

AVALIAÇÃO DA EXPANSÃO DE CANA-DE-ACUCAR NA FLONA DE IPANEMA UTILIZANDO TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Eduardo Augusto Braga Stroka¹; Darllan Collins da Cunha e Silva; Henry Lesjak Martos

¹Universidade de Sorocaba (UNISO) – eduardo.stroka@gmail.com

RESUMO

Com o desenvolvimento de programas nacionais para a geração de energias alternativas, dentre elas a do álcool etílico, a cana-de-açúcar começou a se expandir pelo território brasileiro, principalmente no estado de São Paulo. A utilização de ferramentas de geoprocessamento é cada vez mais recorrente nos estudos de mapeamento de atividades antrópicas, em especial na agricultura, quando sua expansão provoca impactos negativos ao meio ambiente. Dessa forma, este estudo tem como objetivo avaliar qualitativamente e quantitativamente a expansão da cana-de-açúcar, no período de 2003 a 2009, dentro da Floresta Nacional de Ipanema (Iperó/SP) e sua Zona de Amortecimento (ZA) para identificar possíveis ações que possam ser tomadas, para a preservação do valioso fragmento de mata atlântica existente nessa Unidade de Conservação (UC). Para viabilizar o estudo foram obtidas imagens de satélite (Landsat5) e arquivos vetoriais dos polígonos de áreas de plantio de cana-de-açúcar obtidos através do projeto CANASAT do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foi possível perceber uma intensa presença de áreas de pastagem no interior da UC e uma grande expansão do cultivo de cana-de-açúcar no referido período, com um aumento de 137%, afetando diretamente as áreas de vegetação nativa classificadas como Matas Ciliares e Matas. Foi recomendado o aumento de ações fiscalizadoras, estudos e discussões acerca do avanço dessa monocultura no Estado de São Paulo, principalmente em áreas de conservação e seus entornos, visto o valor econômico e ecológico dessas unidades de conservação para a qualidade de vida da sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: expansão; cana-de-açúcar, geoprocessamento, zona de amortecimento.

INTRODUÇÃO

O uso intensivo dos recursos naturais e a pressão do crescimento populacional expõem e ampliam o desequilíbrio inerente a concepção da relação homem-natureza. Decorrente desse crescimento populacional, a produção agrícola é outro importante fator desencadeador de problemas na área ambiental. Dentre essas atividades, merece destaque a cultura de cana-de-açúcar. Esta tem um papel de destaque na economia nas últimas décadas, estimulada pela busca de alternativas renováveis de energia e produção de biocombustíveis em substituição aos combustíveis fósseis, esses mais nocivos ao meio ambiente (OKA-FIORI *et al.*, 2003; ABDALA; CASTRO, 2010; CHEAVEGATTI-GIANOTTO *et al.*, 2011).

Com o desenvolvimento de programas nacionais para a geração de energias alternativas, dentre elas a do álcool etílico, a cana-de-açúcar começou a se expandir pelo território brasileiro, principalmente no estado de São Paulo, que é responsável por cerca de 60% da produção de cana-de-açúcar, etanol e açúcar, o que equivale a 83% da produção da Índia, e em muitas regiões a ocupar áreas anteriormente utilizadas para o cultivo de grãos, gerando impactos negativos para o meio ambiente e sociedade (GOLDEMBERG; GUARDABASSI, 2009; CERVI, 2013).

Em 1975, o Governo Brasileiro criou por meio do decreto-lei nº 76.593, o Programa Nacional do Álcool – Proálcool. Este programa visa a substituição em larga escala dos derivados de petróleo e foi desenvolvido para evitar o aumento da dependência externa de petróleo. Enquanto na década de 1970, quase 80% da energia eram provenientes da exploração de carvão, lenha e petróleo, hoje quase 50% vem dos derivados da cana-de-açúcar, da energia hidrelétrica, entre outras fontes alternativas (SEGURA, 2012).

Além deste decreto, outros investimentos foram feitos, tais como Sistema de escoamento Dutoviário de Álcool e Sistema de Logística de Etanol (BRASIL, 2014), incentivados pelo Programa de Aceleração do Crescimento do governo brasileiro, que ampliou a participação dos combustíveis renováveis na matriz energética brasileira com a construção de novas plantas de biodiesel e etanol e a criação de uma infraestrutura para o escoamento da produção do etanol como trecho entre Ribeirão Preto e a Refinaria de Paulínia, inaugurado em 12 de agosto de 2013, que tem 206 km de extensão e capacidade de transportar mais de 20 bilhões de litros de etanol.

