

---

**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.**

---

*Daniel Cohenca\**

\*Analista Ambiental do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Florestais, para obtenção do título de Especialista em Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Florestais em dez. 2005. Orientadora Profa. Elizabeth Ferreira

Santarém, 2005

## **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.**

### **RESUMO**

O presente estudo analisou os principais motivadores econômicos do desmatamento ocorrido nos municípios de Santarém e Belterra entre os anos de 1999 a 2004. Discute-se a rápida expansão da fronteira agrícola que está ocorrendo nesta região e a influência das diversas obras de infra-estrutura ocorridas para facilitação do escoamento da produção agrícola, destacadamente as obras da hidrovía Teles Pires-Tapajós, o porto graneleiro instalado em Santarém e a perspectiva de asfaltamento da rodovia BR-163 que liga o estado do Mato-Grosso ao município de Santarém no oeste do Pará. Para determinação do desmatamento foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto com classificação e comparação de uma série anual com seis imagens orbitais LandSat 5(TM) e 7(ETM+) na órbita-ponto 227-62 dos anos 1999 a 2004. Após a análise dos dados verificou-se que a taxa de desmatamento regional variou de 11 a 15 mil hectares por ano e aumentou muito em 2003 e 2004 chegando a 25 e 28 mil hectares por ano, respectivamente. Na análise dos motivadores econômicos dos desmatamentos observou-se forte correlação entre o aumento do plantio mecanizado de grãos, da instalação de um porto graneleiro e do aumento no preço da soja com o aumento do desmatamento a partir do ano de 2002. Percebeu-se ainda que houve um processo de alteração da velocidade e tamanho da ocupação das áreas e do tamanho dos maiores desmatamentos, que eram quase que exclusivamente para a pecuária em 1999 e 2000 e passaram a ser para o plantio de grãos prioritariamente para exportação (soja, arroz, milho e sorgo) nos anos de 2001, 2002, 2003 e 2004. Separou-se as áreas desmatadas em florestas primárias e florestas secundárias em regeneração de mais de 11 anos, estas responsáveis por 42% do desmatamento total. Diferentemente dos resultados encontrados em alguns estudos anteriores, sobre os motivadores econômicos do desmatamento na Amazônia, encontrou-se que a monocultura de grãos foi a maior responsável pelos desmatamentos em áreas de floresta primária. Foi comparada a evolução temporal dos índices de desmatamento anual dentro e fora de uma unidade de conservação federal de uso sustentável e com população residente, a Floresta Nacional do Tapajós, constatando-se que o aumento do desmatamento regional não se refletiu diretamente no aumento de desmatamento dentro da unidade.

Palavras-Chave: Amazônia, Santarém, Belterra, BR-163, Floresta Nacional do Tapajós, desmatamento, soja, sensoriamento remoto.

### **1. INTRODUÇÃO**

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.

No ano de 2004 a estimativa do desmatamento na Amazônia Legal brasileira divulgada pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) chegou a 2.313.000 ha, um valor que só

é inferior à estimativa de desmatamento ocorrida em 1995 (2.905.900ha). Este valor alarmante levou o governo federal a repensar várias políticas públicas na região buscando uma responsabilidade ambiental nos programas de governo através, principalmente, de um maior ordenamento territorial, da reformulação da política de incentivos e financiamentos e do aumento da fiscalização para cumprimento das leis ambientais.

Segundo Bickel (2004), na região norte existe uma situação potencialmente conflitante entre a intenção de produzir e desenvolver essa região, e a de preservar a maior floresta tropical do mundo.

No âmbito específico da região de Santarém, o processo de intensificação da ocupação é mais antigo que a maior parte da Amazônia oriental, direcionado conjuntamente aos vários ciclos econômicos que viveu a região.

Atualmente, o processo de ocupação no norte da BR-163 no Pará têm preocupado os Governos Federal, Estadual e Municipais. Em várias ocorrências e ações, observam-se posições severamente antagônicas entre os incentivos à produção agrícola e a preservação ambiental, sempre circunstanciado ao interesse político e econômico que muitas vezes transpassa os limites regionais do oeste do Pará e até da Amazônia Legal, entrando no contexto da geopolítica nacional da agroindústria exportadora e internacional, na preservação dos remanescentes de florestas tropicais do mundo.

Na região oeste paraense destaca-se diversos fatores econômicos e ambientais gerados pela expansão agroindustrial na Amazônia, fatores estes que vêm se multiplicando na Amazônia, consolidado principalmente no norte do Mato Grosso e Rondônia, mas já com indícios claros de expansão para diversas outras áreas nos estados do Amazonas, Pará, Roraima, Tocantins e Maranhão (Carvalho, 1999).

Neste contexto o trecho da rodovia BR-163 que liga Cuiabá-MT a Santarém-PA torna-se de suma importância na geo-economia da região, primeiro porque, como expõe Soares-Filho et al. (2004), na Amazônia historicamente as estradas são os principais vetores do desmatamento e segundo porque o estado do Mato Grosso, se consolidando entre os maiores exportadores de grãos do Brasil necessita de facilitação do escoamento da produção que foi potencializado em 2003 com a inauguração do porto graneleiro da Cargill em Santarém.

A presença da Floresta Nacional do Tapajós na área de estudo permite a discussão sobre o papel que as unidades de conservação de uso sustentável tem na resistência ao desmatamento regional, pois a criação de novas unidades de conservação tem sido uma das principais estratégias apontadas pelo Ministério do Meio Ambiente na contenção do desmatamento da Amazônia.

As características da ocupação humana na região destacam os principais padrões de utilização econômica do solo encontrados na Amazônia: agricultura familiar, monocultura de grãos

mecanizada e pecuária, podendo-se, com os devidos cuidados, extrapolar os dados alcançados para outras regiões de intensa ocupação na Amazônia.

Bem recentemente foram iniciados vários estudos e formulações sobre as possíveis causas do desmatamento dentro desta perspectiva de contenção do desmatamento e racionalização do processo de ocupação da Amazônia.

Porém, ainda poucos dados empíricos têm-se produzido para se conhecer o vínculo das novas áreas desmatadas na Amazônia e seus reais motivadores econômicos. Esta relação, bem caracterizada, seria fundamental para a construção de políticas ambientais que agissem diretamente na causa da degradação ambiental.

### 1.1. Objetivo geral

O estudo tem o objetivo de quantificar o desmatamento global, bem como determinar os fatores socioeconômicos motivadores desta degradação ambiental em uma área da região norte do Brasil, no período de 1999 até 2004.

### 1.2. Objetivos específicos

i) Separar e classificar os desmatamentos ocorridos em áreas de florestas primárias e em florestas secundárias;

ii) determinar o grau de impacto do desmatamento sobre cada tipo de vegetação;

iii) interpretar o uso do solo, relacionado à atividade econômica, em algumas áreas desmatadas contíguas;

vi) determinar a influência de três atividades econômicas (agricultura familiar, monocultura de grãos mecanizada e pecuária) no desmatamento global e em cada tipo de vegetação.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 História de Santarém

Segundo Leroy (1991) a ocupação da região de Santarém remonta a épocas pré-coloniais, quando indígenas Tapajós já habitavam a região. Em 1637 ou 1638, o português Pedro Tei-

xeira desembarca nas praias dos Tapajós, mas só em 1661 os jesuítas portugueses criam a primeira missão na aldeia. Sob a economia mercantilista colonial, a região de Santarém permaneceu voltada exclusivamente ao extrativismo até o século XVIII. Neste período se instalaram algumas fazendas produtoras de cana de açúcar, cacau e gado sob controle de comerciantes portugueses. O aumento nas exportações principalmente de cacau criou uma ascensão econômica e social na região que durou até a primeira década do século XIX quando o preço internacional do cacau caiu, causando uma crise regional ao cessarem-se os altos lucros com a agricultura cacauzeira.

Em 1850, descobertos os seringais do Tapajós, inicia-se mais um ciclo de prosperidade econômica na região, o denominado ciclo da borracha que, segundo nos conta Soares (2004), fez Santarém viver dias de grandes fortunas. Leroy (1991) atenta para a grande migração nordestina resultante dos incentivos à exploração da borracha. Porém, por volta do ano de 1915 a competição com os seringais asiáticos causou o declínio da atividade.

Em 1927, o Congresso paraense aprovou uma lei cedendo um milhão de hectares à Cia Ford para o plantio de 1200 hectares de seringueiras e ainda aprova uma série de benefícios fiscais à empresa norte-americana. Em 1928 criou-se a vila Fordlândia às margens do Rio Tapajós. Porém, após alguns anos, os seringais de Fordlândia foram atacados por doenças e o governo trocou parte das terras pela área plana e com solos de melhor qualidade próxima a Santarém, onde a Cia Ford criou a vila de Belterra. Estima-se que nesta época oito mil hectares de floresta tenham sido derrubados para a formação de seringais, utilizando-se unicamente de machados e foices. Em 1945, tendo fracassado o projeto, a Cia Ford entregou a área ao governo brasileiro.

Segundo Soares (2004), seguem outros ciclos econômicos na região, destacadamente o ciclo da Juta (aproximadamente 1933 a 1960) e o ciclo do ouro (década de 1970 ao início da década de 1990).

Em 1970, o presidente Médici assina o Decreto-Lei nº 1106 criando o Programa de Integração Nacional (PIN). Com o PIN criavam-se as rodovias BR-230 (Transamazônica) e BR-163 (Santarém-Cuiabá) e destinava-se uma faixa de dez quilômetros às margens das rodovias à colonização e reforma agrária. Leroy (1991) explica

o projeto de colonização da região, onde era previsto o assentamento de 4.582 famílias com lotes de 100ha na margem destas rodovias entre os anos de 1972 a 1979. A ênfase era na ocupação rápida, com priorização das atividades de agricultura e pecuária.

Após a decadência do ciclo do ouro em 1990, na última década do século XX a economia da região de Santarém manteve-se baseada principalmente na exploração madeireira, na pecuária e no comércio regional.

Segundo Carvalho (1999), a partir de 1999 a expansão da monocultura mecanizada de soja no Brasil também inicia a invasão da região amazônica, principalmente em Humaitá-AM, Paragominas-PA, Redenção-PA, Rondônia, Roraima e Santarém-PA. Em Santarém seria atraída pelo teor de fósforo no solo que permitiria a economia em fertilizantes, pelo porto de Santarém, pela hidrovía Teles Pires-Tapajós, pela perspectiva de pavimentação da BR-163 e pela existência de grandes jazidas de calcário dolomítico necessário à correção da acidez do solo amazônico.

