



**ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DO DENDÊ  
PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO:  
ALTERNATIVA PARA A DIVERSIFICAÇÃO DA  
REGIÃO CANAVIEIRA DA ZONA DA MATA.**

# **ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DO DENDÊ PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO: ALTERNATIVA PARA A DIVERSIFICAÇÃO DA REGIÃO CANAVIEIRA DA ZONA DA MATA**

## **RELATÓRIO TÉCNICO**

**Embrapa Solos  
Rio de Janeiro, RJ  
2009**



**Conab**



**Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**



**República Federativa do Brasil**

*Luiz Inácio Lula da Silva*  
**Presidente**

**Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

*Reinold Stephanes*  
**Ministro**

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Conselho de Administração**

*Silas Brasileiro*  
**Presidente**

*Silvio Crestana*  
**Vice-Presidente**

*Derli Dossa*  
*Murilo Francisco Barella*  
*Ernesto Paterniani*  
*Aloísio Lopes Pereira de Melo*  
**Membros**

**Diretoria-Executiva**

*Silvio Crestana*  
**Diretor-Presidente**

*Tatiana Deane de Abreu Sá*  
*José Geraldo Eugênio de França*  
*Kepler Euclides Filho*  
**Diretores-Executivos**

**Embrapa Solos**

Rua Jardim Botânico, 1.024 Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ

Fone: (21) 2179-4500

Fax: (21) 2274.5291

Home page: [www.cnps.embrapa.br](http://www.cnps.embrapa.br)

E-mail (sac): [sac@cnps.embrapa.br](mailto:sac@cnps.embrapa.br)

**Comitê Local de Publicações**

**Presidente:** Aluísio Granato de Andrade

**Secretário-Executivo:** Antônio Ramalho Filho

**Membros:** Marcelo Machado de Moraes, Jacqueline S. Rezende Mattos, Marie Elisabeth C. Claessen, José Coelho de A. Filho, Paulo Emílio F. da Motta, Vinícius de M. Benites, Elaine C. C. Fidalgo, Maria de Lourdes Mendonça Santos Brefin, Pedro Luiz de Freitas e Waldir de Carvalho Júnior.

**Supervisão editorial:** *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

**Revisor de Português:** *André Luiz da Silva Lopes*

**Normalização bibliográfica:** *Marcelo Machado Moraes*

**Editoração eletrônica:** *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

**1a edição**

1a impressão (2009): online

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).©

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **Embrapa Amazônia Ocidental**

Ricardo Lopes  
Maria do Rosário Lobato Rodrigues

### **Embrapa Informática Agropecuária**

Eduardo Delgado Assad  
Fábio Ricardo Marin  
Sílvio Roberto Evangelista  
Adriano Franzoni Otavian  
Felipe Augusto Soares Andrade,

### **Embrapa Milho e Sorgo**

Daniel Pereira Guimarães  
Elena Charlotte Landau  
Thomaz Correa e Castro da Costa

### **Embrapa Solos**

Celso Vainer Manzatto  
Jesus Fernando Mansilla Baca  
Alexandre Ortega Gonçalves  
José Carlos Pereira dos Santos  
Manuel Batista de Oliveira Neto  
Ademar Barros da Silva  
Paulo Emilio Ferreira da Motta  
Uebi Jorge Naime  
Antonio Ramalho Filho  
Sandro Eduardo Marschhausen Pereira  
Angel Filiberto Mansilla Baça  
Josué Francisco Silva Junior  
Lúcia Raquel Queiroz Pereira da Luz  
Maria Sônia Lopes e Roberto da Boa Viagem Parahyba

### **CEPLAC – Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira**

Jonas de Souza

# SUMÁRIO

**RESUMO,**

**1.0 INTRODUÇÃO**

**2.0 CONCEITOS, DEFINIÇÕES, OBJETIVOS E CRITÉRIOS ADOTADOS**

**2.1 Objetivos, Diretrizes e Impactos**

**3.0 MATERIAL E MÉTODO,**

**3.1 Aspectos Gerais**

**3.2 Área de Estudo**

**3.2 Aptidão Climática - Análise do Risco Climático**

**3.3 Avaliação do Potencial Agrícola das Terras**

**3.3.1 Avaliação da Aptidão das Terras para o dendê**

**3.3.2 Classes de Aptidão das Terras para o dendê,**

**3.3.3 Processamento Digital da Aptidão Agrícola**

**3.4 Relevo**

**3.5 Áreas Protegidas, Uso e Cobertura Vegetal das Terras**

**3.6 Modelo de integração Temática adotado no Zoneamento Agroecológico.**

**4.0 RESULTADOS**

**4.1 Sustentabilidade da Cultura**

**4.2 Situação atual e perspectivas de desenvolvimento da dendeicultura**

**4.3 Áreas Aptas ao Cultivo do Dendê no Estado de Pernambuco**

**4.2 Mapa Síntese do Zoneamento Agroecológico do dendê no Estado de Pernambuco**

**5.0 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

**6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

# **ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DO DENDÊ PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO: ALTERNATIVA PARA DIVERSIFICAÇÃO DA REGIÃO CANAVIEIRA DA ZONA DA MATA.**

## **RESUMO**

O objetivo geral do Zoneamento Agroecológico do Dendê para o Estado de Pernambuco foi fornecer subsídios técnicos para formulação de políticas públicas visando apoiar a introdução e produção sustentável de dendê no território pernambucano, como opção para a diversificação de cultivos, em especial para as terras atualmente cultivadas com a cana-de-açúcar. Utilizando técnicas de processamento digital, foi realizada uma avaliação do potencial das terras para a produção da cultura do dendê em regime de sequeiro (sem irrigação plena) tendo como base as características físicas, químicas e mineralógicas dos solos, expressos espacialmente em levantamentos de solos e em estudos sobre risco climático relacionados aos requerimentos da cultura (precipitação, temperatura do ar e deficiência hídrica).

Os principais indicadores considerados na elaboração do Zoneamento Agroecológico foram a vulnerabilidade das terras, o risco climático (deficiência hídrica máxima de 350 mm), o potencial de produção agrícola sustentável e a legislação ambiental vigente. Adicionalmente, foram excluídas as terras com declividade superior a 12%, as áreas com cobertura vegetal nativa, as áreas de proteção ambiental, terras indígenas, remanescentes florestais, dunas, mangues, escarpas e afloramentos de rocha, reflorestamentos, áreas urbanas e de mineração.

As áreas indicadas para a expansão compreendem aquelas atualmente em produção agrícola intensiva, produção agrícola semi-intensiva, lavouras especiais (perenes, anuais) e pastagens. Estas foram classificadas em três classes de potencial (alto, médio e baixo) discriminadas ainda por tipo de uso atual predominante (Ag – Agropecuária, Ac – Agricultura e Ap – Pastagem) com base no mapeamento dos remanescentes florestais em 2002, realizado pelo Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira do Ministério do Meio Ambiente - Probio-MMA.

Os estudos foram realizados para todo o Estado de Pernambuco. Foram empregadas as melhores informações temáticas e cartográficas disponíveis com escala de abstração de 1:250.000. Os resultados estão apresentados em mapas nos formatos *shape file* e PDF e, em tabelas com estimativas de áreas aptas ao cultivo por município e tipo de uso da terra.

As estimativas realizadas indicam que o Estado dispõe de uma área potencial de 248.271 ha, sendo que destes 37.888 ha foram considerados como de aptidão agroecológica Alta com produtividade esperada igual ou superior a 5,2 t de óleo/ha/ano; 97.243 ha com aptidão média – produtividade entre 4,4 e 5,2 t de óleo/ha/ano e; 113.141 ha de baixa aptidão – produtividade entre 3,5 e 4,4 t de óleo/ha/ano, de acordo com as correlações de produtividade e oferta hídrica adotadas neste estudo.

Os resultados obtidos mostram que o Estado de Pernambuco dispõe de cerca de 248.271 ha de áreas aptas à expansão do cultivo com dendê, sendo que destas cerca de 37.888 de ha foram considerados com alta aptidão (deficiência hídrica anual entre 0 e 150 mm), 97.243 de ha como média aptidão (deficiência hídrica anual entre 150 e 250 mm) e 113.141 ha como de baixo potencial para o cultivo (deficiência hídrica anual entre 250 e 350 mm – irrigação suplementar indicada). As áreas aptas à expansão ocorrem, entretanto, associadas na paisagem à terras de relevo ondulado a montanhoso, restringindo a implantação de grandes áreas comerciais contínuas, indicando que o cultivo do dendezeiro nas áreas aptas somente será possível em pequenas áreas dispersas e/ou de forma consorciada com pequenos produtores rurais.

**Termos de indexação:** zoneamento agroecológico, dendê, levantamento de solos, risco climático, relações solo-paisagem, uso e ocupação das terras, planejamento de uso das terras.

## 1.0 INTRODUÇÃO

O dendezeiro (*Elaeis guineensis*, Jacq.) é uma palmeira cultivada no Brasil desde o século XVII, inicialmente na Bahia e depois no Pará e outros Estados da Amazônia, sendo o Pará, atualmente, o maior produtor de óleo de palma no Brasil e onde se concentra mais de 80% da área plantada com dendezeiros.

Historicamente, o dendê é plantado em áreas específicas de regiões tropicais úmidas, por número reduzido de empresas privadas, agregando, no entorno, modelos complementares de emprego e renda para agricultores familiares.

O Dendê é a espécie maior contribuinte para a produção mundial de óleos vegetais e soma com a soja cerca de 51% da oferta mundial de óleos, para diversos fins, especialmente para usos alimentícios e industriais.

Atualmente, a dendeicultura brasileira apresenta significativo domínio tecnológico, representado por conhecimento e uso de genética, sistemas produtivos e boas práticas de manejo da cultura, zoneamento e adaptabilidade da espécie cultivada, dentre outros parâmetros. Entretanto, por razões diversas, incluindo ausência, timidez ou descontinuidade de uma política pública balizadora para uma expansão orientada para o desenvolvimento da produção de óleos e resíduos, o Brasil apresenta apenas cerca de setenta (70) mil hectares plantados em três pólos regionais, notadamente no Pará, Bahia e Amazonas.

Do ponto de vista ambiental, a cultura apresenta diversas vantagens, podendo inclusive contribuir para a redução do desmatamento. Socialmente, contribui para a geração de renda e emprego no campo, (aproximadamente um posto de trabalho para cada seis hectares cultivados), sendo excelente opção como atividade âncora em programas de assentamento e de fixação do homem no campo. Comercialmente, o óleo de palma é o mais comercializado no mundo e possui um conjunto extenso de aplicações em diferentes indústrias. No ano de 2008, o Brasil importou 262,2 toneladas de óleo de palma, o que representa mais da metade do consumo interno, significando um dispêndio de US\$297,4 milhões.<sup>1</sup>

Apesar do volume de conhecimentos, tecnologias, produtos e serviços disponíveis para apoiar o cultivo dessa oleaginosa perene, que apresenta a maior produtividade de óleo vegetal conhecida, uma das maiores atividades fotossintéticas entre os vegetais cultivados e da vivência de empresários pioneiros, que há mais de três décadas dominam o sistema de produção da palmeira, o Brasil não tem conseguido lograr um avanço estável e progressivamente crescente da área plantada.

Adicionalmente, o aparecimento da questão do amarelecimento fatal (AF), ainda um desafio para a pesquisa, ainda que não elucidado, parece ter estreita relação à excessiva oferta de água em condições de drenagem inadequada e que abre caminho para considerar como viáveis áreas em que o potencial produtivo sob o ponto de vista da oferta hídrica pode não se igualar ao das áreas tidas como preferenciais no passado, mas se mostra ainda suficiente para uma produção maior e de melhor aceitação no mercado do que outras possíveis fontes de produção de óleos, e com menor risco ao AF.

Neste contexto, surge a oportunidade para a expansão do cultivo em novos ambientes produtivos bem como para novos arranjos produtivos baseados na integração da pequena produção e da agricultura familiar. Ambientes considerados até recentemente como marginais ao desenvolvimento da cultura, decorrência principalmente da deficiência hídrica, podem se constituir em oportunidade para novos pólos produtivos de dendê no futuro.

O Estado de Pernambuco que dispõe de boa diversidade de solos e grande variabilidade espaço-temporal na quantidade e distribuição das chuvas necessita de um instrumento para avaliar e discutir com a sociedade uma nova alternativa produtiva para o seu território.

---

<sup>1</sup> Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio (SRI) / Ministério da Agricultura (MAPA) e Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) / Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC)



Assim o Zoneamento Agroecológico do Dendê para o Estado do Pernambuco vai além do tradicional zoneamento agrícola de risco climático destinado principalmente para atender ao seguro rural. Sua metodologia envolve além das cartas de solo e clima, a análise integrada do uso e cobertura vegetal da terra, relevo, hidrografia, áreas protegidas e da estrutura agrária. Insere o princípio de sustentabilidade que preconiza que a produção de uma cultura deve ser obtida através de técnicas de cultivos economicamente viáveis e sem riscos à degradação ambiental, estando alinhado com os objetivos e preceitos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), previstos pelo Protocolo de Quioto.

Admitindo-se a necessidade de diversificação de cultivos agrícolas e a existência de áreas, inclusive degradadas, que reúnem condições agroecológicas adequadas no território estadual, resulta na necessidade do estabelecimento de um plano de desenvolvimento sustentável para a cultura, no qual deverão estar envolvidos governos federal, estaduais e municipais, iniciativa privada, instituições financeiras e órgãos de pesquisa e desenvolvimento, como forma de identificar novas áreas potenciais ao cultivo e superar as limitações nestes novos ambientes produtivos.

Nesse sentido, a elaboração do zoneamento agroecológico para o dendê atende uma das prioridades estratégicas da Agenda de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) do Plano Nacional de Agroenergia (2006-2011) sob a coordenação direta do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e esforços de várias organizações de ciência, tecnologia e inovação brasileiras visa através de um processo contínuo, embasar a formulação de políticas federais e estaduais que estimulem a expansão em áreas estratégicas e promovam o ordenamento da expansão sustentável da atividade.

O produto final deste estudo, expresso pela caracterização das áreas aptas à expansão do cultivo de dendê, as de expansão limitada e restrita poderá ainda ser compatibilizado pelo Estado de Pernambuco, considerando suas agendas regionais, políticas e restrições adicionais. Apresenta-se assim, como um documento norteador para os investimentos públicos e privados, subsidiando políticas públicas federais e estaduais para a cadeia produtiva agroenergética: biodiesel e a co-geração de energia provenientes do dendê.

## **2.0 CONCEITOS, DEFINIÇÕES, OBJETIVOS E CRITÉRIOS ADOTADOS.**

A literatura científica indica que as exigências climáticas para a plena expressão da capacidade produtiva do dendzeiro são a ocorrência de temperatura média entre 25 e 27°C (limites 24 e 32°C) sem ocorrência de temperaturas mínimas abaixo de 18°C por períodos prolongados; as chuvas devem proporcionar precipitações mensais mínimas acima de 100 mm. e total anual em 1.500mm. ou mais. A luminosidade deve ser de pelo menos, 1.800 horas/luz/ano com mínimo de 5 horas/luz solar/dia. A umidade relativa do ar em torno de 80% é ideal para a planta. A temperatura tem efeito sobre o número de folhas emitidas, número de cachos produzidos e teor de óleo nos frutos; a disponibilidade constante de água no solo (segundo quantidade e distribuição das chuvas) determina produções elevadas de cachos de dendê.

Neste zoneamento, utilizou-se critérios climáticos diferentes dos comumente utilizados em estudos similares que a adotam a satisfação hídrica praticamente plena para a cultura ao longo do ano. Admitiu-se, portanto, a possibilidade de implantação em áreas de produção de dendê com déficit hídrico pouco acentuado, em três faixas de déficits crescentes, oscilando entre 0 e 350 mm. Esta abordagem tem como base o reconhecimento do dendê como a cultura com maior potencial produtivo de óleo vegetal, mesmo quando sob déficit hídrico pouco acentuado, satisfeitas as demais exigências climáticas, bem como pelos benefícios ambientais, sociais e econômicos que a dendeicultura apresenta no país.

### **2.1 Objetivos, diretrizes e Impactos**

#### *Geral:*

O objetivo geral do Zoneamento Agroecológico do Dendê para o Estado de Pernambuco é o de fornecer subsídios técnicos para formulação de políticas públicas visando a avaliação do potencial produtivo e o ordenamento da expansão para a produção sustentável de dendê no Estado.

#### *Estratégico:*

Avaliar, indicar e espacializar o potencial das terras para a expansão da produção da cultura do Dendê em regime de sequeiro (sem irrigação plena) como base para o planejamento do uso sustentável das terras, em harmonia com a biodiversidade.

#### *Específicos:*

- Oferecer alternativas econômicas sustentáveis aos produtores rurais;
- Disponibilizar uma base de dados espaciais para o planejamento do cultivo sustentável do dendê em harmonia com a biodiversidade e a legislação vigente;
- Fornecer subsídios para o planejamento de futuros pólos de desenvolvimento no espaço rural;
- Alinhar o estudo com as políticas governamentais sobre energia;
- Indicar e espacializar áreas aptas à expansão do cultivo de dendê em regime de sequeiro (sem irrigação plena);
- Fornecer as bases técnicas para formulação e implantação de políticas públicas associadas.

#### *Diretrizes Gerais do Estudo*

O estudo seguiu as seguintes diretrizes que permitirão a expansão da produção:

- Indicação de áreas com potencial agrícola para o cultivo do dendê sem restrições ambientais;
- Exclusão de áreas com vegetação original e indicação de áreas atualmente sob uso antrópico;
- Indicação de áreas com potencial agrícola (solo e clima) para o cultivo do dendê em terras com declividade inferior a 12%;

#### *Alcance dos Estudos*

O Zoneamento Agroecológico coordenado pelo MAPA é um instrumento para a tomada de decisões ao nível federal e estadual, e implantação de políticas públicas voltadas para o ordenamento da expansão do cultivo do dendê para fins industriais. No entanto vários segmentos da sociedade podem ser apontados como potenciais beneficiados nos resultados deste estudo: instituições de pesquisa, ensino e tecnológicas, públicas ou privadas, relacionadas ao meio ambiente e a agricultura; organizações não governamentais; órgãos de planejamento e desenvolvimento públicos das esferas federais, estaduais e municipais; assessorias parlamentares, Ministério Público, organizações internacionais, etc.

#### *Impactos Esperados*

A implementação do zoneamento e políticas associadas pode promover, de forma diferenciada, impactos relevantes no Estado, tais como:

#### *Impacto Ambiental*

- Ordenamento da produção evitando expansão em área com cobertura vegetal nativa;
- Produção de óleo vegetal e bicomcombustível de forma sustentável e ecologicamente limpa;
- Co-geração de energia elétrica diminuindo a dependência de combustíveis fósseis e gerando créditos de carbono;
- Conservação do solo e da água, através de técnicas conservacionistas diminuindo a erosão dos solos cultivados.

