

EXPANSÃO DA PALMA NA AMAZÔNIA ORIENTAL PARA FINS  
ENERGÉTICOS

Alberto Arruda Villela

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de  
Planejamento Energético, COPPE, da  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, como  
parte dos requisitos necessários à obtenção do  
título de Doutor em Planejamento Energético.

Orientadores: Luiz Pinguelli Rosa

Marcos Aurélio Vasconcelos de  
Freitas

Rio de Janeiro

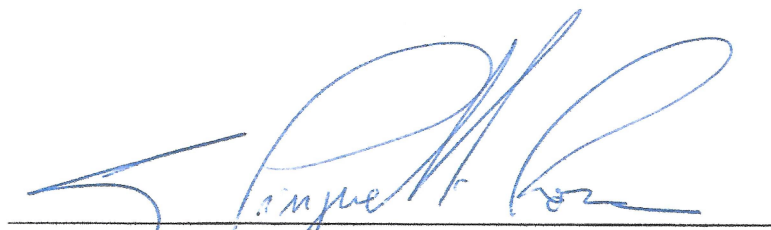
Junho de 2014

EXPANSÃO DA PALMA NA AMAZÔNIA ORIENTAL PARA FINS  
ENERGÉTICOS

Alberto Arruda Villela

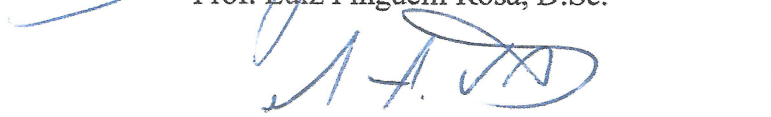
TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ  
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM  
CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Examinada por:




---

Prof. Luiz Pinguelli Rosa, D.Sc.




---

Prof. Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas, D.Sc.



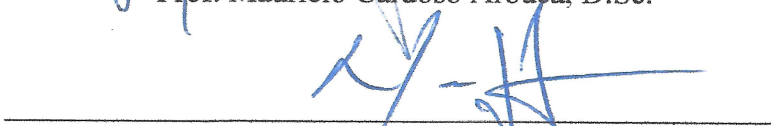
---

Prof. Suani Teixeira Coelho, D.Sc.



---

Prof. Maurício Cardoso Arouça, D.Sc.



---

Dr. Neilton Fidelis da Silva, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

JUNHO DE 2014

Villela, Alberto Arruda

Expansão da Palma na Amazônia Oriental para fins Energéticos / Alberto Arruda Villela. - Rio de Janeiro: UFRJ/ COPPE, 2014.

XXVIII, 360 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Luiz Pinguelli Rosa

Marcos Aurélio Vasconcelos de  
Freitas

Tese (doutorado) - UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2014.

Referências Bibliográficas: p. 289-330.

1. Palma. 2. Bioenergia. 3. Sustentabilidade. I. Rosa, Luiz Pinguelli *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Planejamento Energético. III. Título.

*“Buy land, they’re not making them anymore”*

Mark Twain

À minha esposa, Mônica.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial minha esposa, Mônica, por ter me inspirado a mudar de trajetória de vida e abraçar minha vocação acadêmica.

Aos meus pais, Annibal e Heloisa, pelo exemplo de vida e por ensinarem o amor à leitura, sem o qual não é possível progredir na academia. Ao meu tio Sérgio Trindade, pelo estímulo constante.

Aos meus velhos amigos, Carlos, Sami, Edson, Paulo, pela amizade incondicional ao longo da transição. Ao Wlad e Eugênio, pelo interesse continuado demonstrado em nossos colóquios energo-ambientais.

Ao prof. Luis Pinguelli pela confiança depositada e nas oportunidades concedidas. Ao prof. Marcos Freitas, por me acolher no IVIG e me fazer ver a importância de manter o foco no dendê. À prof<sup>a</sup> Suani, pela gentileza e pelas observações que muito enriqueceram a tese. Aos professores Maurício Arouca e Neilton Fidelis, por se disporem a entrar na banca com tão pouca antecedência.

Aos colegas do IVIG, por aturarem minha obsessão com a palma: José Luiz, José Sena, Guiga, Alexandre, Ramiro, Cynara, Veloni, Bia, Betina e “filhos”.

Ao Alan, Christiane, Tatiana, Cecília, Vânia, Régis e outros colegas de PPE, pelo acompanhamento e aconselhamento ao longo do caminho.

Ao Lázaro, D’Alembert e Felipe, pelas valiosas contribuições, sem a qual não teria sido possível escrever minha tese.

À Sandrinha, Simone, Paulo, Fernando, Queila e Josi, pela presteza, paciência e simpatia. Aos professores do PPE, pelas aulas que muito contribuíram para meu progresso intelectual.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D. Sc.)

## EXPANSÃO DA PALMA NA AMAZÔNIA ORIENTAL PARA FINS ENERGÉTICOS

Alberto Arruda Villela

Junho/2014

Orientadores: Luiz Pinguelli Rosa

Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas

Programa: Planejamento Energético

Desde a escalada no preço dos alimentos observada em 2007/08, uma acirrada corrida em busca por terras para atender demandas alimentares e energéticas ganhou impulso em todo o mundo. Num contexto de percepção de escassez de terras, a perspectiva de crescimento da produção de bioenergia tem atraído críticas quanto à sustentabilidade dessa expansão, causando preocupação mundial. Esta fonte energética pode ter papel proeminente na mitigação de emissões de carbono, mas sua baixa densidade espacial de potência acirra um quadro que sugere a possibilidade de não haver terras disponíveis para atender a todas as demandas de uma população crescentemente urbana, daí o risco de conflito com cultivos alimentares e ecossistemas naturais. Especificamente, a palma de óleo, ou dendê, tem sido criticada, por ocasionar desmatamento no Sudeste Asiático, com severos danos à biodiversidade, meio ambiente e sociedades locais. No estado do Pará, a cultura se consolida na substituição de áreas de pastagens, tendo atingido 140 mil ha em 2012, com projeções de 160 mil ha voltado à bioenergia até o final da década. Este trabalho mostra como a produção de bioenergia de dendê, cultivado em áreas desflorestadas da Amazônia, pode ser qualificado como sustentável. Analisa-se aqui os usos alternativos de terras no Nordeste do Pará, polo nacional da dendeicultura, de forma a compará-las à palma. Conclui-se ser possível o deslocamento, em bases sustentáveis, de, ao menos, um milhão de hectares de áreas de

pastos na região para a expansão desta oleaginosa, proporcionando óleo suficiente para cancelar o déficit da balança comercial do setor e deslocar mais de 20% da demanda de diesel prevista para a região Norte, em 2022. Nenhum outro uso alternativo da terra tem igual potencial para proporcionar tantos empregos e renda, além de sequestrar carbono e proteger da erosão o solo da região. Entretanto, para assegurar uma trajetória de fato sustentável, é imperioso que políticas governamentais de fomento, orientação e monitoramento da expansão da palma sejam disseminadas e aplicadas junto ao setor privado, para garantir os potenciais benefícios sócio-econômicos, restringindo o fenômeno às áreas antropizadas identificadas fora de áreas de proteção.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D. Sc.)

EXPANSION OF OIL PALM IN EASTERN AMAZONIA FOR ENERGY  
PURPOSES

Alberto Arruda Villela

June/2014

Advisors: Luiz Pinguelli Rosa

Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas

Department: Energy Planning

Since the hike of food prices observed in 2007/ 08, a widespread race in search for land to meet food and energy demands gained momentum worldwide. In a context of perceived scarcity of land, the growth prospect of bioenergy production has attracted criticism regarding the sustainability of its expansion, causing worldwide concern. This energy source may have a prominent role in mitigating carbon emissions, but its low spatial power density may intensify land conflict, as there is a fear that there may not be enough available land to meet all the demands of an increasingly urban population, hence the risk of conflict with food crops and natural ecosystems. Specifically, oil palm has been criticized for causing deforestation in Southeast Asia, with severe damage to biodiversity, environment and local societies. In Pará state, this crop has expanded mostly through pastures substitution, reaching 140 000 ha in 2012, with projections of 160 000 ha slotted for biofuel production by the end of the decade. This work shows how the production of bioenergy from oil palm grown in deforested areas of the Amazon, can be regarded as sustainable. It analyzes the alternative land uses in northeastern Pará, national oil palm hub, in order to compare them to oil palm cultivation. It concludes that at least one million hectares of pastures in the region can be sustainably displaced by this oilseed, providing sufficient oil to cancel Brazil's trade deficit in the sector, as well as displace



