

Revista Brasileira de Cartografia (2016), N° 68/10: 1905-1917  
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto  
ISSN: 1808-0936

## EXPANSÃO DA DENDEICULTURA EM RELAÇÃO ÀS ZONAS AGROECOLÓGICAS DE TOMÉ-AÇU, PARÁ

*Palm Culture Expansion in Relation to Agroecological Zones,  
Tome-Açu, State of Pará*

**Wanja Janayna Lameira<sup>1</sup>, Ima Célia Guimarães Vieira<sup>2</sup>  
& Peter Mann de Toledo<sup>3</sup>**

**<sup>1</sup> Universidade Federal do Pará – UFPA**

Departamento de Geociências  
Av. Augusto Corrêa, s/n. Guamá. 66.900-000 – Belém, PA - Brasil  
wjlameira@hotmail.com

**<sup>2</sup> Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG**

Departamento de Botânica  
Av. Perimetral s/n. Terra firme. 66.035-170 – Belém, PA - Brasil  
ima@museu-goeldi.gov.br

**<sup>3</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE**

Centro de Ciência do Sistema Terrestre  
Av. dos Astronautas, 1.758. Jd. da Granja. 12.227-010 – São José dos Campos, SP - Brasil  
peter.toledo@hotmail.com

*Recebido em 29 de Abril, 2014/ Aceito em 17 de Setembro, 2016*

*Received on April 29, 2014/ Accepted on September 17, 2016*

### RESUMO

Os mapas são representações gráficas que podem contribuir na gestão territorial. Assim, este artigo tem o objetivo de analisar espacialmente se a expansão da dendeicultura (*Elaeis guineensis* Jacq.) no Pará, ocorre apenas em áreas alteradas (desflorestadas) ou também está avançando para as áreas preservadas. O recorte espacial adotado foi o município de Tomé-Açu que desempenha papel significativo no desenvolvimento econômico regional com base na agricultura familiar, ter tradição em cultivos agroflorestais, e possui uma localização geográfica estratégica no polo de produção do dendezeiro no Estado. Utiliza-se uma abordagem interdisciplinar para integrar dados de sensoriamento remoto e técnicas de modelagem cartográfica (álgebra de mapas). Os resultados para o período estudado (2001-2013) apontaram que os cultivos de dendezeiro estão concentrados, principalmente, em áreas indicadas para a atividade agropecuária, embora, também ocorram nas áreas indicadas para a preservação (principalmente, faixas dos rios). Situação que reforça a necessidade de acompanhar o avanço desta atividade na Amazônia

**Palavras chaves:** Cartografia Temática, Dendeicultura, Dinâmica da Cobertura Vegetal e Uso da Terra.

### ABSTRACT

The Maps are graphic representation that can contribute to territorial management. This work has objective to do a spatial analysis of palm culture expansion in Tome-Açu, State of Pará, in the period 2001-2013. The scientific question we want to answer is: “Does occur the oil palm expansion only deforestation area or too in conservation areas?” We

selected this study area because this region is an important center for the family farming development and be part of the dynamics of the palm production. We used ainterdisciplinarity approach to integrated products and techniques of Remote Sensing and cartographic modeling (map algebra). The results showed that oil palm plantations are mainly concentrated in areas suitable for crops and livestock and in remnant primary forests (riparian forests). The situation found reinforces the need to monitor the oil palm expansion in Amazon.

**Keywords:** Thematic Mapping, Palm Culture, Dynamics of Land-Use, Land-Cover Change.

## 1. INTRODUÇÃO

A representação gráfica em forma de mapas é uma ferramenta basilar para evidenciar os diferentes componentes da superfície terrestre, tornando-os indispensáveis para analisar e monitorar das dinâmicas espaciais. Sabe-se que, desde o final do século XVI, os mapas têm sido utilizados para representar fenômenos particulares com objetivos práticos, como a hidrografia, as florestas, as rotas de correios, entre outros. Com acréscimos sucessivos, esta técnica, de fazer mapas, consolida-se, permitindo que os diferentes campos do conhecimento representem em forma de mapas seus objetos de estudo. Surge, assim, a cartografia temática.

Das muitas possibilidades de espacializar os diferentes objetos de estudo, têm destaque os estudos de cobertura vegetal e uso da terra, que evidenciam as ações sociais que se materializam sobre o espaço.

Tal como observado nas abordagens da Cartografia Temática Ambiental, que tem o objetivo de compreender e indicar formas de uso do espaço com vistas a manter suas propriedades biofísicas relativamente preservadas, permitindo a expansão das atividades sócio-econômicas em bases sustentáveis (MARTINELLI, 2010).

Trata-se de uma cartografia de síntese, que destaca as relações, mediações e contradições que integram a natureza e a sociedade (MARTINELLI, 1999). Logo, as mudanças empreendidas no espaço podem ser analisadas utilizando esse arcabouço teórico.

Um bom exemplo para tal aplicação é a região amazônica, que ganha visibilidade no cenário internacional devido à grande extensão de sua floresta tropical, a alta diversidade biológica e a dinâmica sócio-cultural. Em contrapartida, também vivencia a expansão das áreas urbanas e a intensificação das atividades agropecuárias que põem em risco a manutenção desses ambientes naturais introduzindo novos hábitos culturais mais centrados na vida urbana.

Refletir sobre essa questão é basilar, principalmente na região amazônica, pois até pouco tempo (1960-80) a diretiva do desenvolvimento regional incentivava a implantação de projetos agropecuários, mineralógicos e a criação de infraestrutura para atender às novas demandas do mercado internacional (BECKER, 2010).

Hoje, influenciados pelo discurso mais elaborado da sustentabilidade, outros planos de desenvolvimento regional têm sido colocados em prática, como a política do governo federal para dinamizar a produção nacional de óleo de palma (dendê) no âmbito da matriz energética dos biocombustíveis (NAHUM & MALCHER, 2012).

Essa mobilização pelo dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) na Amazônia se deve principalmente às condições edafoclimáticas favoráveis e à grande extensão de terras aptas para tais cultivos (VENTURIERI, 2012). Porém, esse nova territorialização dos dendezeiros na região traz consigo incertezas, posto que pode reeditar os antigos planos de desenvolvimento exploratório, executados principalmente a partir das décadas de 1970-1980 (NAHUM & SANTOS, 2015).

## 2. EXPANSÃO DA DENDEICULTURA NA AMAZÔNIA

Os cultivos de dendezeiros na região tiveram início na década de 1980 com o projeto-piloto da antiga Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA) para impulsionar o desenvolvimento regional (HOMMA *et al.*, 2000). Contudo, desde a década de 1950, o *Institut Recherchs Pour Lés Huiles et Lés Oleagineux* (IRSH), atual Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) já havia identificado o potencial produtivo dessas áreas, devido às excelentes condições edafoclimáticas e à disponibilidade de terras aptas para tais cultivos (MÜLLER & ALVES,

1997).

Decorridos mais de trinta (30) anos, os dendezeiros foram reintroduzidos na região com o Plano Nacional de Produção e uso do Biodiesel (PNPB), em 2004, e posteriormente com o Programa de Produção Sustentável de Óleo de Palma (PPSOP), em 2010.