#### *Impacto econômico-social*

- A produção do dendê para biodiesel permitirá o emprego de energias limpas com o aproveitamento de créditos de carbono e outros mecanismos nacionais e internacionais que permitam atrair investimentos nas regiões destes empreendimentos;
- Aumento da ocupação permanente da mão-de-obra local;
- Geração de renda ao longo do ano durante o ciclo da cultura (estabilidade econômica e uso permanente da mão-de-obra);
- Alternativa produtiva para os fornecedores de dendê nas áreas aptas;
- Indução tecnológica na produção de dendê;

- Investimentos em complexos agroindustriais demandando ainda outros investimentos em infraestrutura local como logística, transporte, energia e suporte técnico.

*Destaques.*

- Iniciativa governamental inédita no ordenamento da expansão de atividades agrícolas no território nacional;
- Sinergia entre as políticas agrícola e ambiental – forte interação entre as equipes técnicas dos ministérios envolvidos;
- Execução dos trabalhos por instituições do Consórcio ZEE Brasil, através de instituições públicas federais, propiciando economia de recursos financeiros e credibilidade junto à sociedade brasileira e internacional;
- Articulação com os Estados da Federação na definição das áreas de expansão prioritárias, contemplando as especificidades e agendas regionais.
- Implantação do Zoneamento utilizando mecanismos de indução e controle, através da definição de marcos regulatórios, mecanismos de fomento e negociação com a sociedade.

### 3.0 MATERIAL E MÉTODO

#### 3.1 – Aspectos Gerais

O dendezeiro é conhecido cientificamente por *Elaeis guineensis*, Jacq., Monocotyledonae, palmae. A planta também é conhecida como palma-de-guiné, demdem (Angola), palmeira dendem, coqueiro-de-dendê. O fruto é conhecido como dendê.

O dendezeiro é uma palmeira que pode alcançar até 15 metros de altura, com raízes fasciculadas, estipe (tronco) ereto, escuro, sem ramificações, anelado (devido a cicatrizes deixadas por folhas antigas). As folhas que podem alcançar até 1 m de comprimento, têm bases recobertas com espinhos. As flores são de coloração creme-amareladas e estão aglomeradas em cachos.

Os frutos, nozes pequenas e duras, possuem polpa (mesocarpo) fibroso que envolve o endocarpo pétreo, nascem negros e quando estão maduros alcançam cor que varia do amarelo forte ao vermelho rosado passando por matrizes de cor alaranjada e ferrugem. Ovóides (angulosos e alongados) nascem em cachos onde, por abundância, acabam se comprimindo e se deformando. A polpa produz o óleo de dendê (óleo de palma, palm oil ou Palmenol), de cor amarela ou avermelhada (por presença de carotenóides) e de sabor adocicado.

A semente ocupa totalmente a cavidade do fruto e contém o óleo de palmiste (*palm kernel oil*) que é esbranquiçado e quase sem cheiro e sabor.

No gênero *Elaeis* existem duas espécies de interesse comercial:

**Elaeis melanococca Gaertner**: nativa da América Latina também é encontrada no Brasil e conhecida como caiaué. Tem sido procurada para obtenção de híbridos com a *Elaeis guineensis*.

**Elaeis guineensis**: segundo a espessura do endocarpo do fruto é classificado em (tipos):

- a) Macrocaria: possui frutos com endocarpo com espessura acima de 6mm; sem importância econômica.
- b) Dura: fruto com endocarpo de espessura entre 2 a 6 mm, com fibras dispersas na polpa. Usado como planta feminina na produção de híbridos comerciais.
- c) Psífera: frutos sem endocarpo separando polpa da amêndoa. Usada como fornecedora de pólen na produção de híbridos comerciais.
- d) Tenera: híbrido do cruzamento Psífera x Dura; tem endocarpo com espessura entre 0,5 mm e 2,5 mm e com anel de fibras ao redor do endocarpo. Suas sementes são recomendadas para plantios comerciais. Tem vida econômica entre 20-30 anos, produz 10-12 cachos anualmente, que pesam entre 20 a 30 kg (cada), portando 1.000 a 3.000 frutos (cada cacho). É boa produtora de inflorescências femininas.

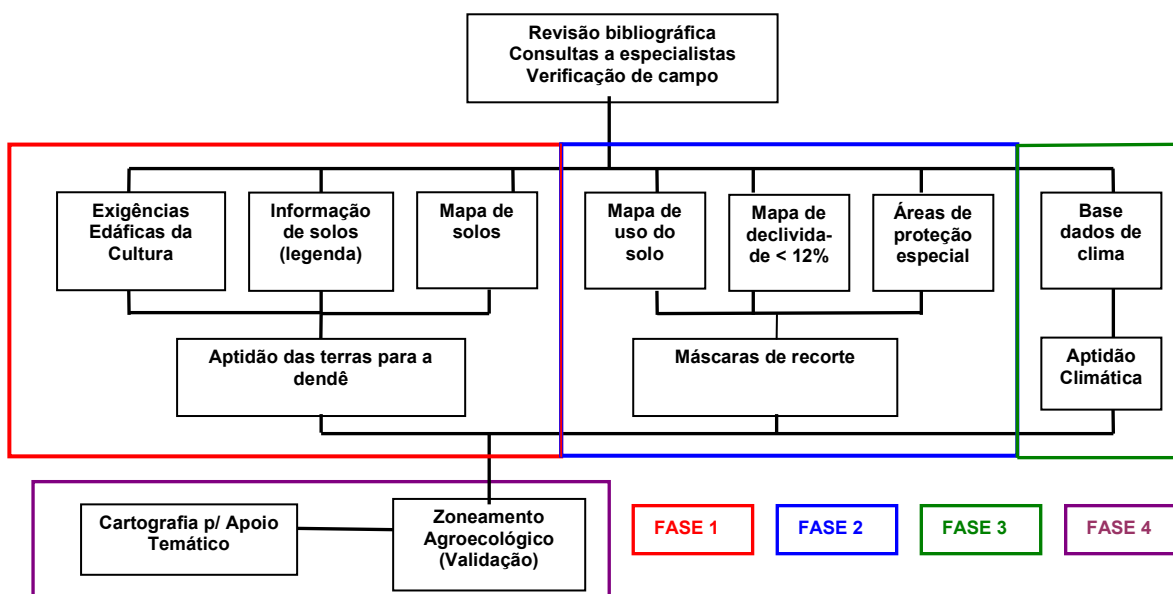
Em termos climáticos, os elementos que mais afetam a produção do dendezeiro são a temperatura do ar, horas de brilho solar e chuva, sendo a distribuição mensal da chuva e a ocorrência de déficit hídrico os elementos que apresentam maior efeito no crescimento e produção da cultura. Resultados de pesquisa relatam importantes aspectos da interação do complexo climático e biótico, sendo os mais importantes para a produção da cultura os seguintes: total pluviométrico anual acima de 1500 mm, com boa distribuição mensal, e ausência de período seco proporcionam ambiente climático ideal para a cultura. Portanto a disponibilidade de água nos ambientes produtivos é um dos fatores que mais interferem na produtividade da cultura.

Geralmente, tem sido afirmado que o dendezeiro apresenta bons níveis de adaptação aos solos de baixa fertilidade natural. Entretanto, dado seu potencial de produção, a obtenção de altas produtividades está relacionada a níveis elevados de disponibilidade de nutrientes para a planta, com a aplicação de quantidades significativas de fertilizantes. De fato, em regiões da Malásia, Indonésia e Guatemala, onde predominam solos vulcânicos, ricos em nutrientes, têm sido observadas produtividades bastante elevadas, da ordem de 8 ton. de óleo/ha/ano. Para as condições brasileiras, 4 a 5 ton óleo/ha/ano são as produtividades normalmente obtidas pelos produtores de dendê.

Em linhas gerais pode-se afirmar que as exigências mais importantes do dendezeiro em relação ao solo, são: terrenos planos, evitando-se declividade acima de 10%; solos de textura média à argilosa, profundos, bem drenados e sem compactação até 1,50 m de profundidade; solos com pH entre 4 e 6, são adequados para o crescimento normal da cultura.

O zoneamento agroecológico utilizou como base, o conceito de Unidade Agroecológica, definida como uma entidade espacial na qual as formas de relevo, o solo, a vegetação natural e o clima formam um conjunto relativamente representativo e homogêneo, dentro da escala cartográfica adotada. A cada unidade agroecológica foi atribuída uma classe de aptidão agrícola apenas para o nível tecnológico mais desenvolvido a ser empregado pelo agricultor – Nível de Manejo C (sistema de produção baseada no uso de corretivos, fertilizantes e mecanização para produção de dendê) considerando-se ainda a sustentabilidade da atividade, através das exigências edáficas e climáticas e, um mínimo de impacto no ecossistema.

Na Figura 01, é apresentada a metodologia geral do zoneamento utilizada neste estudo. Além das avaliações de solos e de clima foram agregados outros planos de informação, denominados como máscaras, referentes a cortes excludentes relacionados ao relevo (>12%), cobertura vegetal nativa, áreas indígenas e unidade de conservação da natureza.



**Figura 1** – Organograma de integração dos diferentes níveis de informações para a elaboração do Zoneamento Agroecológico do Dendê.

No entanto, cabe ressaltar que este zoneamento destaca as potencialidades e restrições ambientais de grandes áreas, em um elevado nível de generalização. O caráter regional

deste trabalho se deve a base de interpretação dos solos e as informações sobre uso da terra. As informações de solos nos diversos estados brasileiros foram obtidas a partir de levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos, elaborado na escala 1:100.000. Nestes estudos em geral, agrupam-se três ou quatro classes de solos diferentes, delimitados por polígonos com área em geral superior a 0,5 km<sup>2</sup>. Portanto, para se conhecer mais detalhadamente as condições locais de clima e solo, são necessários estudos adicionais, típicos das análises de viabilidade e projeto executivo para novos empreendimentos industriais. Para o caso dos solos sugere-se uma observação direta para cada 20 ha, através de um levantamento pedoambiental.

Na elaboração dos mapas foram empregadas técnicas de geoprocessamento, através da utilização do pacote computacional Arc Gis (ESRI, 2008) no tratamento e processamento geométrico e temático, mudanças de escala, de sistema de projeção, regras de interpretação, reclassificações, cruzamentos e análises espaciais.

### 3.1 Área de Estudo

A área de estudo abrange todo o Estado de Pernambuco.

### 3.2 Aptidão Climática - Análise do Risco Climático

Na elaboração do Zoneamento Agroecológico para o cultivo do dendzeiro são utilizadas avaliações da aptidão climática e mais recentemente estudos probabilísticos, baseados em séries climáticas históricas sobre os riscos climáticos por municípios brasileiros, definindo em função do ciclo e dos requerimentos de água para a cultura as melhores áreas ao estabelecimento dos cultivos. Este instrumento é hoje parte da política agrícola do MAPA, em relação ao crédito de custeio e seguro agrícola.

Foram indicadas as áreas de alto, médio e baixo risco ao cultivo do dendzeiro para as condições climáticas do Estado. De acordo com a literatura disponível, para que a planta de Dendê expresse todo seu potencial de produção, certa condições de clima são exigidas, e estas limitam o estabelecimento da cultura a certas regiões. Assim os fatores climáticos de maior importância para o cultivo do dendzeiro são: chuva, horas de brilho solar e temperaturas máxima e mínima.

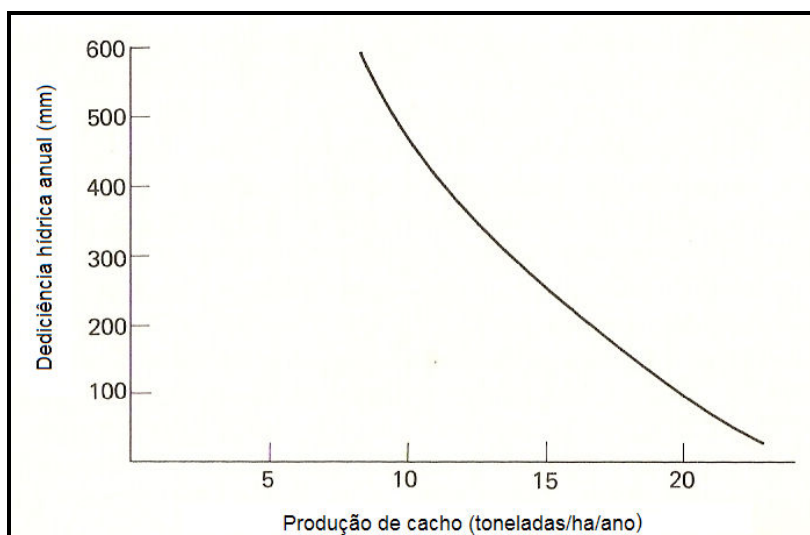
- **Chuva** - Uma adequada disponibilidade de água no solo de forma constante é condição extremamente importante para o desenvolvimento e produção. O regime pluviométrico ideal caracteriza-se por uma precipitação média anual de 1800 a 2000 mm, com precipitações mensais sempre superiores a 100 mm, assegurando boa distribuição ao longo do ano.
- **Brilho Solar** - Altos níveis de radiação solar são indispensáveis para o crescimento e produção. A isolação necessária para a expressão do potencial produtivo do dendzeiro situa-se em torno de 1800 horas/ano. Locais com luminosidade inferior a 1.500 horas/ano não são recomendáveis;
- **Temperatura do ar** - Fator importante na determinação do crescimento e produção sendo observados que as maiores produções são obtidas em regiões com pequenas variações de temperatura e onde a média anual situa-se entre 24 e 28°C e sem ocorrência de temperaturas mínimas abaixo de 19°C por períodos prolongados.
- **Umidade relativa do ar** - A umidade relativa do ar, média mensal, deve estar entre 75 a 90%.

Com os dados climáticos de temperatura e precipitação, todos eles com séries não inferiores a 15 anos, realizou-se o balanço hídrico climatológico segundo metodologia proposta por Thornthwaite (1955), utilizando para tanto a CAD (capacidade de água

disponível) de 125 mm. Os dados de deficiência hídrica anual posteriormente foram espacializados e divididos em classes conforme proposto por Barcelos (1994), que avaliou a viabilidade e potencialidade de produção da cultura do dendê, relacionando dados de deficiência hídrica anual (mm) com o potencial de produção de óleo (t de óleo/ha/ano). Da mesma forma a deficiência hídrica pode ser relacionada com a produção em toneladas de cachos por hectare/ano (Figura 1)

Déficit Hídrico (mm/ano)			Potencial de produção (t de óleo/ha/ano)		
0	a	150	>		5,2
150	a	250	4,4	a	5,2
250	a	350	3,5	a	4,4
350	a	500	3,1	a	3,5
>		500	<		3,1

Fonte: Barcelos, E. Relatório de viagem ao município de Alto Paraíso - RO, objetivando avaliar a viabilidade e potencialidade de produção da cultura do dendê. Embrapa Amazônia Ocidental, março de 1994.



**Figura 2** - Relação entre deficiência hídrica anual *versus* produção de cacho (IRHO, 1969 citado por Hartley, 1988)

Tendo como base as correlações de deficiência hídrica e produtividade, estabeleceram-se zonas de comportamento da deficiência hídrica para o Estado, com produtividades associadas variando de 3,5 a 5,2 t óleo/ha/ano. A avaliação do risco climático para o cultivo do dendê foi então sistematizada em quatro categorias e espacializada conforme se segue:

- A – Baixo Risco – deficiência hídrica entre 0 e 150 mm. Condição hídrica satisfatória – área indicada
- B – Médio Risco – deficiência hídrica entre 150 e 250 mm – Deficiência hídrica sazonal forte - área indicada
- C – Alto Risco – deficiência hídrica entre 250 e 350 mm. Carência hídrica sazonal severa, irrigação suplementar indicada – área indicada.
- E – Inapta – Deficiência hídrica superior a 350 mm ou carência térmica (Temperatura mínima do ar inferior a 18° C).



Adicionalmente, realizou-se um estudo da freqüência de ocorrência de déficit hídrico entre 150 e 350 mm para o Estado como forma auxiliar de avaliar-se a sazonalidade do regime hídrico.

A cultura do dendê é susceptível a baixas temperaturas, destacando-se que temperaturas inferiores aos 18°C praticamente já paralisam o crescimento das plantas e conseqüentemente a produtividade da cultura.

Para delimitar das áreas com deficiência térmica foram analisadas séries de dados diários de temperatura mínima do ar, de no mínimo 15 anos ininterruptos. Foi necessário estimar valores de temperaturas mínimas para outros pontos, através da correlação com coordenadas geográficas. As equações foram aplicadas em um sistema de informações geográfico, formando um plano de informação contendo uma grade regular de valores estimados, com espaçamento entre os pontos de 90 metros. Aplicou-se por fim o critério do corte pela temperatura mínima, buscando eliminar possíveis áreas com pequena deficiência hídrica, mas que padecem de baixas temperaturas.

### **3.3 Avaliação do Potencial Agrícola das Terras**

A avaliação da aptidão agrícola das terras para uma cultura advém da comparação entre a exigência ecofisiológica da espécie vegetal e a oferta ambiental da área onde se pretende implantá-la. Este fato motivou, como uma das primeiras atividades do projeto, a promoção de uma ampla discussão técnica entre pesquisadores da área de solos, de clima e especialistas na cultura, com o objetivo de se estabelecer um conjunto de regras que representasse as exigências pedológicas do dendê e suas interações com as condições climáticas. Ao longo do desenvolvimento dos trabalhos, porém, acompanhando a evolução do conhecimento da equipe, tanto pela revisão de literatura e opiniões de outros técnicos quanto pelas visitas a áreas de produção na região do trabalho, procedeu-se a ajustes contínuos no quadro de regras, num processo interativo de confrontar conhecimento com fatos reais de produção de dendê.

Para melhor organização dos trabalhos, adotou-se como estratégia a avaliação individual da aptidão edáfica e da aptidão climática das áreas desmatadas, com a geração de mapas temáticos distintos, reservando sua combinação e compatibilização para uma etapa posterior para obtenção do Zoneamento Agroecológico para o dendê, após a realização do recorte das áreas de proteção ambiental permanente.

A oferta ambiental, no que se refere aos solos, foi obtida da base pedológica da Embrapa Solos, com levantamento de solos na escala de 1:100.000.

#### **3.3.1 Avaliação da aptidão das terras para o dendê**

O procedimento utilizado para a avaliação da aptidão edáfica específica para o dendê corresponde a uma adaptação daquela preconizada por Ramalho Filho & Beek (1995) para avaliação isolada de atributos como textura, profundidade, permeabilidade etc. Tal metodologia não trata de atributos interpretados conjuntamente em termos de qualidade do ambiente (disponibilidade de nutrientes, água e oxigênio e susceptibilidade à erosão e impedimento à mecanização), mas das necessidades básicas das culturas. Assim as deficiências do solo são expressas por intermédio de graus de intensidade do desvio das qualidades em relação a um ambiente considerado ideal. No caso presente, como o alvo é uma cultura específica, procurou-se, tentativamente, dentro de cada qualidade ambiental, ou fator de limitação, analisar e dar pesos diferentes a atributos do solo que a afeta.

