

Uso de Imagens dos Satélites CBERS-2 e Landsat V para Mapeamento do Desflorestamento no Município de Ipixuna-AM – Uma Proposta de Metodologia para a Fiscalização Ambiental na Região Amazônica.

Marcos Henrique Brainer Martins
Sirleni Fernandes da Silva

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA
Escritório Regional de Cruzeiro do Sul – Acre
Rua Jaminauas, 1556 – Cruzeiro – Cruzeiro do Sul
marcos.martins@ibama.gov.br
sirleni.silva@ibama.gov.br

Abstract. This paper presents deforestation data year by year from 2002 to 2005 in the Ipixuna municipality located in southwest of the Amazon State, Brazil. It also describes the used methodology from the IBAMA-Cruzeiro do Sul to integrate previously given remote sensing data generated to the activities of field fiscalization. Images of the satellites Landsat and CBERS has been used to calculate the total area deforested in 2002 and from then on the annual increments up to 2005. The used method revealed efficient to optimize the field work increasing the agility and the reach of the actions of the IBAMA. The Ipixuna area presented an increase in the deforestation tax during the studied years and the accumulated deforested area in 2005 is of 11.117 hectares.

Palavras-chave: Amazon, remote sensing, Amazônia, Acre, desmatamento, IBAMA, sensoriamento remoto, processamento de imagens.

1. Introdução

A redução da cobertura vegetal natural e a conseqüente fragmentação dos ecossistemas florestais é um fenômeno global, atingindo a quase totalidade dos biomas. No caso das florestas tropicais, a fragmentação é particularmente grave, pois constitui um importante fator de empobrecimento biológico Pinheiro Junior et al (2005)

A região amazônica é considerada o bioma com a maior biodiversidade do planeta. Segundo Bickel (2004), estima-se que este bioma hospeda cerca de 55.000 espécies vegetais, 428 espécies de mamíferos, 3.000 de peixes e 2.000 de aves, representando um terço da biota brasileira e 5% da fauna e flora mundiais. Ao mesmo tempo, toda essa biodiversidade se baseia em um ecossistema frágil e qualquer alteração sofrida nesse sistema produz efeitos que afetam todo seu equilíbrio.

Becker (1997), argumenta que a partir do século XX, o processo de ocupação da Amazônia, caracterizou-se pela expansão da fronteira agrícola com padrões distintos de ocupação. Isso resultou em perfis heterogêneos de antropização em toda região.

Desde a década de 70 as políticas de governo quase sempre priorizaram a facilitação da ocupação da região amazônica pelo aumento da infra-estrutura e pelo assentamento de colonos em áreas florestais, o que causou um contínuo aumento da área desmatada apesar da flutuação das taxas deste aumento ano a ano (Cohenca, 2005)

O uso do Sensoriamento Remoto no estudo e monitoramento da região Amazônica é hoje imprescindível, devido às dificuldades naturais inerentes à região, o uso de técnicas de captação de dados remotamente permite realizar trabalhos em locais e épocas em que o acesso é difícil ou mesmo impossível em boa parte do ano.

As atividades descritas nesse trabalho fazem parte da Operação Desmate 2, integrante do Plano de Prevenção e Combate ao Desmatamento na Amazônia Legal, realizada pelo Escritório Regional do IBAMA em Cruzeiro do Sul/AC no ano de 2005.

O objetivo desse trabalho é quantificar o desflorestamento anual e acumulado ocorrido em uma área de estudo desde o ano de 2002 até 2005 e criação de um GIS que poderá servir de base para operações de fiscalização ambiental na área estudada. Essa metodologia tem como princípio a possibilidade de ser executável em outras unidades do IBAMA com o uso de poucos recursos.

2. Materiais e Método

A área escolhida foi o município de Ipixuna, que possui área de 12.044 Km² e 11.120 habitantes, está localizado na região sudoeste do Estado do Amazonas na bacia do Rio Juruá e sua vegetação é basicamente composta de floresta ombrófila densa (**Figura 1**).

A primeira etapa do trabalho consistiu na aquisição das cenas necessárias para o estudo, trabalhou-se com cenas Landsat V para a quantificação do desflorestamento de 2002, definido como T-0, até o ano 2003 Para os anos de 2004 e 2005 utilizou-se cenas CBERS-2, todas as imagens foram fornecidas pelo INPE. As cenas Landsat V utilizadas foram a 005-065 com passagens em 30/07/2002 e 25/07/2003, as cenas CBERS-2 utilizadas foram a 184-108 com passagens em 10/08/2004, 18/06/2005 e 14/07/2005.