Tal iniciativa tem a ambição audaciosa de criar a matriz sustentável de palma de óleo, reduzir o desmatamento, e promover a inclusão social, principalmente no campo.

Ações já foram concluídas como o Zoneamento Agroecológico da cultura da palma de óleo (ZAE - Decreto nº 7.172/2010) ou estão em andamento como a abertura de linhas de crédito (Pronaf Eco-Dendê), a regularização fundiária (Programa Terra Legal), a integração da agricultura familiar e a participação de grandes empresas de biodiesel, para dar suporte a esse empreendimento.

Entretanto, outras medidas precisam ser melhoradas, como o processo de licenciamento, monitoramento e a gestão ambiental dos projetos de cultivos de dendê, que estão sobre a responsabilidade das secretarias estaduais.

A fragilidade é que, geralmente, essas instituições são desarticuladas e com baixa capacidade técnico-científica para atuar em casos comprovados de impacto e/ou degradação sócio-ambiental (BRANDÃO & SCHONEVELD, 2015). A situação se torna mais grave quando projetado para a esfera municipal, o lugar que vive diretamente estas ações.

Portanto, é fundamental a integração de ações federais, estaduais e municipais, além da participação da sociedade civil organizada e das instituições de ensino e pesquisa, para acompanhar a expansão da dendeicultura, com a meta de avaliar os riscos de novos desmatamentos, contaminação dos corpos d'água, concentração de terra, descampesinização do pequeno agricultor, e a ameaça à segurança alimentar (ALMEIDA, 2010). Caso contrário, pode vir a se tornar uma reedição de fronteira agrícola, só que desta vez como fronteira da bioenergia, que reorganiza o espaço onde está sendo implantado (NAHUM & SANTOS, 2014).

O Pará é o maior produtor de óleo de palma, no Brasil. Isto pode ser observado mais acentuadamente a partir de 2005 (IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2015) com

o aumento de áreas plantadas e o número de empresas que atuam neste setor no Estado, tais como a **Codenpa/Denpasa**, Agropalma, Dentauá, Palmasa, Marborges, Yossan Mejer, Biopalma/Vale (antiga Biovale), Petrobras/Galp (Belém Bio Energia/BBB), Archer Daniels Midland (ADM).

Das empresas citadas, apenas a Agropalma tem destinado parte da sua produção ao biodiesel. As demais continuam a atender as demandas das indústrias alimentícias e de cosméticos. Isto significa dizer que a cadeia do biodiesel ainda não está totalmente consolidada no Estado do Pará. Com isto, a perspectiva é que a dendeicultura avance ainda mais na região nos próximos anos.

## **2.1 Os dendezeiros em Tomé-Açu, Pará**

Há registros de que os primeiros plantios de dendezeiros em Tomé-Açu, Pará ocorreram em 1970 (HOMMA *et al.*, 2000), cuja meta era tornar produtivas as áreas de antigos plantios de pimenta do reino infestados pela *Fusarium* (Fusariose).

Com o declínio da pimenta, a atividade econômica predominante é a pecuária, com a criação de gado, e os sistemas agroflorestais voltados para a produção de pimenta e a fruticultura. Investimento que diversificou a produção agropecuária no município (HOMMA, 2010).

Com a perspectiva de expansão da palma de óleo em Tomé-Açu, espera-se que esta atividade se torne mais uma alternativa econômica capaz de estimular o crescimento econômico e reduzir as desigualdades sociais no campo. Porém, não está descartada a hipótese de que, com tal expansão, as práticas de cultivos agroflorestais, considerados de baixo impacto, sejam abandonadas.

Um bom exemplo dessa hipótese é a farinha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), que, segundo dados do Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Sócio-econômicos no Pará (DIEESE/PA), no período de março de 2012 a março de 2013, o preço aumentou cerca de 139,81%, no Estado do Pará.

Certamente, não é possível afirmar que o aumento do preço da farinha está ligado diretamente à expansão do cultivo de dendezeiros, contudo, é inegável que, à medida que aumentam tais cultivos, observa-se a redução de áreas

cultivadas com mandioca. Situação que justifica a necessidade de analisar espacialmente a expansão da dendeicultura na região.

### 3. ESTUDOS DE COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA

Estudos de cobertura vegetal e uso da terra correspondem à primeira etapa para identificar os principais padrões espaciais, as técnicas empregadas no campo, e as tendências de expansão agrícola (WAIBEL, 1979).

O termo uso da terra está relacionado com as atividades desenvolvidas pelo homem na superfície terrestre, com fins agrícolas, habitacionais, industriais, lazer e recreação (TURNER e MEYER, 1994). Também discute questões econômicas relacionadas com a produção e comercialização de produtos agrícolas, examinados à luz dos dados estatísticos (FERREIRA, 2001).

No âmbito da cartografia, a elaboração de mapas de cobertura vegetal e uso da terra é uma construção mental, ligada à cartografia temática. Com os avanços tecnológicos do sensoriamento remoto e dos sistemas de informações geográficas (SIG), principalmente a partir da década de 1990, tais elaborações ganharam novas aplicações, seja na análise da dinâmica da cobertura vegetal (VIEIRA *et al.*, 2003); no uso da terra (MORAN *et al.*, 1994); WATRIN e ROCHA 1991); como em estudos de zoneamento (MMA, 2010), e monitoramento da expansão do desmatamento (INPE, 2014).

A preferência por tais técnicas, deve-se principalmente à facilidade de acesso e ao refinamento das resoluções (temporais, espaciais e espectrais) dos sensores remotos. Tais dados quando associados aos fundamentos da cartografia temática podem ter amplamente aplicabilidade nos estudos de ordenamento territorial e nas políticas públicas na Amazônia.

## 4. METODOLOGIA

Esta seção apresenta as características da área de estudo com base na revisão bibliográfica e os procedimentos metodológicos seguidos para alcançar os objetivos deste estudo.

### 4.1 Área de estudo

Utilizou-se como recorte espacial o município de Tomé-Açu, Pará. Está limitado

pelas coordenadas geográficas  $02^\circ 07'$  e  $03^\circ 08'$  de latitude Sul;  $47^\circ 58'$  e  $48^\circ 29'$  de longitude a Oeste de Greenwich, *Datum* WGS 84 (Figura 1). Trata-se de uma área de aproximadamente 5.000 km<sup>2</sup>, (IBGE, 2014).

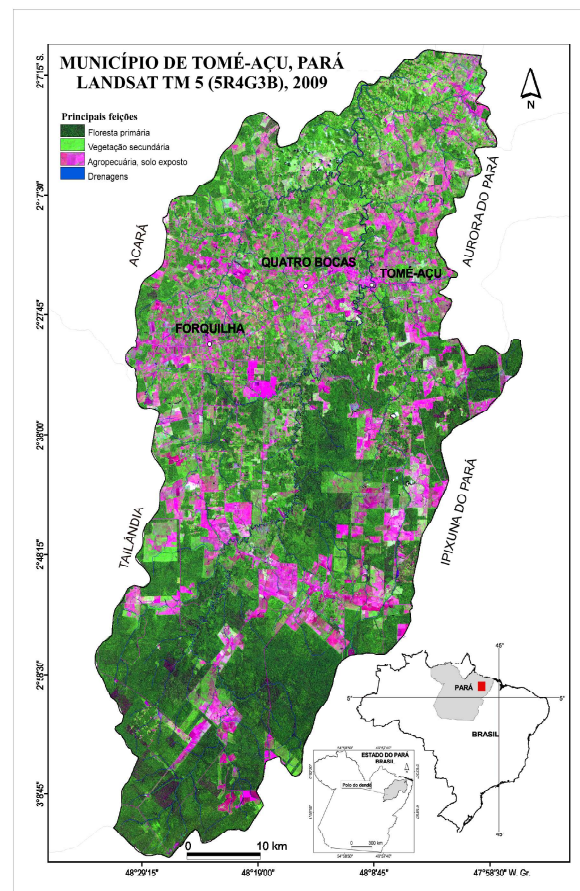


Fig. 1 - Localização da área de estudo.