No entanto, a expansão do cultivo de cana-de-açúcar para atender à crescente demanda mundial, também pode ser analisada de forma preocupante do ponto de vista de seu avanço em áreas de conservação. Para a safra 2012/2013, a

região sudeste foi responsável pela maior expansão da cultura no país, com avanço de 357.183 hectares a mais das áreas existentes, sendo o estado de São Paulo responsável por 246.011 hectares (CONAB, 2012).

Desta forma, Pereira *et al* (2011) e Pereira *et al* (2012) preveem a necessidade de zoneamentos ecológicos abordados com maior profundidade nos Planos de Manejo das principais Unidades de Conservação, além da inclusão de medidas gestoras nos Planos Diretores dos municípios para conter a expansão da atividade canavieira. Portanto o estabelecimento das Unidades de Conservação (UC's) é fundamental na tomada de decisões quanto à conservação dos recursos naturais e sua utilização de maneira sustentável. Assim como o Plano de Manejo é fundamental na gestão e cumprimento de normas bem como o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) para delimitar os tipos de uso do solo na Unidade e em seu entorno (RODRIGUES, 2005).

Assim, o uso de ferramentas de análise espacial através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto por meio da interpretação de imagens de satélite e mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal permite avaliar as alterações em áreas das unidades de conservação e de seu entorno contribuindo significativamente no desenvolvimento de práticas ambientais e políticas públicas voltadas para a manutenção e recuperação da biodiversidade auxiliando na gestão de paisagens para a conservação biológica e uso dos recursos naturais ecologicamente sustentáveis (LINDENMAYER, 2008).

Visto a expansão de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, objetivou-se nesse trabalho avaliar qualitativamente e quantitativamente os impactos provenientes da expansão do cultivo da cana-de-açúcar entre os anos de 2003 e 2009 sobre a Floresta Nacional de Ipanema e sua zona de amortecimento através do uso de técnicas de geoprocessamento.

METODOLOGIA

A área do presente estudo é a zona de amortecimento da Floresta Nacional (FLONA) de Ipanema, localizada nos municípios de: Sorocaba, Votorantim, Araçoiaba da Serra, Boituva, Porto Feliz, Capela do Alto, Salto de Pirapora e Iperó. A Flona de Ipanema é considerada uma unidade de conservação de uso sustentável, ou seja, deve possuir cobertura florestal de espécies predominantemente nativas, com uso múltiplo de exploração sustentável destas florestas sendo permitida a permanência de populações tradicionais que habitam a área, quando de sua criação, conforme determina o plano de manejo da unidade.

Para este trabalho, foram obtidas, junto ao portal do Ministério do Meio Ambiente dados georreferenciados das Unidades de Conservação em âmbito nacional. Enquanto que as divisões político administrativas dos municípios que estão inseridos na zona de amortecimento da área de estudo foram obtidos no portal eletrônico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e tratado espacialmente no Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGIS 10.1.

Foram utilizadas imagens de satélite do sensor orbital TM/Landsat-5 de órbita ponto 220/76 para análise histórica do período de 2003 a 2009 nos comprimentos de onda do vermelho, infravermelho médio e infravermelho distante. Sua aquisição foi feita através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2014). Também do mesmo período arquivos vetoriais dos polígonos de áreas de plantio de cana-de-açúcar obtidos através do projeto CANASAT. Foram realizadas composições coloridas para a classificação do uso do solo e cobertura vegetal. Para extração das feições relacionadas à cobertura vegetal foi usada a composição falsa-cor com as bandas do infravermelho próximo, infravermelho médio e vermelho, respectivamente no RGB com a finalidade de diferenciar as áreas de vegetação das demais feições.

Para uma análise mais detalhada da área, foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto para identificar os diferentes usos do solo e assim classificar seus usos e cobertura vegetal. Para a classificação das categorias de uso do solo e cobertura vegetal foi aplicado o método supervisionado por máxima verossimilhança com base na legenda proposta pelo IBGE (2013), sendo: 1 – Pastagem, 2 – Reflorestamento, 3 – Agricultura, 4 – Matas, 5 – Área Urbana, 6 – Área de cana-de-açúcar, 7 – Hidrografia, 8 – Vias e 9 – Mata Ciliar.

A partir do mapa de uso do solo e cobertura vegetal foi utilizado técnicas de análise espacial, como álgebra de mapas, possibilitando quantificar e analisar a evolução dos tipos de usos sobre a área estudada para os anos em que houve uma expansão da área plantada de cana-de-açúcar para verificar se houve supressão da mata nativa.