As composições coloridas foram geradas com as bandas 5(R), 3(B) e 4(G) para as cenas e Landsat e 2(R), 3(B) e 4(G) para as cenas do CBERS-2. Vários são as opções de softwares para a criação dessas composições coloridas RGB que vão desde do tradicional ENVI a até mesmo o conhecido Photoshop. Uma opção bastante acessível é o uso do SPRING disponibilizado gratuitamente no site do Inpe.

Após a criação das composições RGB, partiu-se para a o registro das imagens. Foi utilizada a transformação por afinidade (polinômio do primeiro grau) tendo como base o mosaico georreferenciado gerado a partir das imagens TM/Landsat Ortorectificadas, bandas TM 7,4,2 combinadas com a pancromática, com resolução espacial de 14,25m, construído pela NASA, que segundo Mello et al.(2004) pode ser utilizada como única base de referência para georreferenciamento de imagens de satélite principalmente em áreas do território brasileiro de difícil acesso, como a Amazônia Legal, onde não existem documentos cartográficos atualizados ou em escalas superiores a 1:250.000. Aqui optou-se pelo uso do modulo ArcMap 8.3 do ArcGIS da ESRI, mas o SPRING também realiza esta função muito bem.

Em seguida, foi realizado o mapeamento visual das áreas desmatadas incluindo nessa classe tanto as áreas de pasto como de lavoura e excluindo a zona urbana e cursos d'água. Apesar de demandar maior tempo quando se trabalha com interpretação visual, optou-se por essa técnica devido a maior precisão que ela pode fornecer uma vez que é possível incorporar nessa interpretação critérios complexos.

Esse mapeamento foi iniciado nas cenas Landsat V do ano de 2002, o que gerou polígonos de desmatamentos chamados de T-0 arquivados em formato shape. A partir daí, esses polígonos foram plotados nas imagens do ano seguinte, 2003, e as áreas de desmatamentos que não estavam encobertas pelos polígonos iniciais foram mapeadas como novos desmates, ou seja, incrementos de desmatamentos. Os polígonos desse incremento também foram arquivados em formato shape (.shp). O processo foi repetido, nas cenas dos anos seguintes até 2005. Ao fim, foi gerado então, o mapeamento do desflorestamento ano a ano para a região, sendo possível estratificar uma série de informações a partir do GIS criado.

Como passo seguinte, para cada polígono gerado foi criado um centróide contendo suas coordenadas geográficas, a área em hectares e um identificador (ID) para cada polígono e gerado como produto final um mapa síntese com todas as informações (**Figura 2**). Esse arquivo criado em shape foi importado pelo software TrackerMaker® Pro 3.8 para poder ser convertido no formato gtm e assim poder ser descarregado nos aparelhos GPS utilizados em campo.

De posse dessas informações, que também foram organizadas em um planilha (**Tabela 1**) a equipe de fiscalização partiu a campo. O grande diferencial, em se tratando da atividade fiscalizatória, é que a equipe já sabia “o que procurar e onde procurar” uma vez que as áreas já estavam dimensionadas e georreferenciadas, cabendo apenas a identificação do responsável.

Sendo identificado o responsável o mesmo era autuado e posteriormente era anexado ao auto de infração um mapa de constatação do dano ambiental (**Figura 3**)

