



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**ANÁLISE DA DINÂMICA DA ANTROPIZAÇÃO E DA
FREQUÊNCIA DAS QUEIMADAS NAS BACIAS
HIDROGRÁFICAS DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA URUÇUÍ-UNA,
PIAUI, BIOMA CERRADO, COM BASE EM IMAGENS DE
SENSORES ORBITAIS**

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
(PIBIC/CNPq/INPE)**

Thatiana Costa Reis (INPE, Bolsista PIBIC/CNPQ)
E-mail: reistc@dsr.inpe.br

Dra. Maria Isabel S. Escada (DPI/INPE, orientadora)
E-mail: isabel@dpi.inpe.br

Dr. Alfredo da Costa Pereira (DSR/INPE, Orientador)
E-mail: alfredo@dsr.inpe.br

Junho de 2010

SUMÁRIO

1. Introdução	1
1.1 Objetivos	2
2. Material e Método	3
2.1 Área de estudo	3
2.2 Material	3
2.3 Método	4
3. Resultados e Discussão	6
3.1 Visão geral dos desmatamentos e queimadas na área de estudo	6
3.2 Comparação dos desmatamentos e das queimadas nas bacias e na Estação Ecológica Uruçuí-Una	8
3.3 Comparação das faixas de tamanho dos polígonos de desmatamento nas bacias e na Estação Ecológica Uruçuí-Una	9
4. Conclusão	11
5. Referências	12

RESUMO

Nessa pesquisa foi analisada a dinâmica da antropização e da frequência das queimadas nas bacias hidrográficas da Estação Ecológica Uruçuí-Una, Piauí, bioma Cerrado, com base em imagens de sensores orbitais. Foram estimadas e avaliadas as áreas desmatadas e queimadas nas bacias hidrográficas da Estação Ecológica Uruçuí-Una com base em imagens de TM/Landsat-5 de 2003 a 2008. Além de avaliar as áreas desmatadas nas bacias foram feitas comparações das áreas desmatadas entre as bacias hidrográficas e a Estação Ecológica Uruçuí-Una para verificar a efetividade da mesma. Foi concluído que a Estação Ecológica não está de acordo com a lei e que dados de sensoriamento remoto e o geoprocessamento são importantes ferramentas para o estudo de áreas que apresentam poucos recursos para fiscalização.

ABSTRACT

In this study were analyzed the dynamics of human disturbance and frequency of fires in the watersheds of Uruçuí-Una Ecological Station, Piauí, biome Cerrado, based on images of orbital sensors. Were estimated and evaluated the areas deforested and burned in the watersheds of Uruçuí- Una Ecological Station based in TM/Landsat-5 images from 2003 to 2008. Besides evaluate the area deforested of the watersheds were made comparisons between watersheds and Uruçuí-Una Ecological Station to verify the effectiveness of it. It was concluded that the Ecological Station is not in accordance with the law and remote sensing data and GIS are important tools for the study of areas that have few resources to monitoring.

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior domínio brasileiro, sendo superado em área apenas pela Amazônia. Originalmente o Cerrado abrangia dois milhões de km², o que corresponde a 21% de todo o território nacional (KLINK & MACHADO, 2005).

Este domínio é um dos vinte e cinco “hotspots” para conservação da biodiversidade mundial em virtude, especialmente, do seu excepcional nível de endemismo e alto grau de ameaça (MYERS *et al.* 2000). O Cerrado apresenta significativo nível de endemismo para diversas plantas e animais com 44% de plantas endêmicas, o que nos permite inferir que ele é a mais diversificada savana tropical no mundo (MACHADO *et al.* 2004).

A interferência humana tem provocado grandes danos ambientais como fragmentação de habitats, invasão por espécies exóticas, poluição de aquíferos, extinção da biodiversidade, erosão dos solos, alterações nos regimes de queimadas, degradação de ecossistemas, desequilíbrios no ciclo do carbono e talvez modificações climáticas regionais. As principais ameaças à biodiversidade do Cerrado são a dispersão de espécies exóticas e a degradação do solo e dos ecossistemas (KLINK & MACHADO, 2005).