more than 20 % of projected diesel oil demand in the Northern Region, in 2022. No other alternative land use has the potential to provide as many jobs and as much income. Besides acting as a carbon sink, being a perennial crop, it helps to protect the fragile tropical soil from erosion. However, to insure a virtuous, sustainable path, it is mandatory government policies regarding funding, guiding and monitoring the oil palm sector, are consistent and transparent, to ensure a sustainable path, restricting the expansion to disturbed areas outside protected areas.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 2: REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1 Competição pelo uso da terra.....	9
2.1.1 Insegurança Alimentar e a Busca por Terras.....	9
2.1.2 Uso da Terra e Fatores de Intensificação.....	15
2.1.3 Padrões de Expansão Global no Uso da Terra.....	29
2.1.4 Limites na Expansão do Uso da Terra no Brasil.....	33
2.2 A Palma no Mundo.....	37
2.2.1 Aspectos Gerais da Palma.....	37
2.2.2 A Palma no Sudeste da Ásia: Benção e Maldição.....	44
2.2.3 A Palma na África e América Latina: Neo-Colonialismo?.....	52
2.2.4 A Palma na Amazônia: Redenção?.....	57
CAPÍTULO 3: GEOPOLÍTICA DOS BIOCOMBUSTÍVEIS.....	61
3.1 Mudanças Climáticas e o Uso da Terra.....	61
3.1.1 Orçamento de Carbono e Limites de Emissões de GEE.....	61
3.1.2 Impactos das Mudanças Climáticas na Produção Agrícola.....	66
3.1.3 Emissões de GEE na Mudança do Uso da Terra.....	70
3.1.4 Emissões de GEE na Produção e Consumo do Biodiesel de Palma .....	83
3.2 Segurança Alimentar vs. Segurança Energética.....	92
3.3 Certificação de Sustentabilidade na Produção de Biocombustíveis.....	102
3.4 Status e Perspectivas do Mercado de Biocombustíveis.....	112
CAPÍTULO 4: USO DA TERRA NA AMAZÔNIA .....	125
4.1 Histórico de Ocupação e o Desmatamento.....	125
4.1.1 Características Gerais.....	125
4.1.2 Breve Histórico da Ocupação da Amazônia.....	127
4.1.3 Evolução Recente do Desmatamento.....	132
4.2 A Expansão da Soja e da Pecuária.....	141
4.2.1 Introdução.....	141

4.2.2	Soja e o Nexo China – Amazônia.....	145
4.2.3	Gado Bovino na Amazônia: Extrativismo ainda é possível?.....	152
4.3	Agroenergia e a Palma: Novo Ciclo na Amazônia?.....	160
4.3.1	Agroenergia: Vocação da Amazônia.....	161
4.3.2	Sistemas Isolados Brasileiros.....	165
4.3.3	Traj�t�ria e Status da Palma.....	173
CAPÍTULO 5: POLÍTICAS DE FOMENTO E ORIENTA�O � EXP. PALMA ...		181
5.1	Macro Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal (MZEE-AL)....	181
5.2	Zoneamento Agrícola de Risco Climático da Palma de �leo (ZARC-Dendê)...	184
5.3	Zoneamento Agroecológico do Dendezeiro para as áreas Desmatadas da Amazônia Legal (ZAE Dendê).....	188
5.4	Desenvolvimento de Híbrido Imune ao Amarelecimento Fatal (AF).....	196
5.5	Programa de Produ�o Sustentável de Palma de �leo .....	202
5.6	Zoneamento Ecológico Econômico da Zona Leste e Calha Norte do Estado do Pará (ZEE ZLPar�).....	206
5.7	Pesquisas e Assistência Técnica para Apoio � Agricultura Familiar.....	210
5.8	Outras A�oes de Fomento � Palma no Pará.....	213
CAPÍTULO 6: EXPANSÃO DA PALMA NO NORDESTE DO PARÁ.....		217
6.1	Status e Perspectivas do Setor Produtivo.....	217
6.2	Gera�o de Emprego e Renda e a Agricultura Familiar.....	225
6.2.1	Aspectos da Agricultura Familiar e o PNPB.....	225
6.2.2	Potencial de Gera�o de Emprego e Renda com a Palma.....	228
6.2.3	Interdependência da Agroindústria e Agricultura Familiar da Palma...232	
6.3	Cogera�o de Resíduos da Palma.....	236
6.4	Biodiesel para os Sistemas Isolados.....	247
6.5	Limites da Expansão Sustentável da Palma .....	253
6.5.1	Impactos dos Biocombustíveis na Amazônia.....	253
6.5.2	Limitantes Locais para a Expansão da Palma.....	259
6.5.3	(Des)vantagens Competitivas do Brasil.....	261
6.6	Cenários Climáticos para a Palma.....	265
6.6.1	Impactos das Mudanças Climáticas na Amazônia.....	265
6.6.2	Impactos das Mudanças Climáticas sobre a Palma.....	266

6.6.3 Irrigação para a Palma.....	276
CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE PESQUISA.....	279
REFERÊNCIAS.....	289
APÊNDICE I Degradação Ambiental devido à Produção Agrícola.....	331
APÊNDICE II Extrativismo vs. Plantio e o Manejo de Solos Tropicais.....	345

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.1– Índice nominal e real do preço dos alimentos (FPI), 1990 – 2013.....	10
Figura 2.1.2 – Produção e Consumo de Grãos no Oriente Médio Árabe e Israel, 1961-2011.....	11
Figura 2.1.3 – Produção Agrícola e Área Cultivada Mundial.....	16
Figura 2.1.4 – Rotas distintas de aumento de produção de milho.....	17
Figura 2.1.5 – Tendências Globais na Intensificação da Produção Agrícola, 1961 - 2009 .....	18
Figura 2.1.6 – Produtividade média histórica e projetada de cereais, 1961 – 2080.....	19
Figura 2.1.7 - População do Planeta, 1950-2010, com Projeções para 2050.....	20
Figura 2.1.8 - Consumo de Carne nos EUA e China, 1960-2013.....	21
Figura 2.1.9 – Densidade espacial de potência de conversores e recursos energéticos...24	
Figura 2.1.10 – Tendências Globais das Pastagens, 1970 – 2050.....	32
Figura 2.1.11 – Uso da Terra no Brasil.....	33
Figura 2.2.1 - Preços internacionais de óleos vegetais.....	37
Figura 2.2.2 - Área cultivada de cultivos seletos em países tropicais úmidos, 1960–2010.....	40
Figura 2.2.3 - Rendimentos observados e teóricos da Palma de Óleo.....	42
Figura 2.2.4 - Usos de óleos e biomassa de palma em indústrias de alimentos e manufatura.....	43
Figura 2.2.5 - Custos reais de produção de óleo de palma em países produtores.....	44
Figura 3.1.1 – Projeções de Emissões Cumulativas de C do Uso de Energia.....	64

Figura 3.1.2 - Tempo de retorno de carbono para cultivos agroenergéticos (em anos).....	73
Figura 3.1.3 – Mudanças diretas e indiretas do uso da terra.....	75
Figura 3.1.4 – Relação Causal de Emissões de GEE na Mudança Indireta de uso da Terra.....	76
Figura 3.1.5 – Intensidade de Emissões de GEE de Combustíveis Líquidos Seletos.....	82
Figura 3.1.6 – Produtividade de CFF (t/ha) em função da idade e material genético.....	86
Figura 3.1.7 – Emissões globais de metano de efluentes líquidos do processamento da palma e a geração evitada de energia pela não queima.....	92
Figura 3.2.1 - Usos do Milho Norte-Americano: Ração, Etanol e Exportação, 1980-2012.....	93
Figura 3.2.2 – Preços Globais Agregados de <i>Commodities</i> vs. Produção Global de Biocombustíveis .....	95
Figura 3.2.3 - Preços Globais Normalizados e Agregados de <i>Commodities</i> .....	96
Figura 3.4.1 – Produção Mundial de Etanol e Biodiesel, 2000 a 2012.....	113
Figura 3.4.2 – Matérias-primas usadas na Produção de Biodiesel no Brasil.....	118
Figura 3.4.3 – Preço de Venda no Produtor: Diesel vs. Biodiesel.....	119
Figura 4.1.1 - A Amazônia brasileira: bioma Amazônia e Amazônia Legal.....	125
Figura 4.1.2 – Desmatamento da Amazônia Legal (km <sup>2</sup> ), 2004 a 2013.....	132
Figura 4.1.3 - Área desmatada na Amazônia Legal até 2012 e em 2013.....	133
Figura 4.1.4 - Evolução do Perfil do Desmatamento da Amazônia, 2002 a 2011.....	136
Figura 4.1.5 - Distribuição do desmatamento em 2.263 assentamentos em função da proporção do assentamento desmatado, até 2010.....	137