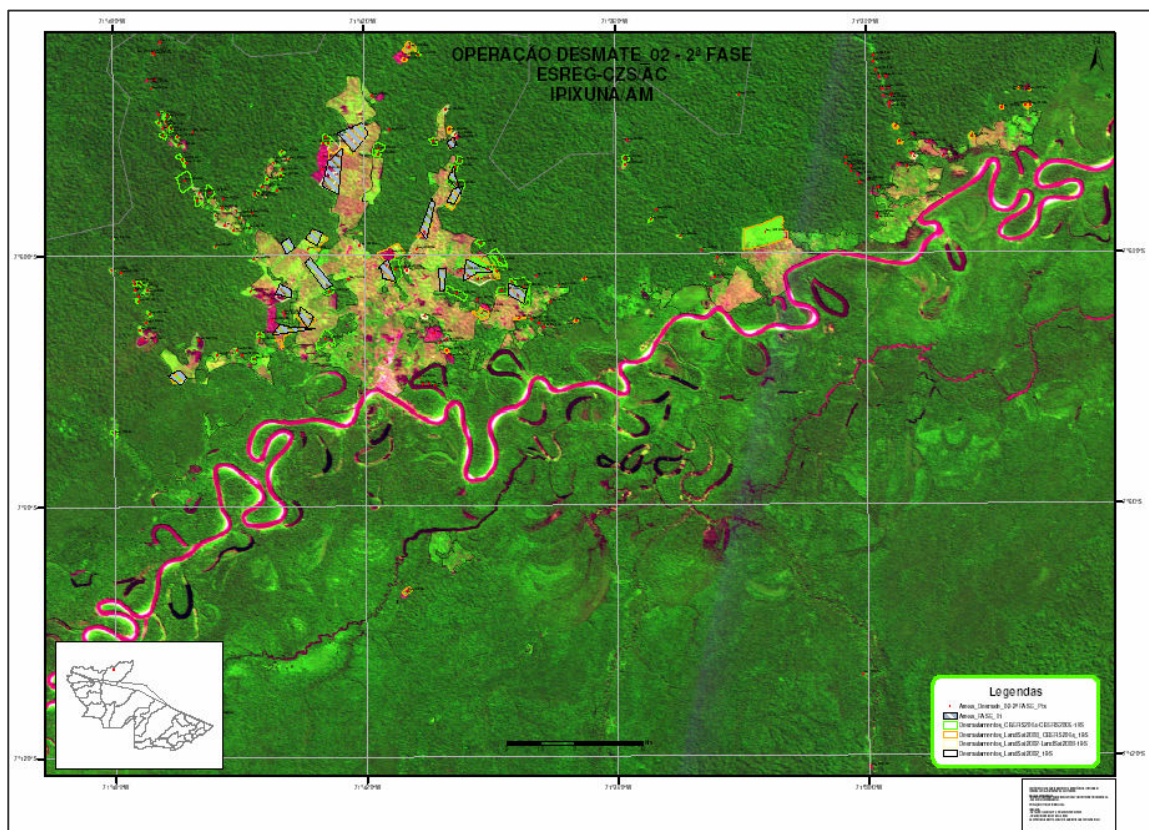


Figura 1 – Localização da área de estudo, município de Ipixuna – AM, imagem CCD/CBERS 184/108 de 2005.