Rodrigues (2004) cita que Santarém atrairia a produção de soja por apresentar vantagens como pólo produtor e exportador pelas obras de infra-estrutura que foram implantadas ali, destacadamente a hidrovía Teles Pires-Tapajós e o projeto de asfaltamento da BR-163. Bickel e Dros (2003) destacam a construção do porto graneleiro particular de vinte milhões de dólares da empresa multinacional Cargill, inaugurado em abril de 2003, com objetivo não só de exportar a produção de soja local, mas principalmente de exportar a produção de soja do norte do Mato Grosso. A nova rota exportadora, Mato Grosso - BR-163 asfaltada - Porto em Santarém, traria redução substancial no preço dos fretes pagos pelos agricultores do Mato Grosso, aumentando muito sua competitividade e seus lucros no mercado de exportações de soja.

Bickel (2004) destaca ainda como atrativos à expansão da soja em Santarém, o desenvolvimento recente de variantes de soja com alta produtividade e adaptadas as condições climáticas mais úmidas da Amazônia. Outro atrativo seria o preço da terra em Santarém que, mesmo tendo saltado de R\$ 50 para até R\$ 1.500/ha em poucos anos, ainda é muito inferior aos R\$ 14.000 a R\$ 19.000/ha da região sul do país.

Também há desvantagens para expansão

agrícola em Santarém, Carvalho (1999), Rodrigues (2003) e Bickel (2004) são unânimes em considerar que a antiga ocupação das áreas planas por pequenos agricultores com atividade de subsistência, além de não se encontrarem legalizadas, estão divididas em pequenos lotes, sendo difícil ao grande produtor conseguir grandes áreas contíguas, condição importante para as fazendas produtoras de grãos.

## 2.2 Desmatamento: impacto ambiental e social

Bickel (2004) chama a atenção para a importância dos ecossistemas amazônicos destacadamente uma das regiões com maior biodiversidade do mundo, 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. Porém as florestas tropicais compõem um ecossistema frágil. No desmatamento está sendo destruído um processo em cadeia de ciclagem de nutrientes, baseado na decomposição permanente e extremamente rápida da matéria orgânica morta, devido ao clima úmido e quente. Este processo possibilita uma imensa produção de biomassa vegetal numa camada extremamente fina de húmus, porém, somente enquanto estiver garantido o fluxo e abastecimento de nutrientes pela floresta. Após o desmatamento, os nutrientes são lixiviados até profundidades inalcançáveis às raízes, prejudicando definitivamente a perpetuidade desta e de outras áreas florestais. A preservação da vegetação nativa e, conseqüentemente, das múltiplas funções das florestas, é fundamental para garantir seu uso e desenvolvimento sustentável em longo prazo.

Socialmente as áreas de floresta amazônica têm a importância de satisfazer as necessidades e representar as bases para o desenvolvimento social e econômico das populações ribeirinhas, tradicionais e dos povos indígenas. As florestas fornecem alimentos, materiais para construção, plantas medicinais e outros recursos naturais economicamente ou socialmente importantes.

Rodrigues (2004) destaca que o desmatamento altera o clima global sendo um dos principais fatores da emissão de carbono na atmosfera, causador do aumento descontrolado do efeito estufa.

Vários estudos têm sido feito para apontar os causadores do desmatamento na Amazônia,

todos são unânimes em afirmar que as principais causas são diretamente ligadas ao modelo de desenvolvimento econômico que se instala na região, Alencar (2005) enfatizou que as diferenças econômicas regionais geram a diferença nos principais atores regionais do desmatamento.

Carvalho (1999), Bickel (2003 e 2004) e Rodrigues (2004) alertam para as regiões onde a monocultura mecanizada de soja, sempre precedida por uma ou duas safras de arroz, são uma ameaça direta e indireta às áreas florestais. Direta por existir vários produtores que compram áreas florestais e desmatam para iniciar o cultivo de grãos, e indireta, por também ocuparem áreas antes ocupadas por pastagens e por agricultores tradicionais que migram para áreas florestais mais distantes e iniciam a nova ocupação com desmatamentos (Laurance et al., 2004).

Fearnside (2001) destaca que além deste desmatamento direto e indireto, a soja causa diversos outros impactos ambientais severos tais como, erosão do solo e a contaminação ambiental por uso de herbicidas, inseticidas e fungicidas químicos de efeitos colaterais sobre as florestas adjacentes e ao sistema hídrico e biológico.

Ainda segundo Fearnside (2001) a expansão agrícola vêm causando também impactos sociais severos. Na expulsão da população que habitava as áreas antes da ocupação por soja que causa inchamento urbano e na redução e conseqüente aumento do preço dos gêneros alimentícios nas cidades regionais.

Carvalho (1999) destaca a diminuição do emprego, afirmando que na agricultura mecanizada só se necessita de um trabalhador para cada 167 hectares em geral provenientes do sul do país por necessitar certa especialização.

No entanto, com visão oposta, Margulis (2001) descreve que o principal fator de desmatamento na Amazônia é a pecuária. Não atribuindo nenhuma importância à expansão da monocultura de grãos, afirma categoricamente que sem a conversão inicial do solo amazônico em pastagens é impossível plantar soja. Esta mesma visão é compartilhada por Brandão et al. (2004) que destacam o alto custo no desmatamento e correção do solo como impeditivo ao plantio de grãos em áreas florestais.

Mesmo em estudo mais recente, Margulis (2003) usa dados de 1995 e 1999 para ainda afirmar a sua teoria de que a soja não seria responsá-

vel por desmatamentos na Amazônia.

Para dirimir este dilema, tão carregado de interesses econômicos e políticos intrínsecos e fundamentais ao meio ambiente, infelizmente são raros os trabalhos que além da teoria verificaram em loco as causas do desmatamento em diversas regiões. Um destes é o trabalho desenvolvido pelo Grupo de Trabalho de Florestas (2005) realizado no norte do Mato Grosso com os maiores desmatamentos ocorridos entre 2001 e 2003.

### 2.3 Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas

A utilização de imagens de satélite para a detecção de mudanças na cobertura vegetal é uma das principais aplicações dos produtos de sensores orbitais. A característica de temporalidade das imagens permite uma análise continuada no tempo dos fenômenos que ocorrem numa determinada área. O sensoriamento remoto combinado com os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tornou-se hoje o mais poderoso instrumento na detecção de mudanças da cobertura vegetal em amplas áreas, subsidiando ações práticas na gestão, manejo, monitoramento e fiscalização de áreas florestais. Janssen (1993), citado por Carvalho (2005) observou que os bancos de dados dos SIG melhoram a capacidade de extrair e analisar os dados relevantes das imagens orbitais geradas e tratadas com técnicas de sensoriamento remoto.

Um dos sensores mais amplamente utilizados na detecção de mudança multitemporal da cobertura vegetal é o sensor multiespectral Thematic Mapper (TM) a bordo dos satélites Landsat 5. O sensor TM possui resolução espacial de 30m x 30m e resolução temporal de 16 dias, produzindo imagens em sete bandas espectrais que vão desde a região do azul ao infravermelho termal. O sensor ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) a bordo do Landsat 7 possuía ainda uma banda pancromática de resolução espacial de 15m x 15m (Moreira, 2003). Porém devido a falhas mecânicas não é mais utilizado desde maio de 2003.

Um grande limitador da utilização das imagens Landsat TM para análises multitemporais na região amazônica é a freqüente cobertura de nuvens. Câmara (2004) ressalta que em muitas áreas da Amazônia, é impossível obter imagens anuais sem cobertura de nuvens, pelo menos parcial.

Atualmente o maior exemplo brasileiro na utilização de imagens Landsat TM para detecção de mudanças na cobertura vegetal é o programa PRODES - Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) que se utiliza exclusivamente das imagens TM do satélite Landsat para detecção e cálculo do desflorestamento na Amazônia. (Espírito-Santo, 2005).

Atualmente diversas técnicas de processamento digital de imagens têm sido testadas e empregadas no processo de detecção de mudança multitemporal. Para atingir os objetivos de classificação das imagens às vezes é conveniente a transformação delas, contrastando e destacando os alvos de interesse. Alguns métodos de transformação de imagens mais utilizados são a rotação, a restauração, a imagem NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e o MLME (Modelo Linear de Mistura Espectral) (Moreira, 2003). Porém, outras vezes a classificação pode partir diretamente da imagem corrigida apenas radiometricamente.

Segundo Moreira (2003), para a análise quantitativa das mudanças detectadas pode-se proceder com a classificação das imagens digitais, que consiste na rotulação em classes temáticas dos diversos alvos espectrais existentes na imagem por aplicação de algoritmos de classificação. A classificação pode ser supervisionada ou não-supervisionada. Um dos principais algoritmos de classificação utilizados na classificação supervisionada é o Máxima Verossimilhança ou MaxVer. A classificação por Máxima Verossimilhança assume que a estatística para cada classe em cada banda tem distribuição normal e calcula a probabilidade de um determinado pixel pertencer a uma classe específica. Todos os pixels são classificados, assumindo a classe a que têm maior probabilidade de pertencer, considerando-se para isto as amostras de treinamento demarcadas na imagem pelo analista.

Para a detecção de mudanças na cobertura vegetal pode ser efetuada a subtração das imagens realçadas de épocas distintas ou a subtração dos vetores ou matrizes temáticas geradas após o processo de classificação das referidas imagens.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de Estudo

A área de estudo abrange todo o município de Belterra e parte do município de Santarém, localizada no Estado do Pará ao sul do Rio Amazonas e ao Leste do Rio Tapajós, entre os paralelos 2° 24' 14" e 3° 49' 20" de latitude Sul e entre os meridianos de 54° 02' 35" e 55° 10' 35" de longitude Oeste, conforme ilustram as figuras 1 e 2.

A área de estudo possui 1.162.105 ha sendo 780.432 ha do Município de Santarém e 381.673 ha do Município de Belterra. Do Município de Belterra, 258.557 ha (68%) são ocupados por parte da Floresta Nacional do Tapajós, uma importante unidade de conservação federal de uso sustentável na região.

Na área encontram-se as duas sedes municipais (Santarém e Belterra) e vários núcleos urbanos como os de Mojuí dos Campos e Alter do Chão. A área também engloba 142 km da rodovia BR-163 (Santarém-Cuiabá) e vários assentamentos rurais criados em diferentes épocas, desde a década de 1950. Segundo o censo do IBGE a população de Santarém e Belterra em 2001 distribuíam-se conforme exposto na Tabela 1.

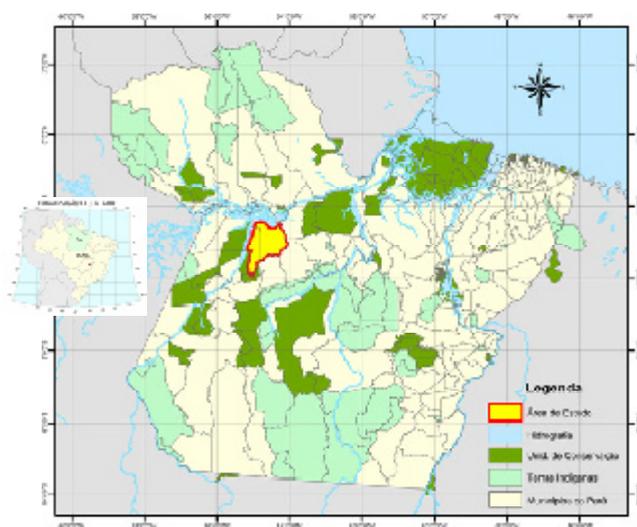


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo, no Estado do Pará.

