

## POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES PARA A INSERÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR NO DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE BIOENERGIA DERIVADA DA PALMA-DE-ÓLEO NO ESTADO DO MARANHÃO<sup>1</sup>

Adriano Venturieri<sup>1</sup> [adriano.venturieri@embrapa.br](mailto:adriano.venturieri@embrapa.br) – Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental; Alfredo Kingo Oyama Homma<sup>1</sup> [alfredo.homma@embrapa.br](mailto:alfredo.homma@embrapa.br) – Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental; João de Deus Barbosa Nascimento Júnior<sup>1</sup> [joao.nascimento@embrapa.br](mailto:joao.nascimento@embrapa.br) – Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental; José Mário Ferro Frazão<sup>2</sup> [jose.frazao@embrapa.br](mailto:jose.frazao@embrapa.br) – Pesquisador da Embrapa Cocais; Lucieta Guerreiro Martorano<sup>2</sup> [lucieta.martorano@embrapa.br](mailto:lucieta.martorano@embrapa.br) – Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental; Luiz Guilherme Teixeira Silva<sup>1</sup> [luiz.silva@embrapa.br](mailto:luiz.silva@embrapa.br) – Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental; Marcos Miranda Toledo<sup>2</sup> [marcos.toledo@embrapa.br](mailto:marcos.toledo@embrapa.br) – Analista da Embrapa Cocais  
Rui Alberto Gomes<sup>1</sup> [rui.gomes@embrapa.br](mailto:rui.gomes@embrapa.br) – Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental

### Resumo

Construída pela Cia transnacional VALE, desde 1985 a ferrovia transporta o minério de ferro da maior mina a céu aberto do mundo, na Serra dos Carajás – Parauapebas (PA), até o porto de Itaqui, na Ponta da Madeira - São Luís (MA). No sentido contrário deste percurso, transporta um grande contingente de famílias, atraídas por melhores condições de vida no sudeste paraense. Esse movimento migratório reflete a realidade de uma população rural extremamente carente e com poucas oportunidades para sua reprodução social, especialmente no Estado do Maranhão. No sentido de analisar a possibilidade de retenção destas famílias em seus locais de origem, a partir da inserção da agricultura familiar no processo de desenvolvimento e produção de bioenergia derivada da palma de óleo, foi realizado um estudo de viabilidade socioambiental para implantação de uma planta de beneficiamento da espécie. O trabalho foi conduzido em 2014, por uma equipe multidisciplinar de duas unidades da Embrapa, a Embrapa Amazônia Oriental e a Embrapa Cocais. São consideradas as potencialidades agroecológicas para o plantio da espécie dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.), para além das espécies nativas como o babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.), assim como as áreas com impedimentos naturais e legais à sua produção. Resultados apontaram as melhores condições e locais para instalação de uma planta de beneficiamento que venha a transformar biomassa de palma em biocombustível, além das principais demandas socioeconômicas de onze dos municípios no entorno da E.F. Carajás, no trecho compreendido entre Santa Inês e São Luís (MA). O potencial produtivo da palma de óleo nas condições naturalmente encontradas da área escopo, de 2.748 Km<sup>2</sup>, segundo critérios utilizados no zoneamento do dendê – ZON Dendê, mostraram que: 1749 Km<sup>2</sup> (64%) estão inseridos na classe inapta e 999 Km<sup>2</sup> (36%) na classe excluída, podendo ser ampliados com a utilização da irrigação nas áreas de plantio.

**Palavras Chave:** agricultura familiar; dinâmicas socioambientais; produção de bioenergia;

---

<sup>1</sup> Este estudo teve o apoio financeiro da Cia Vale e do FINEP, por meio do Projeto Uniformização do Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal e Integração com Zoneamentos Agroecológicos da região – UZEE.

## **Abstract**

*Since 1985, the Carajas railroad has been carrying the iron ore from the world's largest open pit mine in the Serra dos Carajás, located in Parauapebas (PA), to the port of Itaqui, in Ponta da Madeira, São Luís (MA). In the opposite direction, it carries a large contingent of families, attracted by better living conditions in southeast Pará. This migratory movement reflects the reality of an extremely poor rural population with few opportunities for its social reproduction, especially in Maranhão. In order to analyze the possibility of retention of these families in their places of origin, by the insertion of the family farming in the process of development and production of bioenergy derived from the oil palm, a socioenvironmental viability study was carried out for the implantation of a processing plant of the specie. The research was conducted in 2014 by a multidisciplinary team of two Embrapa units, Embrapa Amazônia Oriental and Embrapa Cocais. It was considered the agroecological potential for the oil palm planting (*Elaeis guineensis* Jacq.), in addition to the native species such as babassu (*Attalea speciosa* Mart. Ex Spreng.), as well as areas with natural and legal impediments to its production. Results indicated the best conditions and locations for the installation of a beneficiation plant that will turn palm biomass into biofuel, in addition to the main socioeconomic demands of eleven municipalities in the vicinity of EF Carajás, in the area between Santa Inês and São Luís (MA). The productive potential of the oil palm under natural conditions found in the scope area of 2.748 Km<sup>2</sup>, according to the criteria used in the zoning of the oil palm – ZON Dendê, showed that: 1.749 Km<sup>2</sup> (64%) are included in the inapt class and 999 Km<sup>2</sup> (36%) in the excluded class, that can be expanded with the use of irrigation in the plantation areas.*

**Key words:** family farming; social and environmental dynamics; bioenergy production; oil palm.

## **1. Introdução**

Este trabalho traduz um esforço feito pela Companhia Vale junto a duas unidades ecorregionais da Embrapa, o Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, com sede em Belém-PA e o Centro de Pesquisa Agroflorestal em Cocais e Planícies Inundadas, com sede em São Luís-MA, no sentido de avaliar o potencial socioeconômico e ambiental para a produção de bioenergia e as possibilidades de inserção de pequenos produtores na base produtiva de bioenergia, contemplando onze municípios sob a influência da Estrada de Ferro Carajás, no Estado do Maranhão: Anajatuba, Arari, Bacabeiras, Igarapé do Meio, Itapecuru Mirim, Miranda do Norte, Monção, Santa Inês, Santa Rita, São Luís e Vitória do Mearim. O trabalho foi realizado no ano de 2014 e contou com uma equipe multidisciplinar composta de técnicos e pesquisadores das duas unidades descentralizadas da Embrapa.

Algumas iniciativas para a produção de energia a partir de biomassa podem ser encontradas no Estado do Maranhão. Em 2015, um grupo ligado ao setor sucroalcooleiro, o Brasil Biomassa<sup>1</sup> foi contratado pelo Grupo Manchester Florestal para o desenvolvimento do projeto sustentável para o aproveitamento dos resíduos de madeira com uma produção estimada anual de 42.000 toneladas no município de Buruti. A BBER desenvolveu um estudo estratégico e de viabilidade econômica e financeira, mapeamento de fornecimento em todo o Estado Maranhão (<http://www.brasilbiomassa.com.br/projetos>).

Na contramão da tendência da maioria das empresas na atual fase recessiva da economia do país passando, no início de 2017, a Itapecuru Bioenergia, empresa referência no setor sucroalcooleiro que desde 2004 contribui para o desenvolvimento do estado na geração de emprego e renda, iniciou um processo de recrutamento de mão-de-obra para a Safra 2017 para preenchimento de mais 100 vagas em diferentes funções e serviços. Localizada na cidade de Aldeias Altas, a empresa fabrica, comercializa, importa e exporta álcool etílico carburante. Sua missão é produzir energia limpa, renovável e competitiva, respeitando colaboradores, clientes, fornecedores, comunidades, acionistas e o meio ambiente (<http://www.oitaqui.com.br/noticias/2017/02/16/itapecuru-bioenergia-abre-vagas-de-emprego-em-aldeias-altas.html>).

A Cia Vale vem contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico e cultural das cidades onde desenvolve suas operações, além das obrigações legais e gestão dos impactos das operações e projetos, tem ações destinadas a potencializar as oportunidades nos territórios em que está presente a geração de emprego, renda, capacitação e de ocupação exemplificados como os programas voltados para a qualificação profissional e de fornecedores, o relacionamento com comunidades locais e tradicionais, além das atividades voltadas a valorização da cultura (<http://www.vale.com/brasil/pt/business/logistics/railways/30-anos-vale-para-maranhao/Paginas/default.aspx>). Entre os destaques da sua atuação socioambiental, o incentivo ao plantio da palma de óleo, mais conhecida no Brasil como dendê, como uma das apostas da Vale para suprir a demanda por biodiesel com a utilização de B25 (25% de biodiesel e 75% de diesel comum) na frota de locomotivas, máquinas e equipamentos de mina da empresa no Brasil, assim, pretende produzir, por meio de sua controlada Biopalma SA, 540 mil toneladas de óleo de palma em 2019, quando a lavoura atingir a maturidade. Desse total, 70% (referente à parte da Vale no negócio) serão transformados em biodiesel.

O trem da E. F. Carajás entrou em operação em 17 de março de 1986, percorre 27 localidades, sendo o meio de locomoção entre povoados e municípios do Pará e Maranhão, mas, apesar do apoio da VALE a alguns projetos sociais, não obstante a riqueza mineral que transporta por meio dessa linha férrea, persiste um cinturão de pobreza em seu percurso.