Portanto, para proceder-se a avaliação dos atributos das características dos solos, procedeu-se da seguinte forma:

1. Os trabalhos foram iniciados através da recopilação das diferentes fontes de dados de mapas de solos disponíveis, selecionando-se aqueles de maior detalhamento cartográfico e prontamente disponíveis para as finalidades do projeto.
2. Revisão dos dados e legendas de solos, separando-se todas as unidades taxonômicas componentes das unidades de mapeamento, definidas como unidade básica para todo o trabalho de avaliação da aptidão. Ao final do processamento foram reagrupados os componentes nas suas unidades correspondentes originais.
3. Paralelamente, promoveu-se a revisão dos mapeamentos de remanescentes de cobertura vegetal realizados pelo PROBIO, para se promover posteriormente o corte das áreas com cobertura vegetal original.
4. Outra atividade paralela foi desenvolvida pelas equipes da Embrapa Milho e Sorgo e da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), onde foram desenvolvidas rotinas automáticas empregando modelos numéricos *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) da Agência Espacial Norte-Americana (NASA), para a geração das máscaras para corte do relevo com declividade até 12%.
5. Procedeu-se então a compatibilização temática e cartográfica dos dados de solos com os outros temas mencionados anteriormente mencionados, adotando-se o sistema de coordenadas geográficas no sistema de referência SAD-69<sup>2</sup>. Pois a partir destes dados podem ser feitas conversões para outros sistemas de referência e sistemas de projeção para as fases posteriores do estudo.
6. Com base na metodologia de aptidão das terras (Ramalho e Beek, 1995) foram definidos os fatores e graus de limitação dos solos para o cultivo do dendê: as deficiências de fertilidade, água, oxigênio (ou excesso de água), susceptibilidade à erosão, e os impedimentos à mecanização e ao desenvolvimento radicular. Nesta etapa, as fases de relevo das unidades taxonômicas não foram consideradas para efeito de avaliação. Para tal, usou-se o modelo digital de elevação com as máscaras de declividade.
7. Como consequência das diretrizes definidas para o Zoneamento, especialmente em relação à colheita mecânica, estabeleceu-se como base de interpretação o Nível Tecnológico C (alto nível tecnológico – Tabela 2) conforme metodologia de Ramalho e Beek (1995).
8. Definiram-se os graus de intensidade dos fatores limitantes das terras sobre a cultura, relacionando a ocorrência de certas características ou sua intensidade com graus de limitação (Nulo, Ligeiro, Moderado, Forte e Muito Forte), descritos para cada fator limitante.
9. Criaram-se quadros de conversão para orientar a definição das classes de aptidão edáfica por tipo de manejo, com base nos graus de limitação atribuídos às terras. Esta é uma etapa onde é confrontada a oferta ambiental com os requerimentos da cultura do dendê e estão apresentadas nas Tabelas de 3 a 10.
10. Com base nos graus de limitação atribuídos às terras e no quadro de conversão (Tabela 11), definiu-se a aptidão edáfica para cada unidade taxonômica de solo (componentes da unidade de mapeamento). A classe de aptidão final foi obtida em função da lei do mínimo.

---

<sup>2</sup> O *South American Datum* (SAD) é o sistema geodésico regional para a América do Sul e define um formato para a terra para uso na geodésia e em navegação.

### 3.3.1.1 Descrição dos graus de limitação para cada fator de limitação das terras para o dendê

#### A – Graus de limitação por deficiência de fertilidade:

<b>Tabela 2 - Nível de manejo do solo considerado</b>	
<b>NÍVEL DE MANEJO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
C	Emprega práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico; caracterizando-se pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. A moto mecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.

Fonte: Ramalho Filho & Beek, 1995.

Nulo – Grau atribuído às terras possuidoras de elevadas reservas de nutrientes e ausência de elementos tóxicos, conforme descrito na Tabela 3.

Ligeiro - Boas reservas de nutrientes e ausência de elementos tóxicos. Com pequena exigência para a manutenção do estado nutricional.

Moderado - Um ou mais nutrientes com reservas limitadas, podendo conter sais tóxicos.

Forte - Reservas muito limitada de um ou mais nutrientes e/ou presença de sais tóxicos em quantidades elevadas.

Muito forte - Conteúdo muito baixo de nutrientes e/ou presença de elementos tóxicos em quantidades elevadas, com remotas possibilidades de exploração com qualquer tipo de utilização.

<b>Tabela 3 - Graus de limitação das terras quanto à deficiência de fertilidade, em função das características químicas.</b>	
<b>Características químicas das terras</b>	<b>Grau</b>
Solos eutróficos ( $V \geq 50\%$ )	Nulo
Solos distróficos ( $V < 50\%$ ) ou álicos ( $m \geq 50\%$ com $Al^{3+} < 4 \text{ cmol.kg}^{-1}$ )	Ligeiro
Solos alumínicos ( $m \geq 50\%$ e $Al^{3+} > 4 \text{ cmol.kg}^{-1}$ )	Moderado
Solos sódicos (saturação com Na $\geq 15\%$ ) ou carbonáticos.	Forte
Solos tiomórficos (presença de altos teores de S e acidez excessiva) ou salinos ( $CE > 15 \text{ mS/cm}$ a $25^\circ\text{C}$ )	Muito Forte

Simbologia – V: saturação por bases; m: saturação por alumínio; CE: condutividade elétrica.

#### B – Graus de limitação por deficiência de água

Devido à estreita correlação que há entre vegetação natural e disponibilidade de água no ambiente, as fases de vegetação, inseridas no conceito das unidades de mapeamento pedológicas, são normalmente utilizadas na avaliação da aptidão agrícola das terras complementando as informações climáticas, para orientar a atribuição de graus de limitação às terras com relação à deficiência da água. Neste projeto, no caso da avaliação da aptidão edáfica, como os dados de pluviometria já seriam utilizados na avaliação da

aptidão climática, priorizou-se a utilização da textura, classe de drenagem e tipo de solo para distinguir solos com maior ou menor retenção de água, para orientar a atribuição dos graus de limitação relativos à deficiência de água (Tabela 4).

Nulo - Não há deficiência de água em qualquer época do ano.

Ligeiro - Pequena deficiência de água disponível, limitando sensivelmente o desenvolvimento do dendê.

Moderado - Considerável deficiência de água disponível durante um período de 3 a 6 meses ou um pouco menos em solos com baixa capacidade de retenção de água disponível.

Forte - Acentuada deficiência de água disponível durante um longo período, normalmente 6 a 8 meses, ou um pouco menos em terras com baixa disponibilidade de água.

Muito Forte - Acentuada deficiência de água disponível durante um muito longo período, normalmente maior que 8 meses, ou um pouco menos em terras com baixa disponibilidade de água.

<b>Tabela 4 - Graus de limitação das terras quanto à deficiência de água, em função da textura.</b>	
<b>Textura</b>	<b>Grau</b>
Argilosa, média e orgânica	Nulo
Muito argilosa e siltosa	Ligeiro
Muito argilosa de argila de atividade alta	Moderado
Arenosa	Forte
Com caracteres que afetam a deficiência de água	Muito Forte

### **C – Graus de limitação por excesso de água ou deficiência de oxigênio**

Na avaliação desta limitação, levaram-se em consideração os graus de limitação expressos na Tabela 5, bem como outras informações associadas como classe de solo, mineralogia, textura e outras características pedológicas (plintita, tipo de horizontes etc.).

<b>Tabela 5 - Graus de limitação das terras quanto ao excesso de água, em função das classes de drenagem dos solos<sup>1</sup>.</b>	
<b>Classes de Drenagem</b>	<b>Grau</b>
Excessivamente drenado, Fortemente drenado, Acentuadamente drenado e Bem drenado	Nulo
Bem a moderadamente drenado	Ligeiro
Moderadamente drenado	Moderado
Imperfeitamente drenado	Forte
Mal drenado e muito mal drenado	Muito forte

<sup>1</sup> Na avaliação deste fator de limitação está também implícita a consideração dos riscos de inundação.

Nulo - Boa aeração do solo durante todo o ano. As terras bem a excessivamente drenadas.

Ligeiro – Pequena deficiência de aeração no solo para plantas mais sensíveis, como o dendê, na estação chuvosa. As terras pertencem à classe “bem” a “moderadamente drenadas”.

Moderado – Impróprio para lavouras sensíveis durante a estação chuvosa. As terras são moderadamente a imperfeitamente drenadas, porém não sujeitas à inundações.

Forte – Sérias deficiências de aeração. Sem possibilidade de desenvolvimento de lavouras não adaptadas. Demandam intensos trabalhos de drenagem ainda viáveis em nível do agricultor. As terras são mal drenadas e sujeitas à inundações freqüentes.

Muito Forte – Condições de drenagem piores do que as do grau anterior, porém o melhoramento está fora do alcance do agricultor individualmente. As terras são muito mal drenadas sujeitas a inundações freqüentes.

### *Classes de drenagem*

Excessivamente drenado - A água é removida do solo muito rapidamente; os solos com esta classe de drenagem são de textura arenosa.

Fortemente drenado - A água é removida rapidamente do solo; os solos com esta classe de drenagem são muito porosos, de textura média a arenosa e bem permeáveis.

Acentuadamente drenado - A água é removida rapidamente do solo; os solos com esta classe de drenagem são normalmente de textura argilosa a média, porém sempre muito porosos e bem permeáveis.

Bem drenado - A água é removida do solo com facilidade, porém não rapidamente; os solos com esta classe de drenagem comumente apresentam textura argilosa ou média, não ocorrendo normalmente mosqueados de redução, entretanto, quando presente, o mosqueado é profundo, localizando-se a mais de 150 cm da superfície do solo e também a mais de 30 cm do topo do horizonte B ou do horizonte C se não existir B.

Moderadamente drenado - A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo que o perfil permanece molhado por uma pequena, porém significativa parte do tempo. Os solos com esta classe de drenagem comumente apresentam um camada de permeabilidade lenta no solum ou imediatamente abaixo dele. O lençol freático acha-se imediatamente abaixo do solum ou afetando a parte inferior do horizonte B, por adição de água através de translocação lateral interna ou alguma combinação dessas condições. Podem apresentar algum mosqueado de redução na parte inferior do B, ou no topo do mesmo, associado à diferença textural acentuada entre A e B,

Imperfeitamente drenado - A água é removida do solo lentamente, de modo que o perfil permanece molhado por período significativo, mas não durante a maior parte do ano. Os solos com esta classe de drenagem comumente apresentam um camada de permeabilidade lenta no solum, lençol freático alto, adição de água através de translocação lateral interna ou alguma combinação destas condições. Normalmente apresentam algum mosqueado de redução no perfil, notando-se na parte baixa indícios de gleização.

Mal drenado - A água é removida do solo tão lentamente que este permanece molhado por uma grande parte do ano. O lençol freático comumente está à ou próximo da superfície durante uma considerável parte do ano. As condições de má drenagem são devidas ao lençol freático elevado, camada lentamente permeável no perfil, adição de água através de translocação lateral interna ou alguma combinação destas condições. É freqüente a ocorrência de mosqueado no perfil e características de gleização.

Muito mal drenado - A água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. Solos com drenagem desta classe usualmente ocupam áreas planas ou depressões, onde há freqüentemente estagnação de água. Via de regra são solos com gleização é comumente horizonte turfoso pelo menos superficial.

#### *D – Graus de limitação por susceptibilidade à erosão*

Os graus de limitação por susceptibilidade das terras à erosão foram atribuídos com base principalmente nas classes de relevo, conforme Tabela 6.

Nulo - Relevo plano ou quase plano (declive <3%) e boa permeabilidade. Erosão controlada com práticas conservacionistas simples.

Ligeiro - Relevo suave ondulado (declives entre 3 e 8%) e boas propriedades físicas mais desfavoráveis. A erosão pode ser controlada com práticas conservacionistas mais intensivas.

Moderado - Relevo em geral moderadamente ondulado (declives de 8 a 13%), que podem variar para mais ou para menos conforme as condições físicas do solo. Necessidade de práticas intensivas de controle à erosão desde o início da utilização.

Forte - Relevo em geral é ondulado a forte ondulado, ou seja, com declives entre 13 e 20%, que podem variar conforme as condições físicas do solo. Prevenção à erosão é difícil e dispendiosa, podendo ser antieconômica.

Muito Forte - Terras com suscetibilidade maior que a do grau forte, tendo o seu uso agrícola muito restrito, O relevo forte ondulado, com declives entre 20 e 45%. Na maioria dos casos o controle à erosão é dispendioso, podendo ser antieconômica.

Extremamente forte - Terras que apresentam severa suscetibilidade à erosão. Não são recomendáveis para o uso agrícola, sob pena de serem totalmente erodidas em poucos anos. Trata-se de terras ou paisagens montanhosas, com declives superiores a 45%, nas quais deve ser estabelecida uma cobertura vegetal para preservação ambiental.

**Tabela 6** - Graus de limitação das terras quanto à susceptibilidade a erosão, em função das classes de relevo, caracterizadas pelas faixas de declive.

<b>Classe de relevo</b>	<b>Faixa de declive (%)</b>	<b>Grau</b>
Plano	0 - 3	Nulo
Suave ondulado	3 - 8	Ligeiro
Moderadamente ondulado	8 - 12	Ligeiro
Ondulado	12 - 20	Moderado
Forte ondulado	20 - 40	Forte
Montanhoso	40 - 70	Muito forte
Escarpado	> 70	Muito forte

#### *E - Graus de limitação por impedimentos à mecanização*

Para a avaliação da limitação por impedimentos à mecanização foram consideradas basicamente as classes de relevo, pedregosidade e rochosidade, conforme as Tabelas 7, 8 e 9, associadas a outras características do solo, como mineralogia, classe de solo, drenagem.

Nulo - Considerou-se terras com este grau aquelas que não oferecem impedimentos relevantes à mecanização, sendo o rendimento do trator (RT) >90%.

Ligeiro – Grau atribuído às terras que permitem, durante quase todo o ano, o emprego da maioria das máquinas agrícolas. O RT fica entre 75 e 90%.

Moderado - Terras que apresentam restrição ao emprego da maioria de máquinas ordinariamente utilizadas durante todo o ano. O RT varia entre 50 e 75%.

Forte - Terras que permitem apenas, em quase sua totalidade, o uso de implementos de tração animal ou máquinas especiais. O RT é inferior a 50%.

Muito Forte – Terras que não permitem o uso de maquinaria devido aos sérios impedimentos que apresentam até mesmo ao uso de implementos de tração animal.

A avaliação de limitação por impedimentos à mecanização utilizou-se das classes de relevo, classe de pedregosidade e rochosidade, conforme descritos nas Tabelas 7, 8 e 9.

**Tabela 7** - Graus de limitação por impedimentos à mecanização, em função das classes de relevo.

Classe de Relevo	Grau
Plano/praticamente plano	Nulo
Suave ondulado	Nulo
Moderadamente ondulado	Nulo
Ondulado	Muito Forte
Forte ondulado	Muito Forte
Montanhoso	Muito Forte
Escarpado	Muito Forte

Fonte: Ramalho Filho e Beek, 1995.

Destaca-se novamente, que a avaliação da declividade do terreno é considerada na metodologia de aptidão das terras (Ramalho e Beek, 1995), porém não foi realizada neste estudo, onde a declividade foi estimada através de modelo de elevação do terreno, gerado através dos modelos numéricos do terreno SRTM da NASA.

**Tabela 8** - Graus de limitação por impedimentos à mecanização, em função das classes de pedregosidade.

Classe	Características	Grau
Não pedregosa	Ausência de pedras na superfície ou na massa do solo	Nulo
Ligeiramente pedregosa	Ocorrência de calhaus e/ou matacões esparsamente distribuído, ocupando 0,01 a 0,1% da massa do solo e/ou da superfície do terreno.	Ligeiro
Moderadamente pedregosa	Ocorrência de calhaus e/ou matacões esparsamente distribuído, ocupando 0,1 a 3% da massa do solo e/ou da superfície do terreno.	Moderado <sup>1</sup>
Pedregosa	Ocorrência de calhaus e/ou matacões esparsamente distribuído, ocupando mais de 3 a 15% da massa do solo e/ou da superfície do terreno.	Forte
Muito pedregosa	Ocorrência de calhaus e/ou matacões esparsamente distribuído, ocupando mais de 15% da massa do solo e/ou da superfície do terreno.	Muito forte

<sup>1</sup> Grau atribuído também aos solos com petroplintico (presença de 50 % ou mais de petroplintita por volume de solo).

**Tabela 9** - Graus de limitação por impedimentos à mecanização, em função das classes de rochosidade.

<b>Classe</b>	<b>Características</b>	<b>Grau</b>
Não rochosa	Total ausência de rochas seja na superfície ou na massa do solo.	Nulo
Ligeiramente rochosa	Afloramentos de rocha e/ou matacões que se distanciam por 30 a 100 metros e ocupam de 2 a 10 % da superfície do terreno.	Ligeiro
Moderadamente rochosa	Afloramentos de rocha e/ou matacões que se distanciam por 10 a 30 metros e ocupam de 10 a 25 % da superfície do terreno.	Moderada
Rochosa	Afloramentos rochosos e/ou matacões que se distanciam por 3 a 10 metros e ocupam de 25 a 50 % da superfície do terreno.	Forte

*F - Graus de limitação por impedimentos ao desenvolvimento radicular*

Os graus de limitação por impedimentos à mecanização foram atribuídos com base principalmente nas classes de profundidade efetiva, conforme Tabela 10.

**Tabela 10** - Graus de limitações por impedimentos ao desenvolvimento radicular em função da profundidade efetiva dos solos.

<b>Classe</b>	<b>Profundidade (cm)</b>	<b>Grau</b>
Muito profundo	> 100	Nulo
Profundo	80 a 100	Nulo
Moderadamente profundo	60 a 80	Ligeiro
Pouco profundo	50 a 60	Moderado
Raso	< 50	Forte

Embora não esteja explicitada nos quadros, a profundidade efetiva dos solos foi também considerada na avaliação dos outros fatores de limitação, pois ao interferir no volume de solo explorado pelas raízes, afeta conseqüentemente a disponibilidade de nutrientes e de água para as plantas, além de influenciar a susceptibilidade das terras à erosão e também se constituir em impedimentos a mecanização.

### **3.3.2 Classes de Aptidão das terras para o dendê**

Definidas como Preferencial, Regular, Marginal e Inapta, expressam a adequação das terras para a cultura do dendê, em relação a cada um dos níveis de manejo. Refletem o grau de intensidade com que as limitações afetam as terras.

Classe Alta - Terras sem limitações significativas para a produção sustentada da cultura do dendê observando as condições do manejo considerado. Há um mínimo de restrições que não reduz a produtividade ou benefícios, expressivamente, e não aumenta os insumos acima de um nível aceitável.

Classe Média - Terras que apresentam limitações moderadas para a produção sustentada da cultura, observando as condições do manejo considerado. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de insumos de forma a aumentar as



vantagens globais a serem obtidas do uso. Ainda que atrativas essas vantagens sejam sensivelmente inferiores àquelas auferidas das terras da classe Boa.

Classe Baixa - Terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentada da cultura do dendê, observando as condições do manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam os insumos necessários de tal maneira que os custos só seriam justificados Restritamente.

