

Análise multitemporal da cobertura florestal do município de Eldorado dos Carajás, PA

Miriam Rodrigues da Silva¹
Júlio Ferreira da Costa Neto²

¹Instituto Nacional de Meteorologia – INMET
Laboratório de Análise e Tratamento de Imagens de Satélites (LATIS)
Eixo Monumental, Via S1, Campus do INMET – 70630-900, Brasília, DF, Brasil
miriam.silva@inmet.gov.br

²Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBIO
EQSW 103/104, Bloco “C”, Complexo Administrativo, Setor Sudoeste - 70.670-350 Brasília, DF, Brasil
julio.costa-neto@icmbio.gov.br

Abstract: The Amazon forest remained intact until the 1970s. With the expansion of the road mesh and the opening of roads like Transamazônica, deforestation rates have increased, with the peak in 1991, because of changes related to the economy. Historically the exploration of forest through deforestation occurs for different reasons: agriculture, livestock, urbanization, industrialization, extraction of the natural resources such as timber, mining and others. The objective of this study is to perform a multitemporal analysis of Eldorado dos Carajás, a Brazilian municipality of Pará state, in order to detect changes in forest cover and monitor the processes of deforestation. Satellite images Landsat5 (TM) of the years 1984, 1990, 1995, 2000, 2005 and 2010 were used. For digital processing of the images Principal Component analysis was applied and the minimum distance method was used in the supervised classification. By applying multitemporal analysis in Eldorado dos Carajás, it was possible to detect changes in forest cover and monitor the advance of deforestation. The study showed that the city experienced an accelerated process of occupation from different socioeconomic factors, mainly, by the advance of extensive livestock. The study found that the deforested area increased from 7.35% in 1984 to 88.96% in 2010, demonstrating that there is an intensification of livestock in the region.

Palavras-chave: deforestation, multitemporal analysis, principal component analysis, desmatamento, análise multitemporal, análise de principais componentes

1. Introdução

A floresta amazônica esteve intacta até o início da década de 1970. Com a expansão da rede de estradas e a abertura de rodovias como a Transamazônica, os índices de desmatamento vêm aumentando o pico a partir de 1991 devido às mudanças relacionadas à economia (FEARNSIDE, 2005). Fearnside (2006) destaca que estas mudanças incluem um pico de desmatamento em 1995, resultante do Plano Real e uma queda em 2005, resultante das taxas de câmbio desfavoráveis para exportação, associado com a “operação Curupira” que reprimiu os crimes ambientais na Amazônia como, a exploração de madeira ilegal em Mato Grosso, junto com a criação de reservas e uma área interdita no Pará após o assassinato da Irmã Dorothy Stang.

Historicamente a exploração da floresta por meio do desmatamento se dá por várias razões de uso do solo: agricultura, pecuária, urbanização, industrialização, extração dos recursos naturais como a madeira, mineração entre outros. Segundo Rivera et. al. (2009) a pecuária bovina é o uso do solo mais importante em todos os Estados do Bioma Amazônico, sendo uma atividade que apresentou crescimento em todos os Estados, o que torna a criação de gado a atividade econômica de maior impacto em toda a região.

Dessa forma, a pecuária bovina está fortemente associada com o desmatamento na Amazônia. Sendo assim, as fazendas de médio e grande porte são responsáveis por cerca de 70% das atividades de desmatamento. O comércio da carne bovina é uma das fontes de renda que faz com que o desmatamento seja lucrativo (FEARNSIDE, 2005).

Segundo Dias-Filho (2010), a expansão da pecuária na região Norte do Brasil nos últimos 10 anos é crescente e abriga cerca de 20% do rebanho bovino nacional, sendo considerada a mais importante fronteira agrícola para produção de gado no país. Nessa região, o estado do

Pará contribui com 42% do rebanho regional (16,24 milhões de cabeças), destacando-se como modelo dessa fronteira.