Outro importante movimento socioambiental, também a ser considerado nesse estudo é o realizado pelas mulheres quebradeiras de coco babaçu (Miqcb) no Maranhão. As quebradeiras de coco utilizam o babaçu como fonte da sua manutenção familiar, tendo no babaçu sua fonte de consumo e produto para o mercado. Como consumo próprio, as palhas cobrem as casas, os talos fazem as cercas, da palmeira morta usam o adubo, das amêndoas produzem o azeite e o leite para temperar os alimentos, da casca fazem o carvão renovável e do mesocarpo (fonte de amido) preparam mingaus, bolos. Da relação com o mercado, comercializam as amêndoas largamente utilizadas pelas indústrias de óleos, margarinas, sabões, cosméticos, material de limpeza, os diversos artesanatos produzidos da palha e do endocarpo, o mesocarpo, tem além do uso como complemento alimentar a produção de cosméticos, enquanto que a casca e o endocarpo são cobiçados pelas empresas de carvão vegetal e a produção de energia limpa.

Como forma de reunir importantes informações que permitam subsidiar o planejamento e novas estratégias de atuação público-privadas que permitam nortear ações e projetos voltados ao desenvolvimento regional com o foco na produção de bioenergia, em escala compatível com as necessidades locais e atividades demandadas territorialmente, neste estudo, são levantadas e analisadas informações que impactam o desenvolvimento econômico e socioambiental de territórios influenciados pela EF Carajás, no trecho compreendido entre os municípios de Santa Inês e São Luís, MA. Essas informações e contribuições estão a seguir apresentadas em três eixos estruturantes: (1) Caracterização ambiental e das bases natural e antrópica; (2) Sistemas de produção agrícola dominantes na área escopo e (3) Perspectivas agroenergéticas dos municípios considerados no estudo.

## METODOLOGIA

Esse estudo foi baseado em dados e informações secundárias e levantamentos de campo obtidos sobre a base natural e antrópica das terras, marco regulatório e impedimentos legais, potencialidades e restrições ambientais para a produção de bioenergia oriunda de espécies de palmeiras nativas (babaçu) e exóticas para os onze municípios da área de influência da EF Carajás no estado do Maranhão.

A partir de uma caracterização ambiental e definição dos ambientes naturais e antropizados na área de estudo considera os principais fatores que atuam na formação e distribuição dos solos, relevo, vegetação e da paisagem, bem como o processamento de dados remotos sobre os tipos de atividade econômica e sistemas de uso da terra, extraídos do projeto TerraClass<sup>2</sup> foram mapeadas diferentes classes de usos e coberturas das terras já alteradas pelo desflorestamento para espacialização das áreas aptas e com restrições ao uso. Foi possível traçar as zonas correspondentes às unidades fisiográficas e de solos, classes de aptidão das terras. Os solos reconhecidos foram classificados ao nível dos grandes grupos segundo o sistema de classificação brasileira, atualizado (EMBRAPA, 2014).

Simultaneamente ao trabalho de caracterização de solos, foram feitos registros locais sobre aspectos da vegetação e uso atual da terra, cujas classes de Uso da Terra obtidas pelo projeto TerraClass (ano base 2012) puderam ser checadas e validadas para cada ponto georreferenciado conforme a Figura 1

Em complemento aos fatores que atuam na delimitação das fisionomias e subfisionomias das formações vegetais, foram utilizados outros dados secundários e informações preexistentes sobre solos, clima, vegetação e cobertura de uso da terra, relevo e geomorfologia e ainda sobre a capacidade de uso da terra. Em complemento, a partir de observações empíricas dos sistemas de uso da terra encontrados, permitiu o reconhecimento da área escopo para os seguintes recursos naturais: solos, vegetação, recursos hídricos (bacias hidrográficas), mapeados na escala de 1: 250.000, conforme Venturieri et al. (2016).

Segundo Bispo et al. (2009) esse conjunto de fatores atua na formação de ambientes com diferentes características físicas e biológicas, nos diferentes tipos de vegetação, relevo, solo e paisagem. Esses autores mostram que a partir de dados morfotopográficos, de uma base de dados TOPODATA (VALERIANO, 2005) e imagens do SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) é possível conhecer importantes correlações entre a ocorrência de espécies e formações vegetais (agrupadas em classes de vegetação) e o relevo, que evidenciam a influência desses fatores sobre fisionomias e subfisionomias de vegetação.

Como a área abriga diferentes ambientes e ecossistemas, nessa fase foi possível obter elementos básicos para uma pré-avaliação da aptidão agrícola das terras com base no potencial e limitações para a produção de bioenergia, com o indicativo de uso para algumas espécies, que ao final se permitiu apresentar um memorial descritivo e as zonas agroecológicas para o cultivo da palma de óleo.

Na avaliação das condições agroclimáticas para satisfação das necessidades da palma de óleo, utilizadas séries históricas de 1961 a 1990 das Normais Climatológicas (INMET, 2009), bases de dados climáticos mundiais modelados pelo Instituto Internacional de Manejo da Água (IWMI), Organização Meteorológica Mundial (OMM) e Centro Internacional da Agricultura Tropical (CIAT). Esses dados foram ajustados para cada região com intervalo de confiança de 95% e erro padrão de 1,96 (NEW al., 2002). As variáveis foram interpoladas no Arcgis 9.3 para geração dos mapas, possibilitando uma visão espacial dos ambientes na área de interesse, conforme Martorano et. al. (2015).

---

<sup>2</sup> O Projeto TerraClass, vem sendo executado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) com apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) sendo mais um produto originado da parceria entre o MCTI e o MAPA, cujo objetivo central é mapear o uso e a cobertura das terras nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal, identificadas pelo projeto PRODES para os anos de 2004, 2008, 2010, 2012 e 2014.

Foram consideradas condições climáticas ótimas (CORLEY e TINKER, 2007) para a cultura como referências ao estudo: (1) Precipitação anual igual ou superior a 2000 mm, bem distribuída, sem estação seca marcada, preferivelmente com no mínimo 100 mm nos meses mais secos; (2) Média de temperatura máxima entre 29 e 33 °C e média de temperatura mínima de entre 22 e 24°C; (3) Brilho solar de 5-7 h.dia<sup>-1</sup> e radiação solar de 15 MJ.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>; (4) Humidade relativa do ar >85%; (5) Baixo déficit de pressão de vapor e; (6) Ausência de temperaturas extremas e ventos muito fortes.

Adicionalmente, foram considerados balanços hídricos para três capacidades de água disponível no solo (CAD = 100, 125 e 300 mm), estimados 1.229 balanços hídricos para cada uma das CAD, referentes aos: cultivos anuais (CAD = 100 mm); cultura da palma de óleo (CAD = 125 mm) e; espécies florestais (CAD = 300 mm). A evapotranspiração potencial, estimada pelo método de Thornthwaite & Mather (1955). E para a caracterização do risco climático, foram estabelecidas as seguintes classes de índices de satisfação das necessidades hídricas – ISNA: ISNA: I - ISNA > 0,65 – a cultura exposta a um baixo risco climático (favorável); II - 0,55 < ISNA < 0,65 – a cultura exposta a um risco climático intermediário e; III - ISNA < 0,55 – a cultura exposta a um alto risco climático (desfavorável).

Foram gerados mapas de ISNA para as CAD iguais a 100, 125 e 300 mm. Para valores ISNA>0,65 significa que a cultura encontra condições favoráveis a sua implantação, enquanto que ISNA<0,65 indica que a cultura necessita de reposição hídrica por meio de irrigação para atingirem o seu potencial genético de crescimento e produção, de acordo com as necessidades agroclimáticas da área de interesse.

Com base na literatura internacional sobre evapotranspiração no dendezeiro, assim como com base nos cálculos baseados nas condições climáticas do projeto, foi estimada a necessidade de água de irrigação para a cultura. Como a região em que encere a área de estudo abriga diferentes ambientes e ecossistemas. Nessa fase foi possível fornecer elementos básicos para uma pré-avaliação da aptidão agrícola das terras para a produção de bioenergia e o seu indicativo de uso para algumas espécies, que ao final permitiu apresentar um memorial descritivo e as zonas agroecológicas para a palma de óleo.

## **RESULTADOS**

### **Caracterização político institucional e da produção primária nos onze municípios**

Os municípios onde a agricultura tem maior peso na economia são: Monção, Anajatuba, Arari, Vitória do Mearim, Igarapé do Meio e Itapecuru Mirim. Os municípios mais pobres, onde os repasses do Programa Bolsa Família superam o Fundo de Participação de Municípios, são: Anajatuba, Arari, Monção, Santa Rita e Vitória do Mearim.

Uma estimativa da arrecadação municipal via Fundos de Participação Municipal (FPM) e o montante da participação das transferências federais no quadro de receitas públicas (Tabela 1) serve para ilustrar o nível de dependência desses municípios em relação à União e refletem o alto nível de pobreza além de serem compatíveis com a pequena participação da produção agrícola na formação do Produto Interno Bruto (PIB) na região.

A Tabela 2, que sumariza informações de ocupação da mão de obra dos municípios, mostra um grande percentual de pessoas economicamente ativas sem rendimentos, sobretudo em Anajatuba. Santa Inês e São Luís são exceções nesse aspecto. Verifica-se que é elevado o percentual de pessoas ocupadas que recebem menos de um salário-mínimo.

