais e empréstimos públicos as companhias de grande porte do setor de celulose e siderurgia (GONÇALVES, 2006).



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

A substituição do cerrado por lavouras na região centro oeste do Estado de São Paulo são notadamente comprovadas, através de análises realizadas em fotografias aéreas de vários municípios (SÃO PAULO, 2005).

Segundo Wilcken et al. (2008), a necessidade por produtos madeireiros tem aumentado ano a ano, principalmente pela crescente escassez de madeira de espécies arbóreas nativas. Por sua grande diversidade de espécies, o eucalipto é uma das raras espécies florestais que tem flexibilidade de usos.

Observou-se um expressivo crescimento das áreas de florestas plantadas no Brasil no período de 2006/2010, em especial de eucalipto em decorrência de sua fácil adaptação a diferentes habitats e rápido crescimento. Em 2011, a área ocupada por plantios florestais no Brasil foi de 6,5 milhões de hectares, sendo 74,8% correspondente à área de plantios com Eucalyptus e a região sudeste ocupa 53% destes (ABRAF, 2011; 2012), concentrando no estado de São Paulo mais de um milhão de hectares desta cultura (ÁLVARES, 2011).

Os primeiros trabalhos sobre a evolução da eucaliptocultura no Sudoeste Paulista merecem destaque em Coelho (1968), e estudos da quantificação do reflorestamento em Botucatu-SP, foram realizados por Gallozi et al. (1979); Cardoso (1986) e Barros (1990).

A atividade agrícola florestal no Município de Botucatu-SP, deve ser considerada sob dois prismas distintos: a acelerada ocupação por florestas cultivadas principalmente e a substituição da cobertura vegetal natural (BARROS et al., 2003).

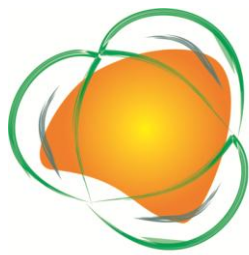
Os dados de sensoriamento remoto permitem a realização de estudos na detecção de mudanças no uso da terra, possibilitando a obtenção de dados em freqüentes intervalos de tempo (PRENZEL, 2004; ROGAN e CHEN, 2004).

Neste trabalho objetivou-se avaliar através de análise temporal num intervalo de 48 anos a expansão das áreas ocupadas com a cultura do eucalipto no sul/sudoeste do município de Botucatu-SP, buscando reconhecer, analisar e integrar as informações temáticas da distribuição espacial desta cultura, nos anos de 1962 e 2010, utilizando fotografias aéreas, imagem de satélite e técnicas de geoprocessamento.

Material e Métodos

A área de estudo está situada entre as coordenadas UTM 7.445,25 a 7.472 Km N e 720,25 a 769,225 Km E, na região sul/sudoeste do município de Botucatu-SP, com uma área de 60.226,50 hectares, pertencente a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos UGRHI-17, do Comitê de Bacias Hidrográficas do Médio Paranapanema, onde a configuração de seus recursos hídricos de superfície nesta área de estudo, constituem os afluentes com drenagens para o rio Pardo.

Foram utilizadas como base cartográfica as cartas planialtimétricas do Brasil (IBGE, 1969; 1973) impressa e digital na escala 1:50.000 com intervalos verticais de 20 metros: Rio Palmital (SF-22-Z-B-V-3) de 1973; Pratânia (SF-22-Z-B-V-4) de 1973; Botucatu (SF-22-R-IV-3) de 1969; Itatinga (SF-22-Z-D-II-2) de 1973 e Pardinho (SF-22-X-II-I) de 1969.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Foram utilizadas fotografias aéreas verticais pancromáticas em escala nominal aproximada 1:25.000 produzidas pela empresa Prospec do ano de 1962 e imagens orbitais de satélite SPOT 5 de 2010 georreferenciadas com resolução espacial de 2,5 metros, com licença de uso da Coordenadoria de Planejamento Ambiental - CPLA da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – (SMA, 2015).