#### 3.2 Imagens Orbitais

Para o estudo multitemporal foram utilizadas as imagens orbitais dispostas na Tabela 2:

A escolha das imagens deveu-se principalmente a necessidade de uma imagem anual, com a menor cobertura de nuvens (devido ao clima regional tem-se pouca oferta de imagens com pouca cobertura de nuvens). Outro fator importante foi a distribuição anual das imagens, todas as imagens são de agosto a novembro, priorizando-se imagens mais do final do ano já que o desmatamento na região reduz drasticamente no período de chuvas que ocorre no período de dezembro a julho.

As imagens já estavam disponíveis no banco de dados do Laboratório de Geoprocessamento da FLONA Tapajós / IBAMA, Santarém, PA.

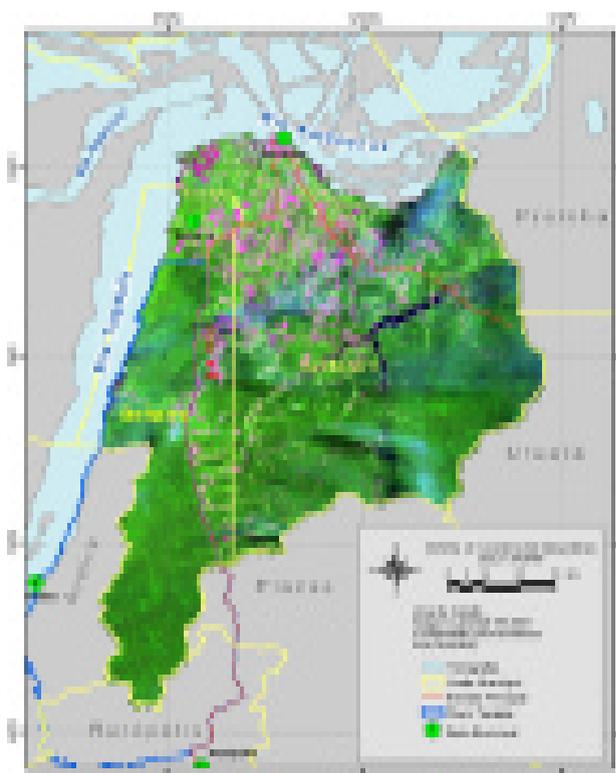


Figura 2 - Mosaico de imagens Landsat TM, da área de estudo, em composição colorida R(5)G(4)B(3) de 31/08/2004 nas órbitas\_ponto 227\_62 e 227\_63.

Tabela 1 - Distribuição da população de Santarém e Belterra em 2001 segundo o censo do IBGE. (em número de habitantes)

Município	Pop. Área Urbana (hab.)	Pop. Área Rural (hab.)	População Total (hab.)
Santarém	186.297	76.241	262.538
Belterra	3.177	9.468	12.645

### 3.3 Tratamento Digital de Imagens

Utilizando-se uma composição colorida com as bandas 5 (Infravermelho Médio), 4 (Infravermelho Próximo) e 3 (Vermelho) foi efetuada a correção geométrica da imagem ETM+ de 2001. Para esta correção utilizou-se pontos de controle coletados em campo e o material cartográfico digitalizado fornecido pelo Núcleo de Sensoriamento Remoto IBAMA-Belém (hidrografia segundo

Após o registro de cada imagem, a área de estudo foi delimitada utilizando-se uma máscara elaborada para tal fim, onde todos os pixels fora desta área foram transformados em Nível de Cinza (NC) = 0.

Na seqüência, cada imagem sofreu então um processo de classificação supervisionada onde foi utilizado o método de Máxima Verossimilhança (MaxVer) sendo definidas as seguintes clas-

Tabela 2 - Imagens utilizadas na análise multitemporal.

Satélite	Sensor	Órbita ponto	Data
LandSat 5	TM	227_62	02/08/1999
LandSat 5	TM	227_62	20/08/2000
LandSat 7	ETM+	227_62	03/11/2001
LandSat 7	ETM+	227_62	23/11/2002
LandSat 5	TM	227_62	16/10/2003
LandSat 5	TM	227_62	31/08/2004

TM : Thematic Mapper ETM+ : Enhanced Thematic Mapper Plus

IBGE) e pelo Laboratório de Geoprocessamento da FLONA Tapajós / IBAMA (sistema viário linear).

As outras imagens foram corrigidas utilizando-se como base a imagem de 2001. Utilizando-se o ajuste polinomial de 1° grau e com interpolação pelo método do vizinho mais próximo, o erro médio quadrático obtido foi sempre menor que 0,5 pixel.

O software utilizado para execução do trabalho foi o ENVI 4.0 (The Environment for Visualizing Images, Copyright (C) 2003, Research Systems, Inc.).

ses: agricultura, pasto, queimada, água, alagado, nuvem, sombra, floresta primária e floresta secundária.

Os procedimentos de pós-classificação envolveram, para cada uma das imagens, agrupamento de classes: agricultura, pasto e queimada numa única classe: “área desmatada”; água e alagados foram unidas como classe “águas” e floresta primária e floresta secundária agrupadas em classe “floresta”.

Em seguida foi utilizada a ferramenta *Sieve Classes* para resolver o problema de pixels isolados que ocorrem em imagens classificadas, de-

terminando em quatro o menor número de pixels por polígono, ou seja, agrupamentos menores que quatro pixels foram eliminados. Posteriormente utilizou-se a ferramenta *Clump Classes*, para preencher os espaços deixados no processo *Sieve Classes*, com a classe adjacente.

Então vetorizou-se a classe “área desmatada” para a determinação das áreas desmatadas em cada ano.

Foi necessária certa interpretação visual para o ajuste dos dados principalmente em áreas que possuíam algumas nuvens ou nebulosidade. O esforço de revisão visual é grande, mas sem ele os dados mostraram-se muito distintos dos posteriormente readequados.

### 3.4 Situação inicial 1999

Com o intuito de determinar com precisão o marco inicial do estudo e excluir todas as áreas não florestais do estudo de desmatamento, com a imagem de 1999 foi feito um arquivo base da “Situação Inicial 1999”, contendo as seguintes classes, consideradas não florestais, interpretadas visualmente: 1 - área de Várzea ou Igapó, 2 - área urbana e 3 - Savana Amazônica, e as seguintes classes interpretadas automaticamente: 4 - água e 5 - áreas desmatadas. O objetivo desta classificação foi reduzir erros de interpretação em localidades com reflectância que poderiam ser confundidas nas análises posteriores.

As áreas de várzea e igapós são áreas alagáveis que têm sua reflectância alterada entre as épocas do ano e entre anos distintos, pois dependem do nível das águas na região, que também é variável. A análise de desmatamento em uma área destas exige um trabalho específico, com mais de uma imagem anual. Na classificação supervisionada estas áreas ora confundem-se com águas, ora com vegetação secundária e ora com pastos, dependendo da época do ano. Sua distribuição na área de estudo ocorre nas margens do Rio Amazonas (várzea) e em uma pequena porção da margem do Rio Tapajós (igapó), na área da Floresta Nacional. Apesar da confusão que pode ser gerada na classificação automatizada, as áreas de várzea e igapó são de fácil delineamento na interpretação visual. Além da interpretação visual, foram utilizadas as feições digitalizadas das cartas do IBGE, escala 1:100.000, geradas e cedidas pelo Pró-Várzea/IBAMA - Santarém.

A classe área urbana também foi determi-

nada facilmente por detecção visual, ao passo que na classificação automática gerava grande confusão.

As áreas de Savana Amazônica são áreas de vegetação nativa, que distinguem-se muito das áreas de Floresta Ombrófila densa, por se apresentarem em micro-regiões mais secas, de terreno arenoso, sendo as árvores baixas e retorcidas, misturadas com manchas de vegetação herbácea. O padrão de reflectância da Savana Amazônica causa confusão com “pastos sujos” onde a presença de árvores esparsas também é freqüente. Este tipo de vegetação, apesar de ser passível de desmatamento e sofrerem incêndios freqüentes também foi desconsiderado do estudo.

A classificação também gerou a separação das áreas de floresta primária e floresta em regeneração tardia extraídas da imagem de 1999.

### 3.5 Viagens a Campo

Em 02 e 08 de setembro de 2005 foram realizadas viagens a campo, onde foi feita a pré-escolha de algumas áreas com padrões de reflectância específicos para fazer a calibragem dos dados. Cinco destes resultados estão dispostos nas figuras 3 à 7 onde em cada ponto visitado mostra-se a imagem de satélite e o padrão de uso do solo (evidenciado em fotos) e um texto com as impressões de campo.

Através de entrevistas determinou-se aproximadamente a idade de algumas florestas em regeneração. As figuras 3 e 4 mostram áreas em regeneração de 12 e 10 anos, respectivamente, logo em 1999 teriam 5 e 7 anos. Estas áreas foram consideradas como áreas já desmatadas no mapa de Situação Inicial de 1999.

Notou-se ainda que várias áreas de Floresta Primária, com histórica facilidade de acesso, foram extremamente exploradas em termos madeireiros e hoje possuem poucas árvores de madeira utilizável em construções, porém mantém-se a altura do dossel e a biodiversidade característica de destas florestas. Por entrevistas ficou caracterizado claramente que elas nunca sofreram corte raso.

Estas impressões de Florestas primária e secundária foram fundamentais na posterior classificação delas, garantindo a separabilidade entre as áreas já consideradas desmatadas na Situação Inicial do estudo em 1999. O padrão visual

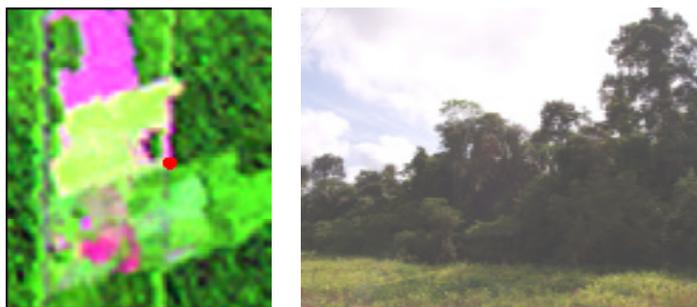


Figura 3 - Imagem TM 31/08/2004, composição colorida das bandas R(5)G(4)B(3). Vegetação em regeneração de aproximadamente 12 anos, na margem do linha de Eletricidade, perto da BR-163. Área considerada como desmatada em 1999. Coord. 54°53'35"W e 2°46'57"S.