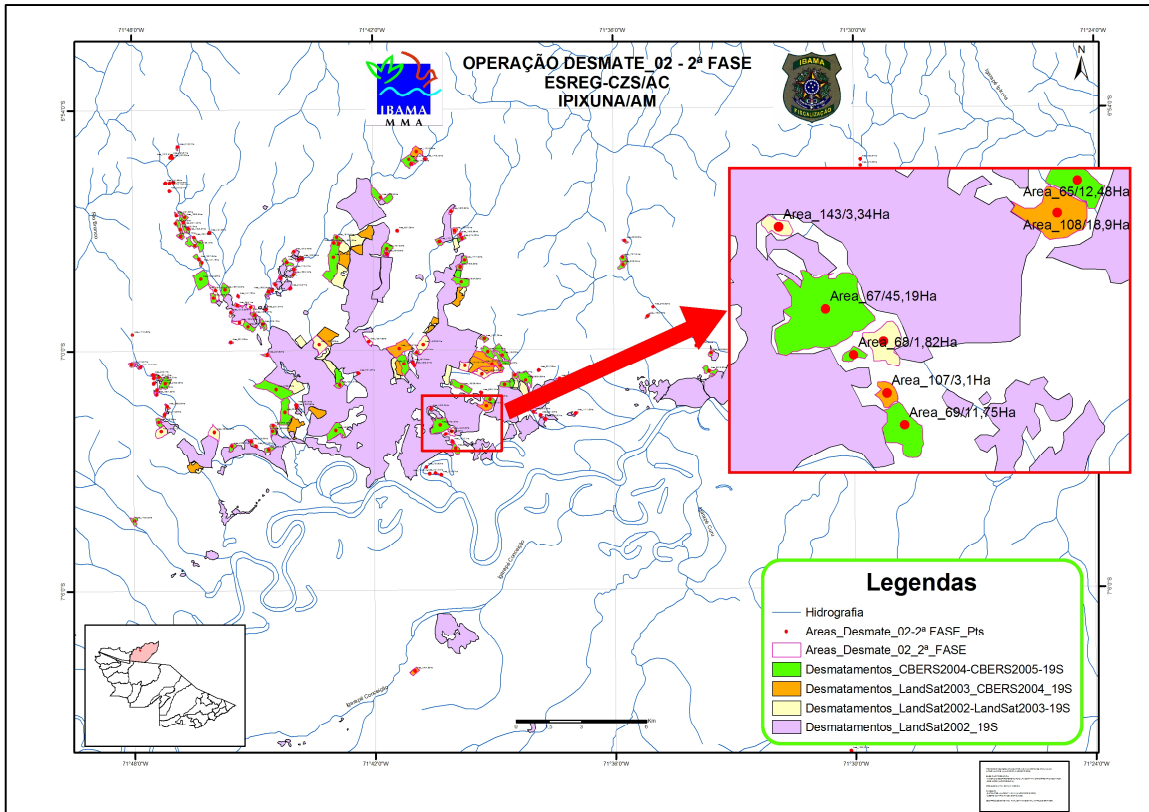


Figura 2 – Mapa síntese com desmatamento acumulado até 2002 e incrementos ano a ano até 2005 no município de Ipixuna – AM.

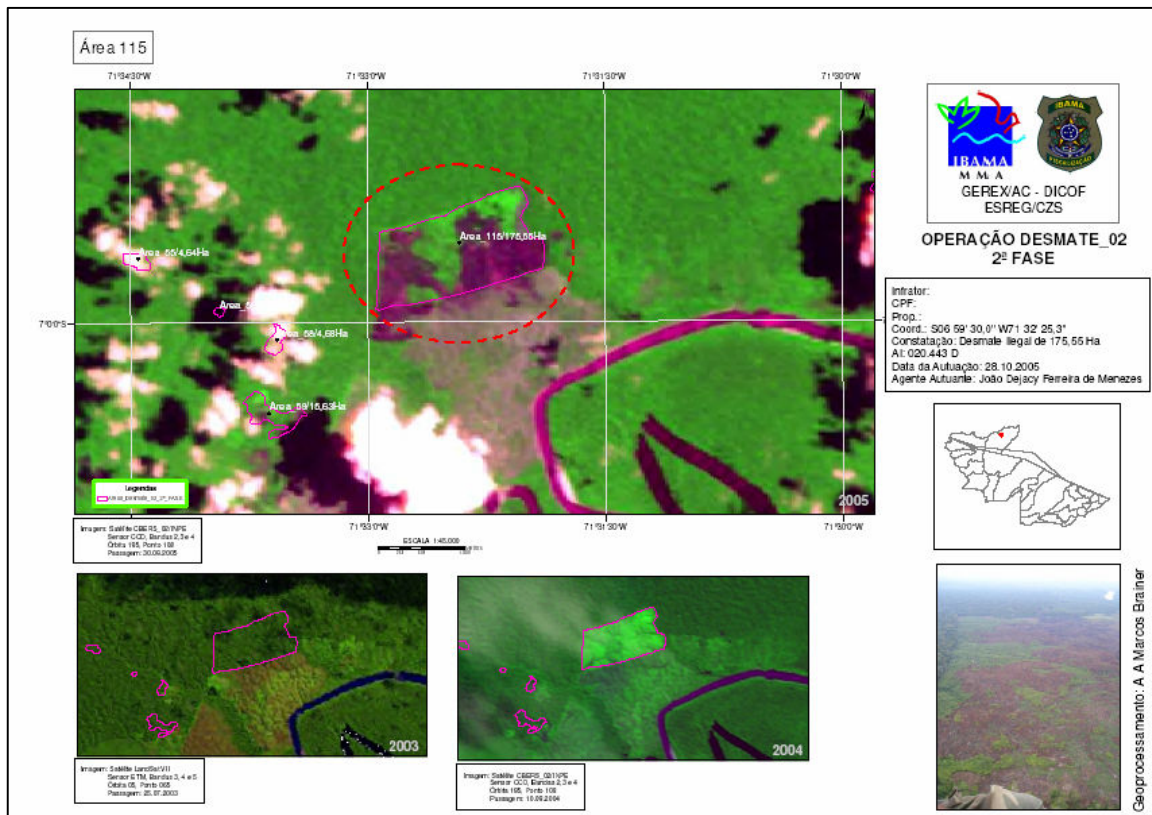


Figura 3 – Exemplo de mapa que acompanha os autos de infração lavrados na operação mostrando o desmatamento ocorrido, as coordenadas da área e o registro fotográfico.