O fogo é considerado um fator importante de influência na estrutura e composição da vegetação nas savanas tropicais. Nos dias atuais, a maior parte das queimadas que ocorrem no Cerrado é causada pelo homem, ainda se atea fogo para a renovação e limpeza das pastagens e áreas agrícolas, mesmo com novas tecnologias para tais (COUTINHO, 1990).

Incrementos progressivos na vegetação lenhosa do Cerrado brasileiro têm sido observados após exclusão de fogo (COUTINHO, 1990), em diferentes fitofisionomias, indicando que a falta de fogo permite a regeneração de espécies lenhosas, com

incrementos em densidade e área basal (SAMBUICHI & EITEN, 2000), enquanto que a passagem de fogo tem sido responsável pela exclusão de algumas espécies sensíveis (Moreira 2000) e redução no número de indivíduos da comunidade (SATO & MIRANDA, 1996, FELFILI *et al.*, 2000), levando a uma progressiva simplificação da composição florística e da estrutura da comunidade o longo do tempo.

Para se estudar locais pouco acessíveis ou áreas extensas, como o caso do cerrado no Piauí, o uso de tecnologia e dados de sensoriamento remoto é fundamental.

A tecnologia e os dados de sensoriamento remoto é amplamente empregada na área ambiental por permitir o uso de dados multiespectrais em diferentes escalas e em diferentes períodos (CAMPBELL, 1987; JENSEN, 1996; CRÓSTA, 1993; BROWN ET AL, 2000, citados por VALENTE, 2001). Mantovani e Pereira (1998) acrescentam que com o sensoriamento remoto “é possível avaliar as condições da vegetação de modo rápido, a um custo operacional relativamente baixo, com cobertura sinóptica, boa margem de exatidão na estimativa de áreas e exclusão da necessidade de deslocamento rotineiro aos locais de estudo” (p.1455).

1.1. Objetivo

Estimar e avaliar a área desmatada e queimada nas bacias hidrográficas da Estação Ecológica Uruçuí-Una (ESECUU) com base em imagens de TM/Landsat-5 de 2003 a 2008. Além de avaliar a área desmatada nas bacias este estudo apresenta análises comparativas das áreas desmatadas e queimadas entre as bacias hidrográficas e a Estação Ecológica Uruçuí-Una para verificar a efetividade da mesma.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1. Área de estudo

Este estudo foi desenvolvido nas bacias hidrográficas do rio Riozinho e rio Uruçuí-Preto com 943.738 ha, onde está inserida a Estação Ecológica de Uruçuí-Una. A estação localiza-se no sudoeste do Piauí nos município de Ribeiro Gonçalves, Baixa Grande do Ribeiro e Santa Filomena, composta de uma área de 135.000 ha. Os limites geográficos são definidos pelas seguintes coordenadas: 44°57'49"W e 8°53'02"S; 45°11'37"W e 9°06'34"S; 45°23'02"W e 8°39'26"S; 45°26'19"W e 8°54'24"S (IBAMA, 2004a).

O clima é tropical sub-úmido quente, com temperatura máxima de 34° C e mínima de 20° C. A área caracteriza-se pela existência de grandes chapadas, vales e rios perenes e intermitentes. As escarpas dos vales que recortam as chapadas são formadas de arenito rosa avermelhado atingindo, algumas vezes, grandes alturas. A cobertura florestal no alto das chapadas é formada principalmente pela vegetação típica de Cerrado. Nos vales há Matas de Galeria onde se observam veredas (IBAMA, 2004a).

Nos municípios onde está inserida a Estação Ecológica há um predomínio de cultura de grãos, principalmente soja, milho e arroz. Na cidade de Ribeiro Gonçalves, por exemplo, foram plantados aproximadamente 41 mil ha de soja no ano de 2008. Há também pecuária de bovinos e de aves. Em 2008, os três municípios somaram aproximadamente 35 mil cabeças de gado (IBGE, 2010).

2.2. Material

A ferramenta de geoprocessamento utilizada neste estudo foi o software SPRING 4.3.3 obtida no portal do INPE (2009). Os limites das bacias e da Estação Ecológica foram retirados do portal do IBAMA (2004a).