#### 4.1.1 Características biofísicas

A dinâmica climática regional está associada à atuação da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, às linhas de instabilidades provocadas pelas brisas marítimas e fluviais e pelo aquecimento local (De SOUSA & ROCHA, 2014). As temperaturas são elevadas, acima de  $26,0^\circ\text{C}$ , a precipitação média de 1983 a 2010 esteve em torno de 2.522,6 milímetros (MONTEIRO *et al.*, 2009).

Os principais tributários que drenam a área de estudo são os rios Acará-mirim e o Tomé-Açu. A cobertura vegetal é formada pela Floresta Densa dos Baixos Platôs, a Densa de Platôs, bastante alterada, favorecendo o surgimento das Florestas Secundárias ou capoeiras (IBGE, 2012).

A compartimentação geológica é

representada por sedimentos pós-barreiras e pelas Formações Barreiras e Ipixuna (MONTEIRO *et al.*, 2009). De acordo com a EMBRAPA (2009), os solos predominantes são os Latossolos Amarelo distrófico (LAd).

#### **4.1.2 Características socioeconômicas**

As principais fontes de renda do município são o fundo de participação dos municípios, que em 2012 foi de 1.272.542,88, seguido da atividade agropecuária (mandioca, cacau e o dendê); a criação de animais (bovinos e aves) (IDESP, 2013).

O crescimento populacional de 2000 a 2010 foi de 1,8%, enquanto que a taxa de urbanização foi de 55,85% (IBGE, 2010). Desse total, mais de 50% da população vive abaixo da linha da pobreza, ou seja, vive com menos de 70 reais/mês (LAMEIRA *et al.*, 2015).

A cidade sede de Tomé-Açu e as vilas de Quatro-Bocas e Forquilha (distrito administrativo) são as áreas que mais exercem pressão sobre os recursos naturais são devido à expansão da malha urbana. Outra frente de ocupação são as margens das rodovias estaduais PA-140 e PA-256 (principais vias de acesso ao município), onde está concentrada a maioria das áreas de agropecuária.

O índice de desenvolvimento da educação básica é de 4,6 acima do índice do Estado do Pará que é de 4,0. Contudo, ambos estão longe de atingir as metas estabelecidas pelo Ministério da Educação (MEC), cuja expectativa é que o ensino fundamental em todo o Brasil atinja nota 6 (IDEB, 2014).

#### **4.2 Identificação da Cobertura vegetal e uso da terra (2001-2013)**

Para identificação das classes temáticas utilizou-se as cenas 221063 e 221064 dos anos de 2001, 2004, 2009 (Landsat 5, sensor TM 5, bandas 5, 4 e 3) e 2013 (Landsat 8, sensor OLI, bandas 6, 5, 4) (INPE, 2013; USGS, 2013).

A etapa seguinte foi tornar a interpretação dos produtos de sensoriamento remoto (imagens de satélite) mais “fácil”, ou seja, foram extraídas apenas as informações desejadas, uma vez que a maioria das imagens contém uma quantidade considerável de dados que passam despercebidos aos olhos humanos.

Para isso, foram realizados dois procedimentos: o pré-processamento e o processamento de imagens.

Na etapa do pré-processamento, efetuou-se a retificação radiométrica para corrigir o valor do brilho das bandas quando estas apresentavam padrões diferenciados das mesmas bandas referentes a imagens dos outros anos. Esta etapa é fundamental nas análises multitemporais, pois geralmente as imagens são adquiridas em períodos temporais distintos, em condições adversas.

A seguir foi editado o georeferenciamento e correção da imagem de 2013 em relação à imagem de 2001, para facilitar a localização dos pontos de controle coletados em campo com GPS (*Global Positioning System*).

Realizou-se também como técnica de pré-processamento realces de contraste nas imagens de satélite, para melhorar a interpretação das mesmas visto que a maioria das imagens de sensoriamento remoto possui uma resolução radiométrica de oito (8) *bits*, que podem produzir 256 níveis de cinza ou DN (*Digital Number*), e o sistema visual do homem só consegue distinguir 30 níveis. Portanto, é indicado para facilitar a identificação de todos os intervalos de cinza ou DN, e diferenciar as classes temáticas através de técnicas de fatiamento (SLATER 1980; GOEL, 1988).

A imagem Landsat de 2013 foi realçada pelo método de aumento linear de contraste. A justificativa deste procedimento está na necessidade de delimitar visualmente as informações referentes aos tipos de cobertura vegetal e uso da terra identificáveis nesta imagem.

Como as informações obtidas por imagens de satélites são baseadas nas características espectrais da paisagem, recomenda-se a utilização de trabalho de campo enquanto recurso imprescindível para relacionar as classes extraídas da imagem com as feições identificadas e registradas por GPS no campo. Foram realizadas também duas expedições de campo, uma em setembro de 2012 e outra em novembro de 2013, para o reconhecimento das principais características da paisagem da área de estudo e para ajustes e calibração dos resultados obtidos nas classificações não-supervisionadas. Com

apoio das informações de campo foi possível organizar um banco de dados com os pontos de GPS, as imagens fotográficas e os resultados dos questionários aplicados na área de estudo.

De posse deste acervo, deu-se início à etapa de processamento digital, que tem o objetivo de explicar, extrair, condensar e realçar as informações de interesse, a partir de uma enorme quantidade de dados que compõem uma imagem (CROSTA, 1992). A técnica empregada foi a classificação supervisionada mediante a seleção de amostras espectrais selecionadas na imagem. O algoritmo utilizado foi o Máxima Verossimilhança (*Maximum Likelihood*).

Para a validação dos resultados das classificações foi utilizado o índice Kappa (HUDSON & RAMM, 1987). Tal índice é gerado a partir da matriz de erro (matriz de confusão), evidenciando dois tipos de erros (inclusão e omissão). Em síntese, serve para comparar os dados da expedição de campo com o resultado da classificação supervisionada.

Os erros de inclusão ocorrem quando o *pixel* de uma determinada classe é incluído em outra classe diferente.

Os erros de omissão estão relacionados com os trabalhos de avaliação no campo, nos quais se verifica o total de *pixels* classificados, correlacionando-os aos que foram omitidos (atribuídos à outra classe). Nesta análise, a precisão alcançada foi de 81,5% (satisfatória), dos quais 18,4 foram erros de inclusão, e 26,8 foram erros de omissão. Tais valores podem estar relacionados com a ocorrência de nuvens na imagem de 2013.

