

ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA DE UMA PROPRIEDADE RURAL DE 1992 A 2001

Rafael Rodrigo Eckhardt

Biólogo e Mestre em Sensoriamento Remoto
Coordenador do Núcleo de Geoprocessamento da UNIVATES
rafare@univates.br

Leopoldo Pedro Feldens

Engenheiro Agrônomo
topofeldens@bewnet.com.br

RESUMO

A fronteira sul da Amazônia Legal vem sofrendo intensa pressão pela expansão da atividade agropecuária nas últimas décadas. Nesta região, conhecida como Arco do Desmatamento, extensas áreas florestais são transformadas anualmente em áreas agrícolas e para a formação de pastagens. Este artigo tem o objetivo detectar as mudanças no uso e cobertura da terra em uma propriedade rural, localizada no município de Pontes e Lacerda - MT, entre 1992 e 2001. Os registros de uso e cobertura da terra foram recuperados a partir da interpretação de imagens do satélite Landsat V e VII. A avaliação temporal permitiu identificar as áreas florestais suprimidas a cada ano, as respectivas áreas de pastagens formadas, as reformas realizadas em áreas de pastagens formadas em anos anteriores e áreas que sofreram processo natural de regeneração.

Palavras-chave: Amazônia, desmatamento, sensoriamento remoto, avaliação temporal

LAND USE AND COVER MULTITEMPORAL ANALYSIS OF A RURAL PROPERTY FROM 1992 TO 2001

ABSTRACT

The Legal Amazon South border is suffering intense pressure by agricultural expansion on the last decades. In this area, known as Arch of the Deforestation, extensive forest areas are transformed annually in agricultural and pasture areas. This paper aims to detect the land use and cover changes in a rural property, located in the municipal district of Pontes e Lacerda - MT, between 1992 and 2001. The land use and cover data were recover starting from Landsat V and Landsat VII images interpretation. The temporal evaluation allowed to identify the forest areas suppressed in every year, the respective areas formed by pasture, the reforms accomplished in pasture areas formed in previous years and areas that suffered natural regeneration process.

Keywords: Amazon, deforestation, remote sensing, temporal evaluation

INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira compreende os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte dos estados do Maranhão e Goiás, correspondendo a uma área de aproximadamente 5 milhões de km². Desse total, a área com fisionomia florestal ocupa cerca de 4 milhões de km². Em função do compromisso de uma boa gestão territorial do governo brasileiro e da vasta extensão geográfica da Amazônia, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais realiza o monitoramento da ação do homem nesta região a partir de imagens de satélites, gerando estimativas periódicas da extensão e taxa média do desflorestamento na Amazônia (Santos, 2002).

Desflorestamento, neste artigo, é entendido como a conversão de áreas de fisionomia florestal primária por ações antropogênicas, para o desenvolvimento de atividades agrosilvopastoris

Recebido em 06/08/2008
Aprovado para publicação em 15/04/2009

(Santos, 2002). Na Amazônia, as principais frentes de desflorestamento ocorrem no nordeste do Pará e no oeste do Maranhão, estendendo-se por um Arco de Desflorestamento que passa pelo nordeste de Mato Grosso, Rondônia até o sudeste do Acre (Martins et al., 2002) (Figura 1).

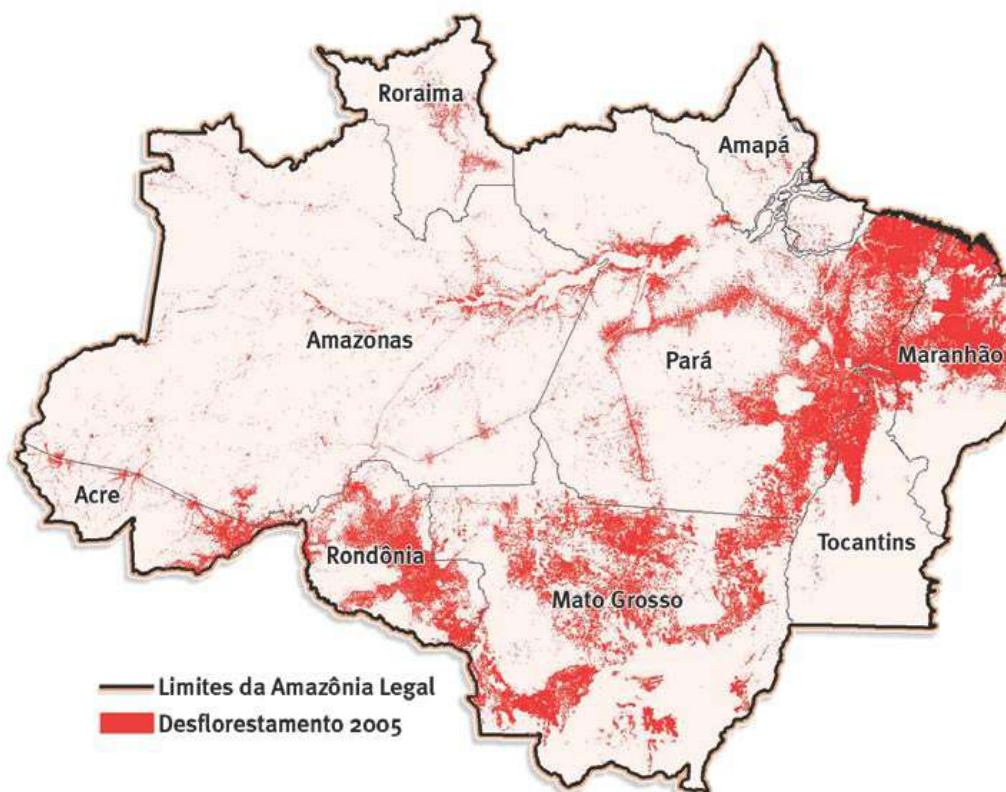


Figura 1 - Distribuição do desflorestamento na Amazônia (Martins et al., 2007).

O desmatamento na Amazônia procede a um alto ritmo por várias razões, muitas das quais dependem de decisões do governo. É provável que o desmatamento futuro aumente ainda mais rapidamente por causa da constante expansão da rede de estradas. Decisões para construir ou pavimentar rodovias têm conseqüências de longo alcance, condenando a floresta circunvizinha ao desmatamento (Soares-Filho et al., 2004 ou 2005).

Os atores e as forças que conduzem ao desmatamento variam entre partes diferentes da região, e variam ao longo do tempo. Em geral, os grandes e médios fazendeiros respondem pela grande maioria da atividade do desmatamento, mas os pequenos agricultores podem atuar como forças importantes nos lugares onde estão concentrados (Fearnside, 2006).

Em Mato Grosso, grandes plantações de soja têm se alastrado em direção ao norte a partir da área de cerrado (Fearnside, 2001). Por sua vez, a parte norte de Mato Grosso é dominada por grandes fazendas de pecuária (Fearnside, 2006).

O advento dos satélites de sensoriamento remoto tem favorecido, nos últimos anos, a realização de levantamentos à distância de variações físicas e químicas da superfície terrestre em áreas extensas e inóspitas, favorecendo, principalmente, os mapeamentos e monitoramentos sazonais da superfície da Terra. A composição espectral do fluxo radiante proveniente da superfície da Terra produz informações sobre propriedades físicas, químicas e biológicas de solos, vegetações e águas que caracterizam o sistema terrestre (Huete, 1988).