As análises foram feitas para o período de 2003 a 2008. Foram utilizadas duas imagens para cada ano, uma no meio da estação seca (MS) e outra no fim da estação seca (FS).

As imagens do TM/Landsat-5 foram usadas nas bandas 3 (0,63-0,76µm), 4 (0,76-0,90µm) e 5 (1,55-1,75µm), com resolução espacial de 30 m, das cenas referentes as

órbita/ponto 220/66, 220/67, 221/66, na composição 3B4R5G. As datas utilizadas foram:

Tabela 2.1: Datas utilizadas.

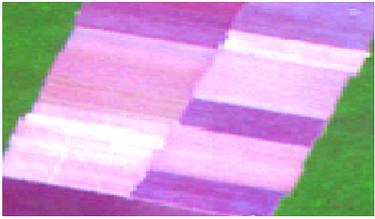
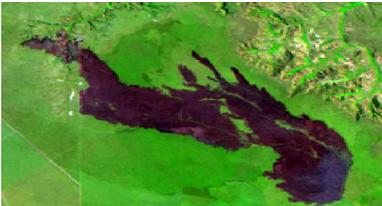
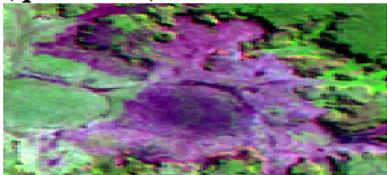
	220/66	220/67	221/66
2003 - Meio da Estação seca	27/07	12/08	16/06
2003 - Final da Estação seca	16/11	16/11	19/08
2004 - Meio da Estação seca	13/07	27/06	04/07
2004 - Final da Estação seca	17/10	01/10	24/10
2005 - Meio da Estação seca	01/08	20/07	17/07
2005 - Final da Estação seca	20/10	06/10	07/09
2006 - Meio da Estação seca	19/07	19/07	26/07
2006 - Final da Estação seca	14/08	14/08	12/09
2007 - Meio da Estação seca	22/07	22/07	29/07
2007 - Final da Estação seca	24/09	24/09	
2008 - Meio da Estação seca	08/07	08/07	
2008 - Final da Estação seca	26/09	26/09	

2.3. Método

Foi feita uma revisão do mapeamento do período de 2003 a 2008 realizado em trabalhos de projetos de pesquisa PIBIC anteriores (ABREU, 2009 e GAMA, 2008), por meio do SPRING (INPE, 2009). Além disso, foram selecionadas e georreferenciadas imagens do satélite TM/Landsat-5 referentes ao ano de 2005, pois as imagens utilizadas nos projetos anteriores eram do CCD/CBERS-2, que apresentaram alta taxa de cobertura de nuvens, o que afetava interpretação.

O mapeamento foi realizado por meio de interpretação visual utilizando diferentes critérios para as classes de desmatamento e queimada que estão mostrados na tabela 2.2. Foi considerado como desmatamento tudo aquilo que apresentasse padrão de perda da cobertura vegetal original, e como queimada todo padrão de cicatriz de fogo, independentemente do que havia sido registrado no ano anterior ou seguinte.

Tabela 2.2: Critérios de classificação.

Imagem TM/Landsat 5R4G3B	Critérios de interpretação visual Landsat/TM RGB 543	Cobertura da Terra
Solo exposto de cultura (desmatamento) 	Padrão apresenta forma regular e contorno bem definido. Apresenta textura lisa com várias tonalidades de magenta.	Solo exposto de cultura.
Cultura vigorosa (desmatamento) 	Padrão apresenta forma regular com contorno bem definido. Apresenta tonalidades de verde de acordo com o estágio de crescimento da cultura, podendo apresentar textura lisa a rugosa.	Cultura agrícola vigorosa.
Queimada recente (queimada) 	Padrão apresenta forma irregular com contorno bem definido. Tonalidade escura variando do preto ao roxo.	Cicatriz de fogo recente.
Solo exposto de queimada (queimada) 	Predomínio de forma irregular, principalmente quando o fogo incide em áreas de rebrota ou de mata. Em áreas de cultura agrícola apresentam formas mais regulares. Tonalidade variando de roxo a cinza com textura rugosa.	Cicatriz de fogo.