A zona de amortecimento estipulada a princípio no plano de manejo da unidade de conservação não se aplica, devido ao seu limite estar englobando quase que em sua totalidade a zona urbana do município de Sorocaba, portanto, houve uma revisão desse limite, o qual foi requerido junto ao órgão ICMBIO responsável pela Unidade de Conservação (UC). Em relação às áreas com cultivo de cana-de-açúcar para os anos de 2003 a 2009, foram obtidas junto ao projeto CANASAT, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Utilizando técnicas de análise espacial, como álgebra de mapas, foi quantificada a expansão de cana açúcar sobre a Flona de Ipanema e sua zona de amortecimento, identificando o seu avanço e as desconformidades com a legislação vigente para o uso da terra no território dessa Unidade de Conservação. A partir desses dados extraídos foi possível avaliar a expansão da cana-de-açúcar na região paralelamente a evolução do mercado de bicombustíveis no Brasil e renovação da legislação brasileira nesse setor.

RESULTADOS

A Figura 1 apresenta o cultivo de cana-de-açúcar na zona de amortecimento da FLONA de Ipanema no ano de 2003, enquanto que, a Figura 2 apresenta o cultivo de cana-de-açúcar referente ao ano de 2009. Através desses mapas podemos visualizar a evolução do cultivo de cana-de-açúcar na zona de amortecimento para o período de 2003 a 2009, especialmente a oeste da unidade de conservação onde se localiza vários municípios que tem na agricultura sua principal fonte de renda. Essa área é de grande importância do ponto de vista ambiental, pois alcança o limite da área urbana do município de Sorocaba, principal município da Região Metropolitana de Sorocaba, com aproximadamente 600 mil habitantes. Ressalta-se que a área urbana de Sorocaba foi o motivo para que houvesse alteração nos limites da zona de amortecimento da Flona de Ipanema.

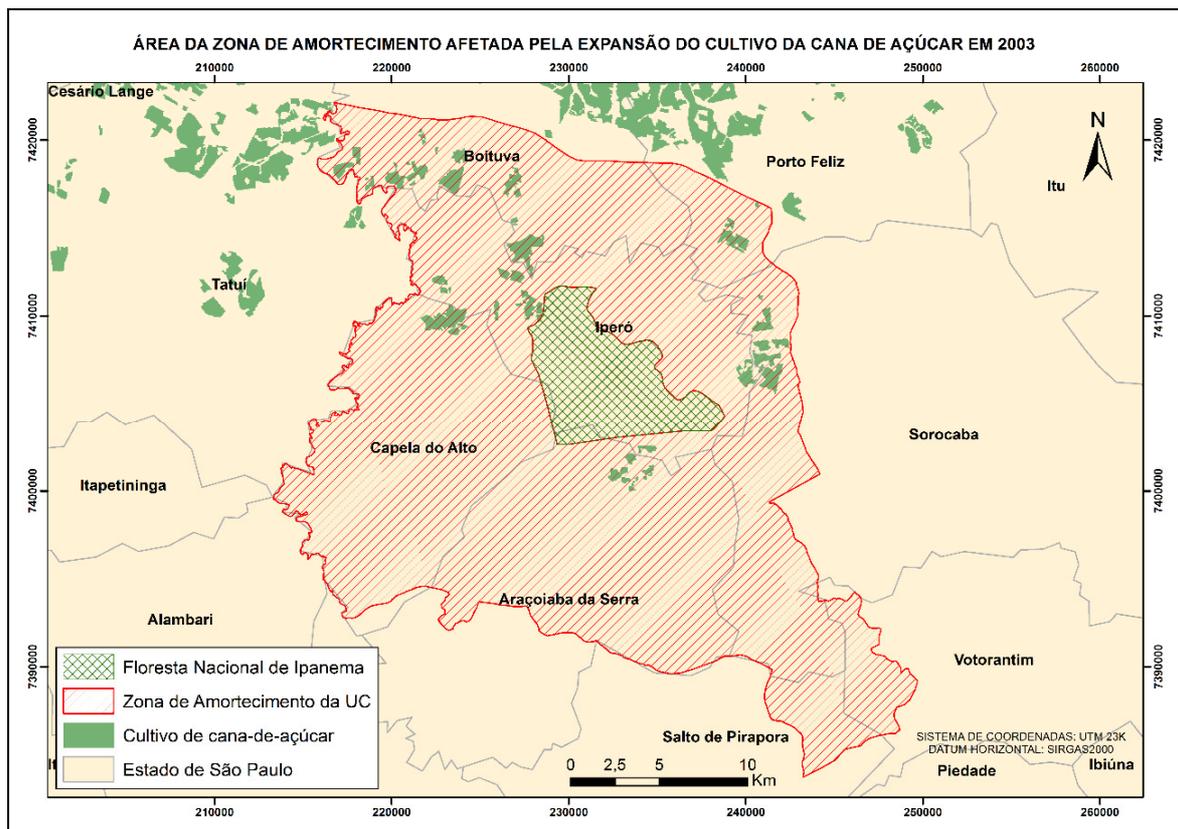


Figura 1 - Cultivo de cana-de-açúcar na zona de amortecimento da UC em 2003.