OPERAÇÃO DESMATE_02-2ªFASE

IPIXUNA-AM

RELAÇÃO DAS ÁREAS DESMATADAS - 2002 A 2005

Por Ordem Crescente de Índice					Por Ordem Crescente de Tamanho de Área				
COORDENADAS GEOGRÁFICAS					COORDENADAS EM UTM				
ID	NOME	AREA_HA	Latitude	Longitude	ID	NOME	AREA_HA	EASTING	NORTHING
196	Area_01	2,21	-06 54' 54,5"	-71 46' 51,6"	292	Area_93	0,32	222,846	9,229,696
197	Area_02	0,61	-06 55' 07,7"	-71 47' 01,2"	284	Area_85	0,34	224,900	9,232,495
222	Area_27	22,05	-07 00' 58,8"	-71 44' 25,9"	275	Area_76	0,97	224,059	9,234,208
223	Area_28	46,55	-07 01' 32,8"	-71 44' 13,3"	469	Area_152	1,02	193,415	9,230,579
224	Area_29	1,80	-07 01' 21,9"	-71 43' 56,2"	479	Area_162	1,04	199,843	9,230,315
254	Area_59	15,63	-07 00' 34,3"	-71 33' 37,7"	199	Area_04	1,96	192,092	9,233,074
255	Area_60	1,38	-07 00' 31,6"	-71 37' 52,9"	466	Area_137	2,00	192,576	9,231,201
291	Area_92	1,72	-06 57' 56,5"	-71 29' 01,8"	371	Area_147	2,92	225,871	9,229,733
292	Area_93	0,32	-06 57' 43,9"	-71 30' 29,9"	321	Area_114	3,03	203,416	9,233,982
293	Area_94	0,79	-06 57' 53,1"	-71 30' 28,9"	310	Area_107	3,10	205,304	9,221,180
305	Area_106	5,97	-06 59' 06,8"	-71 44' 58,5"	467	Area_149	3,97	193,138	9,230,961
310	Area_107	3,10	-07 02' 17,7"	-71 40' 02,6"	246	Area_51	4,08	207,514	9,224,672
311	Area_108	18,90	-07 01' 24,7"	-71 39' 12,0"	220	Area_25	4,10	195,414	9,227,432
326	Area_119	2,22	-06 56' 33,5"	-71 26' 45,1"	240	Area_45	4,88	202,271	9,229,833
327	Area_120	0,54	-06 56' 05,9"	-71 26' 21,1"	483	Area_166	5,07	191,803	9,224,112
471	Area_154	42,96	-06 58' 13,2"	-71 46' 17,9"	497	Area_180	9,41	200,128	9,223,760
472	Area_155	9,37	-06 58' 41,3"	-71 45' 59,4"	210	Area_15	9,49	197,671	9,229,441
473	Area_156	18,02	-06 58' 29,4"	-71 45' 41,9"	504	Area_187	11,19	207,694	9,223,804
509	Area_192	22,18	-07 00' 52,7"	-71 44' 43,7"	374	Area_150	57,95	207,124	9,224,758
510	Area_193	25,00	-07 01' 04,5"	-71 44' 15,2"	322	Area_115	175,55	219,320	9,226,413
	Soma	241,33				Soma	302,39		

Tabela 1 – Parte da planilha geral com as informações sobre os polígonos de desmatamento repassada à equipe de campo.

3. Resultados e Discussão

Essa atividade resultou na mensuração do desmatamento acumulado no município de Ipixuna até o ano de 2002, os desmatamentos posteriores realizados ano a ano até 2005 e a quantificação da área desmatada total do município até 2005 (Tabela 2 e Gráficos 1 e 2).