Foi utilizado o mapa de 1962, gerado no trabalho de Barros et al. (1996), na escala corrigida 1:50.000 e transferido para o modelo digital através de um scanner e posteriormente para Sistema de Informação Geográfica IDRISI Selva edição 17.0, onde foi georreferenciado com base em pontos de controle escolhidos detalhadamente e distribuídos uniformemente nas cartas planialtimétricas, onde após o término desta operação, foi importado para o software CartaLinx 1.2, definindo em formato vetorial cada polígono onde foi criada uma tabela, sendo polígonos para os limites das áreas coberturas por eucalipto e linhas para rede de drenagem.

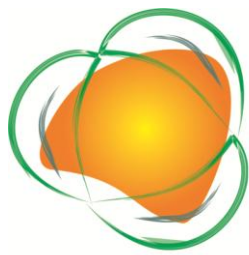
Posteriormente este material foi exportado para o IDRISI onde com a rasterização das imagens, foram calculadas as áreas e porcentagens da cultura analisada.

Estes dois programas utilizados foram desenvolvidos pela Clark Labs University Massachusetts sendo o CartaLinx um editor vetorial, Hagan et al. (1998) e o Sistema de Informações Geográficas SIG-IDRISI um programa para rasterização das imagens (EASTMAN, 2012).

Para as imagens de satélite do SPOT 5 georreferenciadas, foram analisadas quatro cenas, correspondentes as cartas do IBGE utilizadas como base cartográfica, onde uma de cada vez foram sobrepostas sobre o mapa base com seus limites e rede de drenagem dentro do ambiente do CartaLinx, onde foram traçados e criados os polígonos dos talhões sobre a imagem visualizados em tela, sem dificuldade na identificação, pois a resolução espacial facilitou muito o desenvolvimento do trabalho, onde criou-se uma tabela que posteriormente exportada para o SIG-IDRISI, efetuou-se o cálculo das áreas e porcentagens da cultura estudada. A seguir as imagens de 1962 e 2010, criadas e rasterizadas em ambiente SIG, puderam ser analisadas.

Resultados e Discussão

No ano de 1962, a região estudada apresentava uma área de 1.514,98 hectares ocupada pela cultura do eucalipto, na Figura 1.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

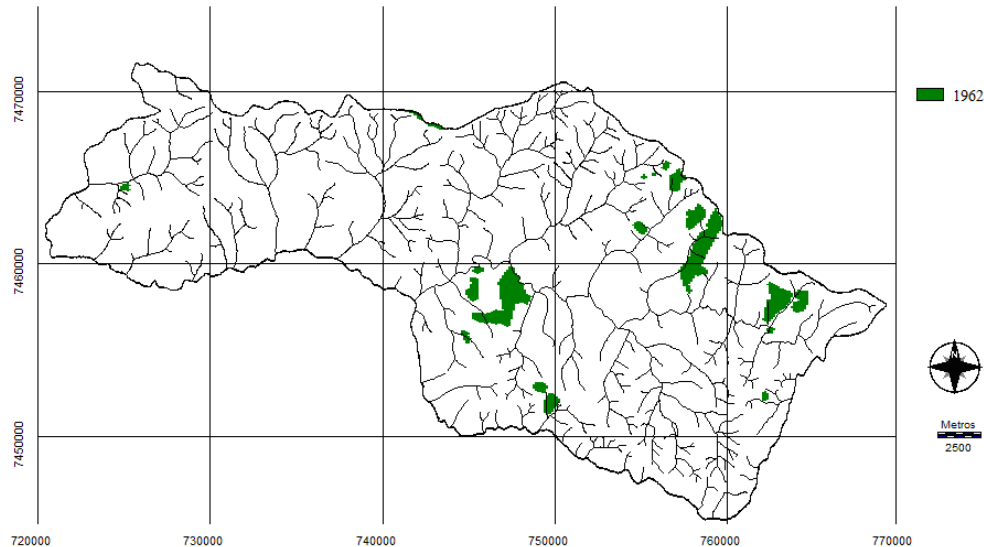
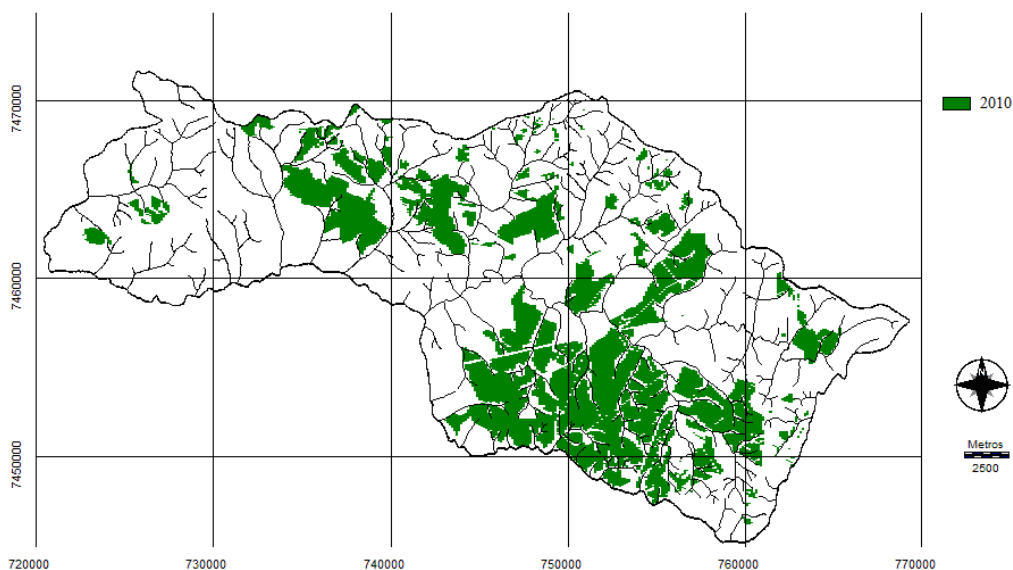
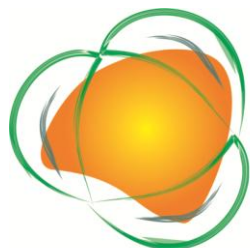