Com os dados obtidos a partir da classificação foram feitas as quantificações de áreas desmatadas e queimadas da Estação Ecológica e das duas bacias para cada ano analisado. Foi feita a análise da contribuição de diferentes faixas de tamanho dos polígonos de desmatamento para a estação e para as bacias, além de tabulação cruzada entre o total de áreas desmatadas e queimadas no mesmo ano para analisar se havia uma relação entre elas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Visão geral dos desmatamentos e queimadas na área de estudo

Foram calculadas as áreas desmatadas e queimadas da área das bacias e os resultados foram organizados em tabelas e gráficos mostrados a seguir. De acordo com a figura 3.1, as áreas desmatadas se mantêm mais ou menos constantes ao longo do ano, não há grandes variações entre o meio da estação seca e o final da estação. Houve um pequeno aumento das áreas desmatadas entre 2003 e 2008. Em 2003 foram mapeadas 2,87% de áreas desmatadas no final da estação seca e no último ano analisado essa área aumentou para 4,53%.

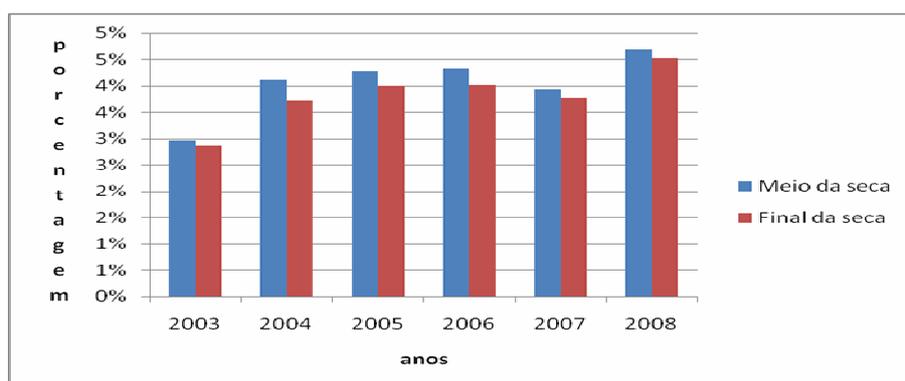


Figura 3.1: Porcentagens das áreas desmatadas.

De acordo com a figura 3.2, as áreas queimadas variaram ao longo dos anos, mas foi detectado um padrão em que a porcentagem de áreas queimadas no final da estação seca

era maior do que no meio da estação. As áreas queimadas no meio da estação seca não variaram consideravelmente entre os anos, enquanto foram observadas grandes variações no final do período seco. No ano de 2003, o tamanho das áreas queimadas no meio e no final da seca é similar, nas bacias e na Estação Ecológica, mas em 2004 há um pico na Estação Ecológica e em 2007 nas bacias.

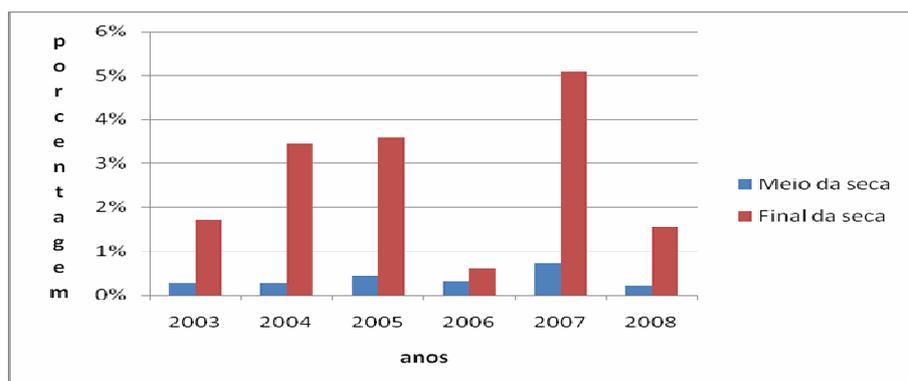


Figura 3.2: Porcentagens das áreas queimadas.