Dentre os onze municípios considerados, alguns como Itapecuru Mirim, Santa Inês e Vitória do Mearim, destacam-se na produção agrícola, embora quase todos, mantêm a produção extrativa, proveniente do babaçu, da lenha e do carvão vegetal. Entre os produtos, destacam-se, os rebanhos bovinos, asininos, além da produção de peixes, com a grande participação da piscicultura em municípios como Santa Inês e Itapecuru Mirim. Entre os

produtos da lavoura temporária, destacam-se as produções de banana e a mandioca. Na tabela 3 traz uma evolução da produção integrada dos onze municípios no período de 1990 a 2012.

Tabela 1 – Famílias atendidas pelo Programa Bolsa Família para os 11 municípios selecionados ao longo da E F Carajás, trecho Santa Inês a São Luís.

Município	Número de Famílias 05/2014	Recursos Programa Bolsa Família 2013	Fundo de Participação de Municípios 2013	Aumento repasse PBF 2004 a 2013 (%)	% Agricultura PIB municipal 2010
Anajatuba	4.804	11.626.388,00	10.414.055,47	1.530,66	35
Arari	4.425	11.292.884,00	10.414.055,47	529,87	28
Bacabeira	2.566	4.702.312,00	7.438.611,12	540,88	9
Igarapé do Meio	2.376	5.793.976,00	5.950.889,00	1.622,32	22
Itapecuru Mirim	7.259	14.447.844,00	17.852.666,42	371,02	20
Miranda do Norte	3.418	7.849.930,00	10.414.055,47	791,13	7
Monção	5.717	12.198.260,00	11.901.777,66	1.536,24	36
Santa Inês	9.266	17.845.458,00	19.340.388,49	2.116,62	4
Santa Rita	5.190	13.510.198,00	11.901.777,66	1.453,56	13
São Luís	85.425	141.508.662,00	307.981.932,44	458,91	0
Vitória do Mearim	4.949	12.140.594,00	11.901.777,66	471,39	26
Maranhão	944.858				17,5 (2011)

Fonte: Censo do IBGE (2012)

No Maranhão e no caso particular dos onze municípios, predominam com maior ou menor intensidade os macrossistemas de produção que são utilizados e que, na maioria das vezes, são passíveis de aperfeiçoamento, podendo ser classificados considerando combinações entre as seguintes atividades: extrativismo de produtos vegetais (babaçu, bacuri, etc.) e extrativismo de animais (pesca), cultivos anuais e cultivos perenes, pecuária e reflorestamento. São também relevantes as atividades não agrícolas e as transferências governamentais. Desse modo, é possível estabelecer um *continuum* espectro que envolve desde sistemas indígenas e tradicionais baseados na coleta de frutos da natureza aos sistemas agrícolas, que se utilizam da mecanização e outros insumos modernos.

Entre as variáveis agregadas que compõem os macrossistemas usados pelos agricultores (populações indígenas e tradicionais, pequenos, médios e grandes produtores), podem ser destacadas as seguintes: (1) Coleta de produtos extrativos: como parte da sua rotina ou da estratégia de sobrevivência. Um elenco de produtos extrativos é explorado, como babaçu, açaí, bacuri, plantas aromáticas e medicinais, corantes, madeira, etc; (2) Caça e pesca

extrativa: em rios, mar, mangues, lagos interiores, etc. ou aquicultura em tempo parcial ou integral. A aquicultura teve desenvolvimento comercial sem precedentes no Maranhão, sendo suplantado apenas pelo Estado de Mato Grosso na Amazônia Legal. A caça, a despeito de sua proibição, vem sendo praticada até o seu esgotamento completo; (3) Agricultura anual: cultivo de mandioca, arroz, milho, feijão, abóbora, melancia, etc envolvendo desde a técnica de roça e queima com plantio no toco até o uso intensivo da mecanização agrícola e de insumos modernos. Muitos desses plantios desenvolvidos pelos pequenos produtores são consorciados, em rotação ou em monocultivos; (4) Cultivo de plantas perenes: (nativas ou exóticas) como bananeira, cupuaçuzeiro, laranjeira, limoeiro, etc. Esses plantios se caracterizam por ser de pequena escala ou compondo sistemas agroflorestais em quintais (SAF); (5) Criação de gado: bovino ou bubalino ou de pequenos animais (caprinos, aves, suínos, etc.), com grande variação de escala do rebanho; (6) Cultivo de hortaliças: (nativas ou exóticas), sobretudo localizado nas áreas urbanas e periurbanas dos principais núcleos populacionais; (7) Plantios Florestais: espécies madeireiras em monocultivo e em pequena escala, na maioria das vezes, sem motivação econômica (sabiá, gmelina, etc); (8) Atividades produtivas diversas, nos ecossistemas existentes no Estado do Maranhão: Baixada Maranhense, cerrados, mata de cocais, etc.; e (9) Atividades não agrícolas: muitos agricultores se dedicam a outras atividades (em tempo parcial ou integral) e também se beneficiam do recebimento de transferências governamentais por meio de programas sociais.

Tabela 2 – Distribuição (%) das pessoas ocupadas por classe de rendimento nominal mensal 2010 para os 11 municípios selecionados ao longo da E F Carajás, trecho Santa Inês a São Luís (2010).

Município	Até 1 Salário Mínimo	Mais de 1 a 2 Salários Mínimos	Mais de 2 Salários Mínimos	Sem rendimento
Anajatuba	37	9	4	50
Arari	42	18	12	28
Bacabeira	50	18	8	24
Igarapé do Meio	52	11	8	20
Itapecuru Mirim	25	14	6	25
Miranda do Norte	55	22	7	16
Monção	62	8	4	26
Santa Inês	56	22	15	7
Santa Rita	46	19	8	27
São Luís	40	29	28	3
Vitória do Mearim	51	14	9	26

Fonte: Censo do IBGE (2012)

A partir das nove alternativas acima, podem ser consideradas dentre as possibilidades econômicas, desde monoatividade até pluriatividades. Seguindo uma análise combinatória dessas, com as alternativas combinadas dois a dois (C9,2), poder-se-ão existir 36

macrossistemas; se combinadas três a três (C9,3), poder-se-ão existir 84 macrossistemas. Se considerados os subsistemas usuais para cada uma das categorias possíveis, o número tende a ser enorme. Naturalmente, nem todas essas combinações são viáveis ou encontradas, mas, os números revelam a complexidade do setor primário, predominantemente representado pela agricultura familiar, quanto à localização espacial e ao tipo de combinação. Portanto, há um variado portfólio de produtos extrativos provenientes da base natural, ou, recursos naturais existentes (babaçu, bacurizeiro, etc.), diferentes tipos de criações e ecossistemas (várzeas, cocais, cerrados, etc.) e múltiplas atividades não agrícolas possíveis.

Não obstante, vários fatores podem levar ao declínio e mesmo, desaparecimento destes sistemas agrícolas. Alguns fatores importantes podem influenciar neste declínio, tais como: surgimento de pragas, doenças, esgotamento de recursos naturais, progresso tecnológico. Além disso, mudanças nas políticas públicas e surgimento de mercados distintos induzem à criação de novos sistemas agrícolas, por vezes mais complexos, conforme Hurtienne (2005). A expansão recente do arroz irrigado e da criação de peixe são alguns exemplos nesse sentido.

O Estado do Maranhão promoveu uma *revolução silenciosa* na piscicultura, tornando-se o terceiro maior produtor da Amazônia Legal, depois de Mato Grosso e Rondônia, com a produção de 17.717 ton (3,7% produção nacional) em 2014 (IBGE/PPM- 2014). Ocorreu uma proliferação de pequenos e grandes criatórios de peixe, visível nas vendas em feiras do interior. Os grandes produtores preocupados com o mercado tentam fugir da criação tradicional de tambaquis e pretendem avançar na criação de pirarucu. Entre as espécies mais cultivadas em criatórios locais, os mais encontrados são: tambaqui, consorciado com o matrinxã (*Brycon cephalus*), curimatá (*Prochilodus lineatus*), tilápia comum (*Tilapia rendalli*), carpa tailandesa (*Cyprinus carpio (L.)*) e tambacú. Alguns grandes criadores são também fornecedores de alevinos e rações para os pequenos produtores, para quem fornecem uma assistência técnica informal. A criação dos pequenos produtores é desenvolvida artesanalmente, com baixo nível tecnológico. Há diversos gargalos tecnológicos, especialmente, na criação do pirarucu e no custo de rações. A assistência técnica é precária e os produtores se valem de conhecimento transmitido por outros criadores e de experiências. Existe um vácuo tecnológico com relação à expansão da piscicultura no Estado do Maranhão. A Embrapa Pesca e Aquicultura sediada em Palmas, Tocantins, tem amplas condições de contribuir junto com grandes produtores como ponto de referência de novas tecnologias.

### **Sistemas de Agricultura Tradicional**

O grande público de pequenos produtores está concentrado na agricultura tradicional que é nômade e de subsistência, onde exploram o consórcio de arroz x milho x mandioca ou o consórcio arroz x milho com sucessão de feijão caupi.

Esse sistema baseia-se nas práticas da broca, derruba, queima, e a confecção de cerca com materiais oriundos do encoivramento. Efetua-se o plantio de um dos consórcios acima mencionados sem uso de insumos. Todos os tratos culturais são feitos manualmente, inclui à colheita e secagem, chegando a um custo de 222 dias/homens/hectare. Completado o ciclo de cultivo, no ano seguinte ou dois anos depois, os agricultores buscam por outra área, pois o cultivo na mesma área declina pelos seguintes fatores: a fertilidade das cinzas não existe mais; há um aumento significativo da incidência de ervas daninhas (mato); e a cerca é destruída devido à baixa qualidade do material utilizado. A produtividade média desse sistema é de 814 kg/ha de arroz, 488 kg/ha de milho, 2.718 kg/ha de farinha e 400 kg/ha de feijão caupi, caracterizada como nômade e de subsistência (SANTOS, 2007).