Figura 4.1.6. Área plantada das lavouras permanentes e temporárias na Amazônia e taxa de desmatamento anual, 1999 a 2010.....	139
Figura 4.2.1 – Produção Global de Proteína Animal, 1950-2012.....	142
Figura 4.2.2 – Demanda Mundial de Farelo de Soja e Carnes Suína + Aves.....	143
Figura 4.2.3 – “Teleconexões Econômicas”: indutores do desmatamento na Amazônia.....	143
Figura 4.2.4 - Ranking Brasileiro da Produção e Exportação 2010.....	144
Figura 4.2.5 - Produção, Consumo e Importação de Soja da China, 1964-2013.....	146
Figura 4.2.6 – Principais Produtores Mundiais de Soja, 1965-2013.....	147
Figura 4.2.7 - Área plantada de principais culturas na Amazônia, 1999 a 2010.....	148
Figura 4.2.8 - Balanço de Oferta e Demanda da Soja no Brasil – Safra 2013/2014.....	150
Figura 4.2.9 – Importações de grãos pela China.....	151
Figura 4.2.10 - Evolução da Produtividade e da Área de Pecuária e Soja, 1970 a 2006.....	154
Figura 4.2.11 – Curva de crescimento de pasto (kg fitomassa/ha).....	157
Figura 4.2.12 – Terra, água e energia requerida para produção de alimentos seletos.....	159
Figura 4.3.1 - Custos de produção de energia elétrica no Brasil (R\$/MWh).....	161
Figura 4.3.2 - Sistemas Isolados Brasileiros: Mapa Eletrogeográfico.....	166
Figura 4.3.3 – Logística de Abastecimento de Óleo Diesel para a Amazônia.....	172
Figura 4.3.4 – Expansão da Palma no Pará, 1985 a 2011.....	178
Figura 4.3.5 – Expansão do cultivo de palma no Nordeste do Pará a partir da conversão de florestas (em km <sup>2</sup> ).....	179

Figura 5.1.1 - Unidade Territorial “Coração Florestal” .....	183
Figura 5.1.2 - Unidade Territorial “Capitais Costeiras” .....	184
Figura 5.2.1 - Zoneamento de Riscos Climáticos para a Dendeicultura no Brasil.....	185
Figura 5.2.2 – Zoneamento de Riscos Climáticos do Dendê no Pará.....	187
Figura 5.3.1 – Deficiência hídrica anual vs. produção anual média de cachos de palma.....	191
Figura 5.3.2 – Mapa de Aptidão Climática para a Cultura da Palma na Amazônia.....	192
Figura 5.3.3 – Área preferencial para plantio de dendê no Nordeste do Pará: manejo B e C.....	195
Figura 5.4.1 - Danos causados pelo Amarelecimento Fatal.....	197
Figura 5.4.2 – Arco de Produção de Palma com Variedades Tenera.....	199
Figura 5.6.1 - Mapa de Gestão Territorial do ZEE-ZL do Pará.....	208
Figura 5.6.2 – Área preferencial no Nordeste do Pará (ZAE-Dendê) - Manejo B.....	209
Figura 5.8.1 – Municípios do Polo Dendeicultor do Pará inseridos no Programa Terra Legal.....	214
Figura 6.1.1: Encontro da Estrada de Ferro Norte-Sul e Estrada de Ferro Carajás.....	223
Figura 6.3.1 - Cachos de frutos vazios.....	239
Figura 6.3.2 - Torta de Palmiste.....	240
Figura 6.3.3 - Fibra da polpa.....	240
Figura 6.3.4 – Esquema de Recuperação de Energia para Otimizar Processo de Cogeração.....	244
Figura 6.5.1 – Potencial agrônomo de terras com pasto no bioma Amazônia .....	259



Figura 6.6.1 – Impacto de Diferentes Cenários de Emissões na Amazônia.....	265
Figura 6.6.2 – Balanço Hídrico Mensal de Belém, PA – CAD de 125 mm.....	269
Figura 6.6.3 – REQM de MCGs p/ a precipitação média mensal de Belém.....	271
Figura 6.6.4 – Correlação de MCGs p/ a precipitação média mensal de Belém.....	272
Figura 6.6.5 – Balanço Hídrico Projetado para Belém em 2040.....	273
Figura 6.6.6 – Balanço Hídrico Projetado para Belém em 2050.....	274
Figura 6.6.7 – Balanço Hídrico Projetado para Belém em 2060.....	274
Figura 6.6.8 – Balanço Hídrico Projetado para Belém em 2070.....	275
Figura 6.6.9 – Balanço Hídrico Projetado para Belém em 2080.....	275

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1.1 - Faixa estimada de usos da terra em 2000 (Mha).....	16
Tabela 2.1.2 – Eficiência Típica na Produção de Carne.....	23
Tabela 2.1.3 – Fluxos Energéticos Globais de Biomassa Tradicional e Moderna.....	26
Tabela 2.1.4 - Faixa estimada de demanda adicional de terra em 2030 e 2050.....	29
Tabela 2.1.5: Áreas de campos e pastagens potencialmente disponíveis e apropriados para cultivos agrícolas em países seletos (1000 ha).....	31
Tabela 2.1.6 – Uso da Terra e Aptidão para Lavouras e Pastagens no Brasil.....	34
Tabela 2.1.7 - Alcance Territorial das Unidades de Conservação (UCs), Terras Indígenas (TIs), Reserva Legal (RL) e Áreas de Proteção Permanente (APPs).....	35
Tabela 2.2.1 - Produção Mundial de Óleos Vegetais (milhões de toneladas).....	38
Tabela 2.2.2 – Área cultivada e potencialmente disponível e apropriada para plantio de Palma (Mha).....	41
Tabela 2.2.3 – Produtividade Média de etanol e biodiesel, a partir dos dois melhores produtores dos principais insumos utilizados.....	2
Tabela 2.2.4 - Produção Global de Óleos Vegetais (milhões de toneladas).....	45
Tabela 3.1.1 – Emissões acumuladas e fluxos de C devido à queima de combustíveis fósseis, produção de cimento e mudança de uso da terra.....	64
Tabela 3.1.2 - Estoques globais de C na vegetação e no solo (até 1m profundidade).....	66
Tabela 3.1.3. Variação das áreas com potencial em 2070, na comparação com o momento atual (2008), utilizando Cenário A2 (IPCC SRES).....	70
Tabela 3.1.4: Mitigação de emissões de GEE de diferentes rotas tecnológicas de biocombustíveis, incluindo mudanças diretas e indiretas do uso da terra (RFS-2).....	79

Tabela 3.1.5 – Balanço Energético e Balanços de Emissões GEE de Biodiesel .....	84
Tabela 3.1.6 – Produtividade de CPO (t/ha) dos materiais genéticos da Agropalma.....	86
Tabela 3.1.7 - Demanda energética e emissões de GEE no cultivo de dendê.....	87
Tabela 3.1.8 - Demanda energética e emissões na fase industrial do biodiesel de dendê (extração de óleo e processo de transesterificação).....	87
Tabela 3.1.9 - Estoque de C (tC/ ha) em plantio de Palma, pastagem e floresta densa.....	90
Tabela 3.1.10 - Emissões de diesel vs. biodiesel, conforme uso prévio da terra.....	91
Tabela 3.3.1 – Indicadores de Sustentabilidade Bioenergética propostos por GBEP.....	111
Tabela 3.4.1 - Produção Global de Biocombustíveis, 2012 (bilhões de litros).....	114
Tabela 3.4.2 – Demanda Obrigatória Projetada de Biodiesel no Brasil.....	119
Tabela 3.4.3 – Consumo de Etanol e Biodiesel no Subsetor de Transporte Rodoviário no Cenário de Novas Políticas (Mbep/d).....	122
Tabela 4.1.1 – Indicadores seletos dos estados da Amazônia Legal em 2010.....	126
Tabela 4.1.2 – Mercado Internacional da Borracha, 1900 a 1919.....	129
Tabela 4.1.3 – Exportação de madeira da Amazônia para outras regiões do Brasil.....	130
Tabela 4.1.4 – Setor Mudança do Uso da Terra e Florestas: Emissões estimadas (CO <sub>2</sub> eq).....	134
Tabela 4.1.5 - Emissões brasileiras estimadas de GEE (em CO <sub>2</sub> eq), 1990-2010.....	135
Tabela 4.1.6 – Usos da terra desflorestada na Amazônia Legal, em 2008 e 2010.....	139
Tabela 4.1.7 – TerraClass 2010 – Áreas correspondentes de cada classe do mapeamento nos estados da Amazônia Legal.....	140
Tabela 4.2.1 - Oferta de óleos e gorduras no Brasil.....	149