Segundo Coutinho (1990), na estação seca não há bons pastos, por isso o fogo é utilizado para possibilitar a rebrota da pastagem, sendo esta a principal razão da existência de queimadas no Cerrado. Sobre o desmatamento para uso agrícola, o Cerrado é visto como uma das últimas fronteiras agrícolas no Brasil, pois apresenta terras de baixo custo e também condições favoráveis para o cultivo intensivo de grãos (COUTINHO, 1990).

Para se encontrar uma relação entre os desmatamentos e as queimadas foram feitas cruzamentos entre as queimadas de um ano e o desmatamento do mesmo ano. Porém, não foram encontradas relações com esses dados (Tabela 3.1).

Tabela 3.1: Cruzamento entre dados desmatamento e queimada.

Desmatamento/Queimada	2003	2004	2005	2006	2007	2008
2003	0,26	-	-	-	-	-
2004	-	0,20	-	-	-	-
2005	-	-	0,17	-	-	-

2006	-	-	-	0,08	-	-
2007	-	-	-	-	0,16	-
2008	-	-	-	-	-	0,33

3.2. Comparação do desmatamento e das queimadas nas bacias e na Estação Ecológica Uruçuí-Una

Outra análise realizada foi a comparação das áreas desmatadas e queimadas entre as bacias e a Estação Ecológica para determinar se há relação entre suas dinâmicas.

O gráfico da Figura 3.3 mostra que há variação ao longo dos anos das áreas queimadas, tanto nas bacias quanto na estação. A porcentagem de áreas queimadas na Estação Ecológica é muito maior do que nas bacias. A maior porcentagem de área queimada nas bacias foi no ano de 2007 com 5,09%. Já a maior porcentagem na Estação Ecológica foi em 2004 com 31,06%.

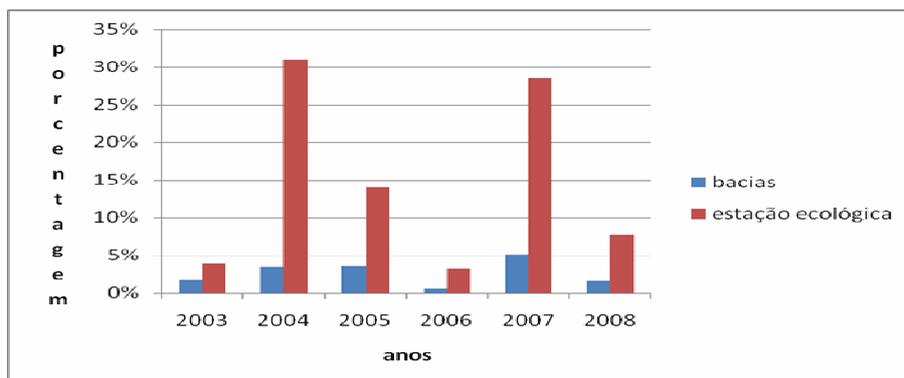


Figura 3.3: Porcentagens das áreas queimadas no final da estação seca.

Os resultados, de acordo com a figura 3.4, mostram que as áreas desmatadas, nas bacias e na Estação Ecológica, não tiveram grandes variações ao longo dos anos. No entanto, nas bacias, houve um pequeno aumento: de 135.777,765 ha (2,87% da área total das bacias) em 2003 para 214.738,830 ha (4,53%) em 2008. E no parque: de 9.712,170 ha (4,77%) em 2003 para 11.872,260 ha (5,84%) em 2008.