Segundo Santos (2007) para que ocorram mudanças no sistema tradicional é necessário cumprir com alguns dos seguintes requisitos: uso da adubação química no arroz, milho e/ou feijão caupi, feita com uma plantadeira e adubadeira manual, conhecida como “tico-tico”; efetuar uma capina química. A adubadeira “tico-tico” tem o mesmo princípio de funcionamento usual, apenas com uso da parte para colocação e aplicação do adubo. Embora a utilização da capina química não represente uma grande mudança, é comum o uso da bomba costal manual para efetuar pulverizações contra ataques as pragas, é possível diminuir significativamente o emprego da mão-de-obra da capina manual de 54 para 2 homens/dias/há. A adoção de simples técnicas como essas permitiria aos pequenos produtores, no mínimo, dobrar a produtividade do arroz que é em média de 814 kg/ha, para 1.628 kg/ha; a do milho que é de 488 kg/ha, e que passaria para 976 kg/ha; e a da farinha de mandioca, que atualmente é de 2.718 kg/há e passaria para 6.000 kg/ha.

Para melhoria do sistema de produção preconizado, Santos recomenda ainda os seguintes procedimentos: a) Introdução, validação e fomento de variedades e/ou linhagens de arroz de sequeiro com características agronômicas favoráveis para o cultivo em “roça do toco”; b) Introdução, validação e fomento de variedades e/ou linhagens de mandioca com características agronômicas favoráveis para o cultivo em roça do toco, permitindo à produção econômica de uma boa farinha e que apresentem especificamente, resistência a podridão das raízes; c) Introdução, validação e fomento de variedades e/ou linhagens de feijão caupi de tegumento branco e a moita, atendendo demanda da região e diminuindo custos de colheita com trilha mecânica dos grãos colhidos manualmente; d) Introdução de novas culturas no sistema de produção do pequeno produtor; e) financiamento de trilhadeiras comunitárias para diminuir os custos da colheita do arroz e os custos de trilhagem do milho e do feijão caupi e; f) financiamento de quadras de secagens para as comunidades organizadas, para diminuir os custos de secagens e melhoria da qualidade dos grãos.

O surgimento de pragas e doenças, como ocorreu com a sigatoka-negra na bananeira (1998) constituem riscos para atividades agrícolas no Maranhão. O plantio de culturas anuais, perenes e hortaliças ou, extrativas, na forma orgânica ou agroecológica, embora ainda restrito a alguns *clusters*, tem crescido atendendo aos nichos de mercado, igualmente restrito e carente de maior elasticidade, visto ser ainda bastante tímido em participação e crescimento.

### **Rizicultura (plantio de arroz)**

Existem três sistemas de plantio de arroz nos 11 municípios ao longo da Estrada de Ferro Carajás, trecho Santa Inês a São Luís. As características destes sistemas são:

- 1 – Sistema de cultivo de arroz no toco: O plantio de arroz é efetuado em áreas de capoeira que ficam em pousio e, posteriormente, são queimadas. As cinzas das palhadas fornecem temporariamente os nutrientes para os cultivos nos primeiros anos. São plantios com no máximo dois hectares, com baixa produtividade (variando entre 1.000 kg a 1.500 kg/hectare) e comumente consorciados com outras culturas como o milho, feijão e a mandioca (Figura 1).
- 2 – Sistema de cultivo de arroz irrigado em várzeas: praticado por pequenos produtores em pequenas áreas, aproveitando a vazante dos lagos e rios que alagam nas chuvas, sobretudo, em municípios como Monção, Arari e Anajatuba, onde conseguem obter 5 a 6 ton/ha. Alguns produtores estão utilizando a **cultivar BRS MA 357**, desenvolvida pela Embrapa para atender as necessidades de cultivo dos agricultores familiares que cultivam em sistema de vazante e irrigado. O plantio feito em sementeiras, de onde se transplantam as mudas com 30 dias, na vazante, à medida que a água dos lagos e rios recua, nas áreas de domínio comum.



Figura 1 – A derrubada e a queimada de áreas de babaçuais, em pousio, cujas cinzas das palhadas se constituem em subsídio da natureza, permitindo uma fertilização temporária.

Foto: Antônio José Elias Amorim de Menezes

3 – Sistema de cultivo de arroz irrigado em grande escala: são efetuados, sobretudo, por produtores gaúchos que trouxeram a tecnologia do cultivo de arroz irrigado de suas regiões de origem. Efetuam a sistematização das áreas de baixada, promovem a drenagem e a construção de canais de irrigação, com uso intensivo de mecanização e de insumos modernos.

Entre os municípios deste estudo em que este cultivo vem sendo realizado destacam-se Arari e Vitória do Mearim (São Mateus é outro município, fora da abrangência deste estudo, em que esse tipo de cultivo é importante). Alguns grandes produtores de arroz estão integrando suas áreas de cultivo com a criação de peixes em grande escala visando o aproveitamento da água. Portanto, verifica-se a diversificação das atividades produtivas, embora os produtores de arroz não venham a substituir essa atividade para criação de peixe devido à escala. Ocorre é que a diversificação e a produção de peixe ocupa uma área muito menor em relação ao arroz. O potencial de área para arroz irrigado no baixo Mearim é estimado em 150 mil hectares.

## **Sistema de criação pecuária bovina e bubalina**

A maioria do rebanho bovino encontrado nos municípios da área de estudo é formada por animais mestiços, principalmente oriundos do cruzamento do zebu nelore com vacas caipiras e/ou com vacas já mestiçadas.

A criação de bubalinos vem crescendo a cada ano e, apesar da evidente barreira cultural ainda existente, esse animal encontra no ambiente da Baixada Maranhense um habitat propício para seu desenvolvimento. O sistema de criação nele utilizado é semi-extensivo, com a exploração de búfalos mestiços das raças Carabao, Mediterrâneo, Jafarabad e Murrah. Não obstante, a criação desses animais nas áreas úmidas vem sendo combatida e desestimulada, em razão dos impactos ambientais e as restrições de uso impostas por Convenções internacionais e pela legislação ambiental.

A Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão – AGED vem desenvolvendo satisfatoriamente campanha de vacinação contra a febre aftosa, atuando em todos os municípios. Entretanto, faz-se necessário que seja feito um diagnóstico do rebanho familiar ali existente e, com base nos resultados obtidos, traçar uma política de desenvolvimento regional para a melhoria da qualidade do rebanho existente. É sugerida a destinação de linhas de financiamento para as comunidades organizadas, com vistas a formação de pastagens e aquisição de reprodutores puros e melhorados, de forma gradativa.

Os rebanhos de bovinos de pequenos produtores variam de uma rês a 20 reses. Comumente, são criados soltos, pastando nas margens das rodovias, constituindo grande risco. Constitui motivo de atritos entre famílias na invasão de roçados, redução de animais em comunidades e da perda de renda e da poupança representada pelo rebanho.

A integração de babaçuais com pastagens ou roças apresenta restrições com relação à densidade de palmeiras das áreas, em um contexto de áreas disponíveis reduzidas. Estas contraposições se verificam com relação a problemática entre grandes proprietários e a concentração de pequenos produtores no seu entorno e das atividades agrícolas exercidas pelos homens e do extrativismo de babaçu, essencialmente feminina (PORRO, 2012).

## **Sistemas de cultivo perene com espécies frutíferas**

### **Cultivo de Bananeira**

A bananeira (*Musa sp*) é uma das fruteiras tropicais de maior exploração comercial no Brasil, ocupando relevante destaque em sua economia e, apresenta-se com um vasto campo lucrativo por parte do pequeno produtor, para exploração agrícola tecnicamente orientada. Trata-se de uma fruta reconhecidamente de alto valor nutritivo e de consumo genuinamente popular, com grandes perdas no processo de comercialização. O desaparecimento das variedades prata e maçã e o surgimento de novas variedades, menos aceitas no mercado e a tendência da despenca dos frutos são desafios a serem superados produtores.

O clima e o solo para cultura é tropical e subtropical, desenvolvendo bem em condições de calor e umidade com temperatura ótima de 26-28°C. As melhores condições pluviométricas estão entre 1.200 a 2.800mm anuais distribuídos de 100 a 150 mm/mês. Com menos de 1.200 mm/ano exige irrigação. Tolerância precipitações mais elevadas, o solo deve apresentar boa drenagem, evitando-se plantio em locais mal drenados. Entretanto, o excesso d'água lhe é prejudicial, razão pela qual a preferência é pelo solo areno-argilosos rico em matéria orgânica, de boa profundidade, planos ou levemente inclinado não superior 8% com ph variando entre 4,5 e 7,0 não sujeitos a inundações ou demasiadamente secos.

Na época de plantio, dois fatores são importantes quanto à época de plantio: a) Condições climáticas – A melhor época para plantio é o início da estação chuvosa, podendo, prolongar-se até o final da mesma, a depender da umidade do solo; e b) Cotação do produto – Sabe-se que o preço máximo é alcançado de outubro a janeiro e como o ciclo da bananeira, do

plântio à colheita varia de 11 a 14 meses, deve-se procurar efetuar as operações de modo que a colheita possa, em grande parte, coincidir com melhor época de comercialização.