Figura 1. Mapeamento da cultura do *Eucalyptus* (em verde) extraído de fotografias aéreas do ano de 1962. Adaptado de Barros et al (1993).

Segundo Barros et al. (1993), o reflorestamento na região estudada por meio de fotografias aéreas de 1962, era considerado incipiente, ocupando um pequeno espaço junto a uma vasta área de campo sujo e campo limpo no município de Botucatu-SP.

As imagens do SPOT 5 referente ao ano de 2010 possibilitaram o mapeamento de uma área equivalente a 14.404,53 hectares de florestamento identificadas como eucalipto, Figura 2, na mesma região ou seja sul/sudoeste do município considerada no estudo de 1962.





XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Figura 2. Mapeamento da cultura do *Eucalyptus* (em verde) extraído da imagem do satélite SPOT 5 do ano de 2010.

A utilização dos produtos de sensoriamento remoto, principalmente as imagens de satélite, mostraram alterações marcantes da paisagem na área de estudo, onde foram visualizados grandes blocos com florestamento, observados em sua particularidade pela textura, tonalidade das cores, sinuosidade margeando rios, córregos e recortes em divisas retilíneas entre talhões e estradas.

Pela análise da Figura 3 e Tabela 1, verifica-se que nas datas consideradas (1962 - 2010) houve um incremento na ordem de 12.889,55 hectares, ou seja, uma média de 268,53 hectares/ano de expansão do florestamento na região estudada.

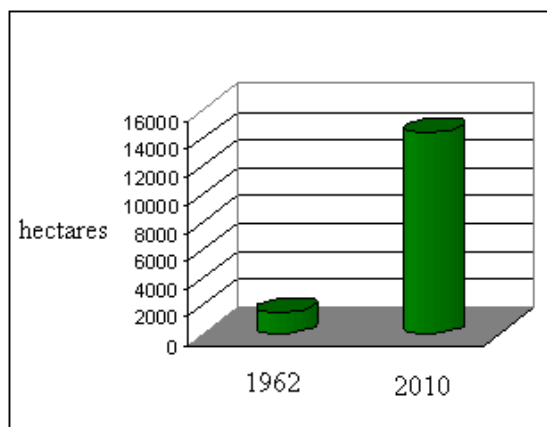


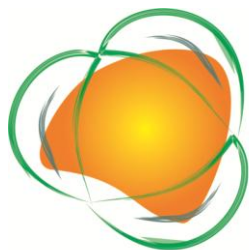
Figura 3. Áreas das ocupações com a cultura do *Eucalyptus* nos anos de 1962 e 2010.