No sensoriamento remoto a identificação e a distribuição dos objetos ou materiais é feita pelas suas diversas características espectrais expressas nas várias bandas de um sensor. Por sua vez, quanto maior for o número de imagens e bandas, que a complementem, maior será o volume de dados, tornando-se necessário o uso de técnicas automáticas de análise, que pela versatilidade própria dos computadores, introduz múltiplas formas de abordagem de dados (Lillesand e Kiefel, 1987).

A disponibilidade de imagens de satélite, de uma mesma região da Terra, espaçadas no tempo, permite que sejam elaboradas comparações, utilizando a dimensão temporal como uma qualidade dos dados adquiridos nos distintos instantes qualificando as informações obtidas. Esta função do sensoriamento remoto, destinada à análise dos fenômenos temporais, cíclicos ou não, é conhecida por Detecção de Mudanças no Uso e Cobertura do Solo ou ainda avaliação temporal (Huang *et al.*, 2000).

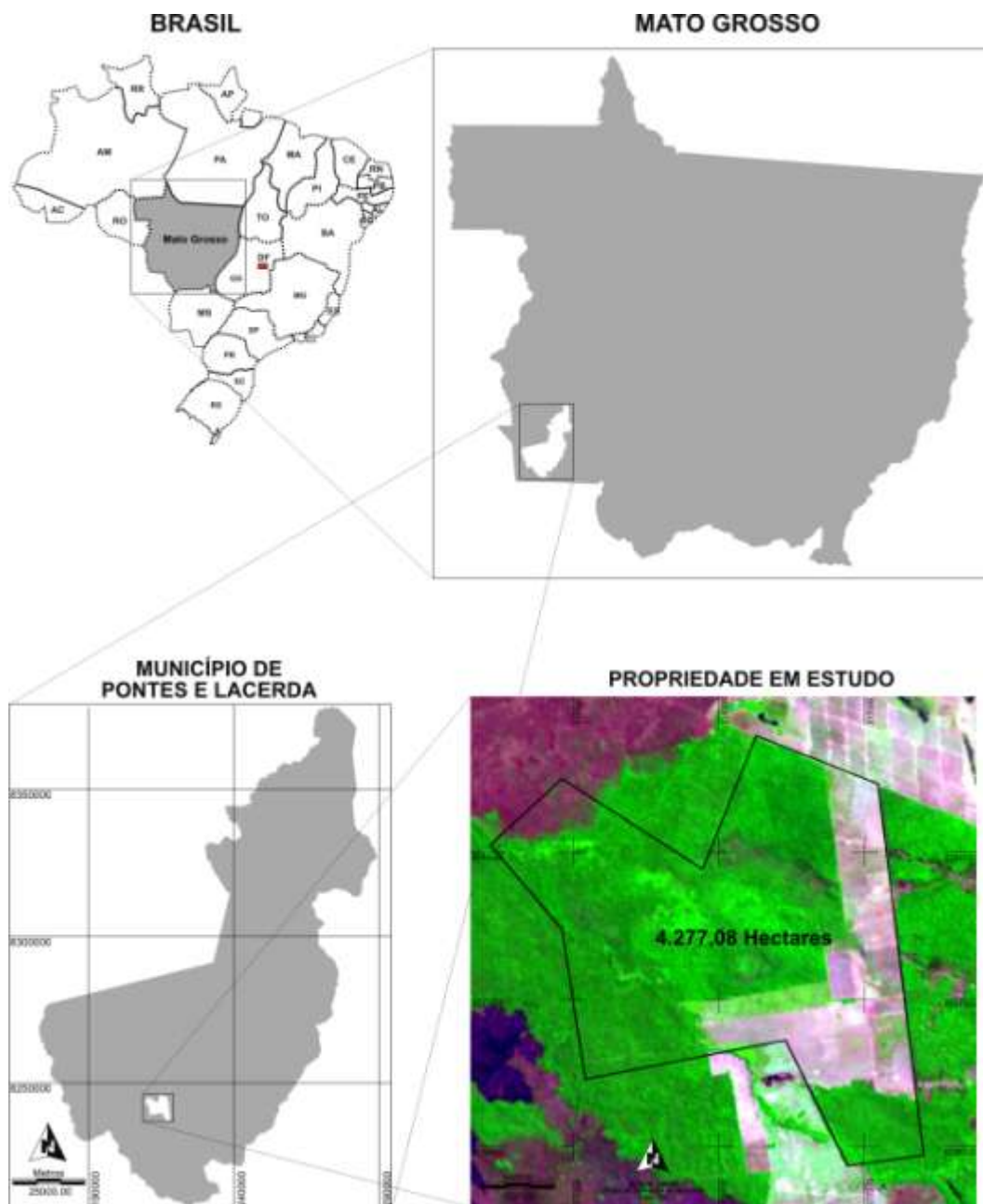


Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo

A área que será alvo de estudo neste artigo, trata-se de uma área de terras de 4.277,08 hectares, localizada próximo a divisa política entre o Brasil e a Bolívia, no sudoeste do estado do Mato Grosso, ao sul do município de Pontes e Lacerda (Figura 2). A partir da aquisição desta área de terras pelos proprietários em 1992 foi estabelecido um plano de corte, com o objetivo de realizar o corte de áreas de floresta para a formação de áreas de pastagens.

O presente estudo teve como objetivo realizar a avaliação temporal da área apresentada na Figura 2, identificando as áreas de floresta suprimidas a cada ano, as respectivas áreas de pastagens formadas, as reformas realizadas em áreas de pastagens formadas nos anos anteriores e áreas que sofreram processo natural de regeneração da floresta.

MATERIAIS E MÉTODOS

A análise multitemporal, proposta de ser realizada na propriedade em questão, foi realizada a partir de um conjunto de imagens do sensor TM/Landsat V e ETM+/Landsat VII, da órbita-ponto 229-071. Como base de referência, para o registro do conjunto de todas as imagens Landsat usadas no estudo, foi utilizado o produto Landsat GeoCover (GLCF, 2007). Este produto é constituído por uma imagem ETM+/Landsat VII, datada de 13 de agosto de 2001 e submetida ao procedimento de ortorretificação. O procedimento de ortorretificação foi realizado pela EarthSat e ajusta a imagem Landsat aos deslocamentos do relevo (Camargo *et al.*, 2007). O produto Geocover é disponibilizado no formato geotiff. A Tabela 1 apresenta a relação das demais imagens utilizadas na análise.

Tabela 1

Relação de imagens utilizadas na avaliação temporal proposta

Data	Sensor	Período	Fornecedor
11/07/1992	Landsat V	Seco	GLCF *
23/08/1996	Landsat V	Seco	ENGESAT
03/03/1997	Landsat V	Chuvoso	INPE
25/07/1997	Landsat V	Seco	INPE
12/07/1998	Landsat V	Seco	INPE
15/07/1999	Landsat V	Seco	ENGESAT
17/17/2000	Landsat V	Seco	INPE
13/08/2001	Landsat VII	Seco	GLCF *

* *GeoCover Ortorretificada - Global Land Cover Facility*

O registro das imagens de satélite foi realizado utilizando 15 pontos de controle e considerando um erro médio quadrático (RMS) inferior a 1 pixel, ou seja, inferior a 30 metros. As bandas registradas foram recortadas de acordo com o limite da propriedade em estudo. Uma vez que o satélite Landsat apresenta sete bandas espectrais, para este estudo foram avaliadas e utilizadas somente as bandas 3 (Vermelho), 4 (Infravermelho Próximo) e 5 (Infravermelho Médio). Assim sendo, as etapas de registro e recorte foram realizadas somente nestas bandas.