Algumas cultivares desenvolvidas pela Embrapa, resistentes as principais pragas e doenças, podem ser plantadas nessa região, com esse material adquirido nos laboratórios e viveiristas credenciados pelo ministério da agricultura.

## **PERSPECTIVAS AGROENERGÉTICAS NOS MUNICÍPIOS CONSIDERADOS**

### **Babaçu como fonte energética nativa**

Embora o discurso global corrente seja o domínio da *bioenergia* obtida de qualquer combustível proveniente de plantas ou animais obtidos de forma direta ou indireta. Talvez a denominação mais correta seja *agroenergia*, uma vez que são combustíveis derivadas de plantas ou animais obtidos da agricultura ou do extrativismo.

O Estado do Maranhão foi favorecido pela presença de extensos babaçuais espontâneos, como no contexto teórico da economia *Dutch Disease*. As populações rurais tem se apropriado deste recurso natural, integrando com o processo de beneficiamento que teve seu apogeu até a década de 1960. A expansão da fronteira agrícola, o surgimento de óleos comestíveis de culturas anuais, a privatização dos babaçuais, a criação de novas alternativas produtivas, entre outros, levaram ao contínuo decréscimo desta modalidade de extrativismo.

A utilização principal do babaçu no seu auge para a extração de óleo das amêndoas era feita com o corte manual utilizando machado e porrete. Essa atividade predominantemente feminina ganhou importância com o crescimento dos movimentos sindicais, a partir da década de 1970, ficando conhecido como movimentos das quebradeiras de coco babaçu.

Com a instalação das guseiras<sup>1</sup>, ao longo da Estrada de Ferro Carajás, que tem como ponto emblemático o início do funcionamento da Companhia Siderúrgica do Pará (Cosipar), em 1988, em Marabá, reacende a discussão do uso de coco babaçu como carvão. A dificuldade de coleta e transporte dos locais de ocorrência, espalhados em centenas de comunidades, algumas de difícil acesso, a baixa rentabilidade para os catadores, fizeram com que esta alternativa não obtivesse êxito. As guseiras preferiram utilizar o carvão vegetal proveniente de florestas nativas, levando ao colapsamento desta atividade na década de 2000.

A despeito de no processo de produção de uma tonelada do ferro-gusa, as guseiras precisarem, em média, de 1,6 toneladas de minério de ferro e de 875 kg de carvão vegetal, além de calcário (100 kg), manganês (40 kg) e quartzito (65 kg) requerer a demanda por grande quantidade de biomassa o que foi acompanhada de uma enorme pressão sobre as florestas na Amazônia, associado a importantes impactos ambientais (HOMMA et. al, 2008), a utilização de coco babaçu nesse processo, a despeito das implicações sociais verificadas, sobretudo, no estado do Maranhão, pode ser considerada uma alternativa viável, também para retirada de metais indesejáveis (Cobre) em destilarias de cana de açúcar na fabricação de aguardentes e de metais pesados adsorvidos durante a cocção do mesocarpo e endocarpo do coco babaçu, portanto reduzindo impactos sobre o ambiente.

Atualmente, a dificuldade de uso da madeira para lenha e carvão no Maranhão reacendeu a importância do coco babaçu, inteiro ou quebrado, após a extração da amêndoa. Surgiu um novo nicho de mercado para atender padarias e uso doméstico, que para muitas quebradeiras, perto de núcleos urbanos torna-se mais lucrativo que a venda do coco inteiro. Essa dificuldade não se restringe ao uso como combustível, mas, a construção civil, agrícola (cercas, mourões, caixas) e induzido o plantio de sabiá em municípios como Pirapemas.

### **Produção extrativa vs. manejo produtivo e plantios de babaçu**

O babaçu pertence à família *Palmae* (*Arecacea*) tribo *Attaleae* da subfamília *Cocosoideae*. Essa tribo possui os gêneros *Attalea*, *Scheelea*, *Orbignyia*, *Maximiliana* e *Markleya*, cujas espécies fornecem amêndoas, muitas, comercializadas indistintamente como babaçu. Regiões de maior exploração econômica (Maranhão, Piauí, Tocantins, Goiás e Mato

Grosso), destacam-se três espécies fornecedoras de sementes oleaginosas: a) *Orbignya phalerata* – O babaçu *strictu sensu*, espécie de maior distribuição, variação morfológica e importância econômica. Com povoamentos extensivos no Maranhão, Piauí, Goiás, Tocantins e Mato Grosso e também na Bolívia e Suriname (Pinheiro et al., 2005); b) *Orbignya eichleri* - Palmeira acaule, com cachos e frutos pequenos; c) *Orbignya teixeirana* - Com características intermediárias entre as espécies anteriores, o híbrido é obtido do cruzamento dessas mas, requer mais pesquisas visando o seu plantio em escala comercial.

Em curto prazo ações devem ser encetadas visando à preservação dos maciços espontâneos existentes, cuja valoração, ser essa uma das formas de estancar a substituição dos babaçuais por explorações de maior resposta econômica como a pecuária de corte e o cultivo de grãos. Essa valoração deve priorizar o aproveitamento integral do fruto. Experiências apontam a oferta do endocarpo bruto, ou na forma de carvão para siderurgia e do óleo como biodiesel, com a inserção deste no Programa “Selo Combustível Social” do Governo Federal.

Em médio e longo prazo, como objetivo estratégico, o seu cultivo racional deve ser acompanhado de investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação. No futuro, a prevalecer uma substituição da biomassa vegetal proveniente de desmatamentos, reflorestamento ou mesmo do coco babaçu como fonte de matéria prima (carvão vegetal) pelo gás natural para produção de ferro-gusa, conforme anseios do Sindicato das Indústrias de Ferro Gusa do Estado do Pará (Sindiferpa), certamente a participação do carvão vegetal como produto extrativo tenderá a ser mínima. Estudo da Fundação Gorceix aponta a possibilidade de redução de corte de milhões de árvores caso venha a ser utilizado o gás natural. Atualmente, parte dessa produção está associada à expansão das áreas de pastagem, sobretudo, em áreas do bioma Amazônia no estado do Maranhão.

O fruto que pesa em média 200g apresenta a seguinte composição percentual em peso: 11% de epicarpo, 23% de mesocarpo, 59% de endocarpo e 7% de amêndoa. Seu fruto é uma fonte energética, de cujas frações encontram-se múltiplas aplicações. O epicarpo é excelente material para queima direta em diversos fins como na geração e vapor e uma fonte de fibras. O mesocarpo, material farináceo, que contém 13, 8% de amido, que gera o etanol, além de encontrar aplicação na alimentação animal. O endocarpo fornece carvão de excelente qualidade, tanto para coque como para carvão ativado. A amêndoa (semente) que representa em média 7% do peso do fruto possui 60% de óleo, o qual produz um biodiesel que atende plenamente às especificações da Agência nacional do petróleo, ANP (CALAND et al., 2007), além do seu emprego histórico como óleo alimentício e na indústria de cosméticos.

O babaçu está disperso por doze estados brasileiros (AM, PA, RO, MT, MS, TO, GO, MA, PI, CE, BA e MG), embora as maiores concentrações e o uso mais intensivo ser restrito aos estados do Maranhão, Piauí e Tocantins. A área geográfica de ocorrência estimada para o Brasil é de 18,4 milhões de hectares em área efetivamente coberta de 6,9 milhões de hectares. O Maranhão responde por 56% da área geográfica e 68% de área efetiva. A produtividade varia de 1,1 a 2,9 toneladas de frutos por hectare, acima da produção nacional, em queda, desde a década de 1990, estimada como inferior a 100 mil toneladas de amêndoas (Tabela 3).

Desde 2012 a Embrapa Cocais dialoga com organizações de agroextrativistas de babaçu do Estado do Maranhão e adjacências. Estas organizações representam a agricultura de base familiar do estado. Em um evento realizado em dezembro de 2013 (III BabaçuTec) no qual participaram oito organizações de quebradeiras de coco e de agroextrativistas, além de representantes de segmentos do Governo do Estado e Governo Federal, foram levantadas demandas destas organizações para melhoria das suas atividades. Várias delas são demandas de pesquisa e/ou transferência de tecnologia e que estão no escopo de atuação da Embrapa.

Tabela 3 – Produção em Estados maiores produtores de amêndoa de babaçu (ton) de 1990 a 2012.

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Maranhão</b>	132.577	87.956	108.043	111.730	110.418	108.745	104.479	102.777	99.460	96.160	91.840
<b>Piauí</b>	12.241	5.451	6.013	5.562	5.158	5.032	5.070	5.250	5.223	5.268	5.159
<b>Bahia</b>	554	441	443	369	339	345	341	335	352	308	286
<b>Tocantins</b>	41.189	4.074	1.953	967	846	356	345	537	626	385	258
<b>Ceará</b>	2.109	1.330	416	368	354	358	359	354	354	341	243
<b>Pará</b>	42	8	19	23	24	27	30	32	28	29	28
<b>Amazonas</b>	-	-	1	11	11	12	12	13	12	9	6
<b>Brasil</b>	188.718	99.263	116.889	119.031	117.150	114.874	110.636	109.299	106.055	102.499	97.820

Posteriormente, no primeiro semestre de 2014, a Embrapa Cocais realizou oficinas em quatro regiões do Maranhão (Médio Mearim, Baixada Maranhense, São José dos Basílios e Itapecuru-Mirim) com o objetivo validar, detalhar, enriquecer e priorizar demandas. Nas oficinas, 37 organizações, em maioria de agroextrativistas foram contempladas.