Diante desse quadro, a pecuária brasileira tem recebido pressões de entidades nacionais e internacionais quanto ao desmatamento e à ocupação dessas terras para pastagens. Para dar transparência a essa questão o Governo criou um programa para avaliação e acompanhamentos periódicos da ocupação da pecuária no estado do Pará (FIGUEIREDO et al, 2011).

Dessa forma, o mapeamento e monitoramento do uso da terra se tornam importante, pois permite avaliar e quantificar as alterações provocadas pela ação do homem sobre os recursos naturais. Neste contexto, Alencar et al. (1996), Carvalho Júnior et al. (2005), Gomes-Loebmann et al. (2005), Barbosa Junior e Almeida (2010), Pinagé et al. (2011), usaram a análise multitemporal para detectar as mudanças causadas pelo desmatamento para o uso e ocupação do solo.

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise multitemporal no município de Eldorado dos Carajás, PA, para detectar mudanças na cobertura florestal e monitorar os processos de desmatamento.

2. Área de Estudo

O município de Eldorado dos Carajás está localizado na região sudeste do Pará. Limita-se ao Norte com município de Marabá, a Leste com São Geraldo do Araguaia e Piçarra, ao Sul com Piçarra e a Oeste com Curionópolis (**Figura 1**). Possui cerca de 295.877 hectares de extensão territorial.

A vegetação é caracterizada pela formação de floresta densa em relevo aplainado e relevo acidentado, pela floresta aberta mista e floresta aberta latifoliada. Ao longo das margens dos rios e igarapés encontram-se pequenas faixas de floresta de galeria (IDESP/SEPOF, 2011).

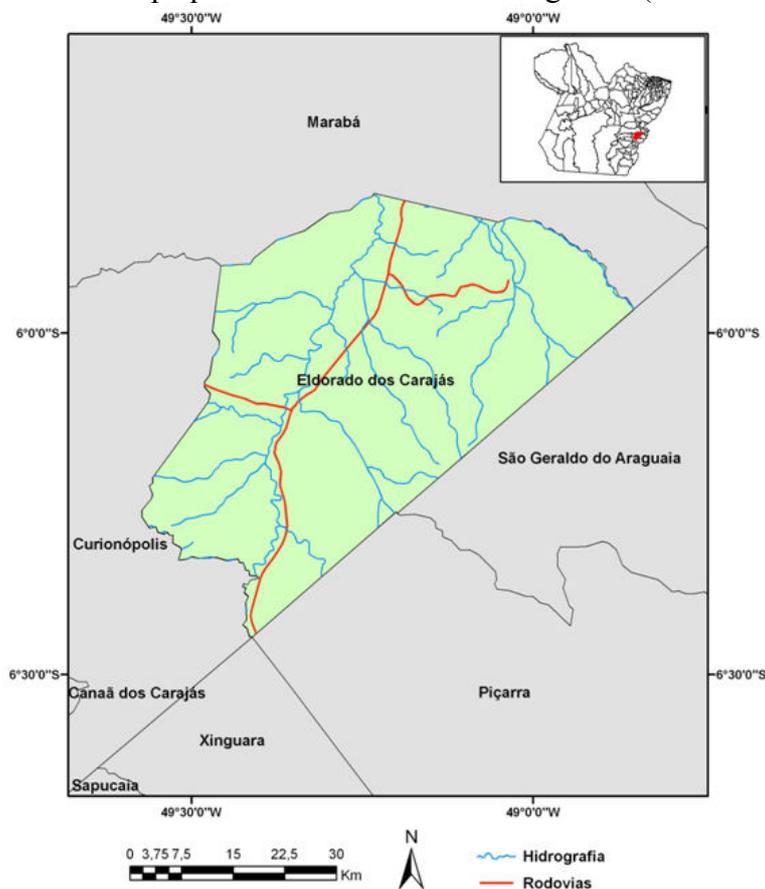


Figura 1 – Localização da Área de Estudo

3. Metodologia

Para a área estudada foram utilizadas imagens do satélite Landsat5 (TM), órbita/ponto 223/64, relativos aos anos de 1984, 1990, 1995, 2000, 2005 e 2010. Foram utilizadas as bandas espectrais 3, 4 e 5 do satélite em função das mesmas possuírem características que facilitam a identificação das principais classes de uso do solo. Essas imagens foram corrigidas geometricamente na função do georreferenciamento do ArcGis 9.3. O registro foi realizado no Sistema de Coordenadas Geográficas (SCG) e *datum* WGS84 com base em imagens GeoCover.