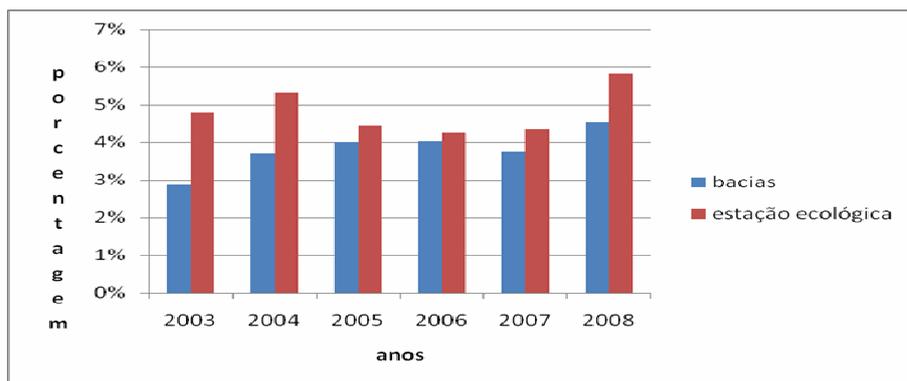


Figura 3.4: Porcentagens das áreas desmatadas no final da estação seca.

3.3. Comparação das faixas de tamanho dos polígonos de desmatamento nas bacias e na Estação Ecológica

Uma última análise foi feita para se determinar qual faixa de tamanho dos polígonos de desmatamento é a predominante e quanto cada faixa contribui para o desmate nas bacias e na Estação Ecológica.

Através dos gráficos das figuras 3.5 e 3.6 é possível notar que a frequência da faixa de até 100 ha é a dominante e que as faixas com os maiores polígonos não ocorrem com tanta frequência. Isso foi observado em todos os anos, tanto nas bacias quanto na Estação Ecológica.

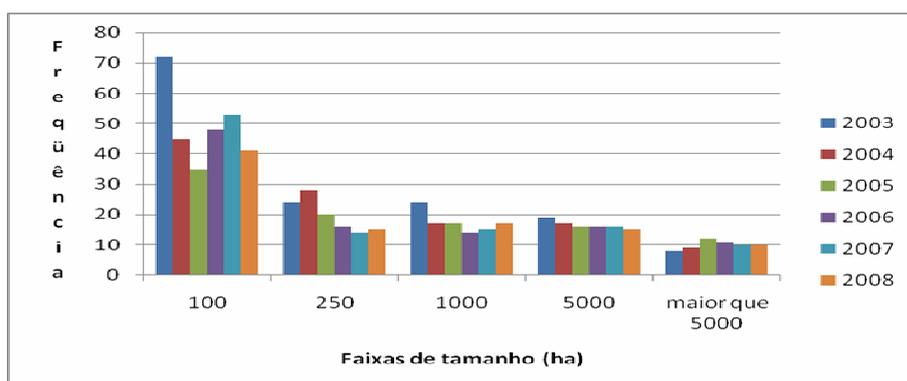


Figura 3.5: Frequência das faixas de tamanho nas bacias.

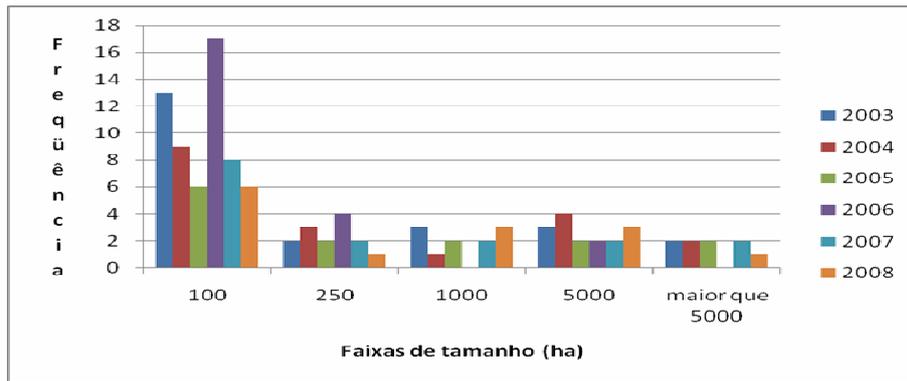


Figura 3.6: Frequência das faixas de tamanho na Estação Ecológica.

Apesar da faixa de até 100 ha ser a predominante, ao se somar das áreas dos polígonos, gráficos das figuras 3.7 e 3.8, percebe-se que a faixa com maior área total é a de polígonos com mais de 5000 ha. Portanto, a frequência dos menores tamanhos de polígono é maior, mas a contribuição para o desmatamento é maior para os polígonos maiores.