### Palma de óleo

A demanda mundial por óleo vegetal é crescente, com estimativa de 240 milhões de toneladas em 2050 para consumo alimentar (CORLEY, 2009). O óleo de palma, produzido pelo dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), também conhecido como palma de óleo, é o óleo vegetal mais produzido e comercializado no mundo (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014) e esta condição deverá ser mantida nas próximas décadas. O dendezeiro é a cultura mais produtiva entre as oleaginosas e se adapta bem às condições climáticas dos trópicos úmidos. O Brasil já possui mais de 30 milhões de hectares zoneados em áreas desflorestadas aptos para o cultivo do dendezeiro (RAMALHO FILHO et al., 2010) e a área plantada no país, embora ainda inexpressiva a nível mundial, teve expansão marcante nos últimos anos (VILLELA et al., 2014), devido ao Programa de Produção Sustentável da Palma de Óleo no Brasil. Sob algumas condicionantes analisadas neste estudo, a palma de óleo pode ser uma boa alternativa de utilização pela matriz energética de biocombustíveis. Do ponto de vista de seu balanço energético, estudos indicam que o balanço energético é positivo. É uma espécie do grupo fotossintético do tipo C<sub>3</sub>, originária da África Tropical com limites latitudinais entre 16°N a 15°S (SCOTTON, 1982).

Conforme destacam Furlan Júnior & Müller (2004), o dendê ou palma de óleo pode ser cultivado em solos de baixa fertilidade e o estabelecimento rápido de cobertura arbórea atua na proteção do solo, evitando a lixiviação e a erosão. Estes autores destacaram que a cultura de dendê oferece bases para a implantação de um mecanismo limpo de desenvolvimento, devido sua extraordinária capacidade de retenção de carbono, uma vez que um hectare de dendezal com 15 anos de idade fixa aproximadamente treze toneladas de carbono por ano. No Estado do Pará, o rendimento e a tradição da dendeicultura são fatores a ser considerados nas avaliações de expansão da cultura.

Em áreas agrícolas consideradas preferenciais e regulares do zoneamento agroecológico do dendê - Zondendê (RAMALHO FILHO et al, 2010), a cultura se expandiu nos últimos 5 anos, aumentou a oferta de emprego ao setor agroindustrial e contribuiu para a inclusão do sistema em áreas abertas e subutilizadas.

Neste trabalho, antes de se realizar o estudo comparativo acerca de sua possível viabilidade e utilização como alternativa bioenergética para produção de palma de óleo nos municípios situados ao longo da E F Carajás, para o trecho compreendido entre Santa Inês e São Luís ante ao elenco de produtos e sistemas tradicionalmente usados pela agricultura familiar objetivou-se aqui avaliar as condições agroclimáticas para subsidiar a expansão da palma de óleo no Estado do Maranhão, na parte do projeto da Vale. Foi feito um estudo de

levantamento das condições climáticas na área do projeto da Vale, da demanda hídrica para a dendeicultura irrigada e o seu potencial produtivo nessas condições.

Como forma de atender as expectativas da VALE, para que tenhamos as condições mínimas para o plantio e a produção de palma de óleo na área escopo deste estudo, alguns pressupostos precisam ser atendidos.

Ao se considerar uma demanda hídrica estimada de  $5 \text{ mm.dia}^{-1}$  na estação seca e um sistema de irrigação com 90% de eficiência, uma indústria com 3.000 ha de dendezal demandaria  $166.666 \text{ m}^3$  de  $\text{água.dia}^{-1}$  e uma agroindústria com 10.000 ha de área de plantio demandaria  $555.555 \text{ m}^3$  de  $\text{água.dia}^{-1}$ . Considerando a logística da cultura, este volume de água deveria estar disponível em uma plantação com raio de aproximadamente 30 Km. O que para uma área total do projeto de  $2.748 \text{ Km}^2$ , segundo critérios utilizados no Zondendê,  $1749 \text{ Km}^2$  (64%) estariam inseridos na classe inapta e  $999 \text{ Km}^2$  (36%) na classe excluída (Figura 2). No decorrer deste estudo serão feitas considerações sobre o potencial produtivo da palma de óleo nas condições naturalmente encontradas da área. Portanto, independente dos resultados, a classe que contém as áreas tidas como excluídas não devem ser consideradas.

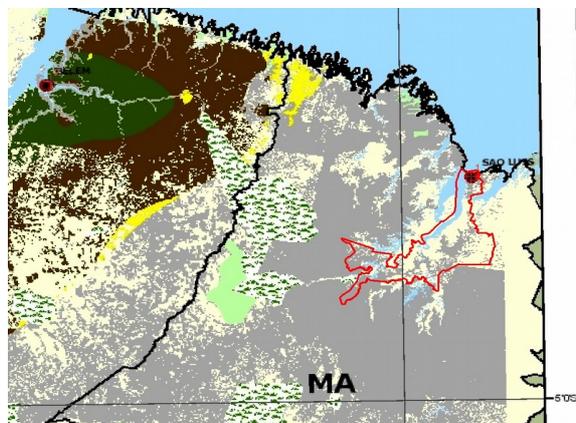


Figura 2. Enquadramento da área escopo no zondendê.

### Estimativa do potencial produtivo da palma de óleo sem irrigação

O déficit hídrico é um dos principais fatores de queda de produtividade, sendo relatado que cada 100 mm de déficit hídrico causa 10% na queda de produtividade (CORLEY e TINKER, 2007; CARR, 2011) de 20 a 25 Kg CFF. $\text{ha}^{-1}.\text{mm}^{-1}$  (CARR, 2011). Em revisão de Mejía (2000), são apresentadas duas equações de correlação entre produção de cachos (Y; t CFF. $\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ) e déficit hídrico anual (DH anual; mm): (I)  $Y = 22,12 - 0,0213 * \text{DH anual}$  (Coliman, 1992, citado por Corley, 1996, para materiais com baixo potencial genético) e; (II).  $Y = 30 - 0,0228 * \text{DH anual}$  (Corley (1996), para materiais genéticos com potencial produtivo de 30 t CFF. $\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ).

Ao considerar as faixas de 365,0 a 712,0 mm de total de deficiência hídrica anual na área de interesse do projeto da Vale no Maranhão é de se esperar as seguintes estimativas de produção para o período adulto, conforme o material genético utilizado nos plantios: (1) Para material genético com potencial produtivo de 30 t CFF. $\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  e queda de 10% na produção a cada 100 mm de DH anual: 8,6 a 19,0 t CFF. $\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ; (2) Para material genético com potencial produtivo de 30 t CFF. $\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  e queda de produção de 20 a 25 Kg CFF. $\text{mm}^{-1}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ : 12,2 a 22,7 t CFF. $\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ; (3) Material genético que se comportem conforme a equação (1) (Coliman, 1992, citado por Corley, 1996): 7,0 a 14,3 t CFF. $\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ . E ainda; (4) Conforme a equação (2) (Corley, 1996): 13,7 a 21,7 t CFF. $\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ .

Também há de se destacar que a queda no teor de óleos nos cachos da ordem de 17 a 18% devido ao déficit hídrico, que pode chegar a situações extremas a 40% (MEJÍA, 2000). Considerando um material genético com potencial produtivo de 30 t CFF. $\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  e extração

industrial de óleo de 20% de óleo de palma (CPO) e 2% de óleo de palmiste (PKO), teríamos um potencial produtivo de 6 t CPO.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e 0,6 t PKO CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Em se considerando as quatro estimativas de produção de cachos supracitadas ponderadas por teores reduzidos em 17,5% de óleo nos cachos poder-se-ão obter as seguintes estimativas de produção de óleo:

1. 1,4 a 3,1 t CPO.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e 0,14 a 0,31 t PKO CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.
2. 2,0 a 3,7 t CPO.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e 0,20 a 0,37 t PKO CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.
3. 1,15 a 2,4 t CPO.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e 0,11 a 0,24 t PKO CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.
4. 2,3 a 3,6 t CPO.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e 0,23 a 0,36 t PKO CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

As estimativas de produção podem assim variar muito em função da ampla faixa de déficit hídrico a ser encontrado nos diferentes locais do projeto da Vale (365 a 712 mm), conforme condições edafológicas indicadas pelas classes de aptidão das terras já relatadas. Com a oferta de dados locais sobre a retenção hídrica, podem ser estimados valores mais precisos de déficit hídrico. Além disso, há variação conforme a metodologia a ser empregada.

Outro problema associado ao déficit hídrico é o aumento da sazonalidade da safra, que impacta os custos agrícolas e industriais, tal como ocorre no Benin (CORLEY e TINKER, 2007). Como não é possível estocar cachos frescos de dendê, toda a estrutura de colheita, carregamento, transporte e processamento de cachos deve ser dimensionada para o período mais produtivo, gerando ociosidade da estrutura no período menos produtivo. Algumas medidas podem auxiliar a mitigar este problema em condições de sazonalidade de safra mais suave, como a alocação de colhedores para realizar a poda no período menos produtivo, agendar as férias da equipe para o período menos produtivo, etc.