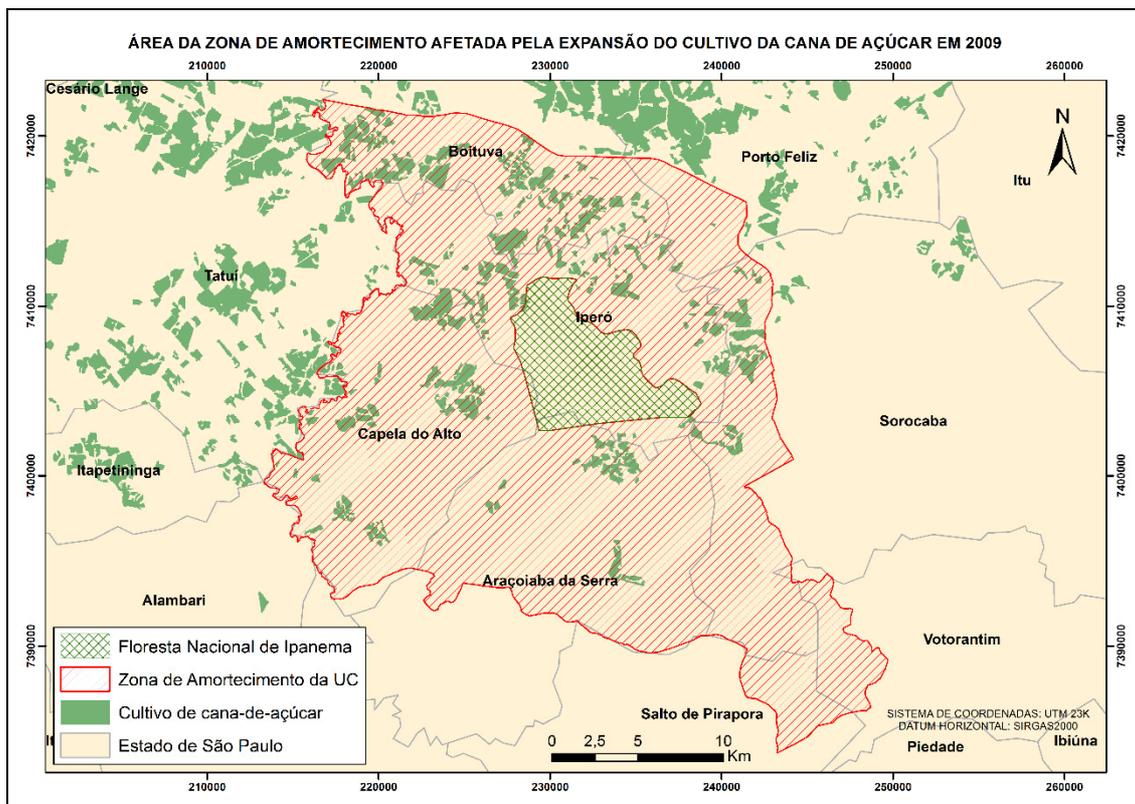


Figura 2 - Cultivo de cana-de-açúcar na zona de amortecimento da UC em 2009.

A Tabela 1 mostra a evolução do cultivo de cana-de-açúcar na zona de amortecimento da Flona de Ipanema, ressaltando que nos anos de 2007 e 2009 houve alteração na área de cultivo de cana-de-açúcar nos limites administrativos da UC, a qual tem órgãos fiscalizadores (IBAMA) em seus limites para garantir a sua proteção.

Tabela 1 – Cultivo de cana-de-açúcar na Flona de Ipanema para os anos de 2003 a 2009.

Ano	Área total do cultivo dentro da Zona de Amortecimento (ha)	Crescimento ano a ano (%)	Área total do cultivo dentro da UC (ha)	Crescimento ano a ano (%)
2003	2010	-	5	-
2004	2600	23	5	-
2005	3530	26	5	-
2006	3800	7	5	-
2007	5330	29	6	17
2008	5910	10	13	54
2009	6280	6	13	-

No Estado de São Paulo a cultura da cana-de-açúcar é uma das principais, entretanto, deve-se tomar cuidado, pois este tipo de cultura pode acabar com a biodiversidade de espécies, tornando o solo impróprio e, a longo prazo, tornando necessário o uso de fertilizantes cada vez mais potentes para o cultivo. Outro motivo pelo qual deve-se ficar atento às grandes monoculturas, ao fato que, para aumentar a lucratividade, é necessário expandir a área de cultivo, uma vez que se cultivado sempre em uma mesma área a variação de gastos e lucros é mínima.