A definição de qual banda será utilizada na avaliação temporal será estipulado a partir da organização de um diagrama de pontos das bandas 3, 4 e 5 de um cenário inicial com um cenário final. Estas bandas serão avaliadas em virtude de estarem localizadas no vermelho visível, no infravermelho próximo e no infravermelho médio. O diagrama de pontos é resultante do posicionamento de uma mesma banda em duas datas diferentes, sendo uma no eixo X e outra no eixo Y, apresentando o espalhamento dos valores dos níveis de cinza de cada pixel em cada banda. Quanto mais espalhado estiverem os pontos no diagrama, menor a correlação entre as duas bandas e, portanto, capaz de detectar alterações nos alvos no período considerado. Por sua vez, se os dados estiverem altamente correlacionados, indica que aquela banda não irá captar a alteração que o alvo teve ao longo de um período. Desta forma será definida a banda a ser utilizada na análise multitemporal.

Os procedimentos metodológicos relacionados com o pré-processamento das imagens de satélite, como o registro, o recorte e a correção radiométrica foram realizados no software ENVI 4.4 (ITT, 2007), enquanto que a análise temporal foi implementada no SIG Idrisi Kilimanjaro (Eastman, 2006).

Análise Multitemporal - IMAGEDIFF

O SIG Idrisi apresenta diversos módulos de análise temporal, principalmente a partir das

versões 14 (kilimanjaro) e 15 (Andes). Dentre estes módulos, um dos módulos mais robustos, pode-se considerar o módulo de análise multitemporal *IMAGEDIFF*.

Como abordado anteriormente, as técnicas de análise multitemporal realizam uma análise de mudanças através da diferença entre pares de imagens e sempre banda a banda. Desta forma, faz-se a escolha de uma banda com um cenário ou data inicial e uma banda em um período ou data final, denominada cenário final. O resultado é apresentado na forma de valores positivos e negativos. Valores altamente positivos significam alteração de áreas que apresentam formação florestal para áreas de solo descoberto, ou seja, houve a supressão da floresta. Valores altamente negativos significam alteração de áreas de solo descoberto para vegetação, ou seja, houve crescimento de vegetação. Valores próximos a 0 indicam que houve pouca alteração na cobertura de uma data para outra, ou seja, houve a manutenção da cobertura do solo original.

O módulo *IMAGEDIFF* produz até quatro imagens resultantes:

1. **Imagem Diferença:** cenário final - cenário inicial;
2. **Diferença Percentual:** ((cenário final - cenário inicial) / cenário inicial X 100);
3. **Imagem da Diferença Padronizada:** Imagem diferença em desvios padrões;
4. **Imagem Temática Padronizada:** Desvios padrões da imagem da diferença padronizada classificados em 6 categorias ou classes temáticas. A categorização da imagem diferença em desvios padrões para a imagem temática é realizada de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2

Categorização da imagem diferença em desvios padrões para a imagem temática

Classe Temática	De todos os valores de	Até todos os valores < que
1	-999	-2
2	-2	-1
3	-1	0
4	0	1
5	1	2
6	2	999

As maiores alterações são compreendidas por mais de um desvio padrão. Às áreas com até 1 desvio padrão são consideradas sem alteração entre os 2 períodos (Eastman, 2006), mas serão, juntamente com as demais classes, avaliadas detalhadamente. O objetivo dessa avaliação está em identificar o significado de cada classe em relação à mudança na propriedade rural. Desta forma, pode haver necessidade de alguma classe ser reclassificada. Nos casos em que o resultado da técnica resultar em dúvidas, será realizado uma interpretação visual no par de imagens em questão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme já abordado nos capítulos anteriores, os resultados serão apresentados de acordo com os pares de bandas analisados. O cenário inicial está relacionado com a data de 1992 e o cenário final com a data de 2001. As datas complementares são as de 1996, 1997 (2), 1998, 1999 e 2000. Ao total, serão oito períodos a serem considerados e analisados para recuperar a dinâmica do processo de desflorestamento, formação de pastagens e regeneração natural da floresta.

A Figura 3 apresenta a composição colorida RGB543 da área da propriedade em estudo referente às datas de 11/07/1992 e 23/08/1996. A Figura 4 apresenta o diagrama de pontos das bandas 3, 4 e 5 da imagem Landsat de 1992 e 1996.