### 4.3 Análise espacial das áreas com dendê

A análise espacial teve por base o mapa topográfico (IBGE, 2014), as áreas de dendê obtidas da classificação da imagem de satélite de 2013 e as zonas agroecológicas (EMBRAPA, 2009). É necessário esclarecer que o mapa das zonas agroecológicas foi elaborado na escala de 1:250.000.

Nesse mapa foram delimitadas três zonas de acordo com o potencial pedológico, a aptidão agrícola das terras, além das características do clima, o relevo, a drenagem, em relação ao impacto produtivo do uso da terra (EMBRAPA, 2009). A primeira é indicada para Lavoura (ZLA); a segunda é indicada para a Pecuária

(ZPE); e a terceira é indicada para Preservação (ZPR).

Essas informações foram relacionadas (cruzadas) com as áreas de dendê por modelagem cartográfica (álgebra de mapas), executada em ambiente computacional dos Sistemas de Informações Geográficas – SIGs.

Trata-se de um procedimento matemático realizados com operações booleanas (estruturas algébricas que utilizam operações lógicas de E, OU e NÃO, e operações de teoria de conjuntos, tais como soma, produto e complemento).

Realiza análises espaciais de combinações, proximidade, medidas de distâncias e conectividades por meio de operações geométricas e topológicas (DRUCK *et al.*, 2004; TOMLIN, 1990). É similar às técnicas de mapeamento em overlay. A diferença é que a arquitetura computacional pode executar análises espaciais mais complexas.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos dados utilizados neste estudo os principais resultados obtidos foram: i. A dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra de 2001 a 2013; ii. A adequação das áreas de dendzeiros em relação às áreas agroecológicas de Tomé-Açu, Pará.

### 5.1 Fluxos de cobertura vegetal e uso da terra (2001-2013)

Para reduzir a possibilidade de atribuir uma classe temática a outra diferente, utilizou-se como referência complementar na interpretação visual os aspectos da cor, forma, tamanho, textura (impressão de rugosidade), a localização e o trabalho de campo. Outra estratégia foi generalizar as classes de cobertura vegetal e uso da terra em sete (07) categorias temáticas: (i) floresta primária; (ii) floresta degradada; (iii) vegetação secundária; (iv) agropecuária; (v) solo exposto; dendê (v); e (vi) outros (drenagem, nuvens, sombras).

Conceitualmente, entende-se por floresta primária as formações vegetais arbóreas originais que não sofreram interferência ou degradação por uso antrópico. A floresta degradada corresponde à área de floresta primária que foi submetida a algum tipo de degradação, como o fogo e a exploração madeireira.

A floresta secundária é resultante do

processo natural de sucessão (neste estudo foram generalizados todos os estágios sucessionais: inicial, intermediário e avançado) e uma única classe.

As áreas de agropecuária correspondem às áreas de agricultura e pastagens. Devido à resolução especial do sensor, foram incorporados também os mosaicos de pequenos cultivos agrícolas e os sistemas agroflorestais.

O solo exposto, em geral, apresenta uma superfície limpa, sem presença de cobertura vegetal. Corresponde a áreas que estão sendo preparadas para o cultivo agrícola ou limpeza de pastos. As demais classes como drenagem, sombra e nuvens foram agrupadas na classe outros. A Figura 2 demonstra o resultado da classificação dos anos de 2001 e 2004.

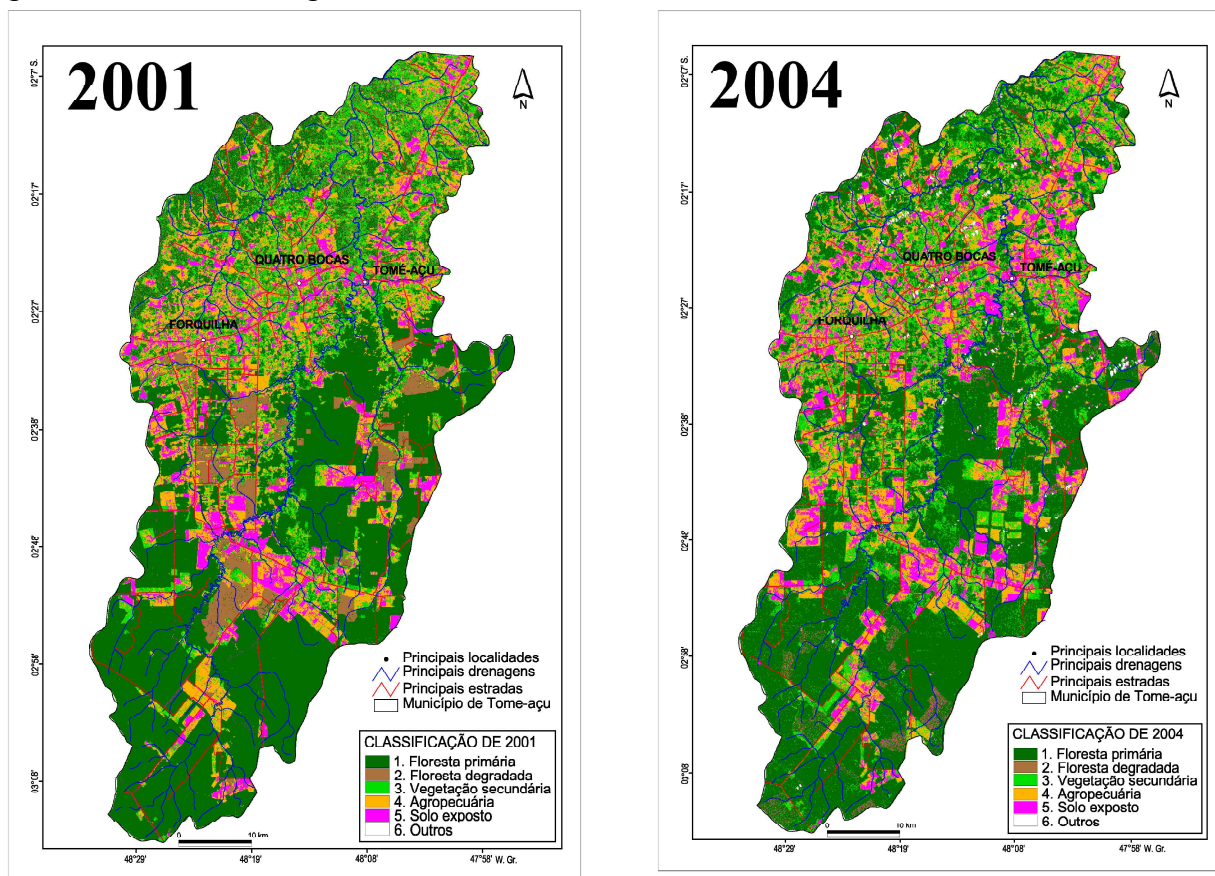


Fig. 2 - Cobertura vegetal e uso da terra (2001 e 2004).

Os anos de 2009 e 2013 são apresentados na Figura 3. Em geral, observa-se que os cultivos de dendezeiros são mais visíveis a partir de 2013, estando concentrados principalmente às proximidades da sede municipal e aos núcleos populacionais consolidados (vilas Quatro Bocas e Forquilha).

A figura 4 apresenta a dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra observada em Tomé-Açu, Pará de 2001 a 2013.