Figura 4 - Imagem TM 31/08/2004, composição colorida das bandas R(5)G(4)B(3). Vegetação em regeneração de aproximadamente 10 anos. Área considerada como desmatada em 1999. Coord. 54°51'15"W e 2°52'51"S.

de florestas primária e secundária pode ser observado nas figuras 5 e 6, respectivamente.

Na análise das imagens, houve dificuldade de separação entre as áreas de pecuária e agricultura mecanizada, principalmente pelo fato das áreas agrícolas encontrarem-se em diversos estágios, ficarem abandonadas durante o verão e formarem-se leiras queimadas após os desmatamentos. Apesar destas áreas serem de difícil determinação via classificação supervisionada, esta ferramenta foi um importante instrumento para auxiliar a posterior determinação visual dos motivos das maiores áreas desmatadas.

Nas figuras 5 e 6 podem ser vistas áreas preparadas para monocultura e na Figura 7 pode-se observar uma área usada para pecuária.

### 3.6 Determinação do desmatamento ocorrido entre as datas das imagens

O processo seguinte à classificação foi a subtração dos polígonos da classe de desmatamento ano a ano e o resultado somado ao ano

anterior, determinando assim a área desmatada em cada ano. Nesta fase não houve preocupação em separar áreas desmatadas em florestas primárias ou em florestas em regeneração, nem tampouco com o uso do solo nestas áreas, posteriormente ao desmatamento.

$$\text{In}_{2000} = \text{Ds}_{2000} - \text{SIn}_{1999}$$

$$\text{In}_{2001} = \text{Ds}_{2001} - (\text{SIn}_{1999} + \text{In}_{2000})$$

$$\text{In}_{2002} = \text{Ds}_{2002} - (\text{SIn}_{1999} + \text{In}_{2000} + \text{In}_{2001})$$

$$\text{In}_{2003} = \text{Ds}_{2003} - (\text{SIn}_{1999} + \text{In}_{2000} + \text{In}_{2001} + \text{In}_{2002})$$

$$\text{In}_{2004} = \text{Ds}_{2004} - (\text{SIn}_{1999} + \text{In}_{2000} + \text{In}_{2001} + \text{In}_{2002} + \text{In}_{2003})$$

$$\text{In}_{\text{Total}} = \text{In}_{2000} + \text{In}_{2001} + \text{In}_{2002} + \text{In}_{2003} + \text{In}_{2004}$$

Sendo In=feição da área desmatada no ano.

Ds= feição do desmatamento total verificado no ano

SIn1999= feição da situação inicial de 1999 com as classes: 1 - área de Várzea ou Igapó, 2 - área urbana, 3 - Savana Amazônica, 4 - água e 5 - áreas desmatadas



Figura 5 - Imagem TM 31/08/2004, composição colorida das bandas R(5)G(4)B(3). Floresta Primária na borda de uma área preparada mecanicamente para a monocultura de grãos. Coord. 54°48'56"W e 02°38'26"S.

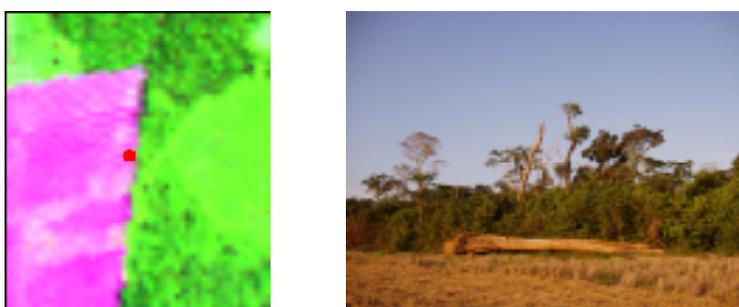


Figura 6 - Imagem TM 31/08/2004, composição colorida das bandas R(5)G(4)B(3). Floresta Secundária na margem de uma área preparada mecanicamente para a monocultura de grãos. Coord. 54°51'21"W e 02°36'21"S.

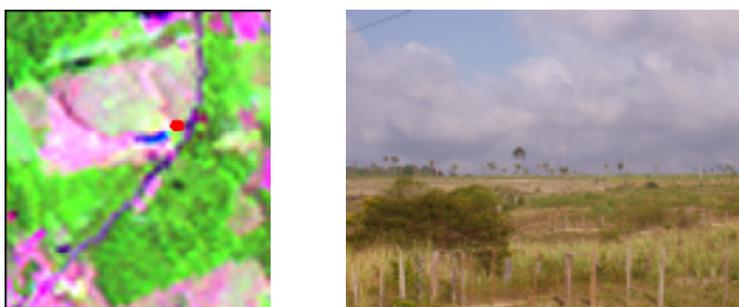


Figura 7 - Imagem TM 31/08/2004, composição colorida das bandas R(5)G(4)B(3). Pasto antigo na margem da rodovia BR-163. Coord. 54°43'10"W e 02°36'20"S.

Determinou-se em cada ano, baseado na classificação das florestas efetuada sobre a imagem de 1999, as áreas desmatadas em florestas primárias ou em florestas em regeneração no período 1999-2004.

Finalmente foi determinado por verificação visual qual o uso do solo em 2004 de 50% das áreas desmatadas entre 1999 e 2004. Separam-se em 4 classes 294 polígonos das maiores

áreas desmatadas contíguas (maiores que 37,71 ha e que juntos perfazem 50% do total de áreas desmatadas). Para isso utilizou-se como auxílio a classificação da imagem de 2004 e foi fundamental a experiência de campo para separar áreas utilizadas para agricultura familiar, a monocultura de grãos mecanizada e para a pecuária, ainda deixou-se uma classe para áreas indefinidas. A Figura 8 ilustra algumas áreas desmatadas na região e seus motivadores econômicos.



Figura 8 - Fotos de desmatamentos e usos do solo na região. A) Desmatamento para agricultura familiar para cultivo de mandioca na Floresta Nacional do Tapajós. B) Pasto antigo na margem da BR-163. C) Plantio de soja em área correspondente ao terceiro maior desmatamento verificado na imagem de 2003 (floresta primária, 412 ha) D) Desmatamento em curso efetuado para o plantio de grãos. E) Trator de esteira efetuando desmatamento para produção de grãos. F) Desmatamento em curso efetuado para o plantio de grãos. (fotos cedidas pela coordenadoria de Fiscalização da Floresta Nacional do Tapajós / IBA-MA - Santarém)

#### 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 9 pode ser visto o mapa da “Situação Inicial 1999”. A totalização da área (ha) de cada classe foi disposta na Tabela 3.

Na Tabela 4 podem ser observados os desmatamentos detectados nas comparações entre cada imagem. Ainda nesta Tabela, está exposto o tipo de vegetação que era encontrada antes do desmatamento, separando-se o total desmatado em floresta primária e floresta secundária.

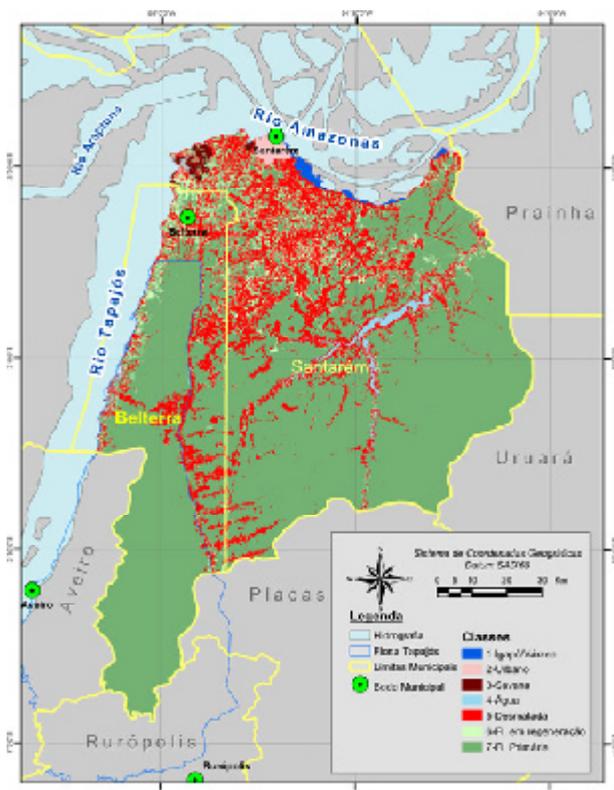


Figura 9 - Mapa da Situação Inicial em 1999, baseado na classificação da imagem de 02/08/1999 e determinação visual de algumas classes.

A decisão de separar, mas manter, as áreas de florestas secundárias (também conhecidas como capoeiras) nos índices de desmatamento advém de alguns motivos.

Primeiramente, devido à diferença ecológica de cada área, várias espécies vegetais e animais apenas vivem em florestas em estágio maduro. Porém, as capoeiras altas, na medida em que a ocupação humana se intensifica na região, aumentam de valor, pois elas abrigam diversas espécies nativas que não sobrevivem em campos abertos de pecuária ou agricultura. As capoeiras também formam corredores entre os fragmentos de floresta primária minimizando os efeitos de fragmentação. As capoeiras também são importantes no rodízio de culturas, efetuado tradicionalmente na agricultura familiar de gêneros ali-

Tabela 3 - Situação Inicial em 1999 da área de estudo baseada na classificação da imagem de 02/08/1999 e determinação visual de classes.

Classes	Total	
	(ha)	(%)
1 - Várzea/Igapó	5.215,00	0,45
2 - Urbana	6.536,92	0,56
3 - Savana	4.685,17	0,40
4 - Água	13.291,91	1,14
5 - Desmatada	171.027,86	14,72
<b>SubTotal 1</b>	<b>200.756,86</b>	<b>17,28</b>
6 - Floresta em regeneração	104.422,90	8,99
7 - Floresta Primária	856.926,02	73,74
<b>SubTotal 2</b>	<b>961.348,92</b>	<b>82,72</b>
<b>Total</b>	<b>1.162.105,78</b>	<b>100,00</b>

Tabela 4 - Desmatamento detectado em cada período e totais desmatados em floresta primária e secundária.

Período	Desmatamento (ha)	Desmatamento em Floresta Primária		Desmatamento em Floresta Secundária	
		(ha)	(%)	(ha)	%
1999-2000	7.862	4.472	57	3.390	43
2000-2001	26.352	14.044	53	12.308	47
2001-2002	12.772	6.915	54	5.857	46
2002-2003	16.450	10.259	62	6.191	38
2003-2004	17.458	11.244	64	6.214	36
<b>Total</b>	<b>80.893</b>	<b>46.934</b>	<b>58</b>	<b>33.959</b>	<b>42</b>

mentícios (com exceção do arroz), pois assim necessitam desmatar menos área de florestas primárias para sua produção. Segundo Kimes et al. (1998), as florestas em regeneração teriam grande importância (talvez maior que as florestas primárias) no seqüestro de carbono atmosférico.