Em seguida realizou-se o corte da cena nos limites do município, já que uma cena do sensor era suficiente para cobrir o mesmo. Este procedimento foi realizado no ENVI 4.4.

Para o processamento digital da imagem foi utilizado análise de componentes principais (APC) que é um método estatístico utilizado para fazer correlações entre imagens de satélite. Segundo Moreira (2011) o uso de componentes principais reduz a dimensionalidade dos dados, condensando as informações espectrais dos alvos, contidas em várias bandas do espectro eletromagnético, num número reduzido de bandas transformadas, sem perdas das informações. Para Rosa (2003) o uso da APC tem sido usado como meio de compactação de dados. Para um conjunto típico de bandas de imagem multiespectral, é comum descobrir que as duas ou três componentes são capazes de explicar virtualmente toda a variabilidade original nos valores de reflectância.

Em seguida utilizou-se a classificação das imagens das principais componentes. Aplicou-se a técnica de classificação de mínima distância que é um procedimento de classificação supervisionado, que utiliza a distância para associar um pixel a determinada classe, dessa forma, cada pixel é incorporado a um agrupamento (classes temáticas), a partir da análise da medida de similaridade de distância euclidiana (ROSA, 2003; MOREIRA, 2011).

Após a classificação da imagem, foi realizada a edição dos polígonos, corrigindo-se os erros ou confusões ocorridos durante o processo de classificação digital da imagem. Em seguida fez-se a edição final do mapa. Todo o processamento de classificação das imagens foi realizado no *software* ENVI 4.4 e o de edição no ARGIS 9.3.

Durante o processamento das imagens gerou-se uma máscara (**Figura 2**) posterior à classificação a fim de criar uma série temporal do desmatamento, objetivando mensurar as áreas desmatadas em cada ano estudado.