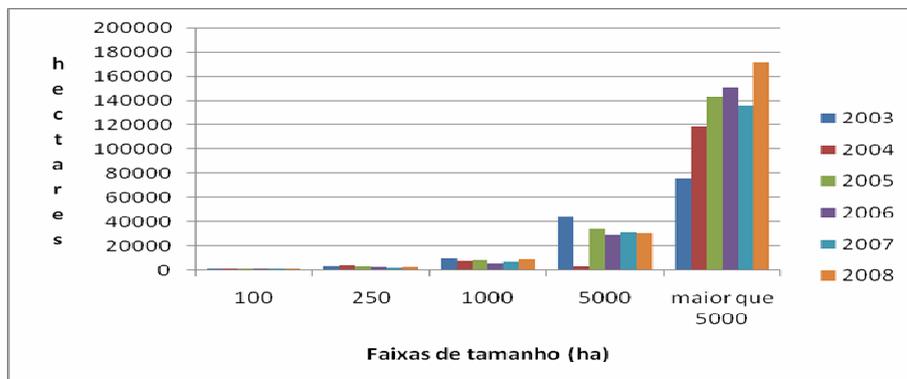


Figura 3.7: Áreas totais de cada faixa de tamanho nas bacias.

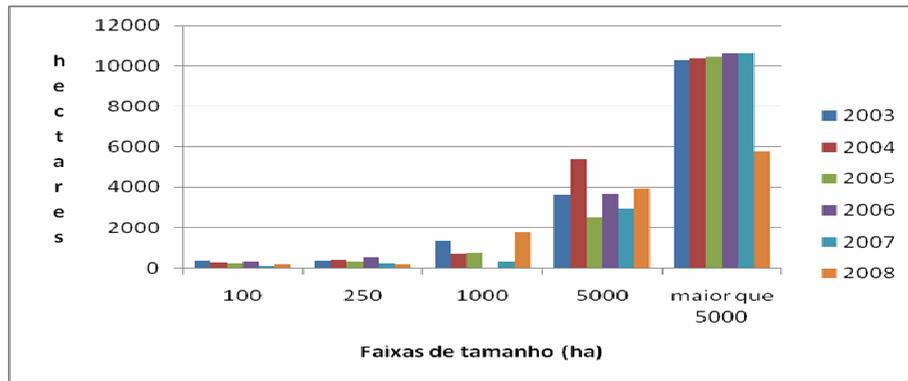


Figura 3.8: Áreas totais de cada faixa de tamanho na Estação Ecológica.

4. CONCLUSÃO

Ao final deste estudo, foi observado que há desmatamento de cerca de 4,5% da área total das bacias e de 5,8% da Estação Ecológica. E aproximadamente 5% da área total das bacias já foi queimada e 31% da Estação Ecológica. Esses dados mostram que os desmatamentos e as queimadas da Estação Ecológica são maiores do que nas bacias.

A lei que rege o funcionamento das estações ecológicas determina no ARTIGO 1º que as Estações Ecológicas são áreas representativas de ecossistemas brasileiros, destinadas à realização de pesquisas básicas e aplicadas de Ecologia, à proteção do ambiente natural e ao desenvolvimento da educação conservacionista. E no inciso 1º que 90% (noventa por cento) ou mais da área de cada Estação Ecológica será destinada, em caráter permanente, e definida em ato do Poder Executivo, à preservação integral da biota. Ainda no ARTIGO 9º O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis, ou órgão equivalente no âmbito estadual, em conjunto ou isoladamente, ou mediante convênio com outras entidades, fiscalizará e supervisionará as Áreas de Proteção Ambiental (BRASIL, 1981; IBAMA, 2004ab).

A partir dos dados mostrados, a preservação da Estação Ecológica não está de acordo com a lei, já que há desmatamento e grandes queimadas em sua área.

A extensa área da Estação Ecológica dificulta o monitoramento em campo pelo único funcionário, insuficiente para fiscalizar e fazer cumprir a lei na área.