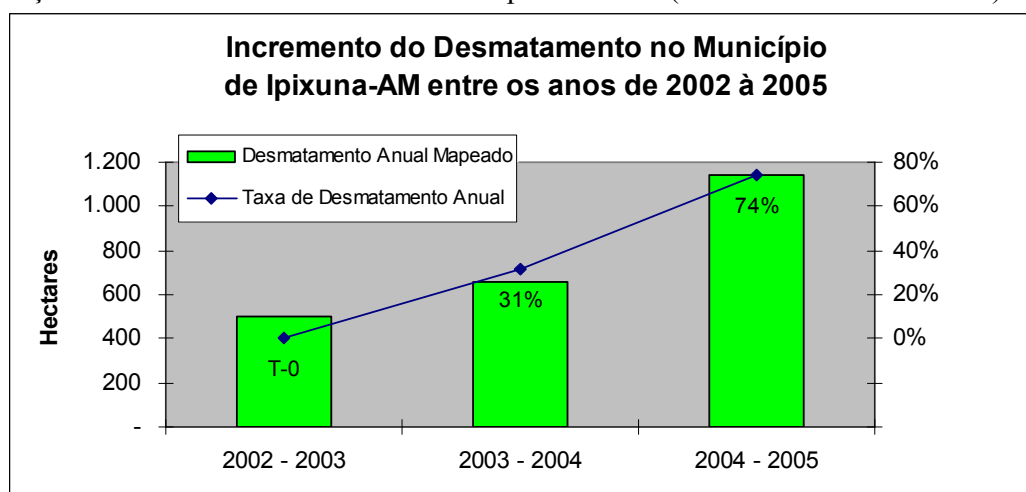


Gráfico 1 – Área desmatada e taxa de desmatamento anual no município de Ipixuna-AM entre os anos de 2002 a 2005.

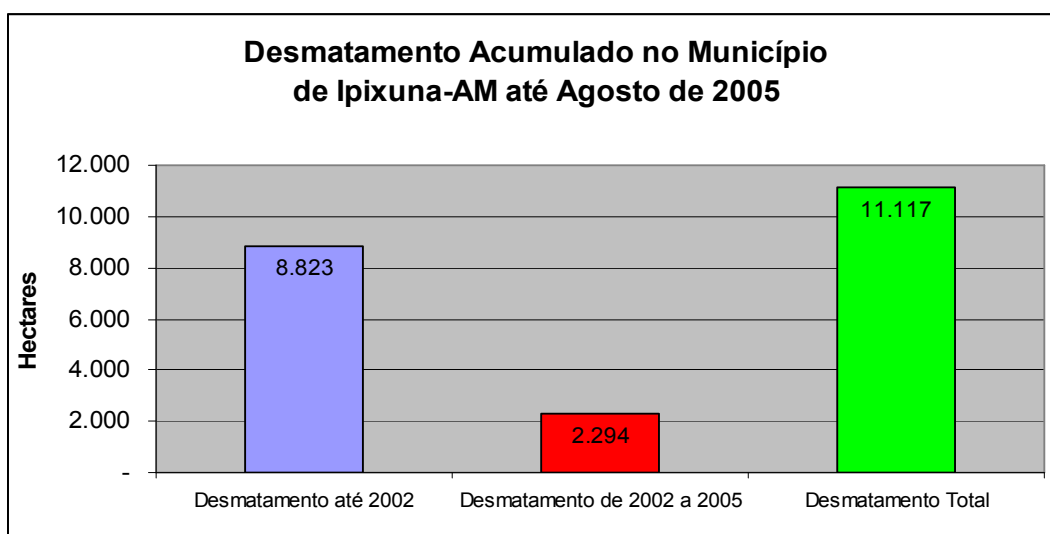


Gráfico 2 – Desmatamento acumulado no município de Ipixuna-AM até 2002 e de 2002 até 2005 e desmatamento total do município até 2005

Tabela 2 – Desmatamentos mapeados no município de Ipixuna-AM até 2005

IPIXUNA - DESMATAMENTO	ÁREA (Ha)
ACUMULADO ATÉ 2002	8.823,18
INCREMENTO 2002 - 2003	498,71
INCREMENTO 2003 - 2004	654,85
INCREMENTO 2004 - 2005	1117,46

Com essas informações, as equipes de campo conseguiram alcançar 74,5% dos polígonos mapeados para fiscalização (Tabela 03), puderam também, com maior precisão e rapidez, autuar os responsáveis pelos desmatamentos ilegais.