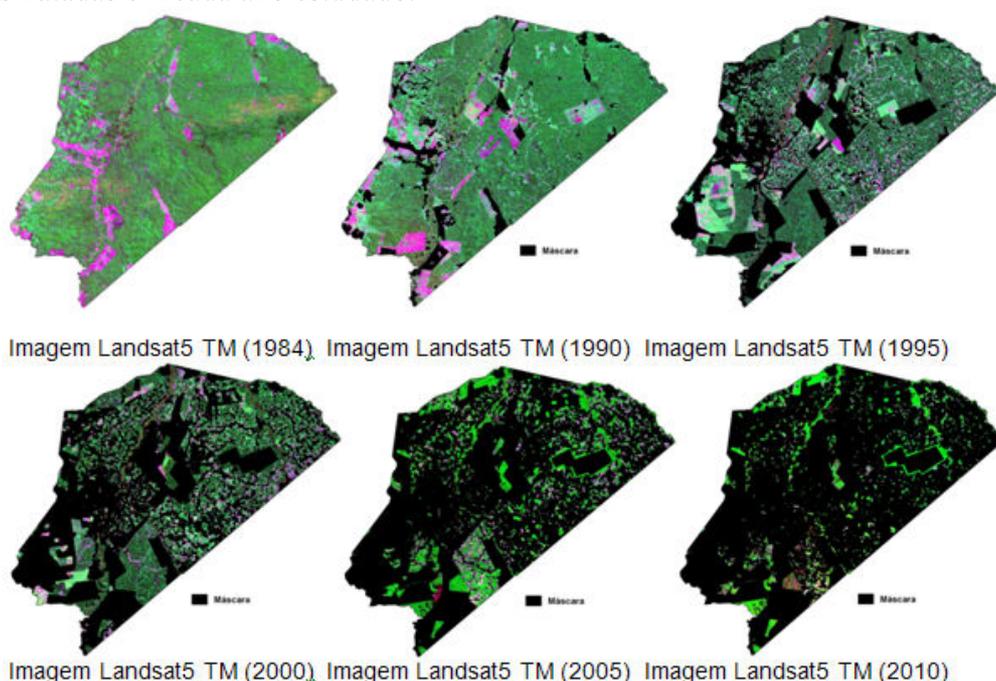


Figura 2 – Aplicação das máscaras nas imagens Landsat5 TM

4. Resultados e Discussão

Como resultados da aplicação da metodologia, obtiveram-se os mapas para os anos de 1984, 1990, 1995, 2000, 2005 e 2010 (**Figura 3**). A análise revelou que existiu uma tendência clara de expansão do desmatamento em Eldorado dos Carajás nos últimos 26 anos. A **Tabela 1** apresenta a síntese dos resultados obtidos a partir da análise multitemporal das imagens de satélite e destaca que 88,96% da área do município já foram desmatadas.

Tabela 1 - Desmatamento detectado em Eldorado dos Carajás entre 1984 e 2010

Ano	Total da área desmatada (ha)	%*	Soma da área desmatada ao longo do período	% **
1984	21.746	7,35	21.746	7,35
1990	52.725	17,82	74.472	25,17
1995	69.689	23,55	144.161	48,72
2000	58.027	19,61	202.188	68,34
2005	38.228	12,92	240.416	81,26
2010	22.799	7,71	263.215	88,96
Área total do Município	295.877			

* da área desmatada ao longo do período

** em relação a área do município

A **Tabela 1** aponta o primeiro resultado correspondente à análise da imagem do ano 1984, onde se observa que a alteração da cobertura natural da vegetação era 21.746 hectares, representando 7,35% da área total do município. De 1984 a 1990 desmatou-se uma área de 52.725 hectares, onde perdeu-se 17,82% da floresta original, somando-se 74.472 hectares, o que representa 25,17% da área municipal desmatada.

De 1990 a 1995 a floresta perdeu 69.689 hectares, sendo desmatadas 23,55% da área do município, acumulando-se 144.161 hectares que corresponde a 48,72% da área total do município. De 1995 a 2000 foram desmatados 58.027 hectares, que representa 19,61% da área municipal, aumentando para 202.188 hectares equivalentes a 68,34% da área do município.

Do período de 2000 a 2005 a floresta perdeu 38.228 hectares, sendo 12,92% da área total do município, acumulando-se 240.416 hectares, correspondendo a 81,26% do município. De 2005 a 2010 foram desmatadas uma área de 22.799 hectares, equivalente a 7,71% do município, totalizando 263.215 hectares, representando 88,96% da área municipal.

O resultado do estudo do PRODES (INPE, 2011) apontou que o município de Eldorado dos Carajás já perdeu 90,85% da cobertura vegetal original. Comparando os dados deste estudo verifica-se que foram utilizadas metodologias diferentes e isto explica a variação dos resultados.

Na **Figura 4** observa-se os níveis de desmatamento ao longo dos 26 anos. Segundo Fearnside (2005) antes de 1987 os incentivos fiscais foram um forte condutor para o desmatamento e os índices de desmatamento eram considerados altos. Enfatiza que a recessão econômica brasileira explica a queda dos índices de desmatamento de 1987 até 1991. Em março de 1990 o presidente da república Fernando Collor de Melo havia confiscado as contas bancárias, e o dinheiro foi sendo liberado em pequenas prestações e assim, muitos fazendeiros foram impossibilitados de usar recursos para investir em desmatamentos.

Fearnside (2005) destaca que o pico no desmatamento de 1995 foi um reflexo da recuperação econômica do Plano Real que aumentou a disponibilidade de capital e as eleições municipais de 1994, também, resultaram no aumento do crédito agrícola. A queda posterior a 1996 foi uma consequência lógica do Plano Real que cortou de forma brusca o índice de inflação.