Kimes et al (1998) e Espirito-Santo et al (2005) propõem métodos de determinação dos diversos estágios sucessionais das florestas em regeneração. Porém, a separação das classes de floresta primária, mesmo que já relativamente explorada em termos de extração madeireira, e das áreas em tardia regeneração na imagem de 1999 visou apenas garantir a não inclusão de áreas com menos de 6 a 10 anos de regeneração na classe de floresta secundária. Assim, qualquer queimada ou corte raso ocorrido sobre áreas de vegetação mais novas não foram incluídas na taxa de desmatamento, e hoje estas áreas possuem seguramente mais de 11 anos.

Supõe-se ainda que exista um erro na classificação de florestas primárias exploradas e sua separabilidade com florestas secundárias com mais de 30 anos de regeneração.

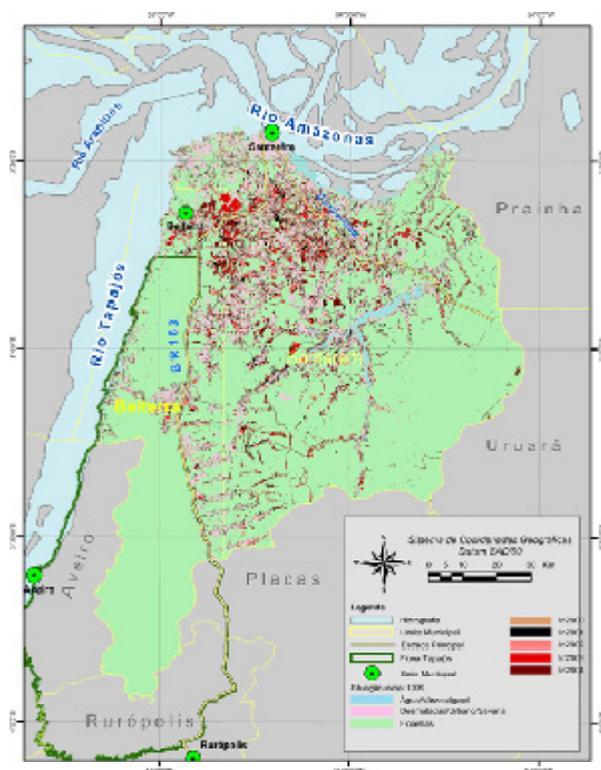


Figura 10 - Mapa da distribuição dos desmatamentos em cada período.

Os desmatamentos ocorridos nas florestas em regeneração foram 42% do total desmatado e nas florestas primárias 58%, nos 5 anos verificados.

Na Figura 10 está exposta a distribuição espacial dos desmatamentos ocorridos no período do estudo. Pode-se observar que existe uma forte tendência dos desmatamentos se localizarem nas áreas mais próximas as principais rodovias (BR-163 e Curuá-Una). Também se observa na figura que o desmatamento ocorre principalmente perto de áreas previamente desmatadas, ocorrendo poucos desmatamentos isolados.

#### 4.1 Índices totais de desmatamento

O total dos desmatamentos verificados de 1999 a 2004 na área de estudo (80.893 ha) correspondem a 6,96% de toda a área. Se só for observado os desmatamentos ocorridos em área de floresta primária (46.934 ha) eles correspondem a 4,04% de toda a área de estudo. Em termos relativos tem-se que 13,33 % de toda a área desmatada até outubro de 2004 nesta região ocorreu nos últimos 5 anos. Ainda observa-se que não obstante este alto índice, o ritmo de desmatamento é crescente no período estudado.

A interpretação dos desmatamentos anuais são altamente influenciados pela data de aquisição da imagem, pois é comum compararmos imagens de épocas do ano diferentes devido ao número de imagens obtidas com alta cobertura de nuvens.

Devido a este fato e sabendo-se que o desmatamento na Amazônia ocorre principalmente na época do verão Câmara et al (2004-2005) expõe a metodologia adotada pelo INPE no cálculo da taxa de desmatamento da Amazônia, no PRODES digital (Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia). Neste método pondera-se o desmatamento total pelos dias da estação seca do ano da imagem e da estação seca do ano anterior, desprezando-se a ocorrência de desmatamento na estação chuvosa, segundo a fórmula a seguir.

$$T_{\text{anual}} = (T_{d2} * nd1x) + (T_{d2} * ndy) + (T_{d1} * ndx)$$

onde:

T<sub>d2</sub> - taxa de desmatamento diária entre a imagem do ano analisado e a imagem do ano anterior

nd1x - número de dias de estação seca entre a imagem do ano anterior e o final da estação seca

ndy - número de dias de estação seca entre o início da estação seca e a data de referência

Td1 - taxa de desmatamento diária entre a imagem do ano anterior e a imagem do ano precedente

ndx - número de dias da estação seca entre a data de referência e a imagem do ano anterior.

nd1 - número de dias de estação seca entre a imagem do ano anterior e o final da estação seca

nd2 - número de dias de estação seca entre o início da estação seca e a imagem do ano

nd1a - número de dias de estação seca entre a imagem do ano precedente e o fim da estação seca

nd2a - número de dias de estação seca entre o início da estação seca e a imagem do ano anterior

Valendo-se deste método e predefinindo a estação seca local do dia juliano 213 ao 335 (1 de Agosto a 30 de Novembro) obteve-se os dados dispostos na Tabela 5 e nas figuras 11 e 12.

A Tabela 5 mostra que, tanto nos cálculos das taxas anuais estimadas quanto no desmatamento efetivamente verificado, a proporcionalidade entre desmatamentos ocorridos em áreas de floresta primária e florestas secundárias mantiveram-se entre 53% em 2001 e 64% em 2004, ou seja o desmatamento em floresta primária foi a maior parte do desmatamento na região em todos os anos de estudo.

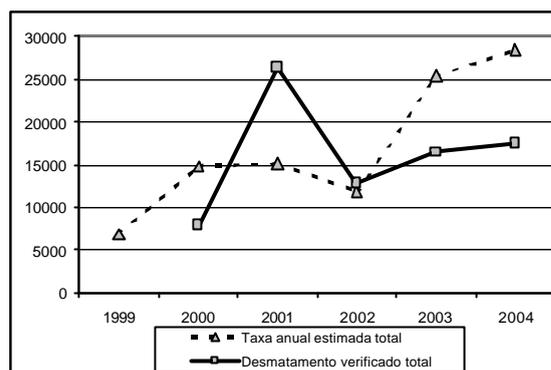


Figura 11 - Comparação entre desmatamento verificado e taxa anual estimada, segundo método utilizado no PRODES, na área total. Valores em hectares.

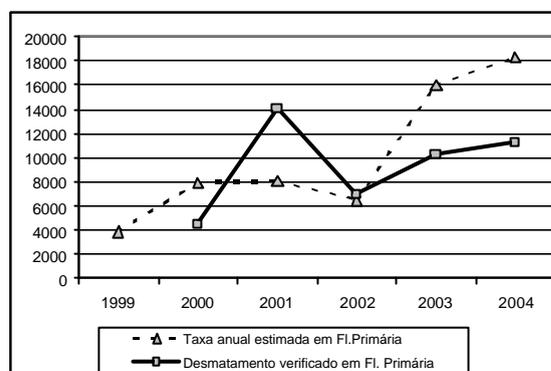


Figura 12 - Comparação entre o desmatamento verificado e taxa anual estimada, segundo método utilizado no PRODES, em áreas de floresta primária. Valores em hectares.

Tabela 5 - Comparação entre desmatamento verificado e taxas anuais estimadas, segundo método utilizado no PRODES, na área total e em áreas de floresta primária.

Ano	Desmatamento Total		Desmatamento em Fl. Primária	
	Taxa anual estimada (ha)	desmatamento verificado (ha)	Taxa anual estimada (ha)*	desmatamento verificado (ha)*
1999	6.851		3.897 (57%)	
2000	14.845	7.862	7.950 (54%)	4.472 (57%)
2001	15.092	26.352	8.065 (53%)	14.044 (53%)
2002	11.802	12.772	6.517 (55%)	6.915 (54%)
2003	25.377	16.450	16.040 (63%)	10.259 (62%)
2004	28.398	17.458	18.290 (64%)	11.244 (64%)
<b>Total</b>	<b>102.365</b>	<b>80.894</b>	<b>60.759 (59%)</b>	<b>46.934 (58%)</b>

\*Valores entre parênteses indicam a participação do desmatamento em floresta primária no total desmatado no ano.

Considerando-se a evolução anual do desmatamento, as figuras 11 e 12 mostram que o cálculo da taxa anual estimada expõe mais claramente a tendência geral de aumento do desmatamento a partir do ano de 2003, o que não pode ser notado utilizando-se o dado de desmatamento anual verificado. Esta tendência ocorre tanto ao observarmos o total desmatado (Figura 11) quanto ao se separar as áreas de floresta primária (Figura 12).

Apesar de se saber que nem todo o desmatamento ocorre no período de seca, premissa do método de estimativa anual da taxa de desmatamento sugerido por Câmara et al., 2004-2005, observa-se nitidamente que ao calcular a taxa de desmatamento anual pondera-se os valores anuais verificados que são altamente influenciados pela diferença das datas das imagens TM. Um exemplo deste efeito nota-se no ocorrido no ano 2001, pela verificação direta o ano 2001 foi o ano de maior desmatamento com 26.352 ha desmatados, porém, no cálculo da taxa estimada, houve uma redução para 15.092 ha. Esta redução evidencia que os 26.352 ha detectados entre 2000 e 2001 eram altamente influenciados pela data das imagens de 2000 (21 de agosto) e 2001 (03 de novembro), ou seja, no desmatamento verificado estava-se somando quase todo o desmatamento ocorrido no verão de 2000 (do dia 20 de agosto ao dia 30 de novembro) com quase todo o desmatamento ocorrido no verão de 2001 (do dia 01 de agosto ao dia 03 de novembro).

Portanto, a utilização da taxa anual estimada de desmatamento é um artifício para suprir a carência de uma oferta maior e temporalmente mais regular de imagens anuais. Tem importância direta na obtenção mais precisa da evolução histórica dos desmatamentos, podendo compará-lo com outros fatos históricos relevantes.

#### 4.2 Motivadores do Desmatamento

Os resultados da análise visual dos desmatamentos e sua relação com o uso atual do solo estão dispostos na Tabela 6.

No entanto necessitou-se verificar a correlação entre o tamanho das áreas desmatadas e a utilização econômica posterior destas áreas porque sabe-se que os tamanhos dos desmatamentos são diferentes para cada atividade, decorrente diretamente da capacidade financeira do agente do desmatamento nos atos de compra da terra, dos contratos e aquisições necessários para o desmatamento e para a instalação da atividade produtiva em toda a área. Na Tabela 7 e na Figura 13 podem ser verificadas a importância dos três mais relevantes motivadores sócio-econômicos dos desmatamentos em cada agrupamento das maiores áreas desmatadas contíguas.