Desta maneira, deve-se ficar atento à zona de amortecimento, uma vez que a monocultura cresceu 67%, uma área equivalente a 4270ha, podendo assim suprir o valioso fragmento de mata atlântica encontrado na UC.

Mesmo com a fiscalização e proteção decretada em lei, Flona de Ipanema sofre com a supressão de vegetação em seu em torno, e em alguns casos ocorrem até dentro dos limites da reserva. Os mapas das Figuras 3, 4, 5 e 6

evidenciam essa tendência de ocupação dentro dos limites da Flona de forma desordenada e irregular. A cana-de-açúcar, principal monocultura desenvolvida no estado, vem se expandindo ao longo do tempo como pode ser visto nos mapas das Figura 3, 4, 5 e 6 e na Tabela 1.

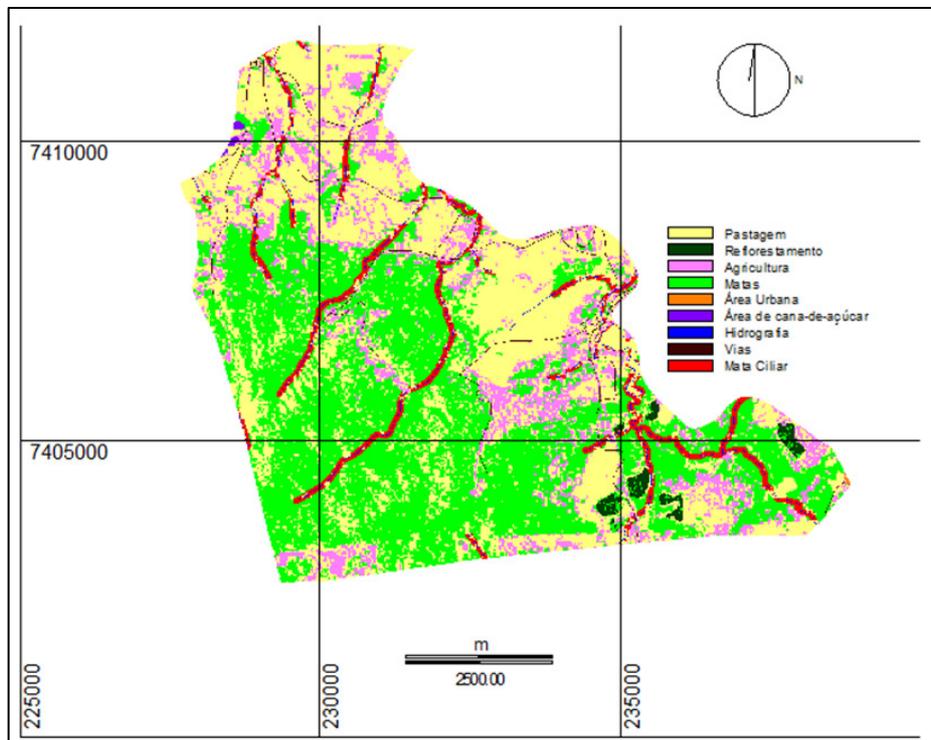


Figura 3 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da FLONA no ano de 2003.