Tabela 1. Área florestada e porcentagem de ocupação nos anos de 1962 e 2010.

Ano de estudo	Área florestada (ha)	Área total de estudo (ha)	Porcentagem de ocupação (%)
1962	1.514,98	60.226,50	2,51
2010	14.404,53	60.226,50	23,92

O mapeamento de 1962 revela que a porcentagem de ocupação correspondia a apenas 2,51% (1.514,98 ha) em relação à área estudada de 60.226,50 hectares. Em 2010 a porcentagem de ocupação foi de 23,92% (14.404,53 ha), revelando a importância socioeconômica desta cultura para o município e região.

Um dos fatores importantes na observação desta ocupação, foi a instalação no município de Botucatu-SP, de duas unidades industriais de grandes empresas do ramo florestal, que foram os maiores agentes florestadores dos últimos anos, responsáveis pelo crescimento da expansão e concentração das áreas com a cultura do eucalipto na região estudada, sendo também os maiores consumidores da matéria prima utilizada na fabricação de painéis, chapas e pisos laminados para indústria moveleira e construção civil, comercializando seus produtos no mercado



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

interno e externo, que atualmente, através de programas de desenvolvimento econômico sustentáveis, vem gerando sua própria energia para sua linha de produção, através da biomassa resultante das cascas e cavacos de madeira. Santiago (2007), afirma que uma das unidades industriais localizada no município, utiliza o Eucalyptus como fonte de matéria prima e também como combustível (biomassa) para geração de energia térmica em forma de vapor, ar quente e água quente na fabricação de painéis de chapa dura de fibra de madeira.

Outros fatores importantes para o crescimento desta cultura na área estudada segundo Cardoso (1986) é o predomínio de solos arenosos e de textura média, considerados de baixa fertilidade, não recomendados para muitas das atividades agrícolas e Barros et al. (2003), afirmam que a topografia é muito favorável para a mecanização agrícola e as vias de acesso na região são de ótimas qualidades.

As áreas florestadas estão entre as principais rodovias do Estado de São Paulo, a Rodovia Presidente Castelo Branco que liga a capital do estado e o interior e a Rodovia Marechal Rondon ligando os municípios do oeste paulista.

Paralelamente as mudanças detectadas e ocorridas na região, as imagens aéreas e orbitais em ambiente SIG, como componente espacial da informação, mostraram-se de grande importância na identificação, quantificação e análises precisas da evolução do cultivo do eucalipto na região, principalmente as imagens de satélite de 2010 com alta resolução espacial (2,5 metros), que permitiram criar abstrações digitais do real diante da produção dos mapas.

Conclusões

As imagens utilizadas, assim como o *software* SIG, mostraram-se de grande importância na identificação, quantificação e análises precisas da evolução do cultivo do eucalipto na região, deixando os processos mais eficientes e os resultados mais precisos.

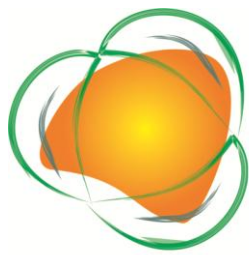
Diante do exposto pode-se concluir que as mudanças ocorridas na expansão desta cultura na região sul/sudoeste do município de Botucatu-SP, em quase meio século, tiveram como causa do seu crescimento, a instalação de duas unidades produtoras e consumidoras dessa matéria prima na região, que expandiu em média 268,53 hectares por ano, no período compreendido entre 1962 e 2010.

Referências

ÁLVARES, C. A. Geotecnologia aplicada à silvicultura de precisão e aos modelos ecofisiológicos. Revista Opinião. Ribeirão Preto- SP. p. 46, mar.-mai. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. Anuário estatístico da Abraf 2011: ano base 2010. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF10/7>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. Anuário estatístico da Abraf 2012: ano base 2011. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF11-BR.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2016.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

BARROS, Z.X. de; CARDOSO, L.G.; CAMPOS, S. Estudo fotointerpretativo das áreas de eucalipto, cana-de-açúcar e café em Botucatu-SP; alteração em 5 anos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 19. Piracicaba-SP. 1990. Resumos... Piracicaba, ESALQ/SBEA, 1990. p. 4.