As variações na taxa de desmatamento com os fatores macroeconômicos é uma indicação que a maior parte desse desmatamento esta associada àqueles que investem em fazendas médias e grandes para criação de gado (Fearnside (2005).

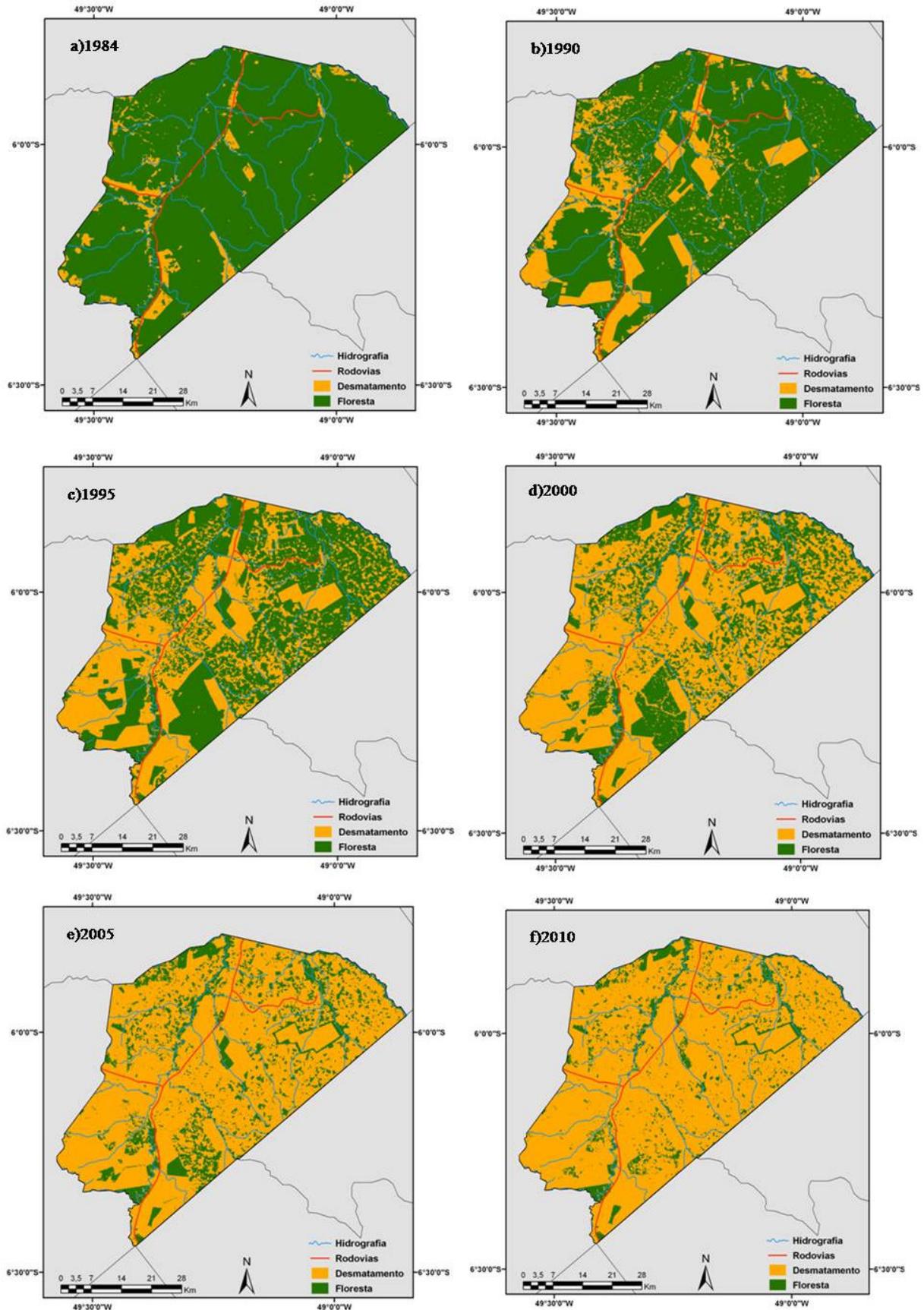


Figura 3 – Evolução do desmatamento em Eldorado dos Carajás.