As áreas de florestas primárias em 2001 eram de aproximadamente 2.546,01 km<sup>2</sup> (48,94%). Gradativamente, estão sendo convertidas a outros tipos de uso da terra, restando em 2013 1.656,04 km<sup>2</sup> (31,84%). A floresta degradada também apresenta o mesmo padrão de uso, ou seja, está sendo reduzida em área.

A vegetação secundária (capoeiras em diferentes estágios sucessionais), de 2001 a 2009 estava sendo relativamente preservada, pois em 2001 ocupava cerca de 818,32 (15,73%), e em 2013 apresentou um aumento significativo de 1615,86 km<sup>2</sup> (31,06 %). Em 2013, observa-se que está sendo convertida em outros usos.

A atividade agropecuária indica uma tendência de expansão de 2001 a 2009, ficando mais acentuada a partir de 2013 (1320,75 km<sup>2</sup> - 25,39%).

O solo exposto foi a classe que mais oscilou. Em 2001 ocupava cerca de 485,27 km<sup>2</sup> (9,33%), aumentou para 617,50 km<sup>2</sup> (11,37%) em 2004; e de 2009 (511,64 - 9,84%), a 2013 (221,21 km<sup>2</sup> - 4,25%), o que demonstra o uso da terra na região.

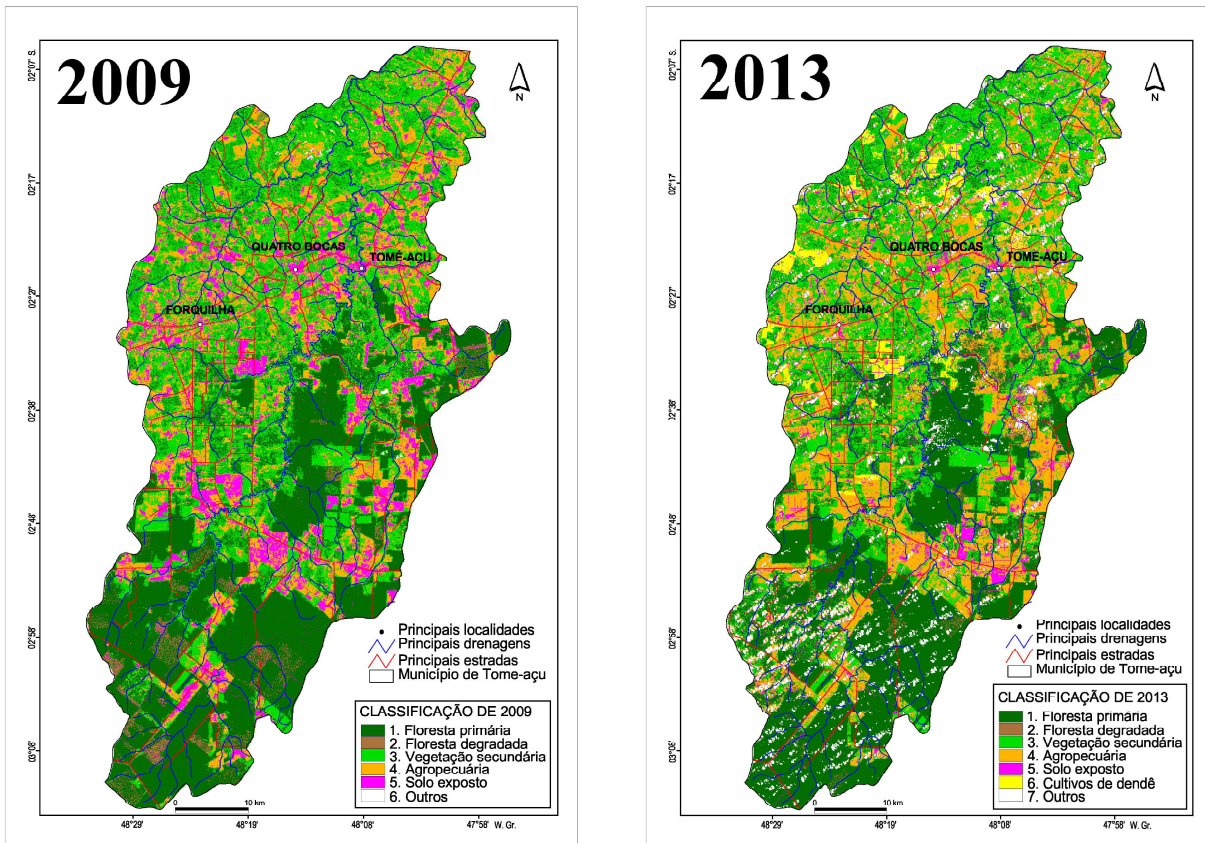


Fig. 3 - Cobertura vegetal e uso da terra (2009 e 2013).

### Fluxos de cobertura vegetal e uso da terra em Tomé-Açu, Pará (2001 - 2013)

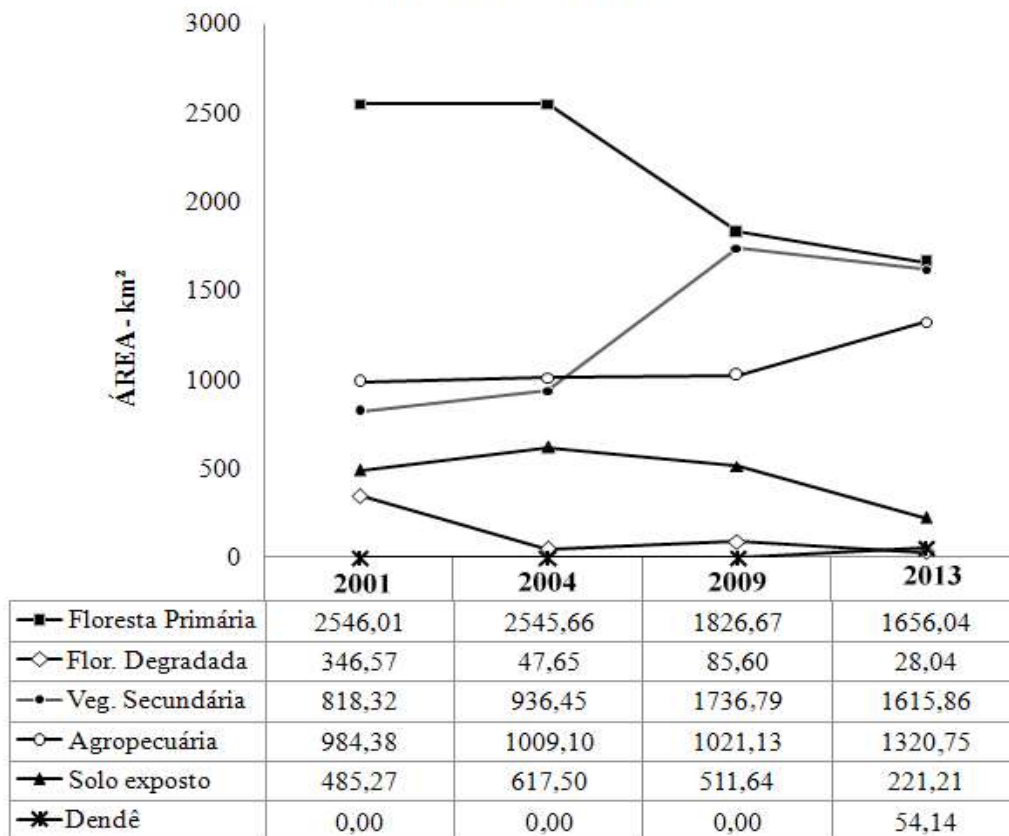


Fig. 4 - Fluxos da cobertura vegetal e uso da terra em Tomé-Açu, Pará (2001 a 2013).