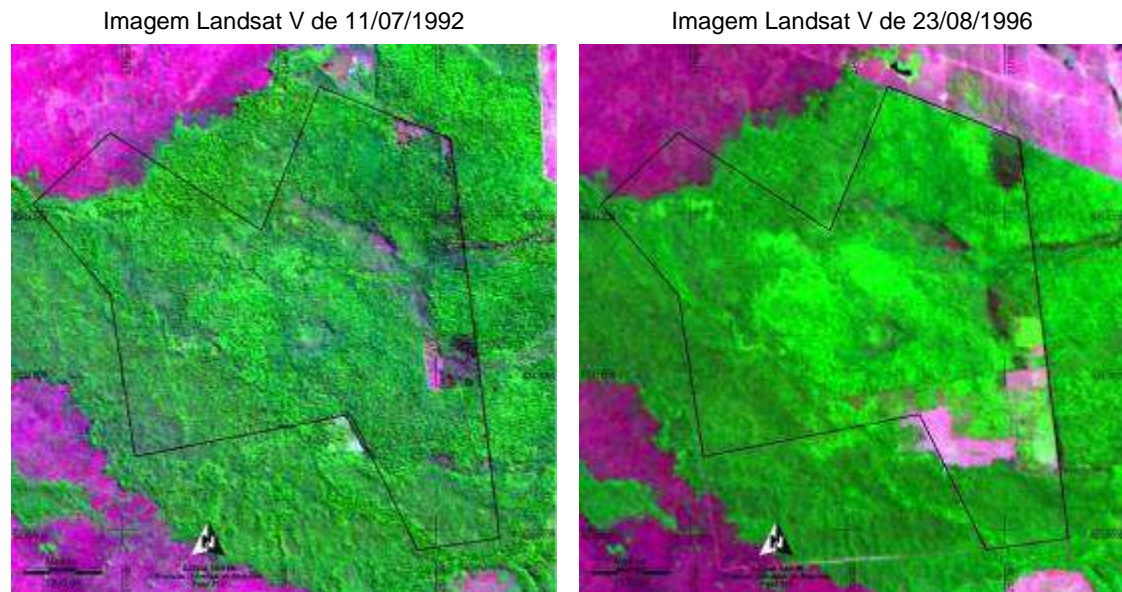


Figura 3 - Composição colorida RGB543 das imagens de 1992 e 1996

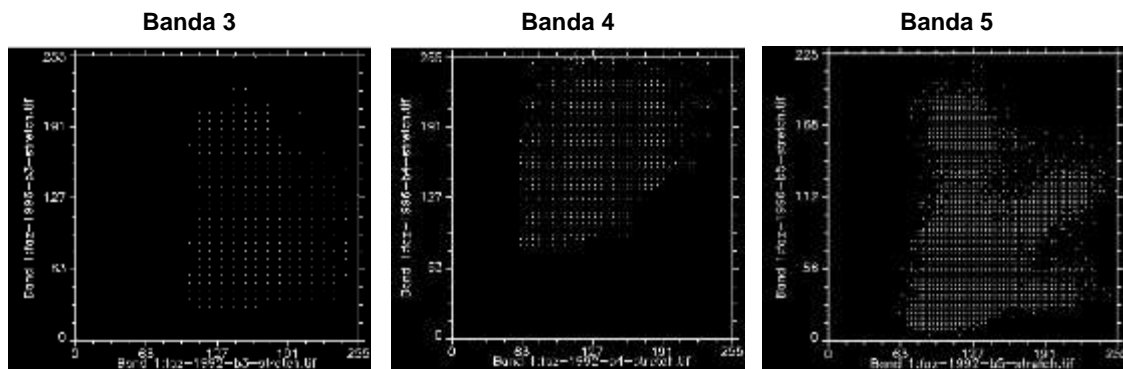


Figura 4 - Diagrama de pontos da imagem de 1992 (eixo X) e 1996 (eixo Y)

Conforme pode ser visto na Figura 4 a banda que apresenta a menor correlação é a banda 5 e, portanto foi a banda utilizada na análise temporal. As Figuras 5 e 6 apresentam, respectivamente, a imagem da diferença padronizada em desvios padrões e a imagem temática padronizada.

A aplicação do módulo IMAGEDIFF resultou em uma área de supressão florestal de 242,37 ha e uma área de 66,42 ha que sofreu processo natural de regeneração (Figura 7).

Avaliação de 1996 - 1997 (A)

A Figura 8 apresenta a composição colorida RGB543 da propriedade em estudo referente às datas de 23/08/1996 e 03/03/1997. A Figura 9, por sua vez, apresenta o diagrama de pontos das bandas 3, 4 e 5, com a qual foi definida a banda utilizada na avaliação temporal.

Conforme pode ser observado nos diagramas de pontos apresentados acima a banda que apresenta a menor correlação entre os anos de 1996 e 1997A é a banda 5. A aplicação do módulo IMAGEDIFF à banda 5 de 1996 e 1997A resultou em uma área de desflorestamento de 372,15 ha, 107,55 ha aonde foi realizada reforma de áreas de pastagens formadas no período anterior e uma área de 39,78 ha que sofreu processo natural de regeneração (Figura 10).

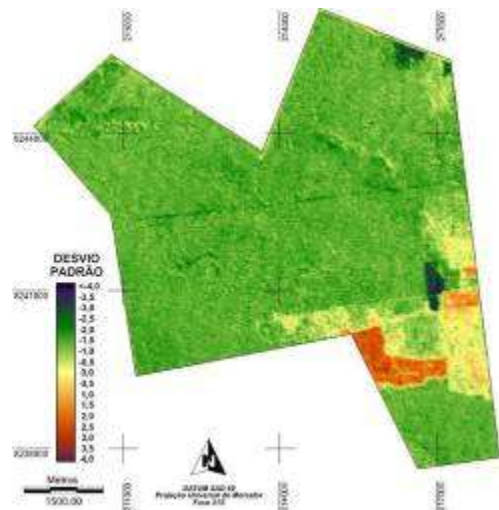


Figura 5 - Imagem da diferença de 1992 a 1996 padronizada em desvios padrões

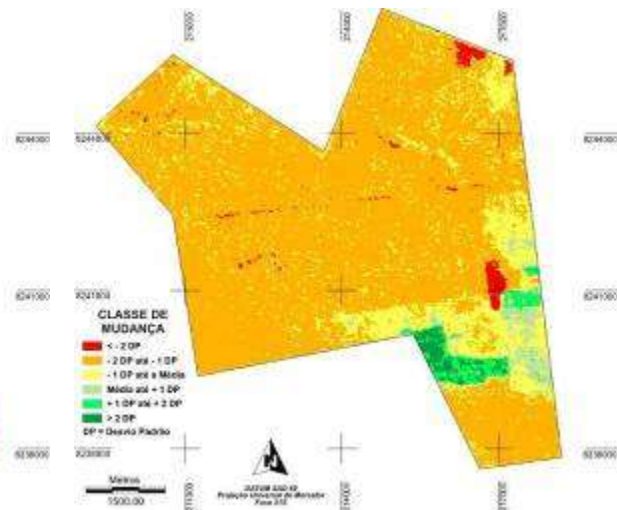


Figura 6 - Imagem temática de mudança de 1992 a 1996

Desflorestamento: 242,37 ha



Regeneração: 66,42 ha



Figura 7 - Avaliação temporal de 1992 – 1996

Avaliação de 1997 (A) - 1997 (B)

A Figura 11 apresenta a composição colorida RGB543 da propriedade em estudo referente às datas de 03/03/1997 e 25/07/1997. A Figura 12, por sua vez, apresenta o diagrama de pontos das bandas 3, 4 e 5, com a qual foi definida a banda utilizada na avaliação temporal.

Conforme pode ser observado nos diagramas de pontos apresentados acima a banda que apresenta a menor correlação entre os anos de 1997A e 1997B é a banda 5. A aplicação do módulo **IMAGEDIFF** resultou em uma área de desflorestamento de 30,06 ha, 44,28 ha aonde foi realizada reforma de áreas de pastagens formadas em períodos anteriores e uma área de 46,26 ha que sofreu processo natural de regeneração (Figura 13).

Imagem Landsat V de 23/08/1996

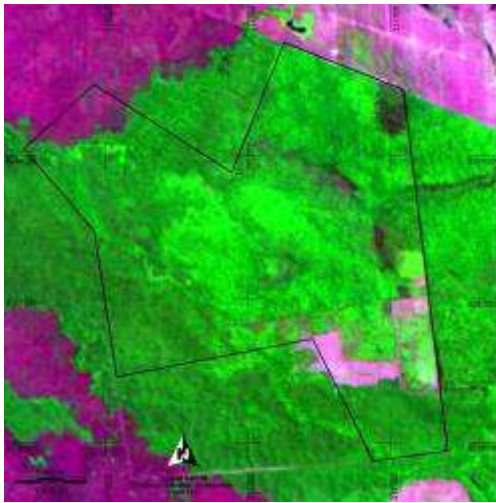


Imagem Landsat V de 03/03/1997 (A)