Classe Inapta - Terras não adequadas para a produção sustentada do dendê, por deficiência de solo, clima, relevo, cobertura vegetal original, restrições legais ou situadas nos biomas Amazônia, Pantanal e Bacia do Alto Paraguai.

O quadro de conversão para definição das classes de aptidão edáfica para o dendê é apresentado na Tabela 11 e a simbologia usada para designação das classes de aptidão na Tabela 12.

<b>Tabela 11 - Graus máximos dos fatores de limitação das terras permitidos, por tipo de manejo, para as classes de aptidão para o dendê.</b>				
<b>FATORES LIMITANTES</b>	<b>GRAUS DE LIMITAÇÃO POR CLASSE DE APTIDÃO E POR TIPO DE MANEJO (C)</b>			
	ALTA	MÉDIA	BAIXA	INAPTA
	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>C</b>
Deficiência de fertilidade	M	F	F	MF
Deficiência de água	L	M	M	F
Excesso de água	L	M	F	MF
Susceptibilidade á erosão (em função do relevo)	M	F	F	MF
Impedimentos à mecanização				
- em função do relevo	L	L	M	F
- em função da pedregosidade	N	L	M	F
- em função da rochosidade	N	L	M	F
Impedimentos ao desenvolvimento radicular	N	L	M	F

Simbologia – N: Nulo; L: Ligeiro; M: Moderado; F: Forte; MF: Muito Forte.

<b>Tabela 12 - Simbologia usada para designação das classes de aptidão, por tipo de manejo.</b>	
<b>CLASSES DE APTIDÃO</b>	<b>TIPO DE MANEJO</b>
	<b>C</b>
Preferencial (P)	C
Regular (R)	C
Marginal (M)	(c)
Inapta (I)	I

A classificação da aptidão das terras para o dendê de acordo com os fatores limitantes dos solos é feita conforme o quadro exemplificativo (Tabela 13). Após ajustados os graus dos fatores de limitação para cada classe de solo, verifica-se que o Latossolo Amarelo componente da unidade de mapeamento LAd2 tem pedras na superfície e o grau é forte (f) por pedregosidade, conseqüentemente, impedimentos à mecanização. Portanto, a classe de aptidão é inapta (I) para manejo C é obtida em função do grau limitativo forte e persistente, no caso, pedras na superfície do solo.

Tabela 13 – Exemplos de classes de solos, graus dos fatores limitantes e classe da aptidão para o dendê.										
Unidade de mapeamento pedológica	Classe de solo	f	a	o	e	m	s	r	p	Aptidão
		Manejo C								
LAd1	Latossolo Amarelo Distrófico textura argilosa fase relevo suave ondulado.	l	n	n	l	l	n	n	n	C
LAd2	Latossolo Amarelo Distrófico textura argilosa fase epipedregosa relevo plano.	l	n	n	n	n	f	n	n	I

f=deficiência de fertilidade; a=deficiência de água; o= excesso de água ou deficiência de oxigênio; e=suscetibilidade à erosão; m=impedimentos à mecanização; s=pedregosidade; r=rochosidade; p=impedimentos ao sistema radicular das plantas. Graus: n=nulo; l=ligeiro; f=forte. C - classe aptidão preferencial; I - aptidão inapta.

### 3.3.3 Processamento Digital da Aptidão Agrícola

Os procedimentos empregados para se obter as informações de solos necessárias para a avaliação da aptidão das terras para o dendê, que consiste na operacionalização do Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras (Ramalho e Beek, 1995), seguem, de acordo com o esquema exposto na Figura 2, as seguintes fases:

#### 3.3.3.1 – Definição da classe de aptidão das Unidades de Mapeamento de solos:

Nesta fase foi planejada a base de dados - modelo conceitual e implementação física e a organização e obtenção das informações de solos para a definição das classes de aptidão dos solos.

#### a) Planejamento da base de dados:

Foi utilizado o modelo de dados (Figura 3) contido no Relatório de Metodologia de Trabalho-Revisão 03 do SIPAM, obtido através de projeto executado pela Diretoria de Geociências – DGC do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no que se referem à Pedologia-Entidade, Atributos e Relacionamentos (Modelo Conceitual da Pedologia).

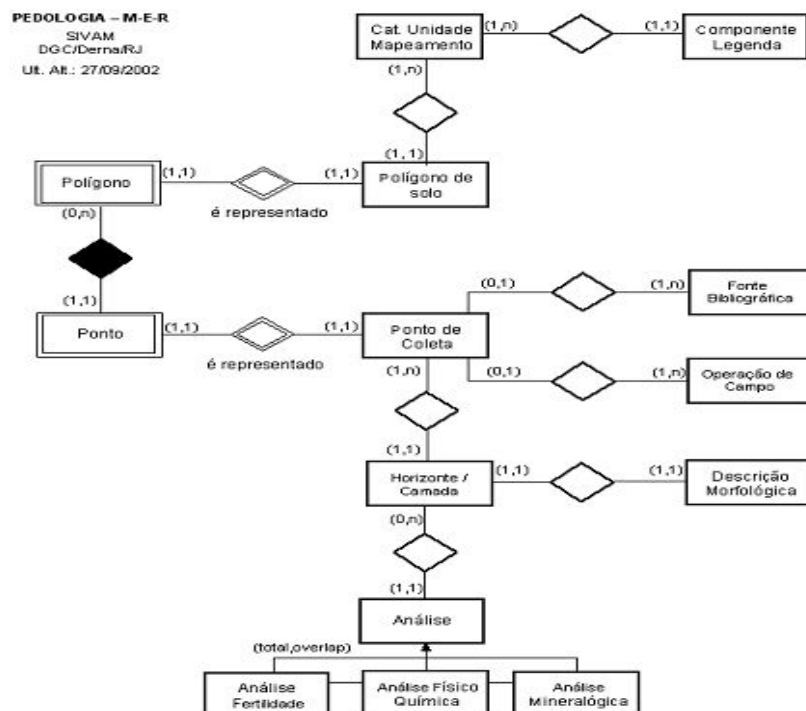
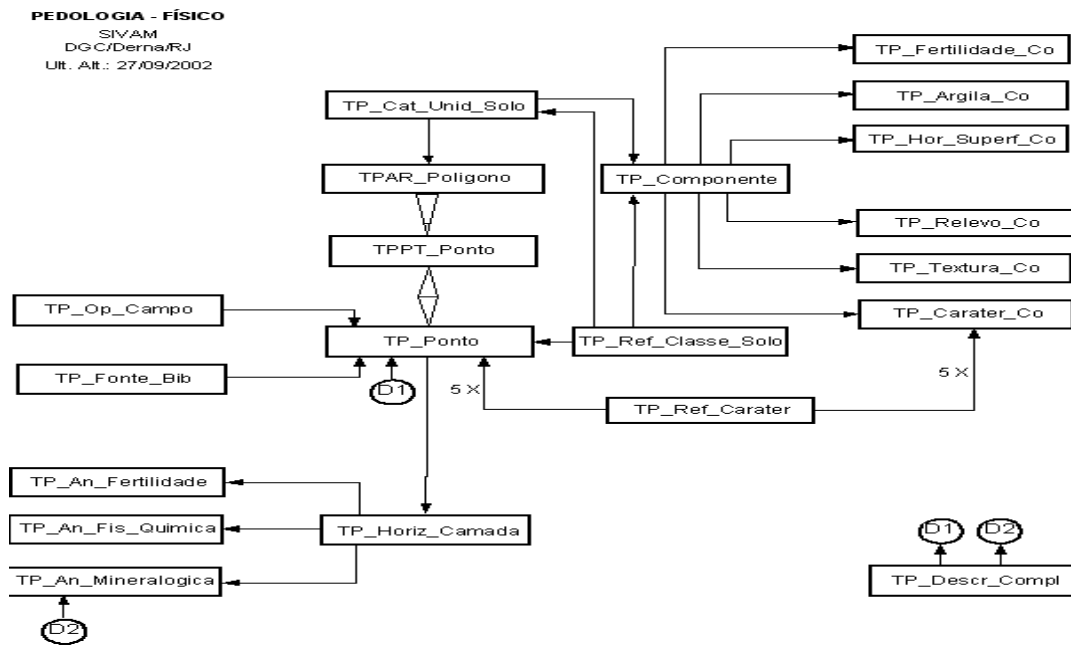


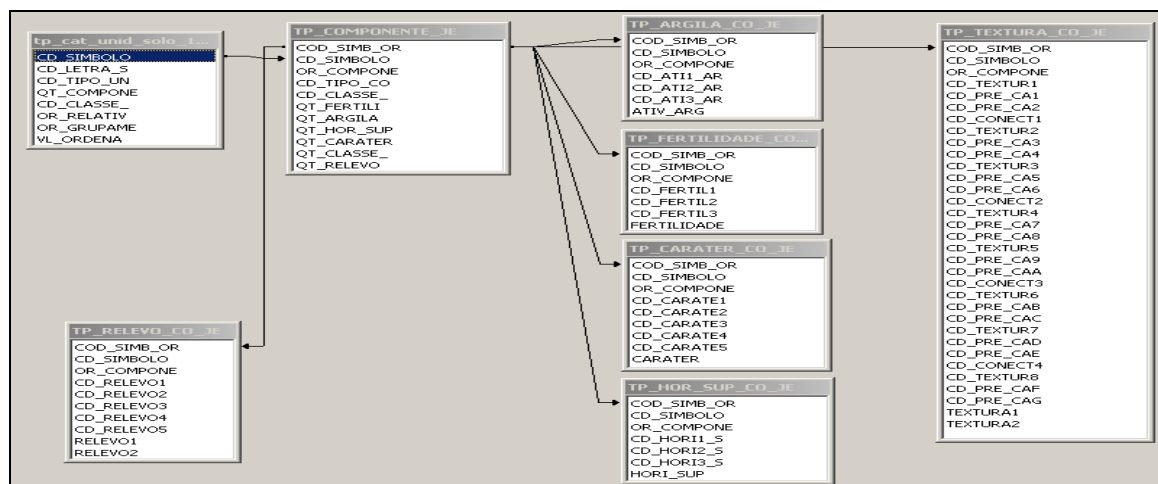
Figura 3 - Modelo Conceitual da Pedologia (Fonte: SIPAM, 2006).

Este modelo foi testado e empregado no “Projeto Zoneamento Agroecológico para Culturas Oleaginosas (Dendê nas áreas desmatadas) da Amazônia Legal, com Ênfase na Fronteira Brasileira”, para os estados de Acre, Amazonas, Amapá, Rondônia, Roraima, Mato Grosso, Pará, Tocantins e Maranhão

c) A implementação Física do Modelo Conceitual, Banco de Dados de Pedologia é apresentado na Figuras 4 e 5.



**Figura 4** - Implementação Física do Modelo Conceitual: Banco de Dados de Pedologia (Fonte: SIPAM, 2006).



**Figura 5.** Banco de Dados – Implementação física (ACCESS).

d) A implementação física do modelo em Ambiente Windows no MSAccess permitiu a conexão dos atributos da legenda dos mapas de solos dos Estados da Federação.

e) A legenda do mapa de solos foi desmembrada em colunas de *atributos* (Figura 6) correspondendo aos componentes das unidades de mapeamento da legenda de solos em níveis hierárquicos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e características de solos (CTC da argila, textura, fertilidade, drenagem, profundidade, camada de impedimento,

caráter concrecionário entre outros). Dessa forma, por exemplo, foi efetuada uma análise dos dados de solos aqui denominados *atributos* da legenda do mapa de solos.

	A	B	C	D	E	F	G
1	ORDEM	SUBORDEM	GRDE_GRUPO	SUBGRUPO 0	SUBGRUPO 1	CTC_ARGILA	TEXTURA
2							
3							

**Figura 6-** Tabela de domínio atributos de uma legenda de mapa de solos (Planilha Excel).

f) A seguir foi elaborado um conjunto tabelas de domínio de *atributos* organizadas em planilhas Excel (Figura 7) para que os especialistas avaliassem os graus de limitação dos fatores limitantes: Impedimento Radicular (IR), Deficiência de água (DA), Excesso de água (EA), Erosão (ER), Impedimento à mecanização (IM) e Deficiência de fertilidade (DF). Dessa forma, a legenda de solos desmembrada em *atributos* relacionados aos componentes das unidades de mapeamento, aos níveis hierárquicos de classificação dos solos e características dos solos foi avaliada pelos especialistas com relação à aptidão dos solos para a cultura do dendê.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1	ORDEM_1	tc	SUBORDEM_1	tc	GRDE_GRUPO_1	tc	SUBGRUPO_1	tc	SUBGRUPO_1	tc	SUBGRUPO_1	tc	SUBGRUPO_1	tc	CTC_ARGILA_1	tc	TEXTURA_1		FE	HORIZ_A_1	FE	
2																						
3																						
4	AFLORAMENTO DE ROCHA	5	AMARELO	1	Aluminica	m	3	abruptica	n	1	abruptica	n	1	Ta	m	3	arenosa	m	3	Achermozemica	n	1
5	Area Urbana	5	ARGILUICO	1	Caena	n	1	arenica	m	3	abruptica	n	1	Ta, Tb	1	2	arenosa	m	3	Akumica	n	1
6	ARGISSOLO	1	CARBICO	1	Diatrica	1	2	ambica	n	1	arenica	m	3	Tb	n	1	arenosa	m	3	Akumica	n	1
7	CAMBISSOLO	1	CRONICO	1	Eutrica	n	1	chernozemica	n	1	arenica	m	3	Tb, Ta	1	2	arenosa	m	3	Akumica	n	1
8	CHERNOSSOLO	1	FERROCARBICO	1	Hemica	n	1	oleica	n	1	arenica	m	3				arenosa	m	3	Amaderada	n	1
9	Duna	5	FLUVICO	1	Hidromarica	n	1	laterica	n	1	ambica	n	1				arenosa	m	3	Amaderada	n	1
10	ESPODOSSOLO	1	HAPLICO	1	Hurtica	n	1	lostica	n	1	ambica	n	1				arenosa	m	3	Amaderada	n	1
11	GLEISSOLO	1	HIDROFIBRICO	1	Humica	n	1	plana	n	1	oleica	n	1				arenosa	m	3	Amaderada	n	1
12	Ilha	5	HIPOCROMICO	1	Oxica	n	1	calica	m	5	insolatica	n	2				arenosa	m	3	Araozemica	n	1
13	LATOSSOLO	1	HUMICO	1	Palica	n	1	calica	m	5	laterica	n	1				arenosa	m	3	Araozemica	n	1
14	LUVISSOLO	1	LITOLICO	1	Sarica	n	1	calica	m	5	lostica	n	1				arenosa	m	3	Araozemica	n	1
15	Mineraca	5	MELANICO	1	Sarica	m	5	ticica	n	1	olanzatica	n	1				arenosa	m	3	Araozemica	n	1
16	NEOSSOLO	1	MESICO	1	Ta Aluminica	m	3	elintica	n	1							arenosa	m	3	Araozemica	n	1
17	NITOSSOLO	1	QUARTZARENICO	1	Ta Diatrica	m	3	calica	m	5							arenosa	m	3	Araozemica	n	1
18	ORGANOSSOLO	1	REGOLITICO	1	Ta Eutrica	m	3										arenosa	m	3	Araozemica	n	1
19	PLANOSSOLO	1	SALICO	1	Ta Aluminica	m	3	calica	m	5							arenosa	m	3	Araozemica	n	1
20	Salm	5	TIDIOFIBRICO	1	Ta Diatrica	m	3	urtica	n	1							arenosa	m	3	Araozemica	n	1
21																	arenosa	m	3	Araozemica	n	1
22																	arenosa	m	3	Araozemica	n	1

**Figura 7 -** Planilha Excel com os “atributos” obtidos na legenda do mapa de solos

A Figura 8 demonstra uma planilha de avaliação com os graus de limitação. Para Deficiência de Fertilidade os atributos avaliados como significativos para o desenvolvimento do dendê estão relacionados aos níveis de classificação do solo: subordem, grande grupo e os subgrupos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	ORDEM_1	FE		SUBORDEM_1	FE		GDE_GRUPO1	FE		SUBGRUP1_1	FE	
2	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1
3	--	--	5	--	--	5	--	--	5	--	--	5
4	AFLORAMENTO DE ROCHA	--	5	AMARELO	n	1	Aluminico	m	3	abruptico	n	1
5	Area Urbana	--	5	ARGILUVICO	n	1	Coeso	n	1	solodico	mf	5
6	ARGISSOLO	n	1	CARBICO	n	1	Distrofico	l	2	cambico	n	1
7	CAMBISSOLO	n	1	QUARTZARENICO	m	1	Eutrofico	n	1	chernossolico	n	1
8	CHERNOSSOLO	n	1	FERROCARBICO	n	1	Hemico	n	1	gleico	n	1
9	LUVISSOLO	n	5	FLUVICO	n	1	Hidromorfico	n	1	latossolico	n	1
10	LATOSSOLO	n	1	HAPLICO	n	1	Histico	n	1	leptico	n	1
11	GLEISSOLO	n	1	HIDROMORFICO	n	1	Humico	n	1	planossolico	n	1

**Figura 8.** Planilha Excel com Tabela de domínio de atributos de uma Legenda de solos para avaliação pelo especialista do fator Deficiência de fertilidade.

g) Após a avaliação dos fatores limitantes pelos especialistas foi realizada a implementação matemática na qual os graus de limitação são assinalados como valores inteiros de 1 a 5 Tabela 14. A implementação matemática possibilitou por meio dos valores associados aos graus de limitação, detectar os atributos que foram significativos na avaliação dos fatores de limitação. Dessa forma, os resultados da avaliação são expressos como uma função dos *atributos*, sendo estes relacionados aos níveis de classificação dos solos como no exemplo a seguir, para o fator deficiência de fertilidade (DA):

$$DA = f(\text{subordem}, \text{grande grupo}, \text{subgrupo0} \text{ e } \text{subgrupo1})$$

**Tabela 14 -** Expressão matemática dos graus de limitação.

Graus de Limitação	Valores
Nulo	1
Ligeiro	2
Moderado	3
Forte	4
Muito Forte	5

Similarmente foram efetuadas implementações matemáticas para os demais fatores de limitação de modo a expressar os resultados da avaliação da aptidão dos solos.

h) Os resultados das avaliações dos *atributos* considerando os fatores de limitação IR (impedimentos desenvolvimento radicular), DA (deficiência de água), EA (excesso de água), ER (erodibilidade), IM (impedimentos à mecanização) e FE (fertilidade do solo) são relacionados a cada componente das unidades de mapeamento como demonstrado na Figura 9.