Ainda para determinação mais precisa dos motivadores do desmatamento na Tabela 8 é apresentada a classificação dos motivadores sócio-econômicos dos dez maiores desmatamentos em cada período estudado.

Tabela 6 - Uso do solo em 2004 em 50% dos desmatamentos ocorridos na área de estudo além da quantidade destes desmatamentos ocorridos sobre florestas primárias e porcentagem de utilização de desmatamentos em florestas primária por cada um dos motivadores econômicos.

Uso do solo	Total Desmatado		Desmatamento em Floresta Primária		utilização de desmatamentos em Fl. Primária %
	(ha)	%	(ha)	%	
Agricultura mecanizada	28.201,5	69,70	15.029,1	61,65	53,29
Pecuária	9.277,9	22,90	6.780,5	27,81	73,08
Agricultura Familiar	2.467,8	6,10	2.227,5	9,14	90,26
não identificado	519,3	1,30	342,4	1,40	65,93
<b>total</b>	<b>40466,5</b>	<b>100,00</b>	<b>24379,5</b>	<b>100,00</b>	<b>60,25</b>

Tabela 7 - Motivadores sócio-econômicos dos desmatamentos em agrupamentos das maiores áreas desmatadas. Dados em porcentagem.

agrupamento da área desmatada	Motivador Econômico			
	Monocultura mecanizada	Pecuária	Agricultura Familiar	não identificado
5	100	-	-	-
10	100	-	-	-
15	100	-	-	-
20	100	-	-	-
25	93,0	5,9	-	1,1
30	87,5	8,2	3,4	0,9
35	84,3	10,7	4,1	0,8
40	78,5	15,4	4,9	1,2
45	74,0	19,1	5,8	1,1
50	69,7	22,9	6,1	1,3

Pode-se verificar que além de ser a maioria dos desmatamentos ocorridos para a monocultura de grãos, eles também são os maiores. Na medida em que o tamanho dos desmatamentos inseridos na amostragem (até 37,71ha) foram diminuídos, a participação da pecuária e de áreas contíguas ocupadas por agricultura familiar foi incrementada.

Os dados também evidenciam um aumento no tamanho médio dos maiores desmatamentos e a participação cada vez maior do fator monocultura de grãos na responsabilidade dos desmatamentos em cada ano.

Apesar de Margulis (2003) afirmar que o fator chave para explicar o grosso dos desmatamentos na Amazônia seria simples e evidente, a lucratividade da pecuária e que a agricultura não compete com a pecuária nas regiões de floresta, a análise das causas dos desmatamentos entre 1999 e 2004 na área de estudo evidenciou que os maiores responsáveis foram exatamente os produtores de grãos em agricultura mecanizada.

Em 60,2% de todas as áreas desmatadas em floresta primária, no período estudado, a monocultura de grãos foi responsável por 61,6% dos desmatamentos. Considerando-se todos os tipos

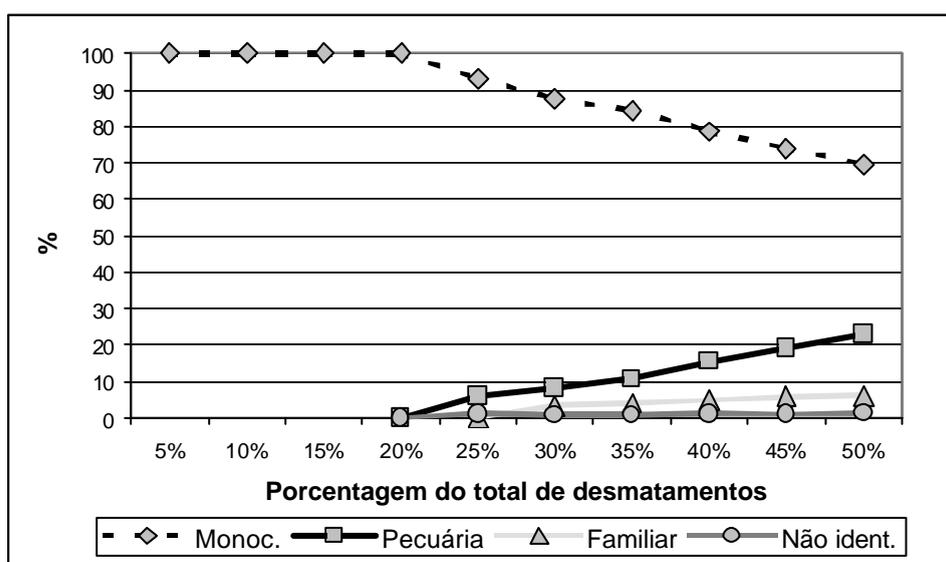


Figura 13 - Motivadores sócio-econômicos dos desmatamentos em agrupamentos das maiores áreas desmatadas.

de florestas a agricultura mecanizada foi responsável por 69,7% dos desmatamentos, numa amostra com a metade dos desmatamentos contíguos ocorridos.

No entanto, na Tabela 6 nota-se realmente que 90% das áreas desmatadas para a agricultura familiar foram em florestas primárias, contra 73% das áreas desmatadas para a pecuária e 50% da agricultura mecanizada.

A Figura 13 mostra que a participação da agricultura familiar e da pecuária aumentaria se a amostragem fosse incrementada pois, no caso da agricultura familiar, as áreas desmatadas são menores e normalmente descontínuas.

Um fato observado na região é que os pequenos agricultores vêm sistematicamente vendendo seus lotes de terra aos agricultores migrantes principalmente do Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso. O preço da terra próximo a rodovia e com fácil acesso subiu de aproximadamente R\$50,00 a R\$1.500,00 por hectare de 1997 a 2004. Estes pequenos agricultores tiveram destinos diferentes, alguns foram para as cidades, sendo exemplos clássicos de êxodo rural, causando inchamento urbano na periferia de Santarém. Outros muitos compraram a baixos preços ou invadiram terras públicas em áreas florestais mais distantes no fundo das pequenas estradas e ramais e iniciaram pequenos desmatamentos para novamente implantar a agricultura familiar e a

pecuária de subsistência. A coordenadoria de fiscalização da Floresta Nacional do Tapajós do IBAMA registrou vários casos de pequenos agricultores que venderam suas terras e compraram irregularmente ou invadiram área da unidade de conservação iniciando imediatamente desmatamentos.

No caso da pecuária outros fatores econômicos parecem ter ainda mais influência neste processo. Esta atividade tem lucros muito inferiores ao da agricultura mecanizada, porém a monocultura de grãos pode ocorrer somente em áreas planas, e preferencialmente perto dos pontos de escoamento da produção, já que o custo do transporte é um fator preponderante na atividade agroindustrial. Utilizando os dados da Tabela 8 verifica-se a redução drástica dos desmatamentos realizados para esta atividade na área de estudo, que é plana e que a partir de 2002 conta com um porto exclusivo para exportação de grãos.

As figuras 11 e 12 indicam um forte aumento da taxa anual de desmatamento a partir de 2003, período coincidente com o início das atividades do porto graneleiro da Cargill (abril de 2003), e com o aumento recorde do preço da soja no mercado que passa de U\$ 7,52/saca (de 60kg) em maio de 2001 e U\$10,87/saca em abril de 2003 e chega a U\$17,10/saca em dezembro de 2003 em escala quase contínua de ascensão. A Figura 14 mostra a correlação entre a taxa de desmata-

Tabela 8 - Motivadores sócio-econômicos dos dez maiores desmatamentos de cada período estudado.

Período Posição	1999-2000		2000-2001		2001-2002		2002-2003		2003-2004	
	Tam(ha)	Mot	Tam(ha)	Mot	Tam(ha)	Mot	Tam(ha)	Mot	Tam(ha)	Mot
1°	93,51	P	289,80	A	126,36	A	1104,12	A	406,89	A
2°	71,55	P	127,53	A	119,07	A	651,42	A	339,48	A
3°	63,99	A	122,76	A	115,11	A	412,29	A	331,02	A
4°	62,02	P	122,25	A	114,48	A	208,44	A	317,16	A
5°	61,46	A	108,63	A	106,83	A	198,18	P	312,21	A
6°	56,97	P	97,92	A	99,81	A	192,15	A	205,02	A
7°	46,51	P	91,17	A	99,27	A	181,98	A	191,34	A
8°	43,74	A	89,64	P	96,75	A	149,94	A	178,11	A
9°	39,42	P	86,31	P	83,07	A	140,67	A	169,92	A
10°	38,70	P	85,95	P	77,85	A	132,84	A	161,01	A
<b>Total M</b>	<b>169,19</b>	<b>3</b>	<b>960,06</b>	<b>7</b>	<b>1038,60</b>	<b>10</b>	<b>3570,21</b>	<b>9</b>	<b>2612,16</b>	<b>10</b>
<b>Total P</b>	<b>408,67</b>	<b>7</b>	<b>261,90</b>	<b>3</b>	-	-	<b>198,18</b>	<b>1</b>	-	-

Tam = Tamanho; Mot=Motivador sócio-econômico; P= Pecuária; A=Agricultura Mecanizada.

mento na área de estudo e o preço da soja, verifica-se que só a partir do início de 2002, ano coincidente com o aumento das áreas de plantio de grãos em Santarém e Belterra, aumenta-se proporcionalmente o preço da soja e os desmatamentos. A partir de abril de 2004 o preço da soja inicia uma queda, potencializada ainda com a desvalorização do dólar frente ao real. Este efeito provavelmente poderá ser verificado a partir das taxas 2004/2005.

Verificando os maiores desmatamentos ano a ano (Tabela 8) e conferindo o uso do solo em 2004 destas áreas, comprova-se ainda mais a tese de que a monocultura de grãos é o maior responsável pelos desmatamentos tanto em florestas primárias como em florestas secundárias. Este processo veio se consolidando rapidamente, transitando entre 7 das 10 maiores áreas desmatadas utilizadas para pecuária em 2000, 3 em 2001, e a partir de 2002 todas as maiores áreas desmatadas visaram a expansão da agricultura mecanizada (com exceção de apenas uma área de 198ha desmatada em 2003).

Ainda na Tabela 8 pode-se observar que aumenta-se também o tamanho das dez maiores áreas desmatadas em cada ano, que em 2000 somavam 577 hectares e que em 2004 somam 2612 hectares. Ou seja, muda-se completamente o pa-

tamar e a lógica do desmatamento na região a partir do avanço da fronteira agrícola. Altera-se também o impacto potencial, pois grandes desmatamentos alteram características bióticas e abióticas que vários pequenos desmatamentos provavelmente não causariam. Os efeitos ambientais de grandes áreas desmatadas contíguas são variados. Aumenta muito o potencial de extinção de espécies endêmicas de pequena distribuição, corre-se o risco de extinção de microecossistemas, Farella et al. (2001) indica ainda que grandes desmatamentos contínuos causam alterações em processos do solo como a drenagem de nutrientes e o declínio de fertilidade, além da alteração no regime hidrológico de pequenos e grandes cursos d'água.