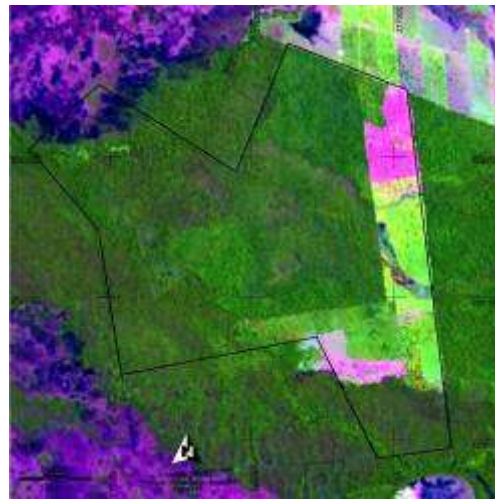
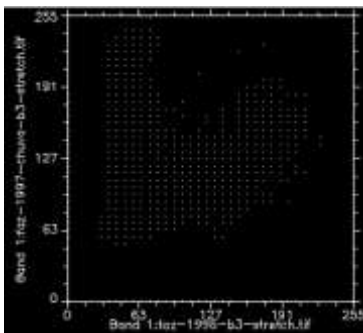
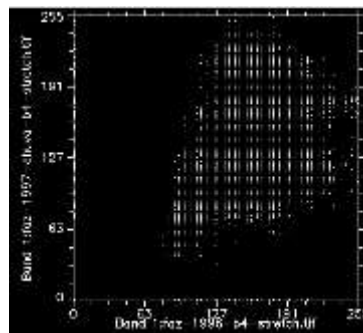


Figura 8 - Composição colorida RGB543 das imagens de 1996 e 1997^a

Banda 3



Banda 4



Banda 5

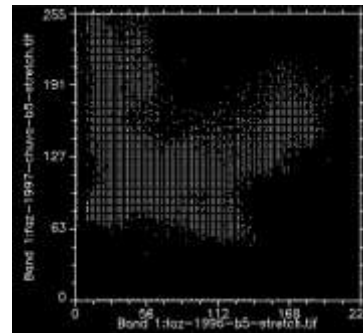


Figura 9 - Diagrama de pontos da imagem de 1996 (eixo X) e 1997A (eixo Y)

Desflorestamento: 372,15 ha



Reforma: 107,55 ha



Regeneração: 149,85 ha



Figura 10 - Avaliação temporal de 1996 - 1997A

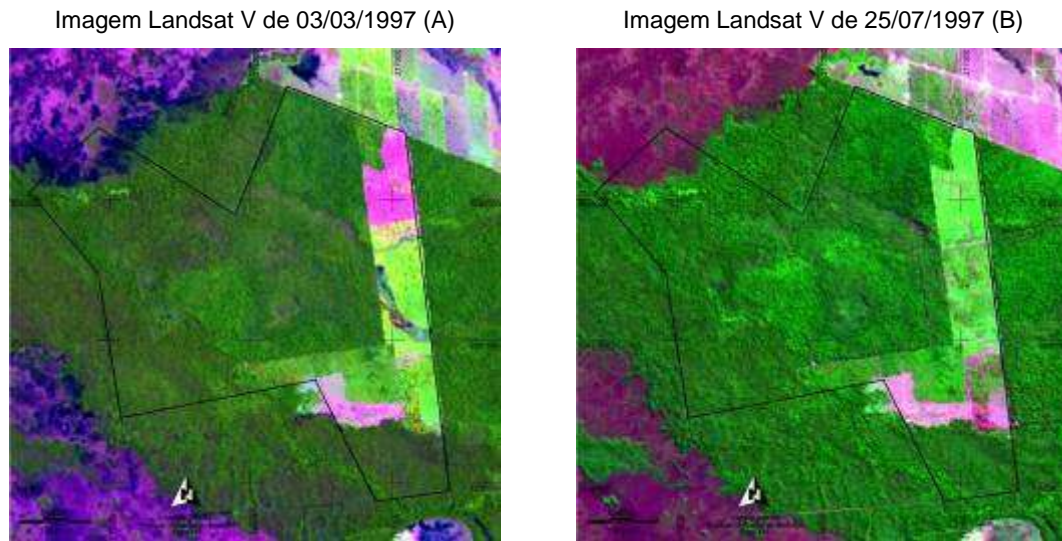


Figura 11 - Composição colorida RGB543 das imagens de 1997A e 1997B

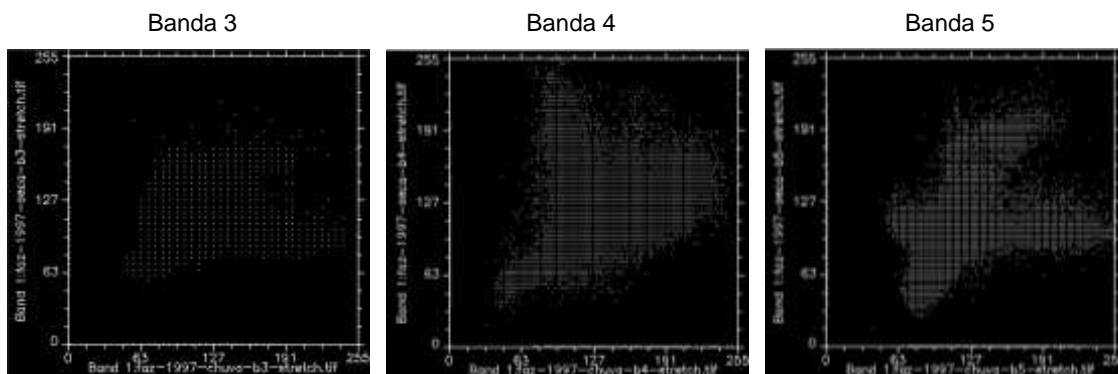


Figura 12 - Diagrama de pontos da imagem de 1997A (eixo X) e 1997B (eixo Y)



Figura 13 - Avaliação temporal de 1997A - 1997B

Avaliação de 1997 (B) - 1998

A Figura 14 apresenta a composição colorida RGB543 da área da propriedade em estudo referente às datas de 25/07/1997 e 12/07/1998. A Figura 15, por sua vez, apresenta o diagrama de pontos das bandas 3, 4 e 5, com a qual foi definida a banda utilizada na avaliação temporal.

Imagem Landsat V de 25/07/1997 (B)



Imagem Landsat V de 12/07/1998

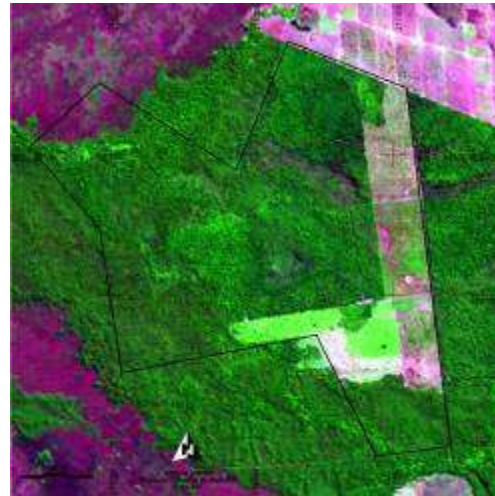
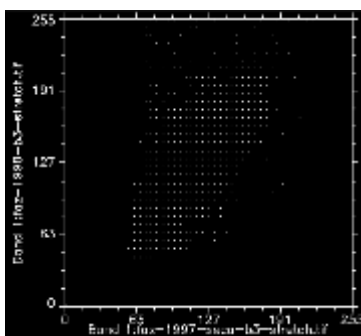
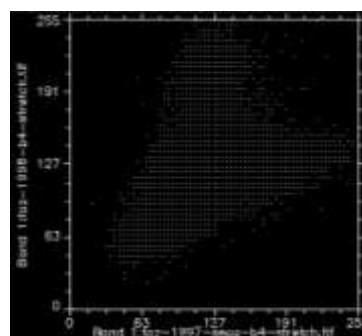