Tabela 4.2.2 – Área usada com soja, cana e gado em 2011 e cenário para 2020.....	153
Tabela 4.3.1 - Vendas, demanda e produção de diesel na Região Norte.....	162
Tabela 4.3.2 - Consumo total por subsistema elétrico (GWh).....	167
Tabela 4.3.3 - Demanda Elétrica e de Diesel Previsto em 2014 para os Sistemas Isolados.....	168
Tabela 4.3.4 - Emissões de GEE na geração elétrica dos Sis. Isol. (MtCO <sub>2e</sub> ).....	169
Tabela 4.3.5 – Intensidade de emissão média (tCO <sub>2e</sub> /MWh) do setor elétrico no mundo em comparação com as Empresas Eletrobrás.....	170
Tabela 4.3.6 - Área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção de cachos de frutos frescos de dendê no Brasil, em 2011.....	175
Tabela 4.3.7 – Balança Comercial Brasileira de Óleo de Palma e Palmiste, 2004 a 2011 (US\$).....	175
Tabela 4.3.8 - Produção, exportação, importação e consumo de óleo de palma e palmiste (1000 toneladas).....	176
Tabela 4.3.9 – Área com Palma de Óleo em Formação no Brasil em 2010.....	177
Tabela 5.3.1 - Graus máximos de limitação permissíveis, por nível de manejo, para enquadramento dos solos componentes das unidades de mapeamento nas classes de aptidão das terras do ZAE-Dendê.....	190
Tabela 5.3.2 - Áreas das classes do ZAE Dendê por estado da Amazônia Legal, com adoção do níveis de manejo B.....	194
Tabela 5.5.1 – Instrumentos de Financiamento do PROPALMA.....	204
Tabela 6.1.1 – Área plantada, valor da produção e produção média das principais lavouras no estado do Pará, em 2011.....	218
Tabela 6.1.2 – Área de colheita, quantidade e valor de produção de cachos de palma, em	

2012: Brasil e Pará (total e principais municípios produtores).....	219
Tabela 6.1.3 – Produção de dendê no Pará em 2012 e expansão projetada p/ 2015.....	220
Tabela 6.1.4 – Projetos da Petrobrás Biocombustível no Pará.....	223
Tabela 6.2.1 - Selo Biocombustível Social – redução do PIS/PASEP e Cofins.....	226
Tabela 6.2.2 – Distinções na Cadeia Produtiva da Mamona, Palma e Soja.....	226
Tabela 6.2.3 – Características dos Projetos e Receita Total e Mensal dos Agricultores familiares assistidos pela Agropalma.....	229
Tabela 6.2.4 – Agricultores Familiares Integrados à Palma, entre 2010 e 2012.....	229
Tabela 6.2.5 - Perfil da população dos municípios afetos e recorte da Área preferencial da palma no Nordeste do Pará (Manejo-B - ZAE-Dendê).....	231
Tabela 6.2.6 – Tecnologias na produção da palma: empresa familiar e capitalista.....	235
Tabela 6.3.1: Potencial de Geração de Energia de Resíduos Industriais a partir de Plantas de Extração de Óleo de Palma (por tCFF).....	237
Tabela 6.3.2 – Parâmetros técnicos de termelétricas a biomassa utilizando turbina em ciclo a vapor com extração e condensação (CEST).....	245
Tabela 6.4.1 – Sis. Isol. na Região Norte: cenários de consumo de biodiesel.....	248
Tabela 6.4.2 – Capacidade de processamento e consumo obrigatório de biodiesel nas regiões do Brasil: 2013 e 2022.....	250
Tabela 6.4.3 – Comparação entre modais de transporte de carga.....	250
Tabela 6.5.1 - Grau de relevância das variáveis dos modelos de desenvolvimento agroindustrial em relação ao desenvolvimento da dendeicultura.....	264
Tabela 6.6.1 – Parâmetros climatológicos de Belém, PA (média entre 1961 e 1990)....	269
Tabela 6.6.2 – Projeções de Risco Climático para a Palma no Pará, 2020 a 2040.....	270

Tabela 6.6.3 – Temperatura e precipitação projetada para Belém: 2040, 2050, 2060, 2070 e 2080.....	273
--	-----

## LISTA DE ABREVIATURAS

- ABC – Agricultura de baixa emissão de carbono
- ABIOVE - Associação Brasileira de Óleos Vegetais
- ABRAPALMA - Associação Brasileira de Produtores de Palma
- ACV – Análise de ciclo de vida
- AF - Amarelecimento Fatal
- ANEC - Associação Nacional dos Exportadores de Cereais
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
- ANP - Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
- ANTT - Agência Nacional de Transportes Terrestres
- APP - Áreas de Proteção Permanente
- APPT - Arco de Produção de Palma com Variedades Tenera
- ATER - Assistência técnica e extensão rural
- B5, B7, B10, B20, B50, B100 – proporção de biodiesel misturado ao diesel
- BASA - Banco da Amazônia
- BAU – ‘business as usual’
- BB - Banco do Brasil
- BNB - Banco do Nordeste do Brasil
- BONSUCRO - Mesa Redonda para Biocombustíveis de Cana-de-Açúcar
- BRIC - Brasil, Rússia, Índia e China
- BSE - Acrônimo inglês para Encefalopatia Espongiforme Bovina
- CAD - Capacidade de Água Disponível
- CAR - Cadastro Ambiental Rural
- CARB - órgão do meio ambiente do estado da Califórnia – EUA
- CBOT - Bolsa de Futuros e Opções de Chicago (EUA)

CCC – Conta Consumo Combustível

CE – Comissão Européia

CELPA – Centrais Elétricas do Pará S.A

CEST – Turbina de ciclo a vapor (Rankine), com extração e condensação

CFF – Cachos de frutos frescos

CFV - Cachos de frutos vazios

Cofins - Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

CONTAG - Confederação Nacional dos Trabalhadores da Agricultura

COP - Conferência das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas

COPPE – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro

CPO - acrônimo inglês para óleo bruto de palma

DH - Deficiência hídrica total anual

E10, E15 - Proporção de etanol misturado à gasolina

EFR - acrônimo inglês para requerimentos de fluxos ambientais

EIA - Energy Information Administration (agência do Departamento de Energia do governo dos EUA)

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPA – Environmental Protection Agency, órgão ambiental do governo dos EUA

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura

FELDA - *Federal Land Development Authority* (agência do Governo da Malásia)

FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos

FMI – Fundo Monetário Internacional

FPI - *Food Price Index*



GBEP - Global Bioenergy Partnership

GEE – Gases de efeito estufa

GLP - Gás liquefeito de petróleo

GREENERGY - Programa de verificação empresarial da produção de etanol de cana do Brasil

HVDC - Sistemas de transmissão tipo *High-Voltage Direct Current*

HIE - Híbrido interespecífico

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICONE - Instituto de Estudos do Comercio e Negociações Internacionais

IDH - Índices de Desenvolvimento Humano

IEA - International Energy Agency (Agência Internacional de Energia)

IFPRI - Instituto Internacional de Pesquisa sobre Políticas Alimentares

ILUC - acrônimo inglês para mudanças indiretas do uso da terra

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia

IPCC - Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas

IPEA - Instituto de Pesquisa de Economia Aplicada

IRHO - Instituto francês de pesquisas em óleos e oleaginosas

IRR - Imposto de Renda Rural

IRRI - Instituto Internacional de Pesquisas em Arroz

ISCC - Certificação Internacional de Sustentabilidade de Carbono

ITERPA - Instituto de Terras do Estado do Pará

ITR - Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural

LA – Latossolos amarelos

LCFS - acrônimo inglês para Padrão de Combustíveis de Baixo Carbono

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MCG – Mudança Climática Global

MCTI - Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação

MDA - Ministério de Desenvolvimento Agrário

MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

Mha – Milhões de hectares

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MME – Ministério de Minas e Energia

MO - Matéria orgânica

MZEE-AL - Macro Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OGMs – Organismos Geneticamente Modificados

OMC – Organização Mundial do Comércio

ONGs - Organizações Não Governamentais

ONU – Organização das Nações Unidas

PADDD - acrônimo inglês para Rebaixamento, Redução, Extinção e Reclassificação de Áreas Protegidas