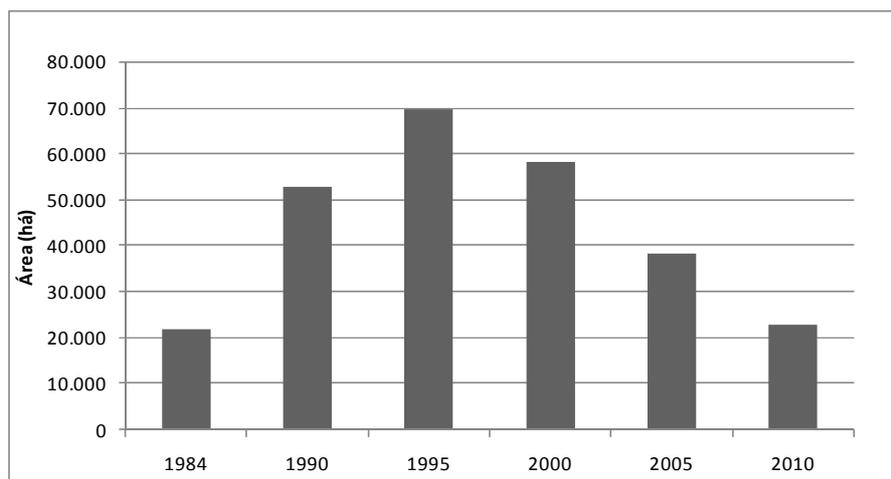


Figura 4 – Desmatamento detectado no período de 1984 a 2010

Na **Tabela 2** pode-se comparar a área colhida de lavoura temporária com os principais produtos agrícolas produzidos em Eldorado dos Carajás no período de 1997 a 2009. Verifica-se que a área colhida é pequena em relação ao tamanho das áreas desmatadas. Observando o número de cabeças de gado no período de 1997 a 2009, constata-se que o município é um grande produtor de carne bovina. Segundo Smeraldi e May (2008) a taxa de lotação média em área de pastagem é de 1,4 cabeça/hectare. O que leva a dizer que a maioria do desmatamento na área de estudo é destinada para a criação de gado.

Tabela 2 - Área colhida de lavoura temporária, número de cabeça de gado e população estimada em Eldorado dos Carajás

Anos	Área Colhida (ha)	Bovinos (cabeça)	População (hab)
1996			18.393
1997 ⁽¹⁾	3.610	73.200	20.083
1998 ⁽¹⁾	3.232	77.000	21.506
1999 ⁽¹⁾	5.730	80.000	22.932
2000	8.869	84.000	29.608
2001 ⁽¹⁾	9.200	88.600	31.806
2002 ⁽¹⁾	7.070	125.000	33.424
2003 ⁽¹⁾	8.480	133.000	35.195
2004 ⁽¹⁾	8.480	271.113	39.213
2005 ⁽¹⁾	14.280	303.018	40.970
2006 ⁽¹⁾	16.160	227.900	43.013
2007	16.160	265.000	28.554
2008 ⁽¹⁾	8.160	250.600	29.308
2009 ⁽¹⁾	8.160	210.000	29.251
2010 ⁽¹⁾			31.432

Fonte: IBGE

Elaboração: Idesp/Sepof, 2011

(1) população estimada

Analisando ainda a **Tabela 2** observa-se o aumento da população no município, este pode ser comparado com desmatamento, que está ligado ao crescimento econômico que a região recebeu devido à ampliação das áreas para a criação de gado.

5. Conclusões

Com a aplicação da análise multitemporal no município de Eldorado dos Carajás foi possível detectar a evolução na mudança da cobertura florestal e acompanhar o avanço do desmatamento. O estudo mostrou que o município sofreu um acelerado processo de ocupação proveniente de fatores socioeconômicos variados, mas principalmente pelo avanço da pecuária extensiva.