Figura 14 - Composição colorida RGB543 das imagens de 1997B e 1998

Banda 3



Banda 4



Banda 5

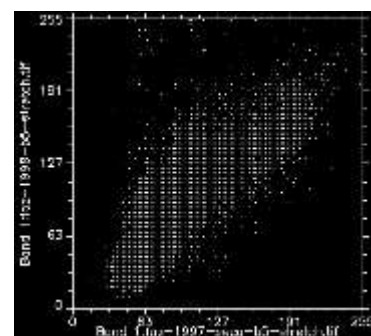


Figura 15 - Diagrama de pontos da imagem de 1997B (eixo X) e 1998 (eixo Y)

Desflorestamento: 221,67 há



Reforma: 247,50 ha



Regeneração: 161,73 ha



Figura 16 - Avaliação temporal de 1997B - 1998

Conforme pode ser observado nos diagramas de pontos apresentados acima a banda que apresenta a menor correlação entre os anos de 1997B e 1998 é a banda 4. A aplicação do módulo **IMAGEDIFF** resultou em uma área de desflorestamento de 221,67 ha, 247,50 ha aonde foi realizada reforma de áreas de pastagens formadas em períodos anteriores e uma área de 161,73 ha que sofreu processo natural de regeneração (Figura 16).

Avaliação de 1998 - 1999

A Figura 17 apresenta a composição colorida RGB543 da área da propriedade em estudo referente às datas de 12/07/1998 e 15/07/1999. A Figura 18, por sua vez, apresenta o diagrama de pontos das bandas 3, 4 e 5, com a qual foi definida a banda utilizada na avaliação temporal.

Imagem Landsat V de 12/07/1998



Imagem Landsat V de 15/07/1999

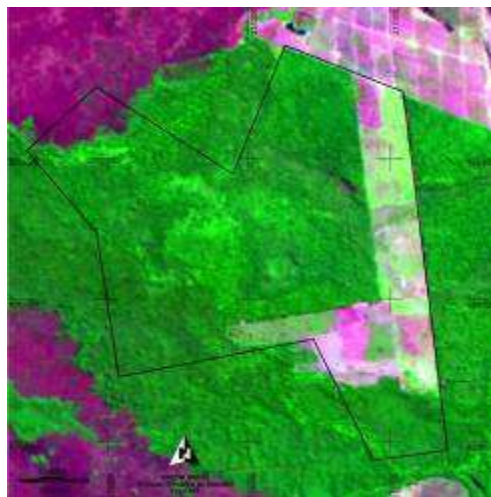
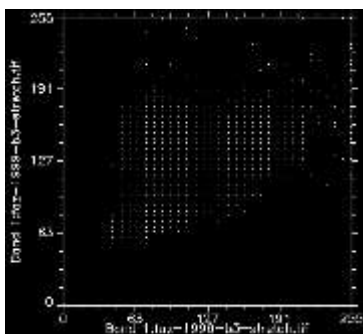
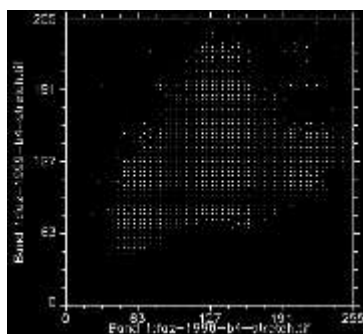


Figura 17 - Composição colorida RGB543 das imagens de 1998 e 1999

Banda 3



Banda 4



Banda 5

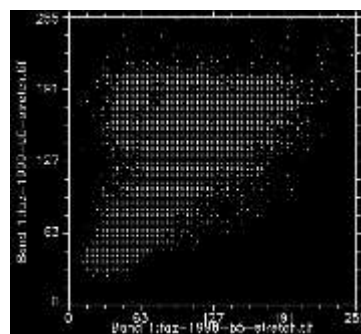


Figura 18 - Diagrama de pontos da imagem de 1998 (eixo X) e 1999 (eixo Y)

Conforme pode ser observado nos diagramas de pontos apresentados acima as bandas que apresentam a menor correlação entre os anos de 1998 e 1999 são a banda 4 e 5. A aplicação do módulo **IMAGEDIFF** nas bandas 4 e 5 resultou em uma área de desflorestamento de 119,34 ha, 314,91 ha aonde foi realizada reforma de áreas de pastagens formadas em períodos anteriores e uma área de 153,09 ha que sofreu processo natural de regeneração (Figura 19).

Avaliação de 1999 - 2000

A Figura 20 apresenta a composição colorida RGB543 da área da propriedade em estudo referente às datas de 15/07/1999 e 17/07/2000. A Figura 21, por sua vez, apresenta o diagrama de pontos das bandas 3, 4 e 5, com a qual foi definida a banda utilizada na avaliação temporal.



Figura 19 - Avaliação temporal de 1998 - 1999

Imagem Landsat V de 15/07/1999

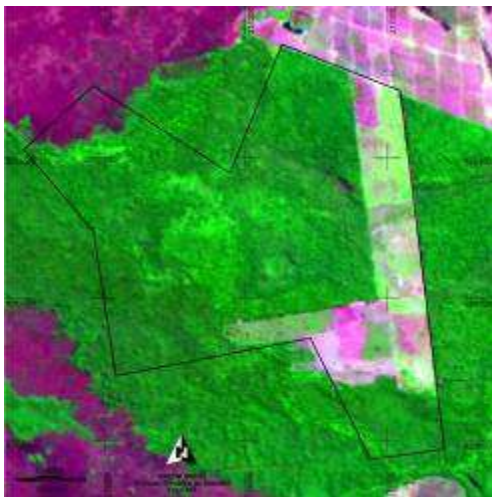


Imagem Landsat V de 17/07/2000

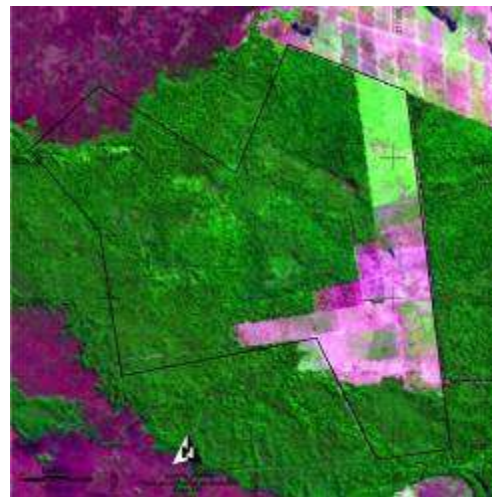
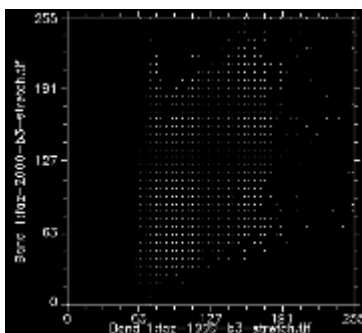
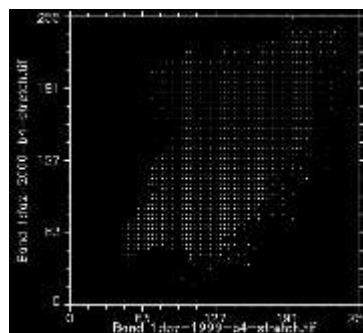