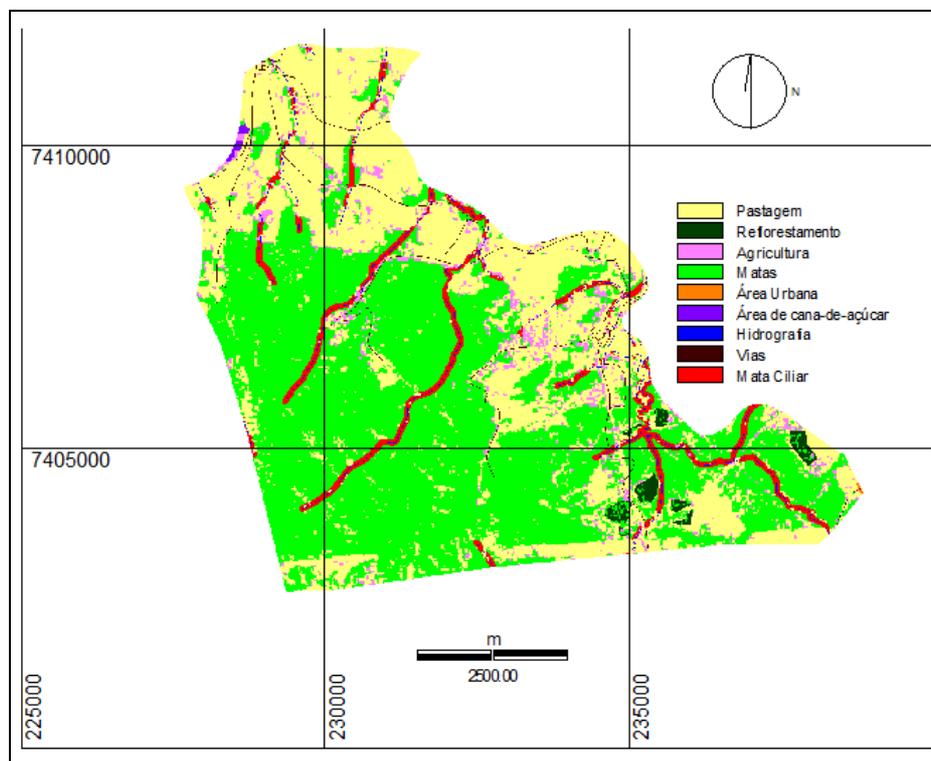


Figura 4 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da FLONA no ano de 2007.

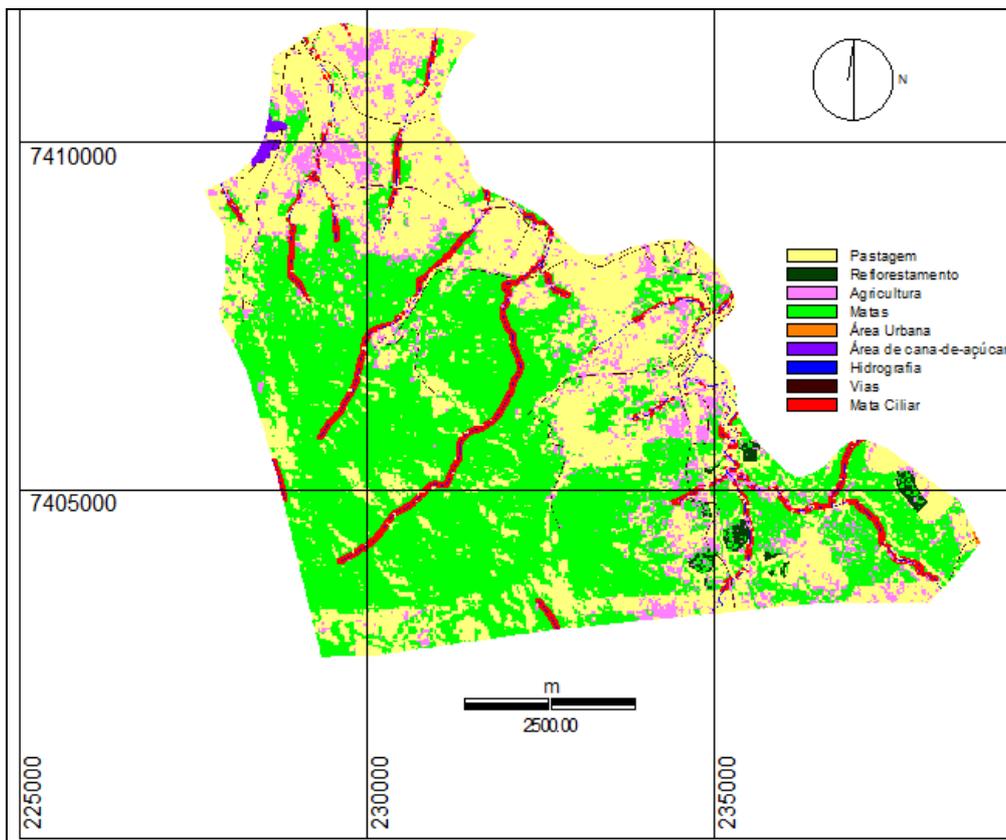


Figura 5 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da FLONA no ano de 2008.