Em países como a Malásia, assim como nas regiões preferencias do zondendê no Pará, com menores mudanças sazonais do clima, a produção é relativamente uniforme, com picos de 12 a 15% da produção anual nos meses mais produtivos. Por outro lado, em regiões marcadas por estação seca, como no Benin, o pico de safra pode atingir 35 a 40% da produção anual no mês mais produtivo e produção de 1% nos meses menos produtivos (CARR, 2011). A palma de óleo é uma cultura tolerante a seca, sobrevivendo em partes da África Ocidental com estação seca de vários meses. Contudo, em estações secas mais severas pode ocorrer a morte de plantas, principalmente, plantas jovens. No Benin (DH = 582 mm.ano<sup>-1</sup>) a morte de plantas devido à estação seca é comum. O déficit hídrico na região do projeto da Vale no Maranhão varia de 365 a 712 mm, indicando alta probabilidade de mortalidade de plantas, principalmente nos locais com maior déficit hídrico do projeto e no período juvenil da cultura, sendo que a irrigação neste período deve ser utilizada para manter um stand viável na plantação. Foram observadas diferenças genéticas na sobrevivência de progênies no Benin. Os cruzamentos Deli x La Me apresentaram maior produtividade e maior mortalidade que os cruzamentos Deli x Yagambi sob as condições severas de déficit hídrico do Benin. Portanto, o manejo varietal deverá ser ajustado de acordo com a decisão sobre a adoção da irrigação.

### **Estimativa do potencial produtivo da palma de óleo com irrigação**

A seleção de áreas adequadas, assim como uso da irrigação se constitui em alternativas para mitigar os efeitos do déficit hídrico. Mejía (2000) fazendo uma revisão bibliográfica sobre consumo hídrico e reposições de água no solo em cultivo de palma baseados em experimentos, na Malásia, Nigéria, Costa de Marfim, República de Benin e Equador, verificou haver incremento na produção de óleo. Dados obtidos em locais com mais de seis meses de deficiência hídrica e totais anuais médios de chuva de 1.400 mm, o incremento no rendimento foram superiores a 100% da produção média obtida na região em condições de sequeiro. Na Malásia, áreas com 3 a 5 meses de deficiência hídrica e chuvas anuais variando entre 1.800 a 3.000 mm, tiveram incremento de 11,3% no rendimento em cultivos irrigados.

Muitos resultados extremamente positivos foram observados em experimentos com irrigação. Estimativas apontam ganhos de 20 a 25 Kg CFF.ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup> (CARR, 2011). De Taffin e Daniel (1976), entre outros autores, demonstraram em um ensaio de um hectare na

Estação de Pobé, a obtenção do rendimento de 31 t CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, três anos após iniciar a irrigação, contra a 12 t CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> em lotes não irrigados. Em experimento realizado em Honduras, a produção de uma parcela irrigada foi de 31,27 t CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, enquanto que numa parcela testemunha (sem irrigação) a produção foi de 17,21 t CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (MAYES, 2007). Diversos experimentos irrigados executados na Malásia ultrapassaram 30 t CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, com ganhos entre 2 e 30% em relação a testemunhas não irrigadas.

Por outro lado, em muitas condições severas de déficit hídrico não foram obtidos resultados de produção elevados, mesmo em situações irrigadas. No sul de Benin (déficit hídrico de aproximadamente 580 mm) foi instalada uma plantação de 830 ha de dendê. Os resultados demonstraram que a eficiência da irrigação é reduzida nas épocas em que a umidade relativa é inferior a 50%. Por isso, em plantios comerciais com restritas condições naturais é difícil superar rendimentos de 22 a 24 t de cachos por hectare por ano (CHAILLARD et al., 1983).

Estudos de modelagem demonstraram que além do déficit de pressão de vapor, a baixa disponibilidade luminosa faz com que plantios irrigados da Costa do Marfim atinjam produções de 23 t CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, baixas se comparadas a resultados de condições mais adequadas do sudeste asiático (35 t CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>). Em condições de baixa umidade relativa do ar ocorre o fechamento dos estômatos, mesmo em condições adequadas de umidade no solo, o que confere baixa capacidade de absorver CO<sub>2</sub> e de realizar fotossíntese, reduzindo a capacidade produtiva da planta (CORLEY e TINKER, 2007). Estudos revelam que palmas que ficam com estômatos fechados durante 40 dias no ano tem reduzido seu potencial produtivo em 10% (MEJÍA, 2000).

A Embrapa Cerrados conduz um experimento irrigado no município de Planaltina-DF, em condições que são consideradas totalmente desfavoráveis para a cultura (altitude de 1100 m, temperaturas mínimas da ordem de 7 °C e umidade relativa <15%). Neste experimento foram obtidos valores de produção de 19,1, 20,5, 22,1 e 23,2 t CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> no sexto ano de cultivo dos cultivares da Embrapa tipo tenera Deli x Lamé BRS 1001, BRS 2501, BRS 2301 e BRS 2528, respectivamente, sendo que cada cultivar foi representado por 48 plantas. Foi observada sazonalidade marcante na produção, que foi muito baixa nos meses de junho a setembro (ANTONINI et al., 2013). A taxa de extração de óleo variou bastante, com valores médios de 22% (ROGÉRIO et al., 2013).

Apesar dos bons volumes de chuvas, a distribuição irregular e estação seca, a região tem alto déficit hídrico. Ao considerar as faixas de 365 a 712,0 mm de deficiência hídrica anual na área, requer o uso de irrigação, para evitar quebras de produtividade e a mortalidade de plantas em condições mais extremas. Nesta região ocorrem vários meses com baixa umidade relativa do ar, fator que reduz a produção, mesmo sob o uso da irrigação.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As principais limitações climáticas para o plantio de palma de óleo na área deste estudo são o déficit hídrico (365 a 712 mm.ano<sup>-1</sup>) e a baixa umidade relativa do ar no segundo semestre do ano (69 - 77%). O déficit hídrico varia muito entre os locais, cuja estimativa mais detalhada poderia ser obtida com a disponibilidade de novos e mais detalhados dados.

A demanda de água para irrigação foi estimada em aproximadamente 5 mm.dia<sup>-1</sup> na estação seca. Valores mais precisos podem ser obtidos mediante levantamento de dados sobre a evapotranspiração de referência no local. Para uma indústria de 3000 a 10000 ha utilizando sistema de irrigação com 90% de eficiência serão necessários de 156.666 a 555.555 m<sup>3</sup> de água.dia<sup>-1</sup>, para o plantio das áreas sob irrigação em um raio de aproximadamente 30 Km.

O potencial produtivo do dendê sem irrigação foi estimado entre 7,0 a 22,7 t CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>; 1,1 a 3,7 t CPO.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e 0,11 a 0,37 t PKO CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, na fase adulta. Estes valores variaram em função da variação do déficit hídrico e da metodologia empregada para a estimativa feita. Enquanto o potencial produtivo do dendê irrigado foi estimado em 20 t

CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>; 4 t CPO.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e 0,4 t PKO CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> considerando todo o ciclo da cultura (período improdutivo, período juvenil produtivo e período adulto). Considerando apenas o período adulto, o potencial produtivo nessas condições foi estimado em 25 t CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>; 5 t CPO.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e 0,5 t PKO CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

Segundo mapeamento do zondendê 1749 ha, equivalente a 64 % da área total que integra os onze municípios se insere na classe de áreas Inaptas para plantio, enquanto 999 há (36 %) estão inseridos na classe de áreas Excluídas. Para que se tenha maior segurança agrônômica na previsão do potencial produtivo da cultura no Maranhão, seria prudente basear-se em dados mais conservadores dos melhores plantios irrigados do Benin e Costa do Marfim, sob elevado déficit hídrico em grandes áreas e assim poder atribuir para a região uma previsão de safra no pico de produção (10 a 16 anos de idade) em nível comercial de 22,3 a 23,4 t CFF.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, equivalente a 4,46 a 4,68 t óleo de palma.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e 446 a 468 Kg de óleo de palmiste.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, sob irrigação.

Se por um lado podem se vislumbradas algumas possibilidades de plantio de palma de óleo em restritas condições, com ou sem uso da irrigação, há de se considerar também o uso da palmeira babaçu para outros fins energéticos, como na produção do carvão vegetal, em se mantendo a tecnologia de produção de gusa ou mesmo para possíveis usos nas novas siderurgias para produção do aço nos estados do Maranhão e Pará, desde que também sejam acompanhadas de plantios racionais e do manejo de babaçuais nativos, de modo a não comprometer outros produtos alternativos dele derivados, além da necessidade de uso de sistemas tradicionalmente usados, em garantia de segurança alimentar e iniciativas coletivas e de gênero para a inserção da agricultura familiar e de comunidades rurais na região.

Em relação a outros impeditivos de cunho geopolítico e associados à legislação ambiental, se considerados os marcos legais regulatórios atualmente existentes, um dos enquadramentos que se impõem como um grande limitador para toda e qualquer das atividades e sistemas produtivos de uso da terra possíveis e que possam ser recomendados ou passíveis de uso nos territórios institucionalizados ou naturalmente constituídos, sem dúvida, se refere à Convenção Internacional das Zonas Úmidas Ramsar, assim como a própria Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense. Essa APA possui uma área de 1.775.035,9 ha que se estende por mais de 20 mil quilômetros quadrados nos baixos cursos dos rios Pericumã e Aura. Localizada na região continental, de oeste a sudeste da Baía de São Marcos, abrange 23 municípios, inclui, portanto, parte dos onze municípios da área escopo desse estudo.

Mesmo a criação de grandes animais, como búfalos, que ali encontrariam um ambiente favorável ao seu desenvolvimento, vem sendo restringida nessa que foi um dos sítios localizados em áreas úmidas do país incluídos pela Convenção Ramsar, tendo em vista que esses animais produzem considerável devastação de espécies vegetais locais, como as macrófitas aquáticas, que vem produzindo impactos e quebra na cadeia alimentar ao ambiente, visto serem as macrófitas a base alimentar de inúmeras espécies de aves residentes e migratórias, além de dificultar a retenção do volume d'água em lagos e lagoas e seus canais.