Figura 20 - Composição colorida RGB543 das imagens de 1999 e 2000

Banda 3



Banda 4



Banda 5

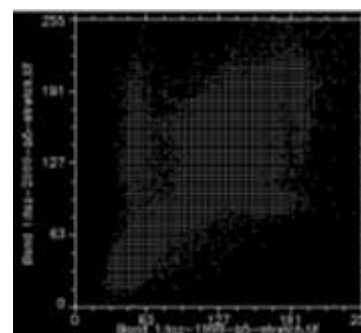


Figura 21 - Diagrama de pontos da imagem de 1999 (eixo X) e 2000 (eixo Y)

Conforme pode ser observado nos diagramas de pontos apresentados acima a banda que apresenta a menor correlação entre os anos de 1999 e 2000 é a banda 5. A aplicação do módulo **IMAGEDIFF** resultou em uma área de desflorestamento de 111,42 ha, 213,93 ha aonde foi realizada reforma de áreas de pastagens formadas em períodos anteriores e uma área de 76,41 ha que sofreu processo natural de regeneração (Figura 22).



Figura 22 - Avaliação temporal de 1999 - 2000

Avaliação de 2000 - 2001

A Figura 23 apresenta a composição colorida RGB543 da área da propriedade em estudo referente às datas de 17/07/2000 e 13/08/2001. A Figura 24, por sua vez, apresenta o diagrama de pontos das bandas 3, 4 e 5, com a qual foi definida a banda utilizada na avaliação temporal

imagem Landsat V de 17/07/2000

Imagem Landsat VII de 13/08/2001

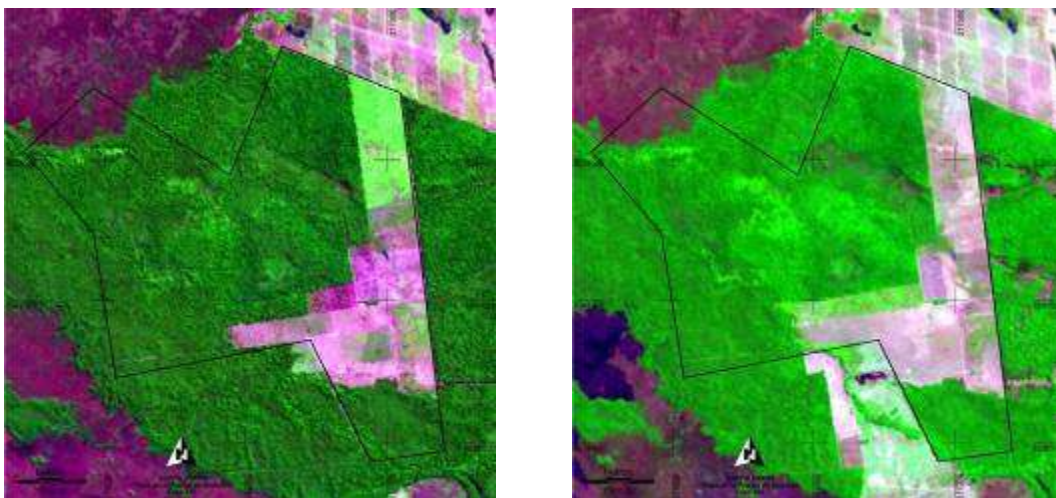


Figura 23 - Composição colorida RGB543 das imagens de 2000 e 2001

Banda 3

Banda 4

Banda 5

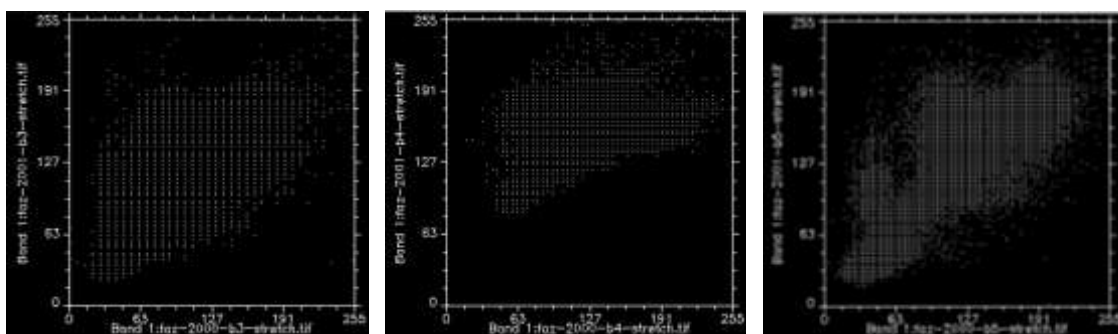


Figura 24 - Diagrama de pontos da imagem de 2000 (eixo X) e 2001 (eixo Y)

Conforme pode ser observado nos diagramas de pontos apresentados acima a banda que apresenta a menor correlação entre os anos de 2000 e 2001 é a banda 5. A aplicação do módulo **IMAGEDIFF** resultou em uma área de desflorestamento de 93,42 ha, 478,26 ha aonde foi realizada reforma de áreas de pastagens formadas em períodos anteriores e uma área de 34,47 ha que sofreu processo natural de regeneração (Figura 25).



Figura 25 - Avaliação temporal de 2000 - 2001

Tabela 3

Área desflorestada no período de 1992 - 2001

Período	Área Desflorestada (ha)	%
1992 - 1996	242,37	20,36
1996 - 1997A	372,15	31,26
1997A - 1997B	30,06	2,53
1997B - 1998	221,67	18,62
1998 - 1999	119,34	10,02
1999 - 2000	111,42	9,36
2000 - 2001	93,42	7,85
Total	1.190,43	100,00

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo tem a pretensão de realizar a síntese de todas as alterações no uso e cobertura da terra da propriedade estudada, principalmente no que se refere ao desflorestamento no período de 1992 a 2001. Com base nos resultados obtidos no capítulo anterior, a Tabela 3 e a Figura 26 apresentam a dinâmica da área desflorestada entre os anos de 1992 a 2001.

Conforme pode ser observado na tabela e figura acima, a área total desflorestada entre 1992 até 2001 foi de 1.190,43 ha, valor que corresponde a 27,83% da propriedade. Os 72,17% restantes da propriedade ainda mantém cobertura florestal nativa e, em menor proporção, algumas áreas de cerrado. O desflorestamento teve pico entre os anos de 1996 e 1997, período em que foram suprimidos 402,21 ha de floresta para a formação de pastagens. Após 1997, foi registrado um decréscimo gradativo na área desflorestada na propriedade.