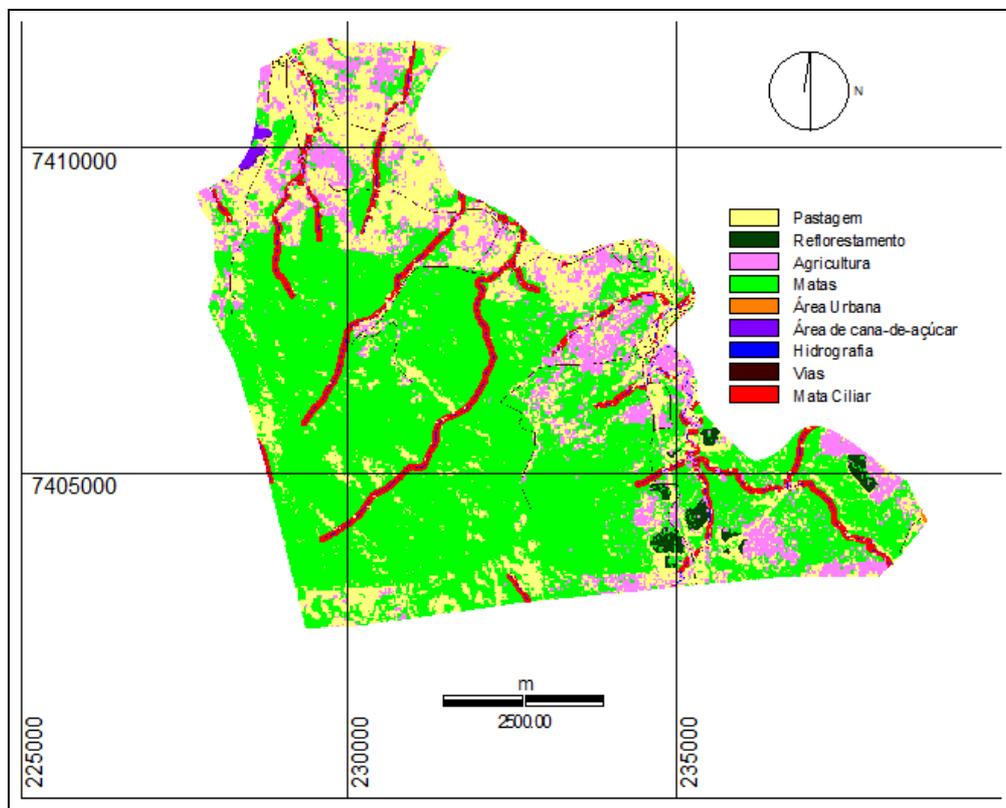


Figura 6 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da FLONA no ano de 2009.

Tabela 2 - Área das classes de uso do solo na FLONA em hectares.

Classes de Uso do Solo	2003	2007	2008	2009
Pastagem	2104	1922	2025	1257
Reflorestamento	47	44	36	52
Agricultura	666	214	454	629
Matas	2265	2.713	2585	2.661
Área urbana	0,90	0,89	0,89	0,90
Área de cana-de-açúcar	5,16	5,78	12,21	12,27
Mata ciliar	231	229	206	202

As áreas de pastagem foram as que apresentaram maiores valores de área ocupada, podendo notar a predominância dessa atividade na zona de estudo, atentando, inclusive ao seu avanço sobre a FLONA. Diferentemente da presença da cana-de-açúcar que, apesar de não ser intensa no interior da UC, em sua Zona de Amortecimento está evoluindo de maneira crescente, podendo no futuro aumentar a área de cultivo dentro limites da Floresta Nacional de Ipanema.

Dentre o período no qual o estudo foi realizado, compreendido do ano de 2003 ao ano de 2009, podemos verificar uma queda considerável de 40% na área de pastagens, outras classes que apresentaram uma alteração significativa em suas áreas foram as destinadas à agricultura e mata ciliar com redução de 5,55% e 12,55% respectivamente, enquanto que, nas áreas destinadas ao reflorestamento e matas houve um aumento de 10,63% e 17,48% respectivamente.

Já em relação à cana-de-açúcar a área de cultivo teve um aumento bastante considerável, equivalente a 137%. Comparando os dados do início do estudo e após os levantamentos feitos em 2009, podemos observar que, as áreas em 2003 destinadas às pastagens foram parcialmente substituídas pela cultura de cana-de-açúcar e por outras classes em menores proporções, justificando a necessidade de maiores estudos e discussões acerca do avanço dessa monocultura no Estado de São Paulo, principalmente em áreas de conservação e seus entornos, visto o valor econômico e ecológico dessas unidades de conservação para a qualidade de vida da sociedade. Em relação as áreas urbanas, foi a única classe que não sofreu alterações no período estudado.

Desta maneira, é recomendado que se intensifique as ações de fiscalização e de conscientização da população pertencente a zona de amortecimento, a fim de conter o avanço da cana-de-açúcar, uma vez que esta atividade é a que apresentou maior ameaça quanto à preservação dessa unidade de conservação pertencente ao bioma de mata atlântica.

CONCLUSÕES

Através da análise do mapeamento temporal do uso do solo e cobertura vegetal da Floresta Nacional do Ipanema foi possível estimar o desenvolvimento espacial e temporal do uso e cobertura vegetal. Desta forma, a elaboração dos mapas de uso do solo e cobertura vegetal da área de estudo possibilitou verificar que, de uma forma geral Pastagens, Agriculturas com destaque para cana-de-açúcar, atuam de maneira incisiva na contribuição das alterações e avanços sobre as categorias Matas e Matas Ciliares tanto no entorno como no interior da FLONA.