Este trabalho mostrou a importância do uso de dados e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, pois é possível analisar a dinâmica de conversão da cobertura da terra da área a distância.

5. REFERÊNCIAS

ABREU, A.M. **Análise da dinâmica espacial e temporal de queimadas e desmatamentos na região da Estação Ecológica Uruçuí-Uma, PI, no bioma Cerrado, com base em imagens de sensores orbitais de 2003 a 2005.** Relatório final de Iniciação Científica – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2009. Disponível em <<http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2009/08.04.16.19/doc/Aline%20Melo%20de%20Abreu.pdf>>. Acesso em 20 de ago de 2009.

BRASIL. **Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981. Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências.** <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/Leis/L6902.htm>>. Acesso em 10 de nov de 2009.

COUTINHO, L. M. **Fire in the ecology of the Brazilian cerrado.** In: GOLDAMMER, J. G. (Ed.) *Fire in the Tropical Biota.* Berlin: Springer-Verlag, 1990.

DPI/INPE (Divisão de Processamento de Imagens). **SPRING.** 2009. <<http://www.dpi.inpe.br/spring>>. Acesso em 10 de nov de 2009.

FELFILI, J.M. Perda da diversidade. In: UNESCO. **Vegetação no Distrito Federal: tempo e espaço.**, Brasília: UNESCO. 2000. p.33-34.

GAMA, V.F. **Dinâmica da antropização do cerrado na Estação Ecológica Uruçuí-Uma, Brasil, baseada em imagens orbitais de 2003 a 3005.** Relatório final de

Iniciação Científica – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2008. Disponível em <<http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18%4080/2008/12.09.12.15/doc/Veronica%20Fernandes%20Gama.pdf>>. Acesso em 20 de ago de 2009.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis), **Estação Ecológica de Uruçuí-Una.** 2004a. <<http://www.ibama.gov.br/siucweb/listaUcCategoria.php?abrev=ESEC>>. Acesso em 10 de nov de 2009.

_____ : **Estação Ecológica.** 2004b. <<http://www.ibama.gov.br/siucweb/listaUcCategoria.php?abrev=ESEC>>. Acesso em 10 de nov de 2009.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Cidades. <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 10 de jun de 2010.

KLINK, C.A. & MACHADO, R.B. **A conservação do Cerrado brasileiro.** Megadiversidade, 1: 147-155. 2005.

MACHADO, R.B., RAMOS NETO, M.B., PEREIRA, P.G.P. CALDAS, E., GONÇALVES, D.A. , SANTOS, N.S., TABOR, K. & STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro.** Brasília: Conservação Internacional do Brasil. 2004.

MANTOVANI, J.E. & PEREIRA, A. **Estimativa da integridade da cobertura vegetal de Cerrado através de dados TM/Landsat.** Anais. IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, 11-18/setembro/21998, INPE, p.1455-1456.

MIRANDA, H.S. SAITO, C.H. & DIAS, B.F.S. (Orgs.). **Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga.** Brasília: Departamento de Ecologia - Universidade de Brasília.1996.

- MOREIRA, A.G. **Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil.** Journal of Biogeography, 27:1021-1029, 2000.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B & KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** Nature, 403: 853-858. 2000.
- PEREIRA, A. & FRANÇA, H. **Identificação de queimadas naturais ocorridas no período chuvoso de 2003-2004 no Parque Nacional das Emas, Brasil, por meio de imagens dos sensores do satélite CBERS-2.** Anais. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, 16-21/abril/2005, INPE, p.3245-3252.
- SAMBUICHI, R.H.R. & EITEN, G. **Fitossociologia da camada lenhosa de um cerrado em Brasília, DF, com exposição de metodologia.** Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer, 5: 62-87. 2000.
- SATO, M.N. & MIRANDA, H.S. **Mortalidade de plantas lenhosas do cerrado sensu stricto submetidas a diferentes regimes de queima.** Pp. 102-111. In: H.S.
- VALENTE, R.O.A. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí, SP.** 2001. p. 161. Dissertação – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001. Disponível em: <<http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/valente,roa.pdf>>. Acesso em: 10 de jun 2010.