PCI – Poder calorífico inferior

PCS - Poder calorífico superior

PDE - Plano Decenal de Expansão de Energia

PIB - Produto Interno Bruto

PIS/PASEP - Programa de Integração Social/Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público

PLpT - Programa Luz para Todos

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

PNMC - Plano Nacional sobre Mudança do Clima

PNPB – Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

POME - acrônimo inglês para efluentes líquidos resultantes da extração de óleo de palma

PPL – Produtividade (fotossintética) primária líquida

PRODES - Programa de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal

PRONAF-ECO - Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar, Linha de Crédito para Investimento em Energia Renovável e Sustentabilidade Ambiental

PROPALMA - Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo

PRV - Pastoreio Racional Voisin

RDC - República Democrática do Congo

RED - acrônimo inglês para Diretiva de Energias Renováveis da CE

REDD - Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal

REMAN – Refinaria de Manaus

RFS-2 - Programa de Combustíveis Renováveis do Governo dos EUA

RSB – acrônimo inglês para Mesa Redonda dos Biocombustíveis Sustentáveis

RSPO - acrônimo inglês para Mesa Redonda do Óleo de Palma Sustentável

RSU – Resíduos sólidos urbanos

RTRS - Mesa Redonda para a Soja Responsável

SCS - Selo Combustível Social

SIN - Sistema Interligado Nacional (de Transmissão de Energia Elétrica)

SPD - Sistema de plantio direto

SPVEA - Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia

SUDAM - Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia

SUDHEVEA - Superintendência da Borracha

TIs - Terras Indígenas

TM – Terra mulata

TPI – Terra preta de índio

UCs - Unidades de Conservação

UE – União Européia

UENF - Universidade Norte Fluminense

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UNEP - acrônimo inglês para Programa das Nações Unidas Para o Meio Ambiente

UNFCCC - acrônimo inglês para Convenção Quadro das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas

USDA - United States Department of Agriculture

UTES – Usinas Termelétricas

ZAE-Dendê - Zoneamento Agroecológico do Dendzeiro para as Áreas Desmatadas da Amazônia Legal

ZARC - Zoneamento de Riscos Climáticos

ZEEs – Zoneamentos Ecológicos Econômicos

ZEE-ZL Pará - Zoneamento Ecológico Econômico da Zona Leste e Calha Norte do Estado do Pará

ZFM – Zona Franca de Manaus

## INTRODUÇÃO

Projeções da ONU indicam um aumento de até 70% na demanda por alimentos (grãos, principalmente) até 2040-2050. Parte se deve à expansão populacional esperada (de 7,2 bilhões em 2012 a 9,6 bilhões em 2050), parte ao crescimento acelerado do consumo de proteína animal, fruto da recente ascensão social de centenas de milhões de habitantes de países emergentes, com destaque para a China.

Sob uma perspectiva global, tem se observado um declínio no aumento da produtividade agrícola nas duas últimas décadas e o 5º Relatório do IPCC apresenta evidências de que as mudanças climáticas diminuirão a disponibilidade futura de terras. Cientistas e tomadores de decisão tem dúvidas se existem terras disponíveis para atender a demanda alimentar projetada, sem que haja a necessidade de expandir a fronteira agropecuária para terras preservadas, com alto potencial de biodiversidade e serviços ecológicos.

O uso da bioenergia há muito tem sido considerado uma eficiente ação de mitigação das mudanças climáticas. No entanto, esta é a fonte energética que, em geral, mais demanda terras e crescem os indícios de que estas não estão disponíveis em quantidade suficiente para saciar, em adição aos alimentos, à demanda energética, particularmente, a de combustíveis fósseis líquidos:

- i) Mais de 1/3 de toda a safra de milho norte-americana é convertido em etanol, deslocando 7% da demanda energética de gasolina do país. Vale frisar que o milho responde por 38% da produção global de grãos, sendo que os EUA respondem por 38% de sua produção (USDA, 2014). Fica evidente que a conversão de todos os grãos do planeta em etanol mal consegue atender à demanda norte-americana de gasolina.
- ii) Da mesma forma, a produção mundial de óleos vegetais, principal matéria prima do biodiesel, representa 1/3 da produção mundial de destilados médios (basicamente, óleo diesel). Ou seja, o desvio total de uma indispensável fonte alimentar para a produção de uma alternativa renovável ao óleo diesel, não saciaria a demanda por este combustível fóssil.
- iii) Recentemente, o setor aéreo tem buscado rotas de produção de bioquerosene de aviação, abrindo uma nova frente de demanda de agro energéticos.

Como será visto no decorrer deste trabalho, esta realidade tem levado instituições como a FAO, IFPRI e o Banco Mundial a emitirem críticas à adoção da bioenergia como alternativa energética sustentável. Influentes formadores de opinião, como Jean Ziegler e Bjorn Lomborg condenam os biocombustíveis com veemência, “um crime contra a humanidade”.

A *Elaeis guineensis*, conhecida como “dendê”, palma ou palma de óleo apresenta a maior produtividade de óleo vegetal conhecida entre as plantas cultivadas. Sua extraordinária eficiência na produção de biomassa determina que os plantios estejam restritos a alguns países de baixa latitude, na América Latina, África subsaariana e Sudeste asiático. Por ter o mais baixo custo de produção, o óleo de palma (polpa) é também o mais produzido no mundo. Largamente utilizado na indústria alimentícia (em substituição à gordura *trans*), na indústria de higiene e química, ele recentemente passou a ser utilizado na produção de biocombustíveis.

A produção de óleo de palma dobrou nos últimos dez anos, apresentando um crescimento duas vezes maior do que o óleo de soja, historicamente o óleo vegetal mais produzido no planeta.

A expansão vertiginosa do cultivo da palma tem causado um elevado índice de desmatamento, principalmente na Indonésia e Malásia, que concentram 86 % da produção mundial. Entre 1990 e 2010, houve uma conversão direta de 3,5 Mha de florestas nestes países para acomodar uma expansão de quase 10 Mha com palma, um aumento de 474% da área plantada. Além de fomentar conflitos pela posse de terra, o desmatamento coloca em risco a sobrevivência de espécies emblemáticas, como o orangotango. Para agravar, existe uma crescente expansão em solos de turfa, que contém muito mais carbono do que a própria biomassa aérea.

Não à toa, estudos e relatórios de entidades ambientalistas vilipendiam a palma. Produtos alimentares apresentam rótulos que avisam que os óleos vegetais utilizados não causam o extermínio de orangotangos (*orangutan-free*). Campanhas contra a palma estimularam a formação de uma entidade, a Mesa Redonda do Óleo de Palma Sustentável – RSPO, responsável por certificar a sustentabilidade dos produtores do setor.

O Brasil não está entre os maiores produtores de palma de óleo, mas, ao que tudo indica, é o país que apresenta a maior área desmatada propícia para seu cultivo, especialmente na região Amazônica, onde o setor produtivo prevê um expressivo aumento.

O 5º Relatório do Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas (IPCC, 2014a) ressalta o papel vital da América do Sul: por um lado, ela ostenta a maior floresta tropical do mundo; por outro, apresenta o maior potencial de expansão e desenvolvimento agrícola nas próximas décadas. Ele indica que os grandes países do subcontinente terão importância capital na produção de alimentos e bioenergia, contanto que as políticas de adaptação às mudanças climáticas sejam projetadas estrategicamente, pois seus territórios serão expostos a uma crescente intensidade no uso da terra. Por fim, lembra que a região é uma das maiores produtoras e usuárias de bioenergia, sendo que a sua experiência deverá servir de exemplo para outras regiões, em desenvolvimento e já desenvolvidas.

Dada a importância universal da Floresta Amazônica e o fato de seu desmatamento ser a principal fonte de emissões de GEE no Brasil, o uso econômico do solo na região, palco de incontáveis conflitos fundiários, tem sido objeto de crescente discussão e escrutínio. É compreensível, pois, que a expansão observada e projetada da dendeicultura na Amazônia, em particular, no Nordeste do Pará, locus de um ascendente polo produtor, cause apreensão para muito além das fronteiras do bioma.

Exposto o quadro acima, esta tese se propõe a contribuir na elucidação de uma questão premente, qual seja: *muitos autores afirmam que a produção de biocombustíveis, em geral, e o cultivo de palma nos trópicos, em particular, são nefastos. A expansão da palma de óleo no nordeste do Pará para fins energéticos pode ser uma alternativa sustentável de uso da terra?* Para tanto, este trabalho discorre, de forma original, sobre as questões subjacentes ao discurso antagônico aos biocombustíveis. Segue abaixo a sua estrutura geral:

- Objetivo Geral

Consolidar reflexões sobre a expansão da palma no Nordeste do Pará, com foco na sustentabilidade de seu uso como energético (biocombustível, energia elétrica).