SBCS	NC	OC	IR	DA	EA	ER	IM	FE
SXe	2	1	m	mf	n	f	n	f
SXe	2	2	n	n	n	m	n	m
SM	1	1	-	-	-	-	-	-
SI	1	1	-	-	-	-	-	-
SGe3	3	1	f	mf	f	f	f	f
SGe3	3	2	f	mf	f	f	f	f
SGe3	3	3	m	mf	f	f	f	f
SGe2	3	1	f	mf	f	f	f	f
SGe2	3	2	n	n	n	m	n	l
SGe2	3	3	n	n	n	m	n	m
SGe1	3	1	f	mf	f	f	f	f
SGe1	3	2	n	n	n	m	n	n
SGe1	3	3	n	n	n	m	n	m
SGd2	2	1	f	f	f	m	f	l
SGd2	2	2	f	m	f	m	f	m
SGd1	2	1	f	l	f	m	f	l
SGd1	2	2	m	n	f	n	f	l
RUn	4	1	f	n	n	f	m	f
RUn	4	2	n	n	n	l	n	n
RUn	4	3	mf	mf	f	f	f	f
RUn	4	4	m	mf	f	l	f	f

**Figura 9** - Exemplo de Componentes (Unidades Taxonômicas) e fatores limitantes avaliados.

i) A seguir, os resultados das avaliações de cada um dos componentes das unidades de mapeamento de solos são comparados a uma Tabela de conversão (Figura 10) elaborada para a cultura do dendê. As classes de aptidão Preferencial, Regular, Marginal e Inapta são determinadas em função do grau de limitação mais restritivo para cada um dos fatores limitantes.

TABELA DE CONVERSÃO		CLASSE DE APTIDÃO/GRAUS DE LIMITAÇÃO			
		PREFERENCIAL	REGULAR	MARGINAL	INAPTA
FATORES LIMITANTES	IMPEDIMENTO RAIZ	NULO	LIGEIRO	MODERADO	FORTE
	DEFICIÊNCIA DE FERTILIDADE	NULO E LIGEIRO	MODERADO	FORTE	MUITO FORTE / TOXICIDADE
	EXCESSO DE ÁGUA	NULO	LIGEIRO	MODERADO	FORTE
	EROSÃO	NULO/LIGEIRO	MODERADO	FORTE	MUITO FORTE
	IMPEDIMENTO À MECANIZAÇÃO	NULO	LIGEIRO	MODERADO	FORTE MUITO FORTE
	DEFICIÊNCIA DE ÁGUA	NULO E LIGEIRO	MODERADO	FORTE	MUITO FORTE

**Figura 10** - Tabela de conversão para avaliação da aptidão dos solos para a cultura do dendê.

j) A aplicação da tabela de conversão comparativamente aos graus de limitação avaliados pelos especialistas para os fatores limitantes resulta na classe de aptidão dos componentes das unidades de mapeamento da legenda de solos (Figura 11).

SBCS	NC	OC	IR	DA	EA	ER	IM	FE	APT
SXe	2	1	m	mf	n	f	n	f	I
SXe	2	2	n	n	n	m	n	m	M
SM	1	1	-	-	-	-	-	-	I
SI	1	1	-	-	-	-	-	-	I
SGe3	3	1	f	mf	f	f	f	f	I
SGe3	3	2	f	mf	f	f	f	f	I
SGe3	3	3	m	mf	f	f	f	f	I
SGe2	3	1	f	mf	f	f	f	f	I
SGe2	3	2	n	n	n	m	n	l	M
SGe2	3	3	n	n	n	m	n	m	M
SGe1	3	1	f	mf	f	f	f	f	I
SGe1	3	2	n	n	n	m	n	n	M
SGe1	3	3	n	n	n	m	n	m	M
SGd2	2	1	f	f	f	m	f	l	I
SGd2	2	2	f	m	f	m	f	m	I
SGd1	2	1	f	l	f	m	f	l	I
SGd1	2	2	m	n	f	n	f	l	I
RUn	4	1	f	n	n	f	m	f	I
RUn	4	2	n	n	n	l	n	n	R
RUn	4	3	mf	mf	f	f	f	f	I
RUn	4	4	m	mf	f	l	f	f	I

**Figura 11** – Exemplo de resultado da aptidão por componentes.

Por fim, é efetuada a ponderação dos resultados das classes de aptidão de acordo com a percentagem de ocorrência de cada componente na unidade de mapeamento (Figura 12), sendo, portanto determinada a classe de aptidão das unidades de mapeamento do solo.

Unidade Mapeamento	Aptidão	Percentagem	P preferencial	R regular	M marginal	I inapta
LVaf2	R	R-100%		100		
LVaf3	M	M-100%			100	
LVdf1	M	M-80%   R-20%		20	80	
LVdf2	R	R-70%   I-30%		70		30
PVd1	P	P-100%	100			

**Figura 12** - Exemplo da avaliação das Unidades de Mapeamento, sua aptidão e percentagem de ocorrência.

### 3.4 Relevo

Atualmente, as máquinas e equipamentos agrícolas (tratores) para o manejo das entrelinhas da cultura, colheita e transporte de cahos de dendê disponíveis no mercado são adaptadas apenas a terrenos com declividade máxima de 12%. Esta orientação implica na exclusão de terras de maior declividade, independente de seu potencial produtivo relacionados a outras características de solos.

Embora as cartas de solos informem o relevo das unidades taxonômicas, optou-se por utilizar um modelo de elevação do terreno, para avaliar a sua declividade, como forma inclusive de melhorar a qualidade das informações pedológicas, ao excluir das unidades de

mapeamento dos mapas pedológicos, as associações relacionadas ao relevo, como decorrência da escala estratégica dos mapas utilizados.

Assim, os mapas de declividade foram gerados a partir da junção de DEM's (Modelos de elevação digital) em mosaicos de 5 x 5 graus da versão SRTM-3, disponibilizados pelo Consórcio para Informações Espaciais CGIAR-CSI (Gamache, 2004), acessíveis no site: <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>. As imagens foram importadas pelo pacote computacional Idrisi (Clark Labs / SULSOFT), onde foram elaborados mapas de declividade em porcentagem. As classes de declividade foram agrupadas gerando um mapa resultante contendo duas classes de declividade: declividade menor do que 12% e declividade igual ou maior do que 12%. A partir dessa base foram gerados mapas para os Estados brasileiros.

Para tanto, o mapa de declividade do Brasil foi subdividido considerando os limites Estaduais, conforme a malha municipal digital de 2005 (IBGE). Para esse procedimento foi utilizado o programa Erdas Imagine. Procedimento semelhante foi adotado para a geração dos mapas de declividade 18% e declividade considerando a suscetibilidade do terreno à erosão em função da declividade. No primeiro caso, os graus de declividade foram agrupados nas classes: declividade menor do que 18% e declividade igual ou maior do que 18%. No segundo caso, foram considerados os níveis de declividade relacionados com a suscetibilidade à erosão propostos por Ramalho & Beek (1995) – Tabela 15.

**Tabela 15.** Graus de limitação por suscetibilidade à erosão.

Nível de declividade (%)	Grau de limitação
0 a 3	Plano/praticamente plano
3 a 8	Suave ondulado
8 a 12	Moderadamente ondulado
12 a 20	Ondulado
20 a 45	Forte ondulado
> 45	Montanhoso/ Escarpado

Fonte: Adaptado de Ramalho e Beek, 1995.

### 3.5 Áreas Protegidas, Uso e Cobertura Vegetal das Terras

De acordo com as diretrizes estabelecidas pelo MAPA e MMA para o Zoneamento Agroecológico do dendê no Estado de Pernambuco, foram consideradas para a avaliação do potencial agrícola das terras ao cultivo do dendê, áreas antropizadas, sem restrições legais ao cultivo. Nelas foram incluídas as áreas representadas pelas unidades de conservação de proteção integral e de uso sustentável; os manguezais, conforme Resoluções CONAMA 004 de 18 de setembro de 1985 e 303 de 20 de março de 2002; e outras porções do território que apresentam impedimentos ou restrições de uso legais.

As unidades de conservação compreendem as unidades no âmbito federal e estadual. Os delineamentos das unidades de conservação, em meio digital, fornecidos pelo MMA. Estes limites foram ajustados à base cartográfica utilizada, na escala 1:250.000.

Algumas áreas protegidas pela legislação ambiental não puderam ser representadas devido à escala cartográfica adotada para a elaboração deste zoneamento (1:250.000), pois apresenta área inferior a área mínima mapeável. Dentre elas, as áreas de preservação permanente, estabelecidas no Art. 2º do Código Florestal (Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965, alterada pela Lei 7803 de 1989):



“(...) as florestas e demais formas de vegetação natural situada:

- I. ao longo dos rios ou de qualquer curso d’água desde o seu nível mais alto em faixa marginal (...);
- II. ao redor de lagos, lagoas ou reservatórios d’água naturais ou artificiais;
- III. nas nascentes e nos chamados ‘olhos d’água’, qualquer que seja a sua situação topográfica (...);
- IV. no topo de morros, montes, montanhas e serras;
- V. nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45° (...);
- VI. nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- VII. nas bordas de tabuleiros ou chapadas (...);
- VIII. em altitude superior a 1.800 metros (...).”

Também não puderam ser representadas as áreas de Reserva Legal previstas no Art. 16 do Código Florestal que, dependendo do bioma, correspondem a no mínimo 20% da área de cada propriedade ou posse rural.

As áreas de vegetação nativa, constituídas pelos remanescentes florestais, vegetação de restinga, campos nativos foram obtidas a partir do mapa digital de uso e cobertura do solo constante provenientes do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO, que realizou o mapeamento dos remanescentes de vegetação natural do Brasil em 2002, na escala de 1:250.000 (MMA, 2005).

O mapeamento da vegetação foi realizado com base em imagens Landsat (NASA), obtidas principalmente em 2002, adquiridas e fornecidas às instituições executoras pelo MMA. A metodologia de mapeamento foi delineada pelas diversas instituições executoras, tendo variado segundo as particularidades de cada bioma, porém com mapeamento e legenda definidos pelo IBGE e padrão técnico conforme se segue: (i) unidade de mapeamento mínima de 40 a 100 ha, considerada a escala final de 1:250.000; dados digitais para verificação compatíveis, no mínimo, com a escala de 1:100.000; (iii) acurácia de classificação com limiar mínimo de 85% de acerto; (iv) arquivos *shape file* referentes aos produtos entregues com consistência topológica; e (v) classificação de tipologias de vegetação segundo o manual técnico de vegetação do IBGE.

No mapeamento, ficou estabelecido ainda que áreas com predomínio de vegetação nativa, ainda que com algum grau de antropização, foram mapeadas e compatibilizadas no rol das tipologias de vegetação nativa. Por outro lado, áreas onde houve conversão em pastagens plantadas, cultivos agrícolas, reflorestamentos, mineração, urbanização e outros usos semelhantes em que a vegetação nativa deixasse de ser predominante, foram contabilizadas e discriminadas como áreas antrópicas.

No Zoneamento Agroecológico, foram selecionados apenas os polígonos do PROBIO com uso agropecuário, discriminados como **AP** – Pastagens, **Ac** – Agricultura e **Ag** - Agropecuária. As áreas com outras formas de uso foram consideradas com excludentes para o zoneamento do dendê. As áreas de manguezais, dunas, afloramentos de rochas foram extraídas e interpretadas pelo mapa de solos e as encostas (com declive superior a 45%) foram obtidas e excluídas pelo mapa de relevo. Em função da escala cartográfica adotada no trabalho, somente foram consideradas as porções que apresentam área igual ou superior a área mínima mapeável, que em geral é de cerca de 0,5 quilômetros quadrados.

### 3.6 Modelo de integração Temática adotado no Zoneamento Agroecológico

Para a elaboração do Zoneamento foram coletados, sistematizados, gerados e interpretados diversos produtos temáticos como forma de atender as diretrizes e objetivos estabelecidos pelo MAPA e MMA para a expansão do cultivo do dendê. Com base nestas definições,

construídas ao longo da execução dos trabalhos, a metodologia geral do Zoneamento agroecológico do dendê consistiu inicialmente, na análise da oferta ambiental resultante da integração dos dados de solo e de clima nas áreas consideradas como de expansão para a implantação da cultura (Figuras 1 e 2). Adotou-se como estratégia de trabalho, realizar separadamente as avaliações da aptidão edáfica dos solos e da aptidão climática o que gerou os mapas temáticos de aptidão edáfica e de aptidão climática para cultura do dendê.

Posteriormente, foram feitos recortes nos mapas atendendo à legislação ambiental e as diretrizes estabelecidas no zoneamento. Assim os fatores utilizados para o Zoneamento Agroecológico do dendê podem ser identificados e separados em três grandes grupos:

- a) **Aptidão**, avaliações da aptidão edáfica, climática e solo-clima;
- b) **Cortes**, informações espaciais excludentes de áreas territoriais relacionadas a fatores institucionais (áreas destinadas à conservação ambiental, à preservação ambiental, às terras indígenas), naturais (áreas pertencentes ao bioma Pantanal e ao bioma Amazônia, declividade, cobertura vegetal) e Legais (Resolução CONAMA 001 de 5 de março de 1985).
- c) **Informações Adicionais**: Informações adicionais não utilizadas na elaboração do estudo, porém sistematizadas e disponíveis aos usuários finais para subsidiar os processos de avaliação e licenciamento ambiental de futuros empreendimentos (exemplo: Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade – MMA, 2006);
- d)

Para se proceder a integração temática, conforme definido no Organograma do Zoneamento (Figura 1), foi necessário construir uma base de conhecimento, como estratégia para se proceder ao processamento de grande quantidade de informações espaciais de cada um dos Estados.

Esta base de conhecimento retrata os mecanismos de avaliação dos especialistas para retornar uma avaliação automatizada como se fosse realizada passo a passo pelos técnicos responsáveis. Considera ainda os fatores identificados para a avaliação e as perguntas que os mapas a serem gerados deverão responder. Para o Zoneamento Agroecológico, as ferramentas utilizadas na construção da base de conhecimento, interface base de dados e informações espaciais foram os aplicativos EMDS (Ecosystem Management Decision Support (EMDS), Netweaver e ArcGis

Como exemplo, para responder à pergunta “na declividade até 12% quais as áreas de aptidão edáfica Inapta (IN), Marginal (M), Regular (R) e Preferencial (P)?” foi necessário organizar a base de conhecimento (Figura 12) e nas redes de conhecimento: *i)* Aptidão e *ii)* Cortes, com suas respectivas subdivisões, conforme apresentado na Figura 15.

Os *Data Links* do Grupo Informações Adicionais ‘Áreas Protegidas’ e ‘Áreas Novas Identificadas’ do Grupo ‘Áreas Prioritárias para a Biodiversidade’ (MMA, 2006 - Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade), da Base de Conhecimento do Brasil, foram convertidos em Grupos, tendo como *Data Links* as áreas prioritárias separadas por bioma. Esses grupos e subgrupos são lidos pela base de conhecimento, porém, não fazem parte da avaliação, com isso, tem-se a informação se a região em estudo pertence a alguma área prioritária para a biodiversidade. Como consequência da grande quantidade de polígonos e de dados agregados ao Estado, os Grupos ‘Declividade’ e ‘Uso e Cobertura do Solo’ foram removidos da análise automatizada em prol da eficiência do processamento. O mesmo procedimento foi aplicado aos grupos Unidades de Conservação e biomas, considerando-se apenas os temas que apresentam feições no estado.

Os *Data Links* abaixo descritos foram mantidos na base de conhecimento, pois não interferem na avaliação, porém, inserem nessa os dados por ele lidos:

‘Classificação do Solo’ – segundo o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (SiBCS)

para resgatar características dos solos após a interpretação;

‘Município’ – retorna o nome do município da feição, dispensando o cruzamento com o mapa contendo as feições municipais para obter informações municipais e;

‘Unidade da Federação’ – no caso de união dos mapas gerados não se perde o estado do município.

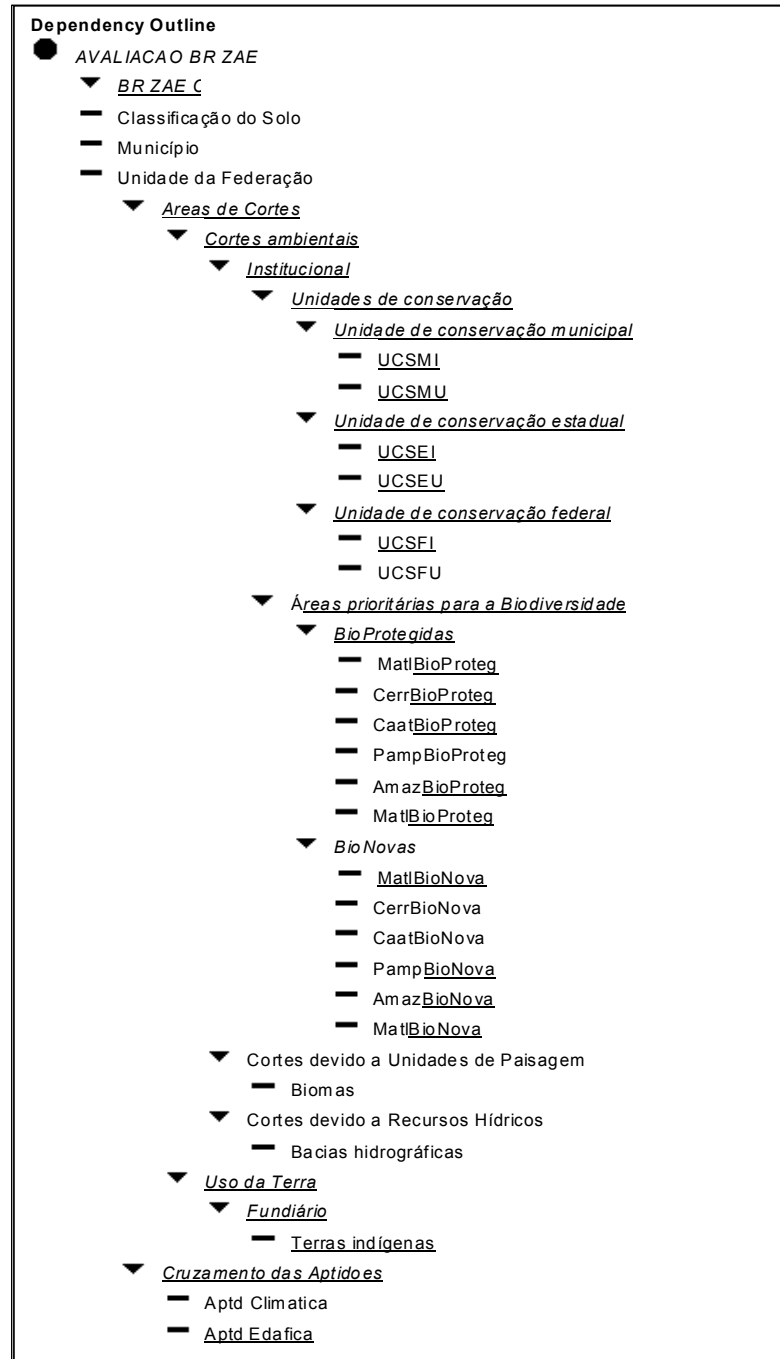
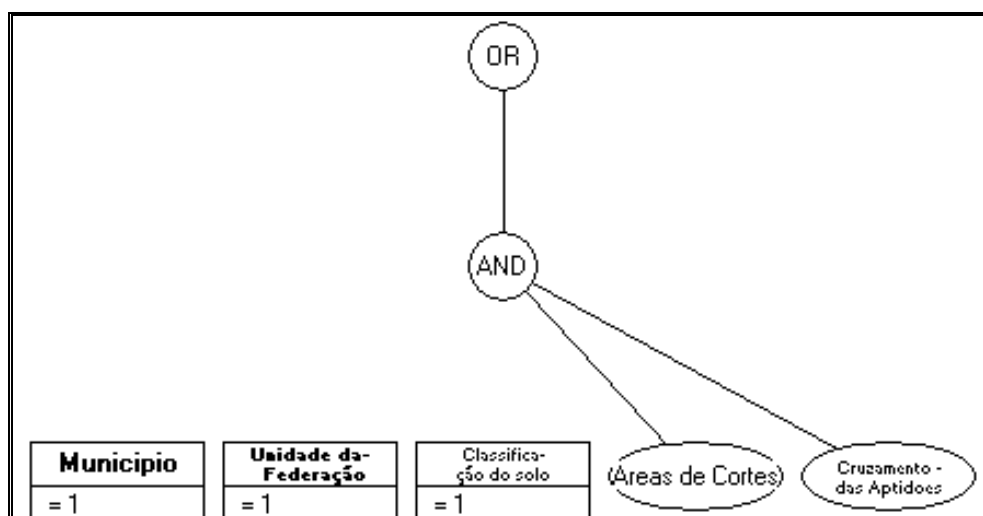


Figura 12 - Base de conhecimento do Zoneamento Agroecológico do dendê.