Apesar da tese de vários pesquisadores como Fearnside (2001) e Margulis (2001) relatarem que os desmatamentos são primordialmente realizados para a pecuária e que a soja entraria em áreas já desmatadas, algumas vezes transferindo as áreas de pecuária para outras áreas florestais, o que se viu neste estudo na região de Santarém é que, pelo menos a partir de 2001, existindo fatores convidativos para a implantação da agricultura tais como terras planas, proximidade de estradas e escoamento para exportação, a agricultura mecanizada não mede diferenças entre

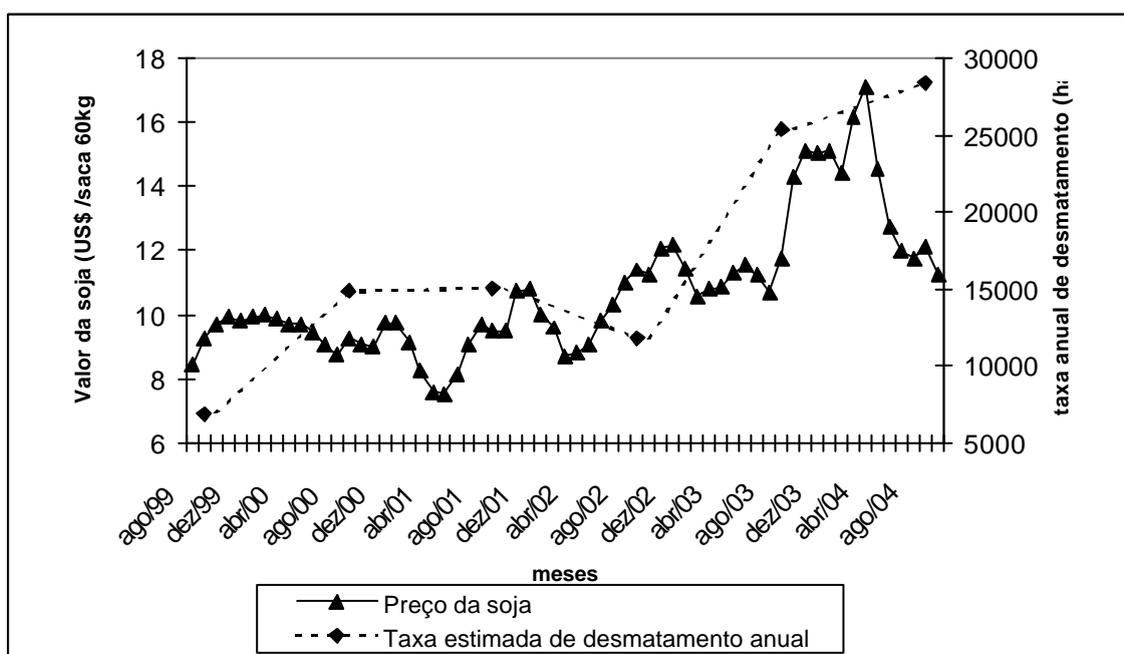


Figura 14 - Correlação entre os valores da saca de soja no mercado (Corretora Mercado, 2005) e as taxas anuais de desmatamento na área de estudo de agosto de 1999 a outubro de 2004.

áreas já antropizadas ou áreas florestais.

Considerando dados do IBGE e da Cargill de que em 2004 haviam aproximadamente 100 mil hectares utilizados para monocultura de grãos (principalmente arroz e soja com rodízio de milho e sorgo) foi verificado que o avanço da fronteira agrícola na região de Santarém têm causado dois movimentos: desmatamentos diretos em áreas florestais e pressão indireta sobre áreas de florestas mais distantes da infra-estrutura de cidades e estradas na transferência de pequenos agricultores e pecuaristas que vendem suas terras para os agricultores de grãos capitalizados muitas vezes com incentivos e financiamentos públicos.

Enquanto grandes desmatamentos ocorrem ao redor de Santarém e Belterra a população de pequenos agricultores que vendem as suas terras mais bem localizadas, migram para o interior iniciando o plantio de corte e queima em locais que antes eram de Florestas distantes e isoladas.

Brandão et al. (2005), num artigo que gerou muita polêmica na imprensa (Weis, 2005 e Silveira, 2005), afirma que somente a partir de 2002 o preço da soja no mercado internacional inicia uma arrancada, num ciclo de alta que vai assumir seu pico no primeiro semestre de 2004 e depois despencar no segundo semestre de 2004. Este período de pico coincide com o período em que foi detectado um aumento abrupto na taxa de desmatamento na região estudada, e também na maior participação da agricultura mecanizada nos maiores desmatamentos.

Porém, o que gerou grande polêmica no estudo de Brandão é exatamente sua afirmação oposta a esta observação, defendendo que a monocultura da soja só utiliza áreas de pastagens, não utilizando áreas de floresta por impossibilidade técnica e financeira. Na região de Santarém observa-se que os agricultores, quando desmatam áreas de floresta, montam as leiras e plantam arroz no primeiro ano, porque o arroz resiste mais aos solos ácidos e a colheita mecanizada pode ser feita mais alta, evitando as raízes remanescentes do desmatamento. No verão seguinte é utilizada muita mão de obra desqualificada, diarista, para a “catação de raízes”, e na estação de chuvas já se inicia as lavouras de soja, milho e sorvo.

O Grupo de Trabalho de Florestas (2005) fez uma verificação por sobrevôo de 31 grandes desmatamentos ilegais ocorridos em áreas nativas de floresta, cerrado e transição ocorridos no

norte do Mato Grosso entre 2001 e 2003. Em 2004 vinte e duas áreas abrigavam monocultura mecanizada, oito abrigavam pecuária e uma havia sido abandonada. O grupo conclui que há uma clara correlação entre as taxas de desmatamento e a expansão da cultura da soja nas áreas analisadas dentro da região amazônica o que é congruente aos dados dos motivadores do desmatamento em Santarém e Belterra.

Apesar dos desmatamentos para a agricultura mecanizada de grãos intensificarem-se a partir de 2001, apenas estudos mais recentes apresentam-na como um fator importante no desmatamento global da Amazônia. Escada (2005) considera a complexidade dos fatores econômicos e sociais motivadores dos altos índices de desmatamento global na Amazônia detectados pelo PRODES e indica que diferentes regiões estão tendo diferentes motivadores, admitindo que as áreas do entorno da BR-163 no Pará apresentaram um aumento do desmatamento a partir de 2001 motivado, principalmente pela expansão da soja.

Alencar (2005) também verificou que os fatores do desmatamento são variados, sendo principalmente o crescimento do rebanho bovino, a expansão da agricultura mecanizada, tendo a soja como seu principal produto, a migração da indústria madeireira para as áreas de novas fronteira e a grilagem de terra incentivada pelos investimentos em infra-estrutura na região. No entanto, dependendo da região, elas ocupam lugar diferenciado no “ranking” de contribuição para o corte raso de florestas.

### 4.3 O papel das Unidades de Conservação

Segundo documento do Grupo de Trabalho Interministerial (2005) uma das estratégias governamentais de preservação da área de influência da BR-163 é o ordenamento territorial e dentro deste tópico a criação de unidades de conservação de uso sustentável é indicada para as áreas ocupadas por populações extrativistas e ribeirinhas, enquanto a criação de unidades de conservação de proteção integral será a estratégia para a preservação de áreas de elevado valor para a conservação da biodiversidade, manutenção de serviços ambientais e/ou o turismo sustentável.

Outro programa governamental, o Programa de Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA) coloca como meta a criação de 9 milhões de hec-

tares em novas unidades de conservação de uso sustentável e 9 milhões de hectares em unidades de conservação de proteção integral até 2007 e até 2009 mais 19,5 milhões de hectares em unidades de conservação de proteção integral. Outra meta é a de apoiar a consolidação de 50 milhões de hectares na Amazônia legal em unidades de conservação (WWF Brasil, 2005; Ministério do Meio Ambiente, 2005). Neste contexto o desmatamento ocorrido na Floresta Nacional do Tapajós no período estudado foi comparado com o desmatamento total para se avaliar a efetividade desta estratégia nesta região de rápida transformação econômica e ambiental.

A Floresta Nacional do Tapajós, criada em 1974 com área aproximada de 544 mil hectares, é uma unidade de conservação federal de uso sustentável habitada por aproximadamente 1100 famílias, caracterizadas, principalmente, por populações tradicionais, que já viviam na área antes de sua criação, distribuídas atualmente em 28 comunidades, uma sede municipal e em alguns lotes isolados ao longo da BR-163 (distribuídos em 1972 e 1973 pelo INCRA). Vivem, principalmente, da pesca, da caça, do cultivo de mandioca, milho, arroz e feijão para subsistência, da criação de animais e da extração de produtos florestais não-madeireiros (Cordeiro, 2004).

Conforme a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC (Brasil, 2000), os objetivos das Florestas Nacionais são o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas

nativas.

A área é administrada pelo IBAMA que possui vários funcionários que atuam prioritariamente na manutenção da integridade da unidade. Anualmente o IBAMA emite autorizações de desmatamento de até dois hectares às famílias tradicionais residentes, mas existe também várias ocorrências de desmatamentos ilegais. O avanço do desmatamento regional tem sido registrado como afetando diretamente a Floresta Nacional do Tapajós no sentido da especulação imobiliária forçar de diversas maneiras antigos colonos a entrarem irregularmente na FLONA Tapajós para apossarem-se de terras e instalar agricultura de subsistência. A outra forte influência registrada seria a destruição dos habitats ao redor da FLONA Tapajós, que estaria deixando esta unidade de conservação como um fragmento florestal com todos os problemas ambientais intrínsecos a este fato, sendo que vários causados pela grande quantidade de agrotóxicos utilizados nas monoculturas de soja e arroz, e outros causados pela ausência de corredores ecológicos inter regionais.

Separou-se apenas o desmatamento ocorrido na área da FLONA Tapajós. A comparação da evolução da Taxa Anual de Desmatamento na área toda (Figura 11) e da Taxa Anual de Desmatamento na Flona Tapajós (Figura 15) mostra que a taxa de desmatamento na Flona mantém-se mais estável que na área total, e os valores a partir de 2002 são inferiores aos níveis observados em 2000 e 2001, diferentemente do que ocorre com a taxa de desmatamento na região toda que aumenta muito em 2003 e 2004.