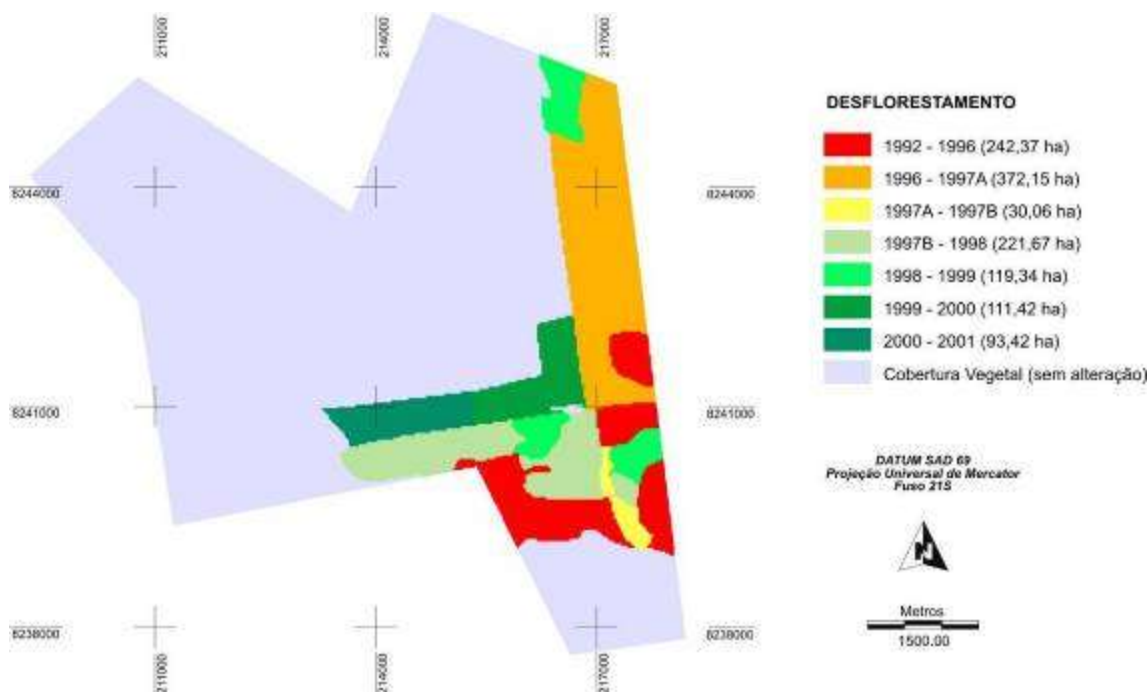


Figura 26 - Dinâmica do desflorestamento da propriedade entre os anos de 1992 a 2001.

Para as áreas em que foi registrado processo natural de regeneração de formações vegetais pioneiras e para as áreas em que foram realizadas reformas nas pastagens não houve possibilidade de gerar ilustrações e/ou mapas sínteses em virtude de algumas áreas terem regenerado e terem sido reformadas mais de uma vez durante o período de análise. A Tabela 4 apresenta a dinâmica das áreas regeneradas entre os anos de 1992 a 2001, enquanto a Tabela 5 apresenta a dinâmica da área de pastagem reformada entre os anos de 1992 a 2001.

Tabela 4
Áreas regeneradas no período de 1992 - 2001

Período	Área regenerada (ha)	%
1992 - 1996	66,42	9,65
1996 - 1997A	149,85	21,77
1997A - 1997B	46,26	6,72
1997B - 1998	161,73	23,50
1998 - 1999	153,09	22,24
1999 - 2000	76,41	11,10
2000 - 2001	34,47	5,01
Total	688,23	100,00

A diferença entre o valor das áreas regeneradas e das áreas reformadas está relacionada com as atividades de manutenção das pastagens formadas. Algumas áreas de pastagens foram reformadas mesmo sem ter ocorrido um processo de regeneração da vegetação ou este processo não foi perceptível pela análise realizada.

Os resultados obtidos mostraram que a metodologia empregada neste estudo, do ponto de vista da análise e aplicação, é muito eficaz para recuperar informações sobre alterações do uso e cobertura da terra que ocorreram em um período passado. Ao mesmo tempo é importante

destacar que a disponibilidade de imagens de satélite espaçadas no tempo contribui decisivamente para o estudo de fenômenos dinâmicos como o desflorestamento.

Um estudo, como o apresentado neste artigo, poderia alcançar resultados ainda mais satisfatórios para a compreensão da dinâmica do desflorestamento - formação de pastagens - regeneração - reforma, ou ainda, desflorestamento - formação de pastagens - reforma, com uma série temporal de imagens de satélite ainda mais refinada.

Tabela 5
Áreas reformadas no período de 1992 - 2001

Período	Área Reformada (ha)	%
1992 - 1996	0,00	0,00
1996 - 1997A	107,55	7,65
1997A - 1997B	44,28	3,15
1997B - 1998	247,50	17,60
1998 - 1999	314,91	22,39
1999 - 2000	213,93	15,21
2000 - 2001	478,26	34,01
TOTAL	1.406,43	100,00

REFERÊNCIAS

CAMARGO, F. F.; PEREIRA, G.; MORAES, E. C.; OLIVEIRA, L. G. L.; ADAMI, M. Análise multitemporal da evolução urbana e sua influência na modificação do campo térmico na Região Metropolitana de São Paulo para os anos de 1985, 1993 e 2003. in: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis-SC, INPE. **Anais**. São José dos Campos, 2007, p. 5127-5134.

EASTMAN, J. R. **Idrisi Kilimanjaro Help Contents**. Worcester, MA: Clark Labs University, 2006.

FEARNSIDE, P. M. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. **Environmental Conservation**, 28: 23 - 38, 2001.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazônica**. Vol. 36(3): 395 - 400, 2006.

GLCF (Global Land Cover Facility). **Geocover Technical Guide**. Produced by University of Maryland/USA. Disponível em: <<http://glcf.umiacs.umd.edu/data/guide/>>. Acesso em: 10/09/2007.

HUANG, C. TOWNSHEND, J. R. G.; XIWU, Z. HANSEN, M.; DEFRIES, R.; SOHLBERG, R. Detecting land cover changes based on their trajectories in the spectral space. In: Geosciences and Remote Sensing Symposium. Proceedings, IGARSS, **IEEE International**, vol. 5, 2000. 1984 - 1986.

HUETE, A. R. 1988. Adjusting vegetation indices for soil influences. **International Agrophysics**. 4 (4): 367 - 376, 1988.

ITT Visual Informations Solutions. **ENVI 4.4 Help**. Boulder, 2007.

LILLESAND, T. M.; KIEFEL, R. W. **Remote Sensing and image interpretation**. 2. Ed. New York: J. Wiley, 1987, 850 p.

MARTINS, M. B.; PRAXEDES, C. L.; SANTOS, R. M.; SILVA, A. A. R.; COSTA, J. E. A. Amazônia está mudando. **Ciência Hoje**, 40 (239): 38 - 43, 2007.

SANTOS, J. R. **Programa Amazônia** - Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite: 2000 - 2001. INPE: São José dos Campos, 2002, 23 p.

SOARES-FILHO, B. S.; ALENCAR, A. A.; NEPSTAD, D. C.; CERQUEIRA, G. C.; DIAZ, M. DEL C. V.; RIVERO, S.; SOLÓRZANO, L.; VOLL, E. Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: The Santarém-Cuiabá corridor. **Global Change Biology** 10(5): 745 - 764, 2004.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L.; CERQUEIRA, G.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; VOLL, E.; MCGRATH, D. Cenários de desmatamento para Amazônia. **Estudos Avançados** 19(54): 138 - 152, 2005.