**Figura 13** - Rede de conhecimento 'AVALIACAO BR ZAE' com as subredes 'Áreas de Cortes' e 'Cruzamento das Aptidões' e com os Data Links 'Município', 'Unidade da Federação' e 'Classificação do Solo'.

*Rede Cruzamento das Aptidões (APTIDAO)*

Esta Rede avalia o território com base nos critérios da aptidão climática e da aptidão edáfica, sendo ligado operador AND os seguintes *Data Links*:

**Aptd Edáfica (EDAFICA)** – com o *alias*<sup>3</sup> EDAFICA ligado ao arquivo referente à aptidão edáfica.

**Aptd Climática (RISCO)** – com o *alias* RISCO ligado ao arquivo referente ao risco climático

Nas Tabelas 16 e 17, apresenta-se a forma de integração da aptidão edáfica e o risco climático utilizada para a avaliação do potencial pedoclimático do dendê, para o qual se desenhou uma base de conhecimento exposta na Figura 14.

**Tabela 16** - Classificação da Aptidão considerando-se a integração entre a aptidão edáfica e a aptidão climática para o dendê.

Integração entre aptidão climática e aptidão edáfica para o dendê					
		Risco Climático			
Aptidão Edáfica		A	B	C	D
	<i>Pesos</i>	1,00	0,50	-0,50	-1,00
P	1,00	P	R	MC	IC
R	0,50	R	R	MC	IC
M	- 0,50	MS	MS	ISC	IC
I	-1,00	IS	IS	IS	ICIS

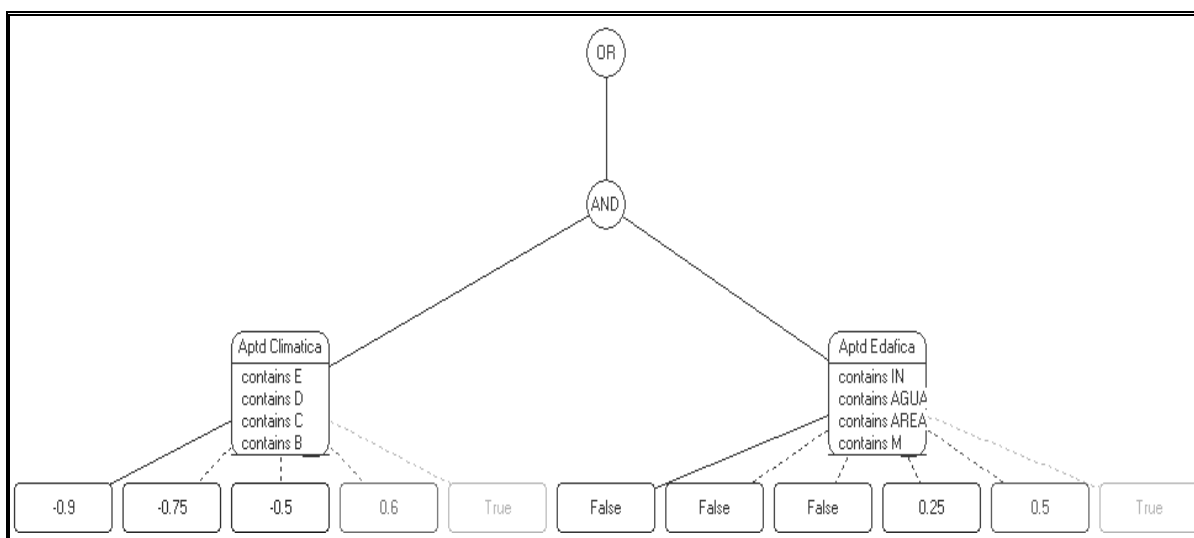
<sup>3</sup> *Alias* – Representa um campo no Banco de Dados do Arc Gis.

**Tabela 17** - Legenda para a classificação da Aptidão considerando-se a integração entre a aptidão edáfica e a aptidão climática para o dendê.

Legenda para a integração entre aptidão climática e aptidão edáfica para o dendê	
Símbolo	Aptidão
P	Áreas com aptidão agrícola Alta - condição hídrica satisfatória
R	Áreas com aptidão agrícola Média – deficiência de solo e/ou deficiência hídrica sazonal forte
MS	Áreas com aptidão agrícola Baixa – deficiência de solo e/ou carência hídrica sazonal severa Irrigação suplementar indicada
ISC	Áreas inaptas pela interação entre solo e clima
IC	Áreas inaptas por clima. Deficiência hídrica superior a 350 mm ou carência térmica
IS	Áreas inaptas por solo
ICIS	Áreas inaptas por clima e por solo

De acordo com Figura 14, abaixo, a base lerá o campo CLIMATICA do mapa do risco climático e retornará para cada um dos valores lidos no campo: A=1; B=0,5; C=-0,5; D=-1,00 e E=-1e, para o campo EDAFICA do mapa de aptidão edáfica: IN=-1; AGUA=-1; AREAURBANA=-1; M=0; R=0,5 e P=1.

O fato de solicitar à base de conhecimento ler os valores referentes à Água e a Áreas Urbanas permite resgatar esses dados no resultado final da avaliação e inseri-los na legenda dos mapas.



**Figura 14** - Rede de conhecimento desenhada para avaliação da Aptidão Agrícola do dendê.

O operador AND calcula os valores dos *data links* a ele ligados segundo a equação:  $SE_{\min}(t) = -1$ , então  $t = -1$ , caso essa condição não seja satisfeita, ou seja,  $SE_{\min}(t) > -1$ , então  $t = \min(t) + [\text{média}(t) - \min(t)] \times [\min(t) + 1] / 2$ . Dessa forma, a base desenhada retorna os valores que permitiram gerar um mapa com uma legenda que classifique a Aptidão de acordo com a Tabela 15.

*Rede Áreas de Cortes (CORTES) com origem dos dados.*

Reúne os fatores que excluem as áreas, independente das aptidões climática e edáfica, organizados em (os termos entre parênteses são os Alias dos entes):

1. **Cortes Ambientais (AMBIENTE)** – grupo que agrega os fatores institucionais e físicos dos cortes ambientais.
  - a) **Institucional (INSTITUCIO)** – sub rede que relaciona as características ambientais determinadas por legislação e recomendações de uso do espaço físico com vistas à proteção e à preservação do meio-ambiente.
    - i. **Unidades de conservação (SNUC)**– Grupo que reúne as unidades de conservação regidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que podem ser criadas por qualquer ente da federação e ser de proteção integral (não admite uso) e de uso sustentável (admite os usos citados no plano diretor da unidade). Conseguidas no sítio do ProBio <<http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=41>>, separadas em unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável, para o Brasil inteiro, nos níveis: Estadual; Federal e Municipal.
      1. **Unidade de Conservação Municipal (UC\_MUNICIP)** – grupo que agrega as unidades criadas e administradas pelos municípios.
        - a. **Unidade de Conservação Municipal de Proteção Integral (Alias: UCSMI)** – Data Link que lê as informações do mapa das unidades de conservação de proteção integral da esfera municipal.
        - b. **Unidade de Conservação Municipal de Uso Sustentável (Alias: UCSMU)** – Data Link que lê as informações do mapa das unidades de conservação de uso sustentável da esfera municipal.
      2. **Unidade de conservação estadual (UC\_ESTADUA)** - grupo que agrega as unidades criadas e administradas pelos estados.
        - a. **Unidade de Conservação Estadual de Proteção Integral (Alias: UCSEI)** – Data Link que lê as informações do mapa das unidades de conservação de proteção integral da esfera estadual.
        - b. **Unidade de Conservação Estadual de Uso Sustentável (Alias: UCSEU)** – Data Link que lê as informações do mapa das unidades de conservação de uso sustentável da esfera estadual.
      3. **Unidade de conservação federal (UC\_FEDERAL)** - grupo que agrega as unidades criadas e administradas pela União.
        - a. **Unidade de Conservação Federal de Proteção Integral (Alias: UCSFI)** – Data Link que lê as informações do mapa das unidades de conservação de proteção integral da esfera federal.
        - b. **Unidade de Conservação Federal de Uso Sustentável (Alias: UCSFU)** - Data Link que lê as informações do mapa das unidades de conservação de uso sustentável da esfera federal.
    - ii. **Áreas prioritárias para a Biodiversidade (BIODIVERSI)** – grupo que reúne as áreas criadas e identificadas pelo MMA para a proteção da Biodiversidade e disponibilizadas, em *shape file* no sítio do MMA <<http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=72&idConteudo=5454>>. Também podendo ser acessado em <<http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=72&idConteudo=6410>>, onde as "áreas prioritárias" são as "áreas novas identificadas" e as "áreas protegidas" são as áreas já protegidas do endereço anterior.

1. **BioProtegidas (BIOPROTEGI)** – Grupo que reúne os dados das áreas já protegida até abril de 2008.
  - a. **MatlBioProteg (MATLPROT)** - Data link que lê os dados do bioma Mata Atlântica (matl).
  - b. **CaatBioProteg (CAATPROT)** - Data link que lê os dados do bioma Caatinga (caat).
  - c. **CerrBioProteg (CERRPROT)** - Data link que lê os dados do bioma Cerrado (cerr).
  - d. **AmazBioProteg (AMAZPROT)** - Data link que lê os dados do bioma Amazônia (amaz).
  - e. **PantBioProteg (PANTPROT)** - Data link que lê os dados do bioma Pantanal (pant).
  - f. **PampBioProteg (PAMPPROT)** - Data link que lê os dados do bioma Pampa (Pamp).
2. **BioNovas (BIONOVAS)** – Grupo que reúne os dados das áreas identificadas a partir de abril de 2008.
  - a. **MatlBioNova (MATLNV)** - Data link que lê os dados do bioma Mata Atlântica (matl).
  - b. **CaatBioNova (CAATNV)** - Data link que lê os dados do bioma Caatinga (caat).
  - c. **CerrBioNova (CERRNV)** - Data link que lê os dados do bioma Cerrado (cerr).
  - d. **AmazBioNova (AMAZNV)** - Data link que lê os dados do bioma Amazônia (amaz).
  - e. **PantBioNova (PANTNV)** - Data link que lê os dados do bioma Pantanal (pant).
  - f. **PampBioNova (PAMPNV)** - Data link que lê os dados do bioma Pampa (pamp).
- iii. **Cortes devido a unidades de paisagem (CRTUNDPAIS)** – Grupo destinado a agregar as restrições ambientais relativas a unidades de paisagem. 1. Biomas; 2. Remanescentes florestais; 3. Locais de reconhecida beleza cênica; 4. Patrimônios naturais sem institucionalização.
  1. **Biomas (BIOMA)** – Data Link que lê as informação do mapa dos biomas e verifica a qual bioma pertence a região em estudo, no caso: Amazônica, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. A informação desses seis biomas continentais brasileiros utilizada na avaliação é a disponível na página do MMA (<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>) em ‘Temas’ | ‘Ambiente físico e biodiversidade’ | ‘Biorregiões’, em junho de 2008. Escala 1:5.000.000, Data: 2004, Ano: Setembro de 2005.
- iv. **Cortes devido a recursos hídricos (CRTRECHIDR)** – Grupo destinado a agrupar restrições ambientais dos temas relativos a recursos hídricos: 1. Bacias hidrográficas; 2. Rios caudalosos; 3. Zonas costeiras e 4. Recarga de aquíferos etc.
  1. **Bacias Hidrográficas (BACIAHIDR)** – Data link criado em 09 de setembro de 2008 para incorporar a bacia do Alto Paraguai como fator de restrição ambiental.

- v. **Uso da Terra (USOTERRA)** – Rede de avaliação que considera o uso da terra para avaliar se a região está disponível para o investimento na cultura em estudo ou não. Agrupa duas subredes:
- b. **Fundiário (FUNDIARIO)** – grupo que avalia se a terra tem seu uso definido por instrumento legal (lei).
  - 1. **Terras indígenas (Alias: TERRAIND)**– *Data Link* que informa da existência ou não de terra indígena. Havendo terra indígena a área é inapta, não havendo está apta ao investimento.

Portanto, desenhou-se a rede ‘Áreas de cortes’ para, onde houver Unidade de Conservação ou Terra indígena ou bioma Pantanal ou bioma Amazônia ou pertencer à bacia do alto Paraguai retornar o valor (-1) (Inapto) e, nas áreas não abrangidas por estes territórios, retornar o valor +1 (Apto).

### *Sistematização dos Dados e Processamento Automatizado*

A integração temática apropria-se de arquivos digitais que devem ser elaborados e/ou editados para, então, integrarem a avaliação. Adotou-se os dois sistemas de coordenadas a seguir, um com sistema de projeção geográfico e outro com sistema de projeção polícônica:

#### **1. GCS\_South\_American\_1969**

Sistema de coordenadas Geográficas: GCS\_South\_American\_1969  
 Datum: D\_South\_American\_1969 - Spheroid: GRS\_1967\_Truncated (Semimajor  
 Axis: 6378160,000000000000000000; Semiminor Axis:  
 6356774,719195305400000000; Inverse Flattening: 298,250000000000000000)  
 Prime Meridian: Greenwich (0,000000000000000000)  
 Unidade angular: Degree (0,017453292519943299)

#### **2. SAD69\_Polyconic**

Sistema de coordenadas Geográficas: GCS\_South\_American\_1969  
 Datum: D\_South\_American\_1969  
 Projeção: Policonica [World Polyconic (world.prj)]  
 Falso Leste: 0,00000000  
 Falso norte: 0,00000000  
 Meridiano Central: -54,00000000 (W 54)  
 Latitude de origem: 0,00000000  
 Unidade linear: Metro

Após a preparação dos temas para a avaliação final, procedida no aplicativo Arc Gis, a integração entre os diversos mapas executado pelo EMDS, segundo a base de conhecimento desenhada.

Portanto, antes da avaliação final no Arc Gis, foi necessário elaborar os mapas a serem inseridos na avaliação e desenhar a base de conhecimento que orientará a integração temática. As etapas após preparo dos dados foram: (i) carregou-se os dados; (ii) desenhou-se a Avaliação no Netweaver; (iii) preparou-se o EMDS; (iv) indicou-se a área de estudo; (v) carregou-se a base conhecimento; (vi) executou-se a avaliação e (vii) gerou-se a avaliação final. Na Tabela 18, estão apresentadas as simbologias resultantes da avaliação da aptidão agroclimática, presentes no banco de dados gerado pelo Arc Gis.

Finalmente, as estimativas de áreas aptas ao cultivo foram realizadas utilizando-se o aplicativo Arc Gis, com sistema de projeção ‘**SAD69\_Polyconic**’. Para as especificações adotadas neste estudo admite-se uma margem de erro variando de 2 a 5%, o que é adequado para a escala de trabalho de 1:250.000.



**Tabela 18-** Significado dos símbolos do campo 'Legenda AP' no Banco de Dados do Arc Gis.

<b>Símbolo no Banco de Dados</b>	<b>Significado</b>
P	Áreas com aptidão agrícola Alta - condição hídrica satisfatória
R	Áreas com aptidão agrícola Média – deficiência de solo e/ou deficiência hídrica sazonal forte
MS	Áreas com aptidão agrícola Baixa – deficiência de solo e/ou carência hídrica sazonal severa Irrigação suplementar indicada
ISC	Áreas inaptas pela interação entre solo e clima
IC	Áreas inaptas por clima. Deficiência hídrica superior a 350 mm ou carência térmica
IS	Áreas inaptas por solo
ICIS	Áreas inaptas por clima e por solo
Restrição ambiental	Áreas com: 1. Terras Indígenas; 2. Unidades de conservação ou cobertura vegetal natural.
Água	Corpos hídricos: Rios, Lagoas, Lagunas etc. representativos na escala 1:250.000
Área Urbana	Áreas urbanas

Na versão final do Zoneamento, as classes de aptidão das terras foram ainda separadas por tipo de uso atual das terras (Ap - Pastagens, Ag - Agropecuária e Ac - Agricultura). Como forma de acrescentar esta informação extra, acrescentou-se padrões cromáticos para as combinações das aptidões *Alta*, *Média* e *Baixa* com as classes de uso Ag, Ac e Ap.

## 4.0 RESULTADOS

O Zoneamento Agroecológico do dendê para o Estado de Pernambuco gerou um conjunto de informações sobre o potencial de expansão de cultivo do dendê no Brasil, bem como informações adicionais e banco de dados associados que permitem a formulação de políticas públicas visando o ordenamento da expansão futura do seu cultivo.

Os produtos finais gerados pelo Zoneamento e disponíveis para a Sociedade são:

- a. Mapas das áreas aptas ao dendê no Brasil, no nível de manejo C nas classes de uso da terra Ap, Ag e Ac;
- b. Tabelas com estimativas de áreas aptas por município e por tipo de uso da terra;
- c. Acervo de mapas cadastrados e disponibilizados na internet (<http://mapoteca.cnps.embrapa.br>) nos formatos *shape file* e *Portable Document Format* (pdf);;
- d. Relatório Síntese para o Estado de Pernambuco.

## 4.1 Sustentabilidade da cultura

Os aspectos relacionados à sustentabilidade são determinantes no contexto deste trabalho, considerando o fato da grande disponibilidade das áreas potenciais ao desenvolvimento da cultura na região amazônica, as orientações do governo em relação às questões da mudança do clima e especialmente as orientações estratégicas do MAPA sobre o desenvolvimento sustentável do agronegócio. Neste capítulo são apresentados os elementos que compõem o contexto da sustentabilidade para a atividade da dendeicultura.

### **Econômica**

O dendezeiro é uma espécie perene, cujo cultivo apresenta retorno no longo prazo. Inicialmente é necessário produzir as mudas em viveiro até que atinja o estágio de desenvolvimento adequado para o plantio no campo, o que demanda de 12 a 15 meses. A colheita comercial da produção é iniciada de 30 a 36 meses após o plantio no local definitivo, durante o quarto, quinto e sexto ano ocorre rápido aumento da produtividade sendo o patamar de produção (25 a 30 t / ha) atingido aos 7 ou 8 anos. Após duas décadas sua produtividade entre em declínio, especialmente pela altura que a planta atinge, dificultando o manejo. Dessa forma pode-se dividir em alguns períodos importantes: da aquisição de sementes e pré-viveiro; viveiro e preparo da área; plantio e manutenção; início da produção e período produtivo, até o declínio da produtividade.