A análise dos fluxos de conversão da cobertura vegetal e uso da terra para dendezeiros foi aplicada apenas nos resultados das classificações de 2009 e 2013 (Figura 5), pois é a partir desta data que tais cultivos foram identificados com mais representatividade espacial na área de estudo.

Em síntese, as áreas de floresta primária, em sua maioria, primeiramente se tornam florestas degradadas (75,19%), que, por sua vez, são convertidas em vegetação secundária (19,93%).

As capoeiras, por sua vez, estão dando espaço para a atividade agropecuária (44,65%) e para os cultivos de dendê (31,94%)

As atividades agropecuárias estão sendo

dendê (44,65%) e solo exposto (22,84%), em geral são convertidos em agropecuária (30,50%) e dendê (22,21%).

Isso significa dizer que as áreas de dendê de hoje, anteriormente eram de agropecuária (44,65%), vegetação secundária (31,94 %) e solo exposto (22,21%). Portanto, o cultivo do dendê está sendo implantado em áreas destinadas para agricultura e pecuária, como prevê o programa do biodiesel. Contudo, também está sendo implantado em áreas de florestas primárias (menos de 2%).

A situação reforça a necessidade de acompanhar o avanço desta atividade na Amazônia, uma vez que tais empreendimentos ainda não estão totalmente consolidados na área de estudo.

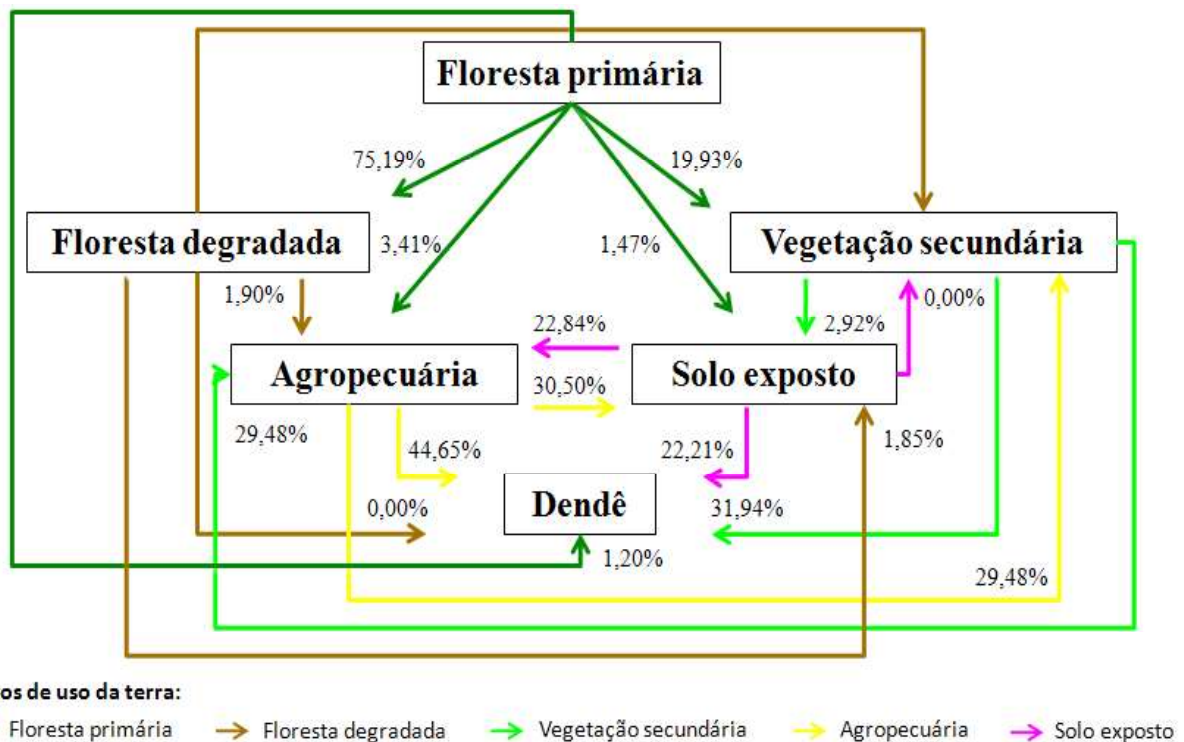


Fig. 5 - Conversão da cobertura vegetal e uso da terra em Tomé-Açu, Pará (2009 a 2013).

## 5.2 Análise espacial dos cultivos de dendê em relação às zonas agroecológicas

Para avaliar a adequação das áreas que estão sendo convertidas em cultivos de dendê, utilizou-se o resultado da classificação de 2013 em relação ao zoneamento agroecológico de Tomé-Açu de 2009.

Na Figura 6, observa-se que os cultivos de dendê estão concentrados principalmente na porção Centro-Oeste de Tomé-Açu.

Em relação às zonas agroecológicas do município de Tomé-Açu (Figura 7), é possível observar que os cultivos de dendê realmente estão sendo implantados principalmente (63,24%) em áreas indicadas para lavouras (ZLA), e secundariamente (35,83%) em áreas indicadas para pecuária (ZPE).

As ocorrências de dendê em área indicada para preservação (ZPR) é menor que 1%, o que reforça a expectativa de que o cultivo de dendê permaneça nas áreas já alteradas.