- Objetivos Específicos:

- 1) Identificar as questões subjacentes às críticas tanto à expansão na produção dos biocombustíveis e do óleo de palma;
- 2) Levantar aspectos históricos e socioeconômicos no processo de ocupação da Amazônia, contrapondo o cultivo da palma à outros usos alternativos da terra;
- 3) Analisar as ações e políticas de fomento e orientação da expansão sustentável da palma na Amazônia Legal, com foco no Nordeste do PA;
- 4) Avaliar os limites da expansão da palma, considerando usos concorrentes da terra, futura demanda doméstica e internacional e possíveis impactos decorrentes, inclusive pelas mudanças climáticas

■ Hipótese:

É possível criar condições para uma expansão sustentável da palma no Nordeste do Pará, visando aumentar a segurança energética da região Norte.

### **Delimitação do Estudo**

Este trabalho tem um foco no Nordeste do Pará (compreendendo as mesorregiões de Belém e Nordeste do Pará). Ali se encontra o principal polo produtor do país, responsável por 90% da produção nacional de óleo de palma. Além de proporcionar expressiva oferta de mão de obra, fundamental para o elo agrícola, também é o local onde a cultura mais cresce, por conta de vantagens logísticas evidentes (proximidade de Belém e do Rio Amazonas, fácil acesso à Europa e costa atlântica norte-americana).

BECKER (2010) sugere que coração florestal da Amazônia (conforme caracterizado no Macrozoneamento Ecológico Econômico da Amazônia Legal) deve ser preservado, daí sugerir o cultivo palma no Nordeste Pará, região historicamente antropizada, mas não no Amazonas, estado mais preservado da União. Para completar, a EMBRAPA aponta a dita região paraense como aquela que apresenta a maior área contígua de terras preferenciais, do ponto de vista de solo e clima, para o cultivo do dendê.

Este autor já efetuou dissertação sobre biodiesel de palma (VILLELA, 2009). Entre outros, teceu considerações acerca da inserção (Brasil e mundo) dos biocombustíveis na matriz de combustíveis líquidos fósseis, discutiu propriedades e a caracterização do biodiesel, coeficientes técnicos agroindustriais, dados energéticos e emissões de GEE da



cadeia produtiva do biodiesel de palma. Desta forma, estas discussões são aqui minimizadas ou, no máximo, atualizadas.

A conclusão mais relevante da citada dissertação é que o uso prévio da terra é a variável mais relevante no que tocam as emissões de GEE de toda a cadeia do óleo e biodiesel de dendê. Entretanto, desde 2009 surgiu um novo elemento que reformulou o tom das discussões sobre a sustentabilidade da bioenergia: as mudanças indiretas do uso da terra (ILUC, sigla em inglês), fenômeno modelável mas não mensurável, cuja existência surgiu num contexto de crescente percepção de escassez de terras novas para atender a demanda alimentar que se projeta.

Alguns modelos têm estimado que as emissões de GEE devido à ILUC podem representar mais de 2/3 das emissões das principais rotas de biocombustíveis, inviabilizando estes como opções de mitigação das mudanças climáticas. Desta forma, este assunto será amplamente discutido aqui, no citado contexto de crescente acirramento no uso da terra (segurança energética vs. alimentar, *land grabbing*), que tende a se intensificar, agravado pelos impactos detectados e previstos das mudanças climáticas antropogênicas nos sistemas alimentares.

O despertar nacional para as possibilidades do dendê, cristalizados no *Programa da Palma de Óleo Sustentável*, propiciou um aumento substancial nas ações de fomento e na oferta de informações acerca de nossa realidade. Isto, por si só, justifica a revisitação do tema, pois as perspectivas que se descortinam agora são marcadamente distintas daquelas observadas em 2009, quando a cultura ainda se encontrava “adormecida”.

### **Relevância do Estudo**

Uma nova fronteira agro energética está se desenhando. O dendê não tem concorrentes em termos de produtividade econômica e ecológica na produção de óleo. Produz mais biomassa que a cana. Pode ser a melhor alternativa na Amazônia para barrar a expansão da soja e pecuária, fenômeno atrelado ao aumento global na demanda por proteína animal. Isto, por sua vez, está conectada à recente ascensão à classe média de expressivo contingente populacional, particularmente nos países ditos emergentes.

A Amazônia é um bioma de importância incalculável para a humanidade. O uso de sua terra, dadas as pressões internas e externas de consumo alimentar e energético, a serem

detalhados neste trabalho, tem que ser judiciosamente considerado. A palma pode ser uma excelente alternativa, mas existe real possibilidade de que a expansão ocorra de forma descontrolada. Vários exemplos de conflitos por terra para a implantação da dendeicultura serão analisados, de forma a que não sejam reproduzidos na Amazônia.

### **Tipo de Pesquisa**

Quanto aos fins, a investigação conduzida nesta tese será exploratória e explicativa. Exploratória, pois há pouco conhecimento acumulado e sistematizado para o recente fenômeno da expansão da dendeicultura no Nordeste do Pará. Explicativa, pois procura esclarecer quais os fatores, as justificativas, para tal fenômeno.

Quanto aos meios, a pesquisa será majoritariamente bibliográfica (compilação), uma consulta crítica à literatura existente, oferecendo uma visão panorâmica de um fenômeno de relevância nacional. A escassez de estudos locais requereu complementação de informações relevantes, daí se incluir uma análise de dados de modelos climáticos, para fins de avaliação da adequabilidade futura da palma.

### **Estrutura da tese**

O capítulo 2 evidencia que está em curso uma crescente intensificação na busca por terras, em todo o planeta, com enfoque na África e América do Sul. Isto decorre, principalmente, de uma percepção, a cada dia mais nítida, da parte dos mercados e governos, de uma escassez para atender às demandas da sociedade moderna. Também é apresentado um amplo panorama da palma, cultura tropical em ascensão. Mostra-se que o Brasil, apesar de não figurar entre os principais produtores, é o país que apresenta a maior área disponível para o seu cultivo, em especial na Amazônia, com as oportunidades e riscos decorrentes do seu desenvolvimento em um bioma que é patrimônio da humanidade.

No capítulo 3, discute-se o contexto geopolítico da inserção dos biocombustíveis num mercado cada vez mais globalizado, mais ciente da escassez de terras para as mais diversas finalidades e que devem se tornar crescentes em função das mudanças climáticas. Isto exigirá a montagem de uma estrutura universal de certificação de sustentabilidade, que possa fornecer os meios para avaliar o uso apropriado da terra em cada caso.

O capítulo 4 discorre sobre o histórico de ocupação do território amazônico, seus

principais usos e suas vocações naturais, dentro de um contexto de um mercado ávido pela produção de alimentos e que olha para o Brasil como um exportador de recursos agropecuários de crescente importância.

No capítulo 5 elencam-se as diversas ações de fomento do governo brasileiro no sentido de promover a palma na Amazônia, orientando a expansão para áreas já antropizadas. A tarefa é monumental, uma vez que houve a identificação na região, por parte da Embrapa, de terras desmatadas, propícias ao cultivo que totalizam quase o dobro da área atualmente plantada com palma em todo o mundo.

No capítulo 6 são analisadas as perspectivas de crescimento da palma no Pará, principal polo produtor e onde se revela uma nova fronteira agro energética com base nesta oleaginosa. Faz-se uma avaliação de seu potencial energético, inclusive de cogeração, necessário para uma região marcada pela insegurança energética, apesar de sua condição de exportadora líquida de energia elétrica.

No mesmo capítulo estimam-se os limites para a expansão da palma, considerando as necessidades de mercado e os estoques de terra disponíveis para a sua cultura. São avaliados também as inter-relações entre o agronegócio da palma e a agricultura familiar, seus impactos positivos e negativos. Também são avaliadas as vantagens competitivas do setor dendeicultor nacional vis a vis os principais atores internacionais. Por fim, são discutidos os riscos e impactos à produtividade da palma associados às mudanças climáticas, dado o horizonte intrinsecamente longo do ciclo de cultivo.

HOMMA et VIEIRA (2012) afirmam que o processo de rápida expansão da cultura da palma ora observada na Amazônia deflagra “uma era desafiadora para a agricultura brasileira e, a partir dele, configuram-se novas territorialidades e tecnologias de produção e processamento do produto, assim como novas dinâmicas econômicas e ecológicas na Amazônia, em especial no estado do Pará, maior produtor do país”.