De acordo com Veiga et al. (2005), para um projeto de médio porte, a cultura exige na parte agrícola investimento de aproximadamente US\$ 2.000 por hectare, sendo necessários 3.000 hectares e uma usina para processamento de 20 toneladas de cachos de frutos frescos por hora – cff/h, consumindo um total de investimentos da ordem de **US\$ 14 milhões**.

Em um exemplo diferente do anterior, o autor apresenta custo de produção médio para o período de 2002 a outubro de 2005, para um projeto de 2300 ha de área produtiva, foi de US\$ 284 por tonelada de óleo de palma.

Considerando tal custo por tonelada de óleo e os preços médios praticados no mercado internacional no período entre 2002 a 2005, da ordem de US\$473 por tonelada, verifica-se que a alta rentabilidade da dendeicultura. Nos Anos recentes essa margem foi maior que o dobro, tendo como média US\$1058 a tonelada para o período entre outubro de 2007 a setembro de 2008. Nos meses recentes, em consequência da crise internacional, entre outubro e dezembro de 2008, o preço ficou em média US\$521 a tonelada de óleo.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Office of Global Analysis / Foreign Agricultural Service / USDA

## Social

A rentabilidade discutida no item anterior pode ser considerada uma grande oportunidade de promoção do desenvolvimento socioeconômico do meio rural, dependendo do tipo de arranjo produtivo adotado para a expansão da atividade. Isso porque as despesas com mão-de-obra representam 59% dos custos de produção. A adoção de modelos de participação nos lucros, tal como no setor canavieiro, deve permitir uma boa remuneração para os trabalhadores, sem comprometer a viabilidade econômica dos empreendimentos.

Não existem estudos comparativos que considerem os diferentes módulos e modelos de produção. No Estado do Pará, além dos grandes plantios comerciais, tem-se como referência o consórcio da empresa Agropalma com mais de 150 pequenos produtores que cultivam módulos de 10 ha com estimativa de renda líquida de R\$ 24.000/ano.

Nesse contexto, considera-se que a dendeicultura pode ser uma importante alternativa para a fixação do homem a terra, gerando postos de trabalho, com remuneração muito satisfatória. Ainda há que se considerar o fato de que nessas condições o agricultor pode se dedicar a atividades complementares, como a agricultura de subsistência. Dessa forma, a dendeicultura poderia funcionar como atividade âncora em programas de assentamento e de fixação do homem no campo.

**Tabela 19 - Estimativas de receita de plantio de dendezeiro por agricultores familiares\***

DESCRIÇÃO	VENDA DE CACHOS (R\$)	VENDA DE ÓLEO (R\$)
<b>Despesas</b>		
Aubos (1,4 t/ha)	10.500,00	10.500,00
Ferramentas	300,00	300,00
Transporte de cachos	3.000,00	3.000,00
Usina	-	6.300,00
<b>Total de despesas</b>	<b>13.800,00</b>	<b>20.100,00</b>
<b>Receita</b>		
Cachos (25 t/ha/ano)	25.500,00	-
Óleo de dendê (5 t/ha/ano)	-	42.500,00
Óleo de palmiste (0,6 t/ha/ano)	-	7.500,00
<b>Total de receitas</b>	<b>25.500,00</b>	<b>50.000,00</b>
<b>Receita Líquida</b>	<b>11.700,00</b>	<b>22.400,00</b>

*Obs.: \*considera módulo de 5 hectares, com opções de venda de cachos ou a organização de pequenos produtores (pelo menos 100) para processamento próprio da produção.*

## Ambiental

Existe grande preocupação de que a expansão da dendeicultura na Amazônia possa incentivar o desmatamento de extensas áreas de floresta primária. Contudo, se analisado seu potencial produtivo e a extensão das áreas já alteradas e improdutivas, em muitos casos de áreas degradadas na região, verifica-se que, apenas com a recuperação de parte das áreas alteradas, é possível atender toda a demanda regional e até mesmo nacional. Na Tabela 3 observa-se que em todos os estados da região, a área necessária de cultivo do dendê, considerando a substituição de 100 % do óleo diesel consumido na região por biodiesel, é bem inferior à extensão das áreas já desflorestadas. Até mesmo considerando a possibilidade de produzir biodiesel suficiente para substituir todo o óleo diesel consumido no País, 36,7 milhões de m<sup>3</sup> em 2006 (ANP, 2007), o que obviamente não ocorrerá, a área de cultivo de dendezeiro necessária seria de aproximadamente oito milhões de hectares, ainda bem inferior à extensão do que já existe desmatado.

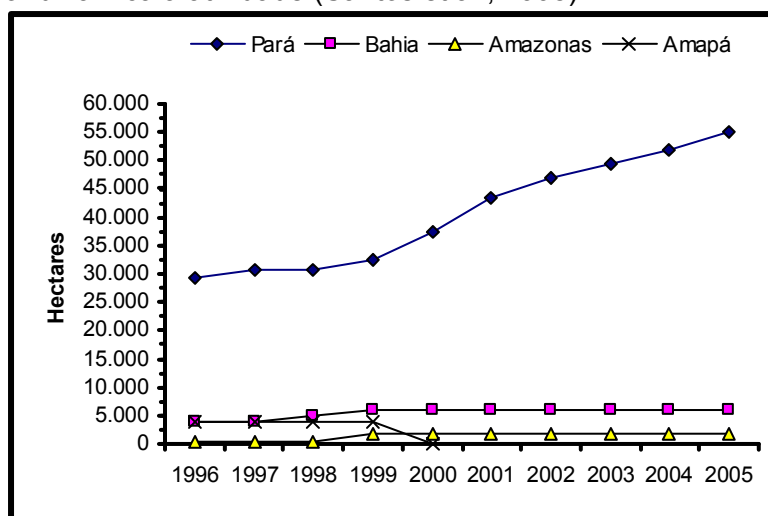
Ao mesmo tempo deve-se considerar que, dispondo-se de um sistema de produção sustentável, com alta produtividade e rentabilidade, haverá menor pressão sobre a floresta. Veiga et al. (2000), avaliaram o impacto do cultivo do dendezeiro por agricultores familiares que utilizam o sistema tradicional de produção de corte e queima na Amazônia. Considerando que uma família necessita, em média, derrubar e queimar um hectare de mata por ano para sua subsistência (cultivo de macaxeira, mandioca, grãos, etc.), em um período equivalente à vida útil do dendezeiro de 25 anos, uma família desmataria 25 hectares.

Nesse sentido, com a ocupação da mão-de-obra familiar no cultivo de seis hectares de dendezeiro, seria evitado o desmatamento de 25 hectares, uma relação de 4,16 hectares de mata conservada para cada hectare de dendezeiro cultivado, com aumento significativo de renda e qualidade de vida. Portanto, a dendeicultura pode ser uma importante alternativa para conter o processo de desmatamento.

Também há que se considerar diversas outras vantagens como: o fato de ser permanente, com alta capacidade de fixação de carbono, aproximadamente 26 toneladas de carbono estocado por hectare em plantios adultos (Chan, 2002); ter a maior produtividade entre as oleaginosas (quatro a seis t de óleo/ha/ano nos plantios no Pará), exigindo menor área para atender às demandas de óleo; oferecer boa cobertura do solo das áreas de cultivo, protegendo-o contra erosão e lixiviação, o que é extremamente importante nas condições do trópico úmido; e apresentar alta eficiência na conversão de energia, com balanço energético altamente positivo e a possibilidade de geração de bioeletricidade.

#### 4.2 Situação atual e perspectivas de desenvolvimento da dendeicultura

A exploração industrial do dendê no País iniciou-se na Bahia, na década de 1960, visando atender à demanda de óleo para uso no resfriamento de lâminas de aço do parque siderúrgico nacional; expandiu-se posteriormente para o Pará (Homma; Furlan Junior, 2001). O cultivo em escala comercial se iniciou nesse estado em 1967, com a implantação de 3.000 hectares a partir de um acordo de cooperação entre a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA) e o Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (IRHO), da França, instituição com conceituado conhecimento em dendeicultura e disponibilidade de material genético melhorado (Santos et al., 1998). Todos os projetos com o dendê tinham participação ativa de órgãos governamentais até meados da década de 1970, quando a iniciativa privada entrou na exploração econômica da cultura e incorporou maior dinâmica à atividade (Santos et al., 1998).



**Figura 15** - Evolução da área de cultivo do dendezeiro no Brasil. Fonte de dados: FNP Consultoria & Agroinformativos (2005), Embrapa Amazônia Ocidental e produtores.

De fato, a dendeicultura só está estabelecida nestes dois estados no Brasil, Pará e Bahia, com 86 % e 10 % da área plantada, respectivamente, embora projetos mal-sucedidos já tenham sido desenvolvidos no Amazonas e no Amapá.

No Pará, embora os primeiros plantios comerciais tenham sido realizados no final da década de 1960, foi na década de 1980 que a dendeicultura teve forte expansão, com surgimento de várias empresas. Atualmente estão em atividade as seguintes empresas: o Grupo Agropalma (35.000 ha), a Companhia de Dendê Norte Paraense (Codempa) (2.000 ha), a Dendê do Tauá S.A. (Dentauá) (3.500 ha), a Agroindustrial Palmasa S.A (4.100 ha), a Marborges Agroindústria S.A. (3.500 ha) e a Indústria Yossam Ltda. (4.200 ha), além de produtores de pequeno e médio porte associados a elas.

Na Bahia, onde o dendê foi introduzido há mais de quatro séculos, e que tem o óleo de dendê como um dos principais produtos de sua culinária típica, a cultura não apresenta importância econômica significativa. O estado possui apenas 6.000 hectares de cultivo da espécie (FNP Consultoria & Agroinformativo, 2005). A Bahia possui 750.000 hectares aptos para dendeicultura na sua faixa litorânea, que se estende do Recôncavo Baiano até os Tabuleiros Costeiros do Sul do estado (SEAGRI, 2007), próximo do mercado consumidor e com boa infra-estrutura; contudo, não se tem investido na expansão da cultura. Além das populações subespontâneas de dendê, dispersas por uma área de, aproximadamente, 20.000 hectares - parte explorada de maneira extrativista - existem apenas quatro agroindústrias no estado que cultivam e processam dendê, a Óleos de Palma S.A. Agroindustrial (Opalma); a empresa Óleo de Dendê Ltda. (Oldesa); a Jaguaripe Agroindustrial S.A.; e a Mutupiranga Industrial Ltda.

Os dendezais subespontâneos são constituídos de plantas tipo “dura”, que apresentam baixa produtividade de cachos (3 t/ha/ano a 4 t/ha/ano) e baixa taxa de extração de óleo (8 % a 9 %). Já os plantios agroindustriais, embora estabelecidos com materiais de bom potencial produtivo, não recebem manejo apropriado e também apresentam baixa produtividade.

No Amapá, em 1978, foi criada a Companhia de Dendê do Amapá (Codepa). Entre 1980 e 1987, com recursos da extinta Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (Sudam), foram implantados 4.000 hectares em áreas de cerrado, ao longo da BR-156, no Município de Porto Grande. Em 1999, após denúncias de trabalho escravo, as plantações deixaram de ser exploradas comercialmente. O fracasso do empreendimento pode também ser atribuído às condições agroecológicas da área, pois, no cerrado, as exigências hídricas da cultura não são atendidas sem o uso da irrigação.

No Amazonas, merecem destaque dois projetos, o Projeto Emade e o Projeto Caiaué. A Empresa Amazonense de Dendê (Emade) foi criada em 1982 e previa a implantação de 2.000 hectares no município de Tefé – AM, com financiamento do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (Bird), dos quais 1.400 foram efetivados. A empresa foi extinta em 1990; atribui-se o fracasso a problemas gerenciais e à incidência do Amarelecimento Fatal (AF), cuja etiologia é desconhecida. Em 1990 foi iniciado o projeto da empresa Caiaué Agroindustrial Ltda., próximo a Manaus, sendo implantados 1.200 hectares. Com o falecimento do patriarca, o grupo empresarial passou por dificuldades e o projeto foi abandonado; posteriormente foi reativado e atualmente está sendo parcialmente explorado.

Na **Tabela 20** é apresentada a área atual de plantio, a perspectiva de expansão das empresas que já atuam no agronegócio do dendê e das novas empresas com projetos para iniciar a atividade e a demanda de sementes para atender essas expectativas.

É importante registrar que semente constitui um forte gargalo para a expansão do dendezeiro no Brasil. A demanda atual de sementes para o plantio programado pelo reduzida quantidade de empresas é maior que a capacidade instalada do Brasil em produzir sementes de dendê. Agrava-se a isto o fato de que sementes de plantas perenes requerem qualidade e identidade genética adequada, para os fins comerciais requeridos.

**Tabela 20** - Plantios atuais, perspectivas atuais e demanda de sementes de dendeezeiro.

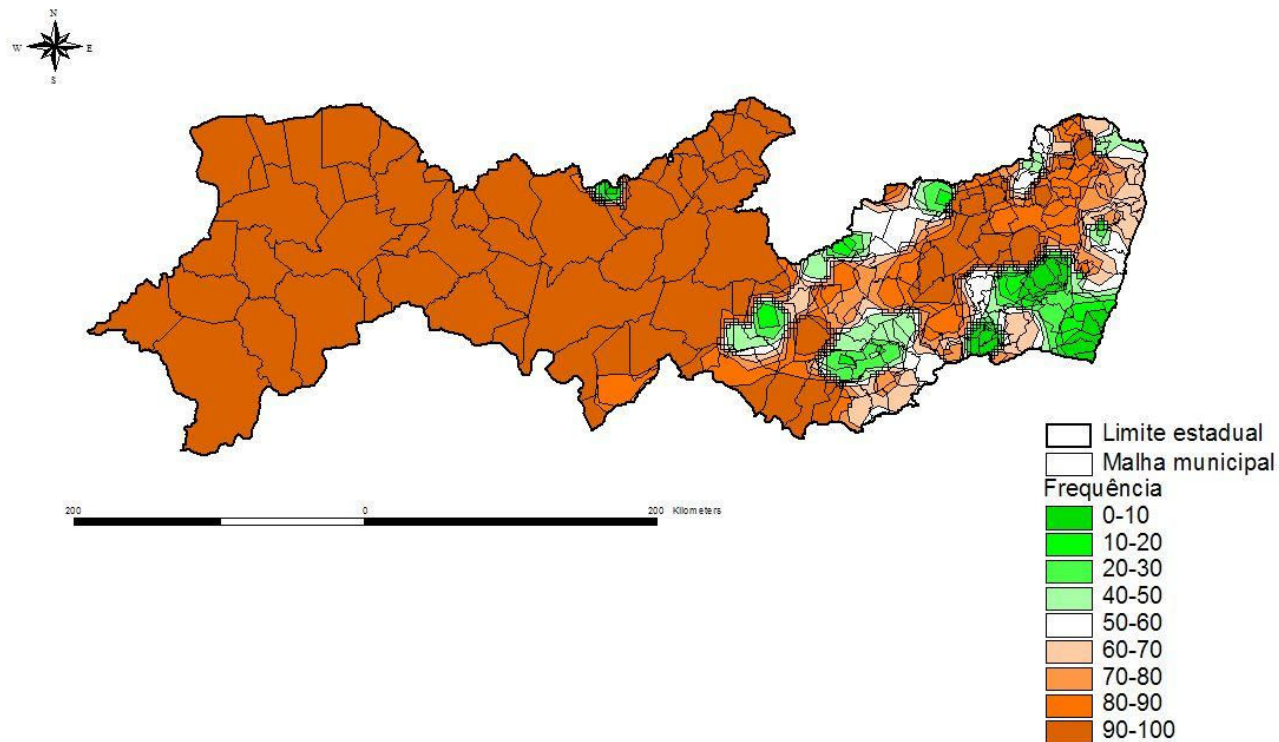
Empresa	Estado	Área plantada (ha)	Meta de expansão (ha)	Quantidade de sementes para atingir meta (unidades)	Em viveiro (ha)
Agropalma	PA	36.000	14.000	2.800.000	3.000
Braspalma	AM	-	25.000	5.000.000	5.000
Biobrax	BA	-	5.000	1.000.000	600
Biocapital	RR	600	5.000	1.000.000	5.000
Biopalma	PA	5.000	95.000	19.000.000	12.500
Ceplac/Petrobrás	BA	-	1.000	200.000	1.000
Codenpa/Denpasa	PA	3.000	5.000	1.000.000	Nd
Dentauá	PA	4.000	6.000	1.200.000	700
Enerbio	RO	-	25.000	5.000.000	5.000
GalpEnergia	PA	-	150.000	30.000.000	-
Marborges	PA	5.000	6.000	1.200.000	800
Opalma	BA	6.000	-	0	-
Rio Negro	PA	500	5.000	1.000.000	500
Yossam	PA	5.000	5.000	1.000.000	600
Vale do Rio Doce	PA	-	26.000	5.200.000	5.000
Pequenos produtores	PA	200	Nd	0	Nd
<b>Total</b>			<b>65.300</b>	<b>74.600.000</b>	

O Brasil também tem limites técnicos, legais e comerciais de importar sementes de qualidade de outros países produtores. Um plano de expansão de cultivo da dendeeicultura deve incluir investimentos em PD&I e na expansão organizada das facilidades para infraestrutura botânica de produção de sementes e mudas de qualidade de dendê, com identidade genética adequada do dendê (*Elaeis guineensis*) e do híbrido interespecífico (*E. guineensis x E. oleifera*), visando produtividade e performance agrônômica com resistência ao fenômeno depressivo denominado “Amarelecimento Fatal” do dendeezeiro. A Embrapa necessita de meios para viabilizar avanços quali-quantitativos do germoplasma de dendê melhorado, desde a década de 1980, em seus campos experimentais e de produção, especialmente na EERU-Estação Experimental do Rio Urubu, em Manaus-AM, e em Belém-PA.

#### 4.3 Áreas aptas ao cultivo do dendeezeiro no Estado de Pernambuco

Na avaliação climática realizada para o zoneamento agroecológico do dendê, procurou-se verificar o comportamento da deficiência hídrica na região, principal limitante do ponto de vista climático para o desenvolvimento do dendeezeiro, através da frequência de ocorrência de déficit hídrico na faixa entre 150 e 350 mm, ou seja, a faixa intermediária a marginal de redução de produtividade do dendeezeiro considerada neste estudo.

Na Figura 16, pode-se então observar que o Estado dispõe de poucas áreas com oferta hídrica ao cultivo do dendeezeiro, sendo que destas a Zona da Mata Sul é a que apresenta maior potencial climático. Com base neste estudo e nas relações entre deficit hídrico e produtividade, pose-se inferir que a produtividade do dendeezeiro esperada na região da Zona da Mata, deva oscilar entre entre 5,2 a 3,1 t de óleo/ha/ano.