O estudo apontou que a área desmatada evoluiu de 7,35% em 1984 para 88,96% em 2010, demonstrando que existe uma intensificação da atividade de criação de gado na região.

Este estudo poderá servir de alerta para que as autoridades competentes possam criar ações governamentais capazes de conter a expansão dos impactos causados por esse tipo de atividade, com políticas voltadas a redução do desmatamento em outros municípios do Bioma Amazônico.

Referências Bibliográficas

ALENCAR, A. A. C.; VIEIRA, I. C. G.; NEPSTAD, D.; LEFEBVRE, P. *Análise Multitemporal do uso da terra e mudança da cobertura vegetal em antiga área agrícola da Amazônia oriental*. In: VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1996, Salvador-BA. Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos : INPE, 1996. p. 475- 478.

CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO, A. P. F.; GOMES, R. A. T.; MELLO, A. F.; SILVA, P. A. *Processamento e análise de imagens multitemporais para o perímetro de irrigação de Gorutuba (MG)*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos : INPE, 2005. p. 473-480.

DIAS-FILHO, M. B. *Produção de bovinos a pasto na fronteira agrícola*. In: Rodrigues, K. F.; Ferreira, W. M.; Macedo Jr., G. de L (Org.). *Zootec – 2010 – XX Congresso Brasileiro de Zootecnia*. Anais das Palestras. Palmas, Anais.Palmas: Editora, 2010. P. 131-145.

FEARNSIDE, P. M. *Desmatamento na Amazônia: Dinâmica, impactos e controle*. Acta Amazônica (Impresso), Manaus-AM, v. 36, p. 395-400, 2006.

FEARNSIDE, P. M. *Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências*. Megadiversidade, v. 1, nº 1, p. 113-123, 2005.

FIGUEIREDO, D. C.; SILVA, M. R.; BETTIOL, G. M. *Mapeamento e Monitoramento de pastagens no Sudeste do Pará*. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos : INPE, 2011. p. 169-175.

GOMES-LOEBMANN, D.; GUIMARÃES, R. F.; BETTIOL, G. M.; FREITAS, L. F.; REDIVO, A. L.; CARVALHO JUNIOR, O. A. *Mistura espectral de imagens LANDSAT para análise multitemporal de uso da terra nas diferentes unidades pedológicas da bacia do rio Jardim, DF*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos : INPE, 2005. p. 557-564.

IDESP/SEPOF (Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará/ Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças). *Estatística municipal: Eldorado dos Carajás, 2011*. Disponível em: http://www.idesp.pa.gov.br/paginas/produtos/Estatistica_Municipal/pdf/EldoradoCarajas.pdf. Acesso em 16 ago. 2011.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). PRODES. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/>. Acesso em 16 set. 2011.

MOREIRA, M. A. *Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de Aplicação*. 4a. ed. Viçosa: Editora UFV, 2011. 422 p.

PINAGÉ, E. R.; GENOVEZ, P. C.; OSAKO, L.S.; SANTOS, A.H.H.; RIBEIRO, R. C.; NEVES, R. V. *Análise multi-temporal do antropismo na Floresta Nacional do Crepori (PA) a partir de imagens Landsat 5 TM*. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos: INPE, 2011. p. 6341-6348.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. *Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia*. Nova Economia (UFMG. Impresso), v. 19, p. 41-66, 2009.

ROSA, R. *Introdução ao Sensoriamento Remoto*. 5. ed. Uberlândia: EDUFU, 2003. 238 p.

SILVA JUNIOR, J. B.; ALMEIDA, A. S. *Análise Multitemporal utilizando a técnica de sensoriamento remoto e Geoprocessamento no município de Bonito - Pará. Reflorestamento e conservação de nascentes para deter a degradação, Belém – PA*. In.: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2010, Recife, PE. Anais Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2010. p. 1-7

SMERALDI, R.; MAY, P. H. *O reino do gado: Uma nova fase na pecuarização da Amazônia brasileira*. 1. ed. São Paulo: Amigos da Terra-Amazônia Brasileira, 2008. v. 1. 41 p.