Constou-se também, que as áreas de expansão da cana-de-açúcar foram mais expressivas na Zona de Amortecimento e do que no interior dos limites administrativos da FLONA, o que pode no futuro comprometer a função de manutenção da biodiversidade local.

É possível constatar uma zona de intensa ocupação por diversas atividades humanas no entorno da Floresta Nacional de Ipanema. Percebe-se a necessidade de uma maior fiscalização dessas áreas conforme previsto em seu Plano de Manejo, no qual são propostas restrições e normas específicas para a amenização das pressões sobre a UC, as quais não estão sendo devidamente respeitadas, conforme constatado nesse estudo que as atividades estão expandindo de maneira acelerada, principalmente o cultivo de cana-de-açúcar na Zona de Amortecimento da FLONA.

Tendo como base o estudo realizado, acredita-se que as técnicas de geoprocessamento disponíveis possam ser de grande valia para fiscalizar as áreas de expansão, não só de cana-de-açúcar, mas também de grande valia para o

monitoramento da supressão de vegetação em UC's. A aplicação dessas técnicas possibilitou neste estudo quantificar e avaliar qualitativamente a expansão de cana-de-açúcar no entorno da UC relacionando as políticas públicas de incentivo que visam somente a produção, esquecendo os impactos negativos que essa expansão sem planejamento pode causar ao meio ambiente. De modo geral, as técnicas de geoprocessamento são de muita importância para o setor público, podendo utilizá-las a fim de planejar ações futuras, bem como uma tomada de decisão mais eficaz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABDALA, K. O.; CASTRO, S. S. Dinâmica de uso do solo da expansão sucroalcooleira na microrregião meia ponte, Estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 62/04, p. 661- 674, 2010.
2. BRASIL. Governo Federal. Ministério do Planejamento. **Programa de Aceleração do Crescimento PAC2**. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/obra/2509>>. Acesso em: 05 jul. 2014.
3. CERVI, Ricardo Ghantous. Modelagem Matemática para Maximização da Produção da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) e Impactos sobre o Custo de Operações Mecanizadas de Corte e Carregamento. **Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp – Câmpus de Botucatu**, Botucatu, p.1-97, 2013.
4. CHEAVEGATTI-GIANOTTO, Adriana et al. Sugarcane (*Saccharum X officinarum*): a reference study for the regulation of genetically modified cultivars in Brazil. **Tropical plant biology**, v. 4, n. 1, p. 62-89, 2011.
5. CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. (Org.). **Acompanhamento da Safra Brasileira: Safra 2012/2013**. 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_04_10_09_19_04_boletim_de_cana.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2014.
6. GOLDEMBERG, José; GUARDABASSI, Patrícia. Are biofuels a feasible option. **Energy Policy**, São Paulo, p.10-14, 2009.
7. INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de Imagens**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 05 jul. 2014.
8. LINDENMAYER, D. A Checklist for Ecological Management of Landscapes for Conservation. **Ecology Letter**, v. 11, p. 78-91, 2008.
9. OKA-FIORI, C.; FIORI, A. P.; HASUI, Y. Dinâmica da ocupação do solo da bacia do Rio Itiquira, **Revista RA'E GA**, Curitiba, n. 7, p. 19-31, 2003.
10. PEREIRA, J. R.; FERREIRA, P. A.; BOAS, A. A. V.; OLIVEIRA, E. R.; CARDOSO, R. F. Gestão social dos territórios da cidadania: o zoneamento ecológico-econômico como instrumento de gestão do território noroeste de Minas Gerais. **Cadernos EBAPE. BR**, v. 9, n. 3, p. 724-747, 2011.
11. PEREIRA, P. S.; FERNANDES, L. A. C.; OLIVEIRA, J. L. M.; BAPTISTA, D. F. Avaliação da integridade ecológica de rios em áreas do zoneamento ecológico econômico do complexo hidrográfico Guapiaçu-Macacu, RJ, Brasil. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 7, n. 1, p. 157-168, 2012.
12. RODRIGUES, J. E. R. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. São Paulo, 2005. 205 p.
13. RUDORF, Bernardo Friedrich Theodor et al. Studies on the Rapid Expansion of Sugarcane for Ethanol Production in São Paulo State (Brazil) Using Landsat Data. **Remote Sensing**, São Paulo, p.1057-1076, 9 maio 2010.
14. SEGURA, Matheus Lini. **A evolução da matriz energética brasileira: O papel dos biocombustíveis e outras fontes alternativas**. 2012. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=11039>. Acesso em: 06 jul. 2014.