**Figura 16** - Frequência de ocorrência de deficiência hídrica anual entre 150 e 350 mm no Estado de Pernambuco. Áreas esverdeadas com menor deficiência hídrica anual.

Na Zona da Mata o clima é predominantemente pseudotropical, com fortes chuvas no outono e inverno, com os meses mais secos concentrados entre o período mais seco apresenta-se com um período médio de três meses, concentrados de outubro a dezembro. Já no Agreste as condições climáticas são diversificadas possuindo clima semi-árido nas áreas baixas e clima úmido nas áreas de altitude. No agreste e sertão aparecem áreas de exceções - principalmente cidades com micro clima de altitude, com temperaturas que podem chegar a 8°C durante o inverno, como Triunfo, Garanhuns e Taquaritinga do Norte, regiões estas consideradas inaptas ao cultivo do dendzeiro exatamente pelas baixas temperaturas (< 18 C).

Na Tabela 21, estão apresentadas as estimativas das áreas aptas à expansão do cultivo do dendê separadas por classe de aptidão ou potencial produtivo - Alto, Médio ou Baixo, por tipo de uso da terra predominante, para os municípios considerados aptos no Estado de Pernambuco.

As estimativas realizadas indicam que o Estado dispõe de uma área potencial de 248.271 ha, sendo que destes 37.888 ha foram considerados como de aptidão agroecológica Alta com produtividade esperada igual ou superior a 5,2 t de óleo/ha/ano; 97.243 ha com aptidão média – produtividade entre 4,4 e 5,2 t de óleo/ha/ano e; 113.141 ha de baixa aptidão – produtividade entre 3,5 e 4,4 t de óleo/ha/ano, de acordo com as correlações de produtividade e oferta hídrica adotadas neste estudo.

Ressalta-se, entretanto que nestas áreas consideradas como aptas, ocorrem no domínio de terras com relevo acidentado (Figura 17). Ou seja, a região não dispõe de áreas contínuas

para o estabelecimento de grandes áreas de cultivo comercial, mas sim a ocorrência de forma descontínua, de pequenas áreas aptas ao cultivo associadas na paisagem com o relevo ondulado, forte ondulado e montanhoso.

Portanto, o relevo regional configura-se como uma limitação adicional ao estabelecimento do cultivo do dendezeiro na região, indicando que o seu cultivo deva ser realizado de forma consorciada com pequenos produtores com módulos de cultivo em torno de 10 ha. A empresa Agropalma desenvolve com sucesso um consórcio desta natureza com cerca de 150 pequenos produtores no Estado do Pará, e pode ser um exemplo para a diversificação da zona da Mata de Pernambuco. De qualquer forma, será necessário o desenvolvimento de uma adaptação do sistema de produção atualmente em uso em regiões de relevo plano, especialmente em relação à colheita e a condução da cultura.



**Figura 17** – Relevo regional ondulado e forte ondulado (esquerda) associados ao relevo suave ondulado (direita) e ocorrência de dendezeiros subespontâneos no Município de Água Preta, Pernambuco<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Foto: Embrapa Solos, UEP Nordeste, 2009



**Tabela 21** - Síntese das áreas aptas para a expansão do cultivo do dendê por municípios do Estado de Pernambuco, considerando as classes de aptidão agrícola e os tipos de uso da terra predominantes em 2002.

NOME MUNICÍPIO	USO ATUAL - AGROPECUÁRIA			USO ATUAL - AGRICULTURA				TOTAL GERAL
	Alta	Média	Baixa	Total	Alta	Média	Baixa	
Água Preta	206,0	8061,2	6.259,8	14.526,9				14.526,9
Abreu e Lima			2.004,6	2.004,6				2.004,6
Agrestina			264,7	264,7				264,7
Aliança			2.531,1	2.531,1			25,7	2.556,9
Amaraji	4.062,0	356,9	347,6	4.766,5				4.766,5
Araçoiaba			768,3	768,3			94,8	863,1
Barra de Guabiraba	32,4	2.904,6		2.936,9				2.936,9
Barreiros	4.700,5	2.864,9		7.565,4	371,0			7.936,5
Belém de Maria			945,0	945,0				945,0
Bezerros			1.040,5	1.040,5				1.040,5
Bonito	885,4	3831,3	2.911,1	7.627,9				7.627,9
Cabo de Santo Agostinho	116,5	1.0842,4	73,5	11.032,4		43,1		11.075,5
Camaragibe			2.548,0	2.548,0				2.548,0
Camocim de São Félix			1.101,6	1.101,6				1.101,6
Catende			4.101,9	4.101,9			11,7	4.113,6
Chã de Alegria			1.498,2	1.498,2				1.498,2
Chã Grande			620,4	620,4				620,4
Condado			4.736,3	4.736,3			255,3	4.991,5
Cortês	1.659,7	353,3		2.013,1				2.013,1
Cupira			46,2	46,2				46,2
Escada	1.1943,1	877,7		12.820,8				12.820,8
Gameleira		6.886,5		6.886,5				6.886,5
Glória do Goitá			380,8	380,8				380,8

Tabela 21 – Continuação .....

NOME MUNICÍPIO	USO ATUAL - AGROPECUÁRIA			USO ATUAL - AGRICULTURA			TOTAL GERAL		
	Alta	Média	Baixa	Total	Alta	Média		Baixa	Total
Goiana			1431,6	1.431,6			15.411,8	15.411,8	16.843,5
Gravatá		150,0	592,5	742,5					742,5
Igarassu			4219,8	4.219,8			4.414,5	4.414,5	8.634,3
Ipojuca	3.489,3	9.563,4		13.052,7		115,4		115,4	13.168,1
Itambé			5895,5	5.895,5			388,6	388,6	6.284,2
Itapissuma			640,1	640,1			1.928,3	1.928,3	2.568,4
Itaquitinga			181,3	181,3			1.181,0	1.181,0	1.362,3
Jaboatão dos Guararapes		4.760,9	1139,5	5.900,4		90,5		90,5	5.990,9
Jaqueira			1385,1	1.385,1					1.385,1
Joaquim Nabuco	765,9	837,3	1248,4	2.851,7					2.851,7
Lagoa dos Gatos			567,2	567,2					567,2
Marajá			2822,0	2.822,0					2.822,0
Moreno		5.697,0	682,0	6.379,0					6.379,0
Olinda			342,5	342,5					342,5
Palmares	34,6	566,7	8664,3	9.265,6					9.265,6
Paudalho			4708,3	4.708,3					4.708,3
Paulista			917,3	917,3					917,3
Pombos		2.413,8	1241,9	3.655,7					3.655,7
Primavera	1.776,2	617,7	61,8	2.455,8					2.455,8
Recife			2792,8	2.792,8					2.792,8
Ribeirão	4.524,8	6.045,7		10.570,5					10.570,5
Rio Formoso		7.687,2		7.687,2					7.687,2
Sairé		301,3	2385,5	2.686,8					2.686,8

Tabela 21 – Continuação .....

NOME MUNICÍPIO	USO ATUAL - AGROPECUÁRIA			USO ATUAL - AGRÍCULTURA			TOTAL GERAL
	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	
Sirinhaém	712,8	9.443,7		10.156,5	9,0		10.165,5
São Benedito do Sul			152,7	152,7			152,7
São Joaquim do Monte			4.108,2	4.108,2			4.108,2
São José da Coroa Grande	1.303,9			1.303,9		490,0	1.793,9
São Lourenço da Mata		3.529,2	5.142,3	8.671,6			8.671,6
Tamandaré	727,6	4.908,8		5.636,4	16,1	60,8	5.697,1
Vitória de Santo Antão	41,7	3.458,4	3.008,3	6.508,4	9,0		6.517,4
Xexéu			2.918,1	2.918,1			2.918,1
<b>TOTAL</b>	<b>36.982,5</b>	<b>96.959,8</b>	<b>89.428,9</b>	<b>223.371,1</b>	<b>283,1</b>	<b>23.711,8</b>	<b>248.271,7</b>



## 5.0 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos mostram que o Estado de Pernambuco dispõe de cerca de 248.271 ha de áreas aptas à expansão do cultivo com dendê, sendo que destas cerca de 37.888 de ha foram considerados com alta aptidão (deficiência hídrica anual entre 0 e 150 mm), 97.243 de ha como média aptidão (deficiência hídrica anual entre 150 e 250 mm) e 113.141 ha como de baixo potencial para o cultivo (deficiência hídrica anual entre 250 e 350 mm – irrigação suplementar indicada). As áreas aptas ao plantio ocorrem, entretanto, associadas na paisagem a terras com relevo ondulado a montanhoso, restringindo a implantação de grandes áreas comerciais contínuas. Sugere-se, portanto, que uma eventual introdução e cultivo do dendezeiro no Estado tenha como modelo conceitual a produção em áreas esparsas e de pequena dimensão e/ou de forma consorciada com pequenos produtores rurais.

De fato, entende-se que a abordagem para o cultivo do dendê em Pernambuco e no Nordeste Brasileiro não deva seguir necessariamente o modelo de implantação de mega usinas e sim, de unidades médias a pequenas conjugadas e integradas à sistemas que envolvam outros produtos (inclusive oleaginosas). Neste sentido a visão mais atual da dendeicultura também aponta a possibilidade de implantação em áreas com déficit hídrico pouco acentuado.

Como mencionado anteriormente, a dendeicultura no Brasil e, mais especificamente na Amazônia teve início no final da década de 60 e atrelada ao modelo de grandes plantios comerciais e agroindústrias de grande porte. Para tal, o sucesso deste modelo residiu na implantação das unidades em áreas onde o déficit hídrico anual fosse nulo ou muito reduzido, garantindo produção contínua com pouca oscilação intra-anual. Como decorrência há estreita relação entre a oferta hídrica e a produtividade da cultura. Destaca-se para o caso do rendimento em cachos, o impacto que a deficiência hídrica tem sobre a definição das inflorescências (o que ocorre entre 35 e 42 meses antes da colheita) levando à predominância de flores masculinas, comprometendo definitiva e fortemente a produtividade três anos após, independente das condições ambientais e agrônomicas futuras serem mais adequadas. Nessa linha, a adoção de técnicas de irrigação complementar, em sistemas de baixo uso de água, também seriam complementos a considerar, e foi adotado neste estudo.

Portanto, para o caso do Estado de Pernambuco, onde as condições dos recursos naturais já determinam que os módulos de produção não sejam de "large plantations and large processing units", o resultado é de que o zoneamento agroecológico indicou potencial relativamente maior para áreas que seriam no mínimo marginais anteriormente. Portanto o modelo sugerido tem como base ainda o reconhecimento do dendê na atualidade como a cultura com maior potencial produtivo de óleo vegetal, na prestação de serviços ambientais (particularmente em termos de seqüestro de carbono) e também na constatação da viabilidade da adoção de sistemas que envolvam, com sustentabilidade econômica e social, segmentos como a pequena propriedade e a agricultura familiar, inclusive em programas como os da reforma agrária.

Concluindo, a dendeicultura tem sido apontada no país como uma alternativa viável para o aumento da oferta de óleos vegetais, para a promoção do desenvolvimento sustentável e recuperação de áreas degradadas, havendo consenso em relação ao seu grande potencial econômico, social e ambiental. Entretanto, sua introdução e desenvolvimento como uma alternativa para a diversificação da Região Canavieira na Zona da Mata depende de ações que permitam a comprovação local do potencial produtivo, sua adaptação e desenvolvimento de técnicas de manejo da cultura para as condições agroecológicas da região, especialmente em relação ao déficit hídrico e ao relevo mais acidentado.

Como o zoneamento teve como objetivo apenas a avaliação do potencial de cultivo do dendezeiro no Estado, utilizando-se dados e informações atualmente disponíveis, recomenda-se a realização de estudos adicionais, como forma de subsidiar a elaboração de

um programa de apoio introdução da dendeicultura. Sugere-se que este estudo deva contemplar, no mínimo, os seguintes aspectos:

- Realização de workshops com representantes de associações de classe, produtores, empresas, instituições de pesquisa, governo estadual e federal visando à definição quanto ao interesse e viabilidade do desenvolvimento de ações para o desenvolvimento da dendeicultura como alternativa para a diversificação na região canavieira da Zona da Mata;
- Estruturação de plano de introdução e desenvolvimento do cultivo do dendezeiro que contemple desde ações de avaliação do comportamento da cultura, adaptação e desenvolvimento de manejo da cultura em regiões com relevo mais acidentado; adubação e tratos culturais, capacitação técnica, aumento da oferta de sementes, investimentos em infra-estrutura local e políticas de incentivo ao plantio e beneficiamento do dendê.
- Implantação de áreas experimentais e de observação visando avaliar o desenvolvimento do dendezeiro e quantificar seu potencial produtivo nos diversos ambientes agroecológicos e condições de déficit hídrico adotados no zoneamento;
- Avaliação da adaptação e desenvolvimento dos materiais genéticos disponíveis no país para as condições regionais;
- Avaliação das condições de infraestrutura, logística, capacitação e disponibilidade de mão-de-obra nas áreas preferenciais para a expansão da atividade, apontadas pelo zoneamento.

## 6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <[http://www.anp.gov.br/doc/dados\\_estatisticos/Vendas\\_de\\_Combustiveis\\_m3.xls](http://www.anp.gov.br/doc/dados_estatisticos/Vendas_de_Combustiveis_m3.xls)> Acesso em: 20 out. 2007.
- BARCELOS, E.; PACHECO, A. R.; MÜLER, A. A.; VIÉGAS, I. J. M.; TINOCO, P. B. **Dendê: informações básicas para seu cultivo**. Brasília: Embrapa-DDT, 1987. 40 p.
- BASIRON, Y.; DARUS, A. The oil palm industry – from pollution to zero waste. *The Planter*, v. 72, p. 141-165. 1996.
- BENNEMA, J.; BEEK, K. J.; CAMARGO, M. N. **Interpretação de levantamento de solos no Brasil: um sistema de classificação de capacidade de uso da terra para levantamentos de reconhecimento de solos**. Rio de Janeiro: DPFS/DPEA/FAO, 1965. 50p. Mimeografado.
- CARVALHO, J. B. M. Os óleos vegetais na economia mundial. Rio de Janeiro: Serviço de Publicidade Agrícola. (Relatório sobre a viagem de estudos a Trinidad e aos Estados Unidos da América, apresentado ao Ministro da Agricultura Fernando Costa). 1939. 302 p.
- CETEC. Centro Tecnológico de Minas Gerais. Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais: estudo das oleaginosas nativas de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG: Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia, 1983. p. 154-246. (**Boletim** n.º 1).
- CHAN, C. K. Oil palm carbon sequestration and carbon accounting: our global strength. In: **MPOA Seminar 2002: R&D for Competitive Edge in the Malaysian Oil Palm Industry**. Bangi, 2002, 17 p.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Yield response to water. Rome: **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Rome. 1979. 193p. (Irrigation and Drainage Paper, 33).
- FAO 2006. Disponível em: <[www.faostat.org.br](http://www.faostat.org.br)> Acesso em: 23 Jun. 2006.
- FEDEPALMA. Oil Palm Production Area in the World. Disponível em: <<http://www.fedepalma.org/statistics.shtm>>. Acesso em: 28 de mar. 2006.
- FNP Consultoria & Agroinformativos. *Agriannual*, São Paulo, 2005.
- FREITAS, M. A. V. Biomassa energética renovável para o desenvolvimento sustentável da Amazônia. **Revista Brasileira de Energia**, v. 5, n. 1, p. 71-97, 1996.
- GAMACHE, M. (2004). Free and Low Cost Datasets for International Mountain Cartography, [http://www.icc.es/workshop/abstracts/ica\\_paper\\_web3.pdf](http://www.icc.es/workshop/abstracts/ica_paper_web3.pdf).
- HARTLEY, Charles William Stewart. **The oil palm**. 3rd. ed. Tropical agriculture, Series. Inglaterra. 1988. 761p.
- HOMMA, A. K. O.; FURLAN JÚNIOR, J. Desenvolvimento da dendecultura na Amazônia: Cronologia. In: Müller, A. A. **Agronegócio do Dendê: uma alternativa social, econômica e ambiental para o desenvolvimento sustentável da Amazônia**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. p. 193-207.
- IBGE – Mapas de biomas e de vegetação. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acesso em 2008
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Projeto PRODES - Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.html>> Acesso em: 20 set. 2007.
- KALTNER, F. J.; FURLAN JUNIOR, J.; BARCELOS, E.; VEIGA, A. S.; VAZ, J. B. C. **Viabilidade técnica e econômica de produção de ésteres de óleo de palma, para utilização como substituto de óleo diesel, na Amazônia**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 54 p.

- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - Brasil (MMA). Probio. <http://www.mma.gov.br/port/sbf/chm/probio.html>. Acesso em 2008
- MIRANDA, R. M.; MOURA R. D. Óleo de dendê, alternativa ao óleo diesel como combustível para geradores de energia em comunidades da Amazônia. In: **Encontro de Energia no Meio Rural**, 3., 2000. Anais...
- NAE – Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Brasília: Secretaria de Comunicação do Governo e Gestão Estratégica, 2005. 233 p. (Cadernos NAE n. 2).
- OIL WORLD. Oil World Annual. Hamburg: ISTA Mielke. 2005.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3.ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65p.
- REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10., 1979, Rio de Janeiro, RJ. **Súmula...** Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS, 1979. 83p.
- SANTOS, M. A. S.; D'ÁVILA, J. L.; COSTA, R. M. Q.; COSTA, D. H. M.; REBELLO, F. K.; LOPES, M. L. B. O comportamento do mercado de óleo de palma no Brasil e na Amazônia. Belém: Banco da Amazônia S.A., 1988. (**Estudos Setoriais, 11**)
- SEAGRI. Cultura – Dendê. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/dende.htm>> Acesso em: 20 set. 2007.
- THORNTON, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.
- USDA. Official Statistics, USDA Estimates. United States Department Agriculture. **Circular**, Fevereiro de 2006. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/2006/06-02>>. Acesso em 28 mar. 2006.
- VEIGA, A. S.; SMIT, L.; FÚRIA, L. R. R. Avaliação do dendezeiro como opção para o seqüestro de carbono na Amazônia. In: VIÉGAS, I. J.; MÜLLER, A.A (Ed.). **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2000. p. 125-144.
- Veiga, A.S.; Furlan Jr, J.; Kaltner, F.J.; Masiero, L.C. A Dendeicultura na Visão do Setor Privado. In: **WORKSHOP LATINO-AMERICANO DE INVESTIGACIÓN EN DENDE (PALMA ACEITERA)**, 2005, Manaus. Alternativa para contribuir al desarrollo económico y social de la Amazonía: anais. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007. p. 44-49. (Embrapa Amazônia Ocidental. **Documentos**, 52). Tipo: PL
- WOOD, B. J.; CORLEY, R. H. V. The energy balance oil palm cultivation. In: Proceedings of International Palm Oil Conference, 1991, Kuala Lumpur. Kuala Lumpur: Palm Oil Research Institute of Malaysia, 1991. p. 130-143.



# ELABORAÇÃO



P  
N  
U  
D



Conab



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# APOIO INSTITUCIONAL