O capítulo 7 apresenta as conclusões e recomendações.

Apêndice I identifica indícios de que as técnicas que revolucionaram a produtividade agrícola no século XX estão se esgotando, demandando novas terras para cultivo.

Apêndice II faz considerações sobre especificidade no manejo de solos tropicais.



## Capítulo 2 – Revisão de Literatura

### 2.1 – Competição pelo uso da terra

#### 2.1.1 – Insegurança alimentar e a busca por terras

Entre 2007 e 2008 os preços dos principais grãos (milho, trigo, arroz e soja) mais que duplicaram, em relação à média da década anterior (UNEP, 2014). À medida que os preços aumentavam, países exportadores impuseram restrições à saída de seus produtos, num esforço em limitar a inflação alimentar doméstica, causando apreensão em países importadores de alimentos (PEARCE, 2012). Alguns tentaram negociar acordos de longo prazo para o suprimento de grãos, mas, num mercado curto em oferta, poucos foram bem sucedidos. Países importadores concluíram que a melhor opção era encontrar terras em outros países para assegurar produção de alimentos para si (BROWN, 2012).

O abrupto aumento nos preços dos grãos levou à fome um número (em termos absolutos) inédito de pessoas na história, ocasionando protestos e rebeliões. No Haiti, protestos custaram cinco vidas e o cargo do primeiro-ministro. No México, o governo ficou alarmado com protestos pelo aumento do preço da *tortilla*, prato típico do país, à base de milho (BYERLEE, 2012). MOORE (2008) descreve distúrbios em 20 países em desenvolvimento, entre setembro de 2007 e abril de 2008, devido ao aumento no preço dos alimentos.

Como pode ser visto na figura 2.1.1, após o salto ocorrido entre 2007 e meados de 2008, os preços caíram durante a recessão econômica mundial, mas tal fenômeno durou pouco, mostrando os limites para a rápida expansão na oferta. Segundo o relatório *Assessing Global Land Use: Balancing Consumption with Sustainable Supply* (UNEP, 2014), o mundo está entrando numa nova era de preços crescentes dos alimentos: “se as previsões de diversas organizações estiverem corretas, vamos encarar duas décadas de preços crescentes dos alimentos, algo nunca acontecido”. De fato, o relatório mostra como o índice de preços dos alimentos em 2000 foi o mais baixo registrado em todo o século XX. UNEP (2014) também observa que, por conta do aumento de preços nos alimentos, desde junho de 2010 houve um aumento em 44 milhões no número de pessoas em extrema pobreza.

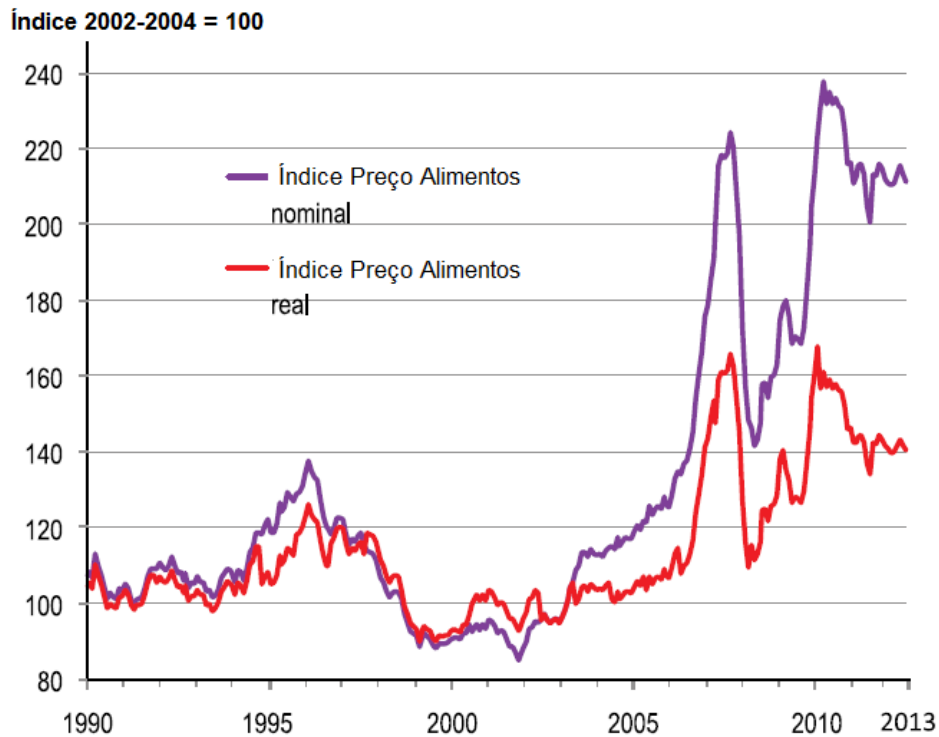


Figura 2.1.1– Índice nominal e real do preço dos alimentos (FPI<sup>1</sup>), 1990 - 2013

Fonte: UNEP (2014)

FEMIA et WERRELL (apud PLUMER, 2013) afirmam que, entre 2006 e 2011, 60% do território da Síria sofreu uma das maiores secas da história moderna:  $\frac{3}{4}$  dos fazendeiros tiveram perda total, deslocando 1,5 milhão para as cidades, aumentando a insegurança alimentar e despertando as condições que teriam levado à guerra civil em curso no país.

HOLLAND (2012) vê uma forte correlação entre a alta no preço dos alimentos e o despertar das manifestações no que se veio a ser chamado de Primavera Árabe. Esta tese é plausível, visto a crescente disparidade entre produção e consumo de grãos em Israel e os países Oriente Médio Árabe<sup>2</sup>, conforme mostrado na figura 2.1.2.

<sup>1</sup> O *Food Price Index* (FPI) é composto por índices de preços de carne, laticínios, grãos, óleos e açúcar. O índice de preço real corresponde ao índice de preço nominal deflacionado pelo Valor de Unidade Manufatureira (MUV, sigla em inglês) do Banco Mundial. Este reflete o nível médio de custos de produção nos seguintes países: Brasil, Canadá, China, França, Alemanha, Índia, Itália, Japão, México, África do Sul, Coreia do Sul, Espanha, Tailândia, Reino Unido e Estados Unidos. Entretanto, não necessariamente reflete a dinâmica do poder de compra nos países importando estes produtos alimentícios (UNEP, 2014)

<sup>2</sup> Inclui Iraque, Jordânia, Líbano, Arábia Saudita, Síria e Iêmen.

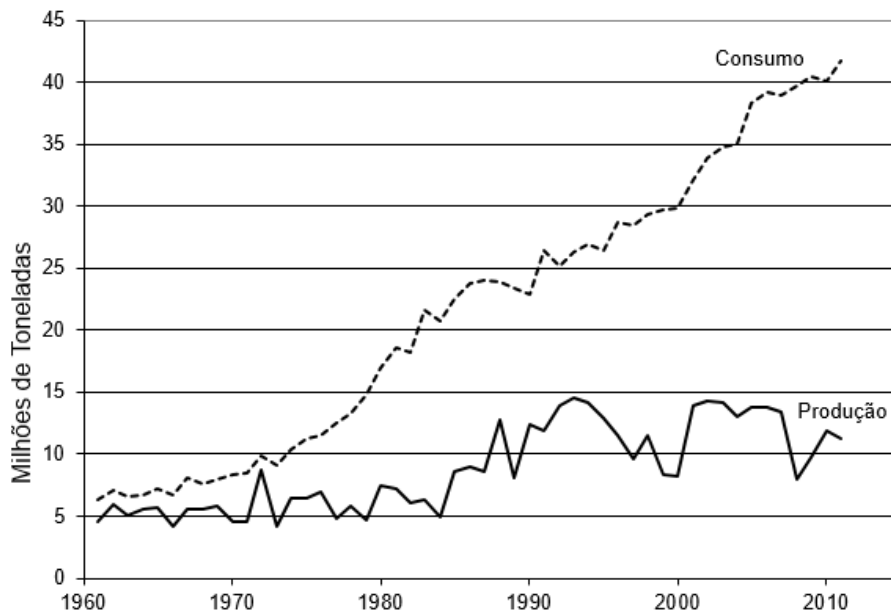


Figura 2.1.2 – Produção e Consumo de Grãos no Oriente Médio Árabe e Israel, 1961-2011

Fonte: USDA apud BROWN (2012)

O citado aumento nas commodities agrícolas ocorrida em 2008 levou a uma escalada no interesse estratégico por terras agrícolas. Esta busca não é novidade: desde o século XIX, investimentos em empreendimentos agrícolas de larga escala tem sido realizados por países industrializados, concentrados em produtos tropicais como cana-de-açúcar, chá, borracha e bananas (BYERLEE, op. cit.). A novidade é a corrida para assegurar terras para cultivos básicos – trigo, arroz, milho e soja – além de biocombustíveis. Estas aquisições representam um novo estágio na emergente geopolítica da escassez alimentar (BROWN, op. cit.) Segundo UNEP (2014), estas aquisições estão ocorrendo numa escala e velocidade nunca antes vista.