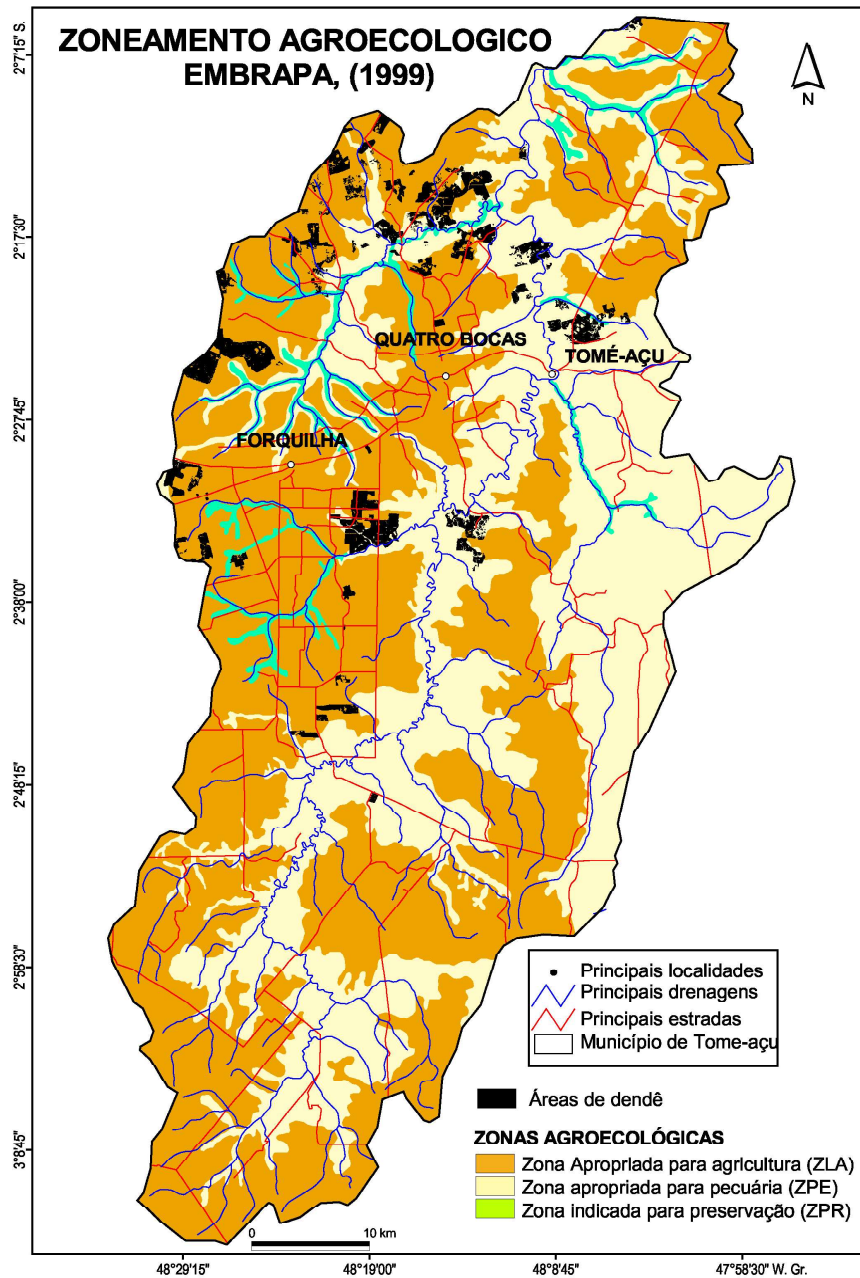


Fig. 6 - Ocorrência de dengê em relação às zonas agroecológicas de Tomé-Açu, Pará.

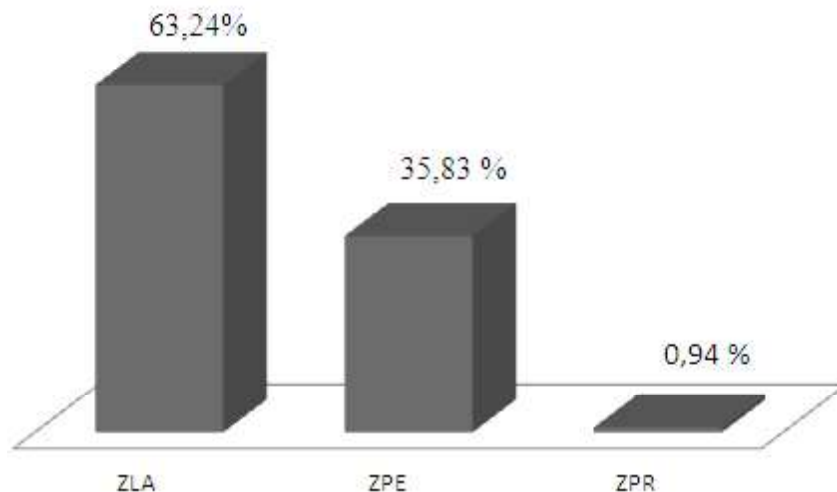


Fig. 7 - Percentual de dengê em relação a cada zona agroecológica em 2013.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É necessário acompanhar o Programa de Produção Sustentável de Óleo de Palma (PPSOP) na Amazônia, pois instala um novo modelo de desenvolvimento regional, que se não for analisado a luz da ciência e uma ampla discussão pode reeditar os antigos erros dos planos de desenvolvimento anteriores.

Este trabalho demonstrou que os cultivos de dendezeiros estão localizados principalmente em áreas indicadas para lavouras e pecuária, logo, obedecem às diretrizes do PPSOP de 2010. Contudo, também ocorrem em áreas indicadas para a preservação (principalmente, faixas dos rios), indicando que medidas precisam ser tomadas para melhorar o monitoramento da cobertura vegetal e o uso da terra em áreas sob impacto e/ou degradação ambiental no Pará.

O Código Florestal (BRASIL, 2012), que regulariza o uso das áreas florestadas e agrícolas, define que, na Amazônia legal, as reservas legais podem ser de 50 a 80%, dependendo se estão em áreas consolidadas de ocupação ou não. Tomé-Açu possui cerca de 32% de florestas remanescentes; há, portanto, um déficit de cerca de 20% de áreas de florestas. Condição que torna fundamental a manutenção das florestas secundárias avançadas, pois na política de expansão da palma de óleo na região, não há nada que limite o avanço dos monocultivos sobre essas áreas.

No caso específico de Tomé-Açu, por sua tradição em cultivos agroflorestais, recomenda-se uma maior associação destas práticas agrícolas (agrofloresta) aos cultivos dos dendezeiros, para que não avancem nas propriedades rurais cujas cadeias produtivas alimentares estejam consolidadas.

Aponta-se como a principal contribuição deste estudo o destaque aos mapas de cobertura vegetal e uso da terra que podem ter grande aplicabilidade na compreensão das dinâmicas espaciais, na gestão territorial e nos diálogos interdisciplinares da cartografia temática.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do INCT/Biodiversidade e Uso da Terra na Amazônia (processo CNPQ no 574008/2008-0) pelo financiamento a realização dos trabalhos

de campo; à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, Brasil pela concessão da bolsa de estudo (Doutorado); e ao Programa de pós-graduação de Ciências Ambientais da Universidade Federal do Pará.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. W. B. de. Agroestratégias e desterritorialização: direitos territoriais e étnicos na mira dos estrategistas dos agronegócios. In: ALMEIDA, A. W. B. de. **Capitalismo globalizado e recursos territoriais: Fronteiras da acumulação no Brasil contemporâneo**. Rio de Janeiro. Ed. Lamparina, 2010. p. 101- 143.

BECKER, B. K. Recuperação de áreas desflorestadas na Amazônia: será pertinente o cultivo da palma de óleo (dendê)? **Revista Confins** [online]. 2010. Disponível em <<http://confins.revues.org/6609>>. Acesso em: Dez./2011.

BRANDÃO, F.; SCHONEVELD, G. **The state of oil palm development in the Brazilian Amazon: trends, value chain dynamics, and business models**. Working Paper 198. Bogor, Indonesia: CIFOR, 2015. 41p.

BRASIL. **Lei 12.651/2012 - Código Florestal Brasileiro**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2012/lei/l12651.htm)>. Acesso em: 05 Dez. 2012.

CROSTA, A.P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 1992. 170p.