BARROS, Z. X. de; CAMPOS, S.; CARDOSO, L. G. A expansão da eucaliptocultura no município de Botucatu-SP de 1977 a 1989, analisado em fotografias aéreas e imagens de satélite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22. Ilhéus-BA. 1993. Anais... CEPLAC/SBEA, 1993. p. 306-310.

BARROS, Z. X. de; CARDOSO, L. G.; CAMPOS, S.; TORNERO, M. T. Mapeamento da ocupação do solo por reflorestamento no município de Botucatu SP, através de imagens aéreas, num período de 27 anos. *Ciência Geográfica*. Bauru-SP. n. 5. p. 7-11. 1996.

BARROS, Z. X. de; CARDOSO, L. G.; CAMPOS, S.; POLLO, R. A. A expansão do *Eucalyptus* no sul-sudoeste de Botucatu-SP, analisada em fotografias aéreas coloridas e pancromáticas. *Ciência Geográfica*. Ano 9. v. 9. n. 3. p. 259-271. 2003.

CARDOSO, L. G. Fotointerpretação da rede de drenagem de áreas reflorestadas com eucalipto no município de Botucatu, nos períodos de 1962-1972 e 1962-1977. 1986. 114 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônomicas. Universidade Estadual Paulista. 1986.

COELHO, A. G. de S. Fotointerpretação da eucaliptocultura e estudo de elementos para o planejamento agrícola. *Boletim IAC*. Campinas SP. v. 187, p. 1-60. 1968.

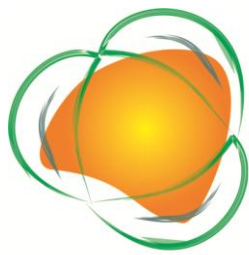
EASTMAN, J. R. *Idrisi Selva – GIS and Image Processing Software – version 17.0*. Worcester-MA/USA: Clark Labs, 2012.

GALLOZI, A. C.; ANDRADE, G. G.; COUTO, H. T. Z.; BORGES, M. H.; SOUZA LIMA, O. da. Inventário Florestal do estado de São Paulo. *Boletim Técnico do Instituto Florestal*. São Paulo SP. v. 30, p. 1-26. 1979.

GONÇALVES, M. T. Plantações e política florestal no Brasil: Análise da formação e da institucionalização de demandas (1960-2000). SCD 158 In: Anais... XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia e Rural. Fortaleza, 2006. P.454. Livro de Resumos. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/anais_sober_final_4_16.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2016.

HAGAN, J. E.; EASTMAN, J. R.; AUBLE, J. *CartaLinx: the spatial data builder users guide*. Clark University. Massachusetts, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Carta topográfica: folhas: Rio Palmital (SF-22-Z-B-V-3); Pratânia (SF-22-Z-B-V-4); Botucatu (SF-22-R-IV-3); Itatinga (SF-22-Z-D-II-2) e Pardinho (SF-22-X-II-I) Serviço gráfico do IBGE, 1969; 1973. Escala 1:50.000.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

PRENZEL, B. Remote sensing-based quantification of land-cover and land-use change for planning. *Progress in Planning*. v. 61, n. 4, p. 281-299, 2004.

ROGAN, J.; CHEN, D. Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. *Progress in Planning*. v. 61, n. 4, p. 301-325, 2004.

SANTIAGO, F. L. S. Estudo da viabilidade técnica e econômica para aproveitamento de cascas de *Eucalyptus* gerados no processo de fabricação de painéis de madeira. 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista. 2007.

SÃO PAULO (ESTADO). Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente / Instituto Florestal. Imprensa Oficial. 2005. 200 p.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Cessão de Uso de Imagens. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/cessao-de-uso-de-imagens/>>. Acesso em: 8 out. 2015.

WILCKEN, C. F.; LIMA, A. C. V.; DIAS, T. K. R.; MASSON, M. V.; FERREIRA FILHO, P. J.; DAL POGETTO, M. H. F. do. Guia Prático de Manejo e Plantações de Eucalipto. Fepaf. Botucatu-SP. 2008, il, color., tabs. 25 p.