Tabela 3 – Números da Operação de Fiscalização Desmate-2 realizada em Ipixuna-AM

AUTUAÇÕES OPERAÇÃO DESMATE-2	ÁREA (Ha)
DESMATAMENTO MAPEADO ENTRE 2002 A 2005	2.148,43
ÁREA AUTUADA EM ANOS ANTERIORES	535,09
ÁREAS POTENCIALMENTE AUTUÁVEIS	1.613,34
ÁREA AUTUADA NA OPERAÇÃO	1.201,89

4. Conclusão

A metodologia exposta nesse trabalho pode facilmente ser replicada em outras regiões da Amazônia, e excetuando-se os custos para a instalação de um laboratório de geoprocessamento, os recursos humanos e financeiros necessários para sua execução são baixos, visto que com o uso de imagens CBERS não há custos periódicos com obtenção de imagens e o trabalho de poucos técnicos é suficiente para monitorar extensas áreas.

Dessa forma, o planejamento e execução das ações de monitoramento e controle ambiental do IBAMA ficam facilitados em áreas em que tenham sido produzidos um banco de dados georreferenciado e sistematizado do histórico de desflorestamento local, conforme descrito neste estudo.

Na Operação Desmate 2, a utilização das ferramentas de sensoriamento remoto aumentou significativamente a eficiência e alcance da fiscalização ambiental, e com a análise das imagens de 2002 a 2004 houve o resgate dos dados sobre os desmatamentos ilegais desse período que não haviam sido detectados em anos anteriores e que foram então identificados e os responsáveis autuados.

5. Agradecimentos

Agradecemos ao INPE, na pessoa da Engenheira Cartógrafa Eliana Kalil pela disponibilização das imagens LandSat utilizadas nesse trabalho.

Agradecemos aos colegas do IBAMA de Cruzeiro do Sul/AC e Eirunepé/AM que participaram da operação DESMATE-2.

6. Referencias Bibliográficas

Becker, B. K. **Amazônia**. 5 ed. São Paulo: Editora Ática, 1997. 112 p.

Bickel, U. **Brasil: Expansão da soja, conflitos sócio-ecológicos e segurança alimentar**. Bonn, Alemanha, 2004. 169f. Tese (Mestrado em Agronomia Tropical) - Faculdade de Agronomia, Universidade de Bonn.

PINHEIRO JÚNIOR, José de Ribamar; SILVA, Paulo Amorim da; COSTA, Lizit Alencar; BARROS, Solange. Classificação da cobertura do solo por meio de imagem CBERS na área do entorno da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus-AM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. (SBSR), 16-21 abr. 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Comunicações, p. 1063-1066. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível na biblioteca digital *URLib*: <<http://marte.dpi.inpe.br/rep-/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.11.18.43>>. Acesso em: 10 nov. 2006.

NASA. Earth Science Applications Directorate-MrSid Image Server. Disponível em <<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid>>.

Cohenca, D. **A expansão da fronteira agrícola e sua relação com o desmatamento detectado em imagens Landsat TM e ETM+ na região norte da BR-163, Pará entre os anos de 1999 a 2004**. Lavras, MG, 2005. 23f. Monografia (Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Florestais) - FAEPE, UFLA. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/flona_tapajos/download.php?id_download=136>. Acesso em: 06 jul. 2006.

MELLO, Eliana Maria Kalil; MOREIRA, José Carlos; FLORENZANO, Teresa Gallotti; SOUZA, Íris de Marcelhas e. **O uso de imagens CBERS no monitoramento do desflorestamento da Amazônia Brasileira.** In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 12. (SBSR), 16-21 abr. 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 1313-1320. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Publicado como: INPE-12633-PRE/7925. Disponível na biblioteca digital *URLib*: <<http://martedpi.inpe.br/rep-/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.12.16.06>>. Acesso em: 01 nov. 2006.

ESPINDOLA, Giovana Mira de; CRUSCO, Natalia de Almeida; EPIPHANIO, José Carlos Neves. **Aplicação da metodologia do PRODES digital em imagens CCD/CBERS-2.** In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 12. (SBSR), 16-21 abr. 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 923-930. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível na biblioteca digital *URLib*: <<http://martedpi.inpe.br/rep-/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.17.44>>. Acesso em: 10 nov. 2006.

INPE-DPI (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Divisão de Processamento de Imagens). **SPRING - Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas, Manual do Usuário**, São José dos Campos, 2004. (<http://www.dpi.inpe.br/spring>).