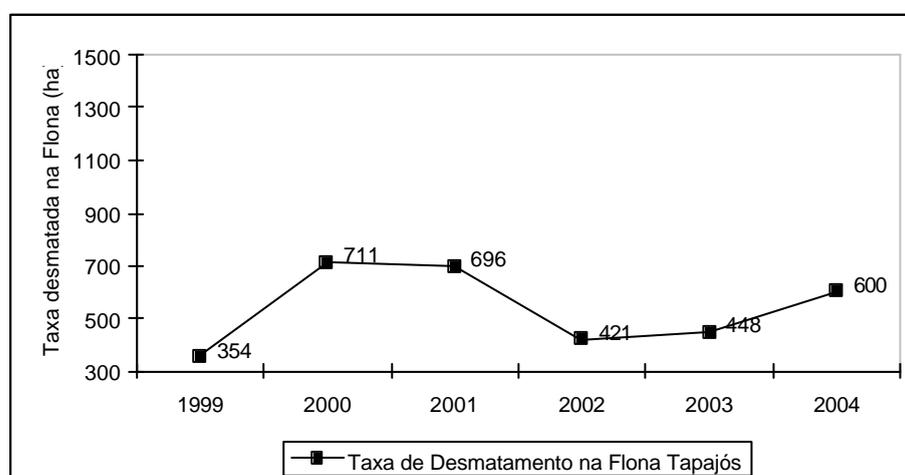


Figura 15 - Evolução da Taxa Anual de Desmatamento na Floresta Nacional do Tapajós entre 1999 e 2004.

Estes dados indicam que, apesar de provavelmente existirem outros fatores influenciando na redução da taxa de desmatamento da Flona Tapajós, sua dinâmica temporal foi distinta da dinâmica do desmatamento no total da região. Mostrando a importância da Flona Tapajós na conservação ambiental da região.

## 5. CONCLUSÃO

Após o estudo concluiu-se que a região de Santarém-PA vem sofrendo um acelerado processo de ocupação proveniente de fatores socioeconômicos variados, mas principalmente pelo avanço da fronteira agrícola e pela perspectiva de asfaltamento da rodovia BR-163.

Conclui-se também que a partir de 2001 a agricultura mecanizada de grãos foi o maior responsável pelos maiores desmatamentos na região de Santarém, independentemente do tipo de vegetação analisada. Os incentivos de financiamento, a facilidade de exportação propiciado pela construção de um porto graneleiro em Santarém e o aumento do preço da soja, sobrepujaram-se aos elevados custos para realização de desmatamentos e preparação de terra em áreas florestais.

Além do desmatamento direto nas áreas florestais, a expansão da fronteira agrícola causa o êxodo tanto dos pequenos agricultores quanto de pecuaristas, que vendem as áreas que tradicionalmente ocupavam, mais bem localizadas em termos de infra-estrutura, e migram para áreas florestais mais distantes, principalmente terras públicas, e reiniciam o processo de desmatamento para a instalação das suas atividades produtivas. Portanto a expansão da fronteira agrícola gera também indiretamente o aumento do desmatamento total.

Finalmente conclui-se que a existência de unidades de conservação de uso sustentável são importantes na contenção do desmatamento na região amazônica pois apesar de existir pressão de desmatamentos legais e ilegais nestas áreas, estes são consideravelmente menores que nas áreas adjacentes. No caso da Flona Tapajós o desmatamento obedeceu uma dinâmica de evolução multitemporal diferente da ocorrida no restante da área de estudo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, A.; MOUTINHO, P. A distribuição do desmatamento na Amazônia: vetores, áreas críticas e mapeamento de fronteiras. *In: SEMINÁRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO DE ANÁLISE DOS DADOS DE DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL*, 3., 27-28 jun. 2005. **Resumos...** São José dos Campos. São José dos Campos, 2005. disponível em <<http://www.obt.inpe.br/prodes>>. Acesso em: 16 out. 2005.

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

BICKEL, U.; DROS, J.M. **The impacts of soybean cultivation on brazilian ecosystems: Three case studies**. S.I.: WWF, 2003. 33 p. 1 arquivo 3.98 Mb disponível em: <<http://id.panda.org/downloads/forests/impactssofsoybean.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2005.

BRANDÃO, A.S.P., REZENDE, G.C.; MARQUES, R.W.C. Crescimento agrícola no Brasil no período 1999-2004: explosão da soja e da pecuária bovina. **IPEA, Textos para Discussão**, n. 1103, 34p., 2005.

BRASIL. Lei n. 9.985 de 18 de Junho de 2000. SNUC - **Sistema nacional de unidades de conservação da natureza**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente - MMA., 2ª ed. 2002. p. 52.

CÂMARA, G.; VALERIANO, D.M.; SOARES, J.V. **Metodologia para o cálculo da taxa anual de desmatamento na Amazônia Legal**. Disponível em: <[www.obt.inpe.br/prodes](http://www.obt.inpe.br/prodes)> Acesso em: 25/10/2005.

CARVALHO, L.M.T.; CLEVERS, J.G.P.W.; JONG, S.M.; SKIDMORE, A.K. Forestry database updating based on remote sensing change detection. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR)*, 12., 16-21 abr. 2005, Goiânia. **Anais ....** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 465-472. CD-ROM.

CARVALHO, R. A Amazônia rumo ao "ciclo da soja". **Amazônia Papers**, São Paulo, n. 2, p. 8, set. 1999. <http://www.amazonia.org.br>.

CORDEIRO, A. (Coord.). **Floresta Nacional do Tapajós - Plano de Manejo**. Belterra: IBAMA, 2004. 373 p. v. I- Informações Gerais. Disponível em: <[http://www.ibama.gov.br/flona\\_tapajos/](http://www.ibama.gov.br/flona_tapajos/)>. Acesso em: 30 out. 2005.

CORRETORA MERCADO. **Preço em dólar pago aos produtores do RS por saca de 60 kg de soja**. Disponível em: <[http://www.clicmercado.com.br/estatisticas/estatistica\\_detalhes.asp?IDestatistica=169#](http://www.clicmercado.com.br/estatisticas/estatistica_detalhes.asp?IDestatistica=169#)> Acesso em: 6 de Nov. 2005. Atualizado em 17 Nov. 2004.

ESCADA, M.I.S. O avanço do desmatamento na Amazônia no contexto das novas fronteiras. *In: SEMINÁRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO DE ANÁLISE DOS DADOS DE DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL*, 3., 27-28 jun. 2005. **Resumos...** São José dos Campos. São José dos Campos, 2005. disponível em <<http://www.obt.inpe.br/prodes>>. Acesso em: 16 out. 2005.

ESPÍRITO-SANTO, F.D.B.; SHIMABUKURO, Y.E.; DUARTE, V.; VALERIANO, D.M. Estimativa e avaliação do desflorestamento de uma área do Mato Grosso com o uso de

- imagens CCD/CBERS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 12., 16-21 abr. 2005, Goiânia. **Anais ....** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 931-936. CD-ROM.
- ESPÍRITO-SANTO, F.D.B.; SHIMABUKURO, Y.E.; SANTOS, J.R.; KUPLICH, T.M. Classificação semi-automática de imagens multitemporais Landsat para a determinação dos estágios sucessionais de uma área de desflorestamento na Amazônia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 12., 16-21 abr. 2005, Goiânia. **Anais ....** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 1517-1524. CD-ROM.
- FARELLA, N.; LUCOTTE, M.; LOUCHOUARN, P.; ROULET, M. Deforestation modifying terrestrial organic transport in the Rio Tapajós, Brazilian Amazon. **Organic Geochemistry**, n. 32, p. 1443-1458, 2001.
- FEARNSIDE, P.M. Land-tenure issues as factors in environmental destruction in Brazilian Amazonia: The case of Southern Pará. **World Development**, n. 29, p. 1361-1372, 2001.
- FEARNSIDE, P.M. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. **Environmental Conservation**, v. 28(1), p. 23-38, 2001.
- GRUPO DE TRABALHO DE FLORESTAS. **Relação entre cultivo de soja e desmatamento: Compreendendo a dinâmica**. S.L.: Amigos da Terra - Amazônia Brasileira, 2005. 79 p.
- GRUPO DE TRABALHO INTERMINISTERIAL. **Planode Desenvolvimento Regional Sustentável para a área de influência da Rodovia BR-163 Cuiabá - Santarém. 2ª etapa de Consultas Públicas**. Brasília, 2005. 139 p.
- KIMES, D.S.; NELSON, R.F.; SKOLE, D.L.; SALAS, W.A. Accuracies in mapping secondary tropical forest age from sequential satellite imagery. **Remote Sensing Environment**, New York, n. 65, p. 112-120, 1998.
- LAURANCE, W.F.; ALBERNAZ, A.K.M.; FEARNSIDE, P.M.; VASCONCELOS, H.L.; FERREIRA, L.V. Deforestation in Amazonia. **Science**, v. 304, p. 1109, 21 Mai 2004.
- LEROY, J-P. **Uma chama na Amazônia**. Rio de Janeiro: Vozes e FASE, 1991. 213 p.
- MARGULIS, S. **Quem são os agentes dos desmatamentos na Amazônia e por que eles desmatam?** 2001. Disponível em: <[http://www.bancomundial.org.br/index.php/content/view\\_document/1512.html](http://www.bancomundial.org.br/index.php/content/view_document/1512.html)> Acesso em: 25 out. 2005.
- MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da Amazônia brasileira**. 1ª ed. Brasília: Banco Mundial, 2003. 100 p. Disponível em <[www.bancomundial.org.br](http://www.bancomundial.org.br)>. Acesso em: 20/10/2005.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Programa Áreas Protegidas da Amazônia ARPA**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sca/arpa/>> Acesso em: 15 out. 2005.
- MOREIRA, M.A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2ª ed. Viçosa: UFV, 2003. 307 p.
- RODRIGUES, R.L.V. **Análise dos fatores determinantes do desflorestamento na Amazônia legal**. Rio de Janeiro, 2004. 249 f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- SILVEIRA, E. A soja desmata? Novo estudo amplia a polêmica. **O Estado de São Paulo**, 20 Jan. 2005.
- SOARES, E. S. **Desafios, resultados, ameaças e oportunidades em uma unidade de conservação na Amazônia: A Floresta Nacional do Tapajós**. Belterra: IBAMA - ProManejo, 2004. 164 p.
- SOARES-FILHO, B.; ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; CERQUEIRA, G.; DIAZ, M.D.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**, n. 10, p. 745-764, 2004.
- WEIS, B. Soja versus floresta: entenda a polêmica do estudo do Ipea. **ISA- Instituto Socioambiental**, 21 Jan. 2005. disponível em <<http://www.socioambiental.org/>> Acesso em: 19 out. 2005.
- WWF - BRASIL. **Áreas Protegidas da Amazônia. Fases** Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/wwf/opensource/site/list\\_news.jsp?channelId=600&newsChannelId=605](http://www.wwf.org.br/wwf/opensource/site/list_news.jsp?channelId=600&newsChannelId=605)> Acesso em: 25 out. 2005.