De SOUSA, E. B. M. L.; ROCHA, J. P. da. Climatologia, variabilidade e tendências do clima atual na Amazônia e em cenários futuros de mudanças climáticas. In: VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M.; SANTOS JR. R. A. O. (org.) **Ambiente e sociedade na Amazônia: uma abordagem interdisciplinar**. 1 ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2014, p. 295-312.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. (Orgs) **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004, 208p. (ISBN: 85-7383-260-6). <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>

EMBRAPA. **Zoneamento agroecológico do Município de Tomé-Açu, Estado do**

- Pará. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental. 2009, 81 p. (Documentos, 118).
- FERREIRA, D. A. **Geografia agrária no Brasil: conceituação e periodização**. São Paulo: Terra Livre, n. 16. 2001, p. 39-70.
- GOEL, N. S. Models of vegetation canopy reflectance and their use in estimation of biophysical parameters from reflectance data. **Remote Sensing Reviews**, n.4, p.1-212, 1988
- HOMMA, A. Agroenergia: a entrada de um novo ciclo na Amazônia? In: GOMES JÚNIOR, R. A. (Ed.). **Bases técnicas para a cultura da palma de óleo integrado na unidade produtiva da agricultura familiar**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2010, p. 3-15.
- HOMMA, A. K. O; FURLAN JÚNIOR, J.; CARVALHO, R.A.; FERREIRA, C. A. P. Bases para uma política de desenvolvimento da cultura do dendezeiro na Amazônia. In: VIEGAS, I. de J. M; MÜLLER, A. A. (Ed.). **A cultura do dendezeiro na Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000, p.11-30.
- HUDSON, W. D; RAMM, C. W. Correct formulation of the kappa coefficient of agreement. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**. v. 53, n. 4, p. 421-422, 1987.
- IDESP. **Estatísticas Municipais de Tomé-açu**. 2013. Disponível em: < <http://www.idesp.pa.gov.br/paginas/produtos/estatisticaMunicipal.php>>. Acesso em: Jan./2014.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal (PAM) de 2013**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: jun. 2015.
- \_\_\_\_\_. **Mapa topográfico digital**: escala 1:100. 000. Rio de Janeiro – RJ. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em: Jun./2014.
- \_\_\_\_\_. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro – RJ. 2012, 271p. Disponível em: <[ftp://geoftp. ibge.gov.br/documentos/recursos\\_naturais/manuais\\_tecnicos/manual\\_tecnico\\_vegetacao\\_brasileira.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf)> Acesso em: dez./ 2014.
- \_\_\_\_\_. **Censo demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE. 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: Out./2013.
- IBEB. **Estatísticas do IDEB 2011**: séries iniciais. Disponível em: <<http://www.portalideb.com.br/cidade/3433-tome-acu/ideb?etapa=5&rede=publica>>. Acesso em: Jun./2014.
- INPE. **Sensor Landsat TM 5**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagem de Satélite. Disponível em: <[http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/index\\_pt.php](http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/index_pt.php)>. Acesso em: Jun./2013.
- \_\_\_\_\_. **Projeto PRODES**: dados de desmatamento para a Amazônia Legal. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em: Jan./2014.
- LAMEIRA, W. J. ; VIEIRA, I. C. G. ; TOLEDO, P. M. Panorama da sustentabilidade na fronteira agrícola de bioenergia na Amazônia. **Sustentabilidade em Debate**. v. 6. p. 193-210, 2015.
- MARTINELLI, M. **Mapas da geografia e cartografia temática**. São Paulo, Ed. Contexto, 5ª ed., 2010, 144 p.
- \_\_\_\_\_. La Cartographie Environnementale: une cartographie de synthèse. In: **Phytocoenosis**. Supplementum Cartographie Geobotanicae. Vol. 11. Warszawa-Bialowieza. 1999, p.123-130.
- MMA. **MacroZEE da Amazônia Legal: estratégias de transição para a sustentabilidade**. Brasília: MMA, 2010, 151 p.
- MONTEIRO, M. de A.; COELHO, M. C.; BARBOSA, J. M (Orgs.). **Atlas socioambiental: municípios de Tomé-Açu, Ipixuna do Pará, Paragominas e Ulianópolis**. Belém: NAEA, 2009, 463 p.
- MORAN, E. F.; BRONDÍZIO, E. S.; MAUSEL, P. Secondary Succession. **National Geographic Research and Exploration**, n. 10, vol. 04, p. 458 - 476, 1994.
- MÜLLER, A. A., ALVES R. M. **A dendeicultura na Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 44p. (Documentos, 91).
- NAHUM, J. S.; MALCHER, A. T. C. Dinâmicas

territoriais do espaço agrário na Amazônia: a dendeicultura na microrregião de Tomé-Açu (PA). **Revista Confins**. [online]. p.1-14, 2012. Disponível em: <<http://confins.revues.org/7793>> Acesso em Jan./2013.

NAHUM, J. S.; SANTOS, C.B dos. Uma interpretação geográfica da dendeicultura na Amazônia paraense. **Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia (Anpege)**. v.11, n. 15, p.309-331, 2015.

\_\_\_\_\_. Dendeicultura e descampesinização na Amazônia paraense. **Campo-Território: revista de geografia agrária**, v. 9, n. 17, p. 469-485, 2014.

\_\_\_\_\_. Impactos socioambientais da dendeicultura em comunidades tradicionais na Amazônia paraense. **ACTA Geográfica**. Boa Vista, Ed. Esp. Geografia Agrária, 2013, p.63-80.

SLATER, P.N. 1980. **Remote Sensing: Optics and Optical Systems** Reading. Ma, Addison- Wesley. 574p.

USGS Data Center. **Landsat 8**. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em Out./2013.

TOMLIN, C. D. Cartographic modelling. In: Maguire, D.J.; GOODCHILD, M.F.; RHIND, D.W. ed. **Geographical information systems: principles and applications**. Harlow, Longman Scientific and Technical. v.1, p.361-374, 1991.

TURNER, B. L; MEYER, W.B. Global land-use and land-cover change: An overview. In: MEYER, W. B. e TURNER, B. L. (Org). **Changes in land use and land cover: a global perspective**. Cambridge University Press. 1994, p. 3-10.

VENTURIERI, A. Zondendê x amarelecimento fatal mapeamento de áreas com potencial de expansão e de ocorrência de amarelecimento fatal em palma de óleo (dendê) na Amazônia Legal, com ênfase no estado do Pará. **Agroenergia em Revista**. (Palma para o dendê), ano 2, n. 2, mai. 2012. p. 6-7. Disponível em: <[http://issuu.com/embrapa/docs/agroenergetico\\_29/4](http://issuu.com/embrapa/docs/agroenergetico_29/4)>. Acesso em: Jan./2014.

VIEIRA, I. C. G; ALMEIDA, A. S. de; DAVIDSON, E.A.; STONE, T.A; CARVALHO, C. J. R. D. Classifying successional forests using Landsat spectral properties and ecological characteristics in eastern Amazonia. **Remote Sensing of Environment**, n. 87. 2003, p. 470-481.

WAIBEL, L. O sistema da Geografia Agrária. In: **Capítulos de Geografia Tropical e do Brasil**. 2. ed. IBGE. Rio de Janeiro. p. 29-35. 1979.

WATRIN O. S; ROCHAA. M. A. Levantamento da vegetação natural e uso da terra no município de Paragominas-PA utilizando imagens TM/LANDSAT. Belém. Embrapa-CPATU. **Boletim de Pesquisa** 124. 1991, 40 p.