O aproveitamento do babaçu nas áreas de ocorrência natural deve ser incentivado, com técnicas de manejo apropriado, para a produção de carvão e seu aproveitamento integral. A EF Carajás se constitui num apoio logístico ao transporte do carvão de babaçu às guseiras. Ainda que indústrias de beneficiamento integral do babaçu, como a Oleama em Itapecuru Mirim, e a Tobasa, em Tocantinópolis (TO), encontrem dificuldade de acesso à matéria-prima, não se descarta essa opção pelo plantio de babaçu para atendimento em maior escala, a despeito da resistência do movimento das quebradeiras de coco.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, E.C.E. Estado da arte e potencial do babaçu para a agroenergia. Disponível em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/45060/1/a5568.pdf>>. Acesso em 12/08/2014.
- BARCELOS, E; PACHECO, A. R.; MÜLLER, A. A.; VIÉGAS, I. de J. M. J.; TINOCO, P. B. Dendê: Informações básicas para o seu cultivo. **Departamento de difusão de tecnologia-Embrapa**, Brasília, 1987.
- BARBOSA, V. de O. Mulheres do babaçu: gênero, maternalismo e movimentos sociais no Maranhão. UFF: Niterói-RJ, 2013, 267p. **Tese** doutorado.
- BASTOS, T. X.; MÜLLER, A. A.; RAMALHO FILHO, A.; PACHECO, N. A.; GONÇALVES, A.O.; MONTEIRO, D. C. A. Zoneamento Agroclimático e de riscos climáticos para o cultivo do Dendzeiro no Estado do Pará. **Embrapa Amazônia Oriental**, Belém, PA, 2008.
- BISPO, P. da C.; VALERIANO, M. M.; KUPLICH, T.M. Variáveis geomorfométricas locais e sua relação com a vegetação da região do interflúvio Madeira-Purus (AM-RO). Manaus, **ACTA Amazonica**, V.39(1) 2009,p.81-90.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Radam Brasil**. Folha SA. 23 São Luis e parte da folha SA. 24 Fortaleza; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1973.
- \_\_\_\_\_. Lei Nº. 9985, de 18 de julho de 2000. Cria a Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense.
- BUOSI, T.; MUNIZ, L.C.; FERREIRA, C.M. **Caracterização e diagnóstico da cadeia produtiva do arroz no Estado do Maranhão**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2013. v.1. 35p.
- BOECKE, J. 2010. Palestra apresentada no Programa de qualificação de agentes de assistência técnica e extensão rural para a cultura da palma de óleo na região amazônica, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.
- CARR, M. V. The water relations and irrigation requeriment of oil palm (*Elaeis guineensis*): a review. Cambridge: **Expl Agric.** (2011), volume 47 (4), pp. 629–652 Cambridge University Press 2011 doi:10.1017/S0014479711000494. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/231922452\\_THE\\_water\\_relations\\_and\\_irrigation\\_requirements\\_of\\_oil\\_palm\\_Elaeis\\_guineensis\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/231922452_THE_water_relations_and_irrigation_requirements_of_oil_palm_Elaeis_guineensis_A_review) (acesso em 28 de março de 2017).
- CHAILLARD, H.; DANIEL, C; HOUETO, V.; OCHS, R. 1983. Oil Palm and coconut irrigation; a 900 ha "experiment" in the Benin People's Republic. *Oléagineux*, (Francia) v. 38, No. 10.
- CORLEY, R. H. V.; Tinker, P.B. 2007. *The Oil Palm*, Blakwell, Oxford, 562 p.
- CORLEY, R.H.V. Irrigation of oil palms - A Review. *Journal of Plantations Crops*. 24 (Supplement). p.45 - 52 . 1996
- CORLEY, R.N.V. How much palm oil do we need? **Environmental Science Policy**, v.12, p.134-139, 2009.
- CUNHA, G. H. de M.; ROCHA, U. R.; OLIVEIRA, A. B. de Economia da mamona: uma visão do mercado brasileiro no início do século XXI, **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, (enero-marzo 2017). Disponível em: <http://www.eumed.net/rev/cccss/2017/01/mamona.html> (acesso em 28 de março de 2017) <http://hdl.handle.net/20.500.11763/cccss1701mamona>
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT**: production crops 2010. Available at: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anchor>>. Accessed on: 9 jul. 2014.
- FURLAN JUNIOR, J.; KALTNER, F. J.; AZEVEDO, G. F. P.; CAMPOS, I. A. Biodiesel: Porque tem que ser Dendê. Embrapa Amazonia Oriental; Palmasa. Bélem, PA, 2006.

GOMES JUNIOR, BARRA, V. R. B. Seleção de áreas aptas para o cultivo sustentável da palma de óleo. In: Gomes Junior (Ed) Bases técnicas para a cultura da palma de óleo integrado na unidade produtiva da agricultura familiar. Embrapa, 2010.

HOMMA, A. K. O.; VIEIRA, I. C. G. Colóquio sobre dendezeiro: Prioridades de Pesquisas Econômicas, sociais e Ambientais na Amazônia. Amazônia (Banco da Amazônia. 2005), v. 8, p. 79-90, 2012.

HOMMA, A. K. O.; ALVES, R. N. B.; MENEZES, A. J. E. A. Guseiras na Amazônia: perigo para a floresta, **Ciência Hoje**, v. 39, n. 233, 2006. Disponível em: acesso (<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/376354/1/Guserahomma.pdf>)

HURTIENNE, T. Agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável na Amazônia. Belém: **Novos Cadernos do NAEA**, v. 8, n. 1, p. 19-71, 2005.

LANDAU, E.C.; CRUZ, R.K.; HIRSCH, A.; PIMENTA, F.M.; GUIMARÃES, D.P. Variação geográfica do tamanho dos módulos fiscais no Brasil. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 199p. (Documentos. Embrapa Milho e Sorgo,146).

LEMONS, R. C. e SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Campinas: SBCS/SNLCS, 1982, 46p.

MARTORANO, L. G. ; LISBOA, L. S. S. ; MORAES, J. R. S. C. ; MONTEIRO, D. C. A. Eco-agro-climatic conditions to expansion of palm oil in the state of para. In: Fifth National Conference on Ecosystem Restoration, 2013, Greater Chicago. Ffifth National Conference on Ecosystem Restoration, 2013.

MARANHÃO. Decreto nº 11.900 de 11 de junho de 1991. Cria, no Estado do Maranhão, a Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense, compreendendo 03 (três) Sub-Áreas: Baixo Pindaré, Baixo Mearim-Grajaú e Estuário do Mearim-Pindaré – Baía de São Marcos incluindo a Ilha dos Caranguejos . São Luís: D.O.E, de 09.10.1991, Ano LXXXV, n. 195.

MAY, P. H. **Palmeiras em chamas**; transformação agrária e justiça social na zona do babaçu. São Luis, MA: EMAPA/FINEP/FUNDAÇÃO FORD. 1990. 328 p.

MAYES, M. Experiencias y resultados de Riego em palma aceitera em Centroamérica. Palmas, 2007, v. 28, n. especial.

MINGOTI, R.; BRASCO, M.A.; HOLLER, W.A.; LOVISI FILHO, E.; SPADOTTO, C.A. **Matopiba**: caracterização das áreas com grande produção de culturas anuais. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, jul. 2014. 2p.

MEJÍA, J. Consumo de agua por la palma de aceite y efectos del Riego sobre la producción de racimos, una revisión de literatura. **PALMAS**, Vol. 21, No.1. 2000.

PINHEIRO, C.U.B.; FRAZÃO, J.M.F.; BALICK, M. J. Coleta de germoplasma de palmeiras do complexo babaçu (Orbignya e Attalea). In: WALTER, B.M.T.; CAVALCANTI, T.B. (Eds.). **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. p. 549-583.

PORRO, R. Lavoura-pecuária-floresta integradas em babaçuais: conhecimento e prática agroflorestal na pré-Amazônia. In: Anais 64ª Reunião Anual da SBPC, São Luís, MA. Jul. 2012. 5p.

**Relatório do Diagnóstico do Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão**. Campinas, SP: Embrapa, 2013. 450 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite / Relatório Técnico, v.1).

ROGERIO, J.B.; DUARTE, I.D.; BACK, G.R.; SANTOS, M.C.S.; ANTONIASSI, R.; FARIA-MACHADO, A.F.; BIZZO, H.R.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANTONINI, J.C.A. Produtividade de genótipos de palma cultivados no Cerrado. 5º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel. 8º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. Salvador, 16 a 19 de abril de 2012.

SCOTTON, S. B. **Algunas exigencias agroecologicas en 58 especies de cultivo con potencial de produccion en el tropico americano.** Caracas: Centro Nacional de Pesquisadores Agropecuarias, 1982.

THORNTHWAITE, C. W., AND J. R. MATHER published the first version entitled "The Water Balance," Publications in Climatology VIII(1): 1-104, 1955. Drexel Institute of Climatology, Centerton, NJ.

VILLELA, A.A.; JACCOUD, D.B.; ROSA, L.P.; FREITAS, M.V. Status and prospects of oil palm in the Brazilian Amazon. **Biomass and bioenergy**, v. 67, p.270-278, 2014.