Entre os países que lideram a corrida para comprar ou arrendar terras no exterior, seja diretamente, via entidades governamentais, ou através de companhias domésticas de agronegócio, estão a Arábia Saudita, Coreia do Sul, China e Índia. Ao invés de promover a agricultura do país anfitrião para atender às demandas locais, as organizações investem em seus recursos naturais – terra, água, sol – de forma a suprir a demanda de alimentos e energia de seus países de origem. De acordo com De SCHUTTER (2011), em vez de servir aos mercados internacionais, os investidores buscam driblá-los.

Por conta de forte aumento nas importações de trigo, a Arábia Saudita empreendeu, a partir de 1980, um ambicioso projeto de produção irrigada no deserto, aproveitando a farta disponibilidade de água em aquíferos subterrâneos fósseis, não renováveis. A produção doméstica aumentou de 141 mil toneladas em 1980 para 3,58 milhões de toneladas (Mt) em 1990, um aumento de 2.800% no período. No entanto, após atingir um pico de 4,12 Mt em 1992, houve um declínio desde então na produção. Em 2011, houve importação de 2,3 Mt de trigo, ante produção de 1,1 Mt. Segundo MANN et SMALLER (2010), o país anunciou que deve encerrar sua produção até 2016 por conta da exaustão de suas fontes de água potável e, por conta disso, estabeleceu um fundo para investir em produção agrícola no exterior.

Coréia do Sul, que importa mais de 70 por cento de seus grãos, é um dos principais investidores da terra em vários países. Segundo PARK (2011), na tentativa em adquirir 940 mil hectares de terras agrícolas no exterior até 2018 para produção de milho, trigo e soja, o governo pretende ajudar empresas nacionais a alugar terras ou comprar participações em empresas do agronegócio em países como Camboja, Indonésia e Ucrânia. Em março de 2009, o presidente de Madagascar foi derrubado após revelado um plano de arrendar 1,3 Mha de terras por 99 anos para a Daewoo Logistics Corp., visando o plantio de milho e palma de óleo para exportação para a Coréia do Sul (VINCE, 2012).

A China é maior produtora de grãos do planeta e tem sido essencialmente autossuficiente desde 1995, mas nos últimos dois anos, se tornou um importador de peso. No caso de soja, ela importa mais do que todos os outros países juntos, como será visto na seção 4.3. A empresa estatal *Chongqing Grain Group* assinou protocolo de intenções com governo baiano para investir R\$ 4 bilhões no estado, num projeto que contempla a construção de um polo industrial em Barreiras com capacidade inicial de esmagar 1,5 milhão de toneladas (Mt) de soja, refinar 300 mil toneladas de óleo, e armazenar 400 mil toneladas de grão, para exportação para a China (SEAGRI-BA, 2011).

Índia, segundo país mais populoso do mundo, também tem investido em aquisição de terras. Em seu esforço em adquirir autossuficiência na produção de alimentos, o país investiu pesadamente em irrigação. Em 2010, sua retirada de água subterrânea era 150% maior do que os EUA, segundo maior usuário de água para irrigação (SHAH apud EPI, 2012). Água subterrânea é um recurso crítico no país, responsável por 65% da água para irrigação e 85% da água para consumo humano. Nos estados do noroeste, medidas com



satélites indicam um declínio médio anual de 33 cm no nível do lençol freático, sendo comum quedas de até 4 metros/ano em partes do país (WYRWOLL, 2012), daí a necessidade de se buscar alternativas fora do país.

A coleta de informações confiáveis acerca da mencionada corrida por terras tem sido difícil. Segundo UNEP (2014), parece haver um “véu” cobrindo os detalhes das condições dos negócios envolvendo terras, tanto da parte de investidores quanto dos governos anfitriões. Mesmo assim, a publicação estima que aproximadamente 200 Mha mudaram de mão entre 2010 e 2011, sendo que os negócios, em média, envolvem áreas de 40.000 hectares. Um relatório do Banco Mundial<sup>3</sup> (DEININGER et BYERLEE, 2011) identificou 464 aquisições de terra em vários estágios de desenvolvimento. Somente se levantou a área envolvida em 203 projetos, que totalizaram 56 Mha.

Dos 405 projetos acerca dos quais foi disponibilizado informação da commodity envolvida, 21% se destinavam a produção de bioenergéticos, outros 21% eram projetos voltados à indústria (madeira e borracha) e apenas 37% envolviam produção de alimentos. Quase a metade dos negócios e 2/3 da área total estão localizados na África subsaariana<sup>4</sup>, principalmente na Etiópia, Gana, Libéria, Madagascar, Moçambique, Sudão do Sul e Zâmbia. No entanto, países do Sudeste da Ásia (Camboja, Laos, Filipinas, Indonésia) e América do Sul (Brasil, Argentina, Paraguai, Bolívia) também tem sido visados (DEININGER et BYERLEE, op. cit.; PEARCE, 2012).

Registro oficiais sugerem que políticas fundiárias em cada país influenciam o tamanho e natureza das transferências. Na Tanzânia, onde os vilarejos e comunidades possuem direitos da terra (*Village Land Act*, 1999), apenas 50 mil hectares foram transferidos entre 2004 e 2009, mas MAKOYE (2014) alerta que, mais recentemente, autoridades locais, por falta de terras públicas, estão pressionando as comunidades a venderem suas terras para empresas produtoras de biocombustíveis em troca por terras de pior qualidade. Sem tal embaraço legal, no mesmo citado período, 2,7 Mha de terras foram transferidas em Moçambique (DEININGER et BYERLEE, op. cit.).

---

<sup>3</sup> De acordo com UNEP (2014), este e outros relatórios são baseados na varredura de blogs na mídia, pois os dados dos negócios em andamento, em geral, não são públicos.

<sup>4</sup> De acordo com os autores citados ao longo do texto, a África subsaariana consiste em todos os países do continente, exceto os localizados ao Norte: Egito, Líbia, Argélia, Tunísia, Marrocos e Saara Ocidental.

UNEP (2014) entende que esta corrida por terras se deve a três fatores – crise de abastecimento de alimentos, recessão econômica (que dificulta a manutenção de subsídios) e metas de produção de biocombustíveis – aliada às preocupações com a segurança alimentar e a busca por ativos seguros e lucrativos. Alguns governos anfitriões também estão ativamente buscando atrair investidores, pois veem os negócios com terras como uma oportunidade de receberem fundos para uso no desenvolvimento agrícola e de infraestrutura de seus países.

Alega-se que é uma oportunidade de se aumentar a produtividade agrícola em terras ainda não submetidas às técnicas modernas associadas à agricultura industrial, prevalente nos países desenvolvidos. Opositores alegam que é uma forma de neocolonialismo, uma vez que a maioria dos cultivos implantado pelos investidores, em geral monoculturas de larga escala, são destinados à exportação, marginalizando os pequenos agricultores locais. De fato, muitas empresas estão focalizando seus investimentos em biocombustíveis, pois mandatos governamentais representam demanda assegurada, facilitando a aprovação de investimentos de longo prazo (UNEP, 2014).

Em tese, parte significativa das terras negociadas são “marginais”, supostamente longe de estradas, sem irrigação e não utilizadas para agricultura comercial intensiva. No entanto, na prática, existem indícios de que os negócios envolvem área agrícola nobre, sugerindo que os investidores não querem investir em terras com acesso restrito à água e infraestrutura de transporte (UNEP, 2012; PEARCE, 2012).

Além disso, problemas fundiários são frequentemente detectados: terra é vendida pelos governos como desocupada, quando na prática ela é, em geral, utilizada por habitantes locais para cultivo de subsistência e pastoreio. Isto tem levado a migração dos deslocados para centros urbanos ou em ambientes mais frágeis, como florestas, áreas em declives ou margens de rios (UNEP, 2012). Ironicamente, os países mais visados nesta corrida por terras possuem alguns dos mais altos percentuais de desnutrição no planeta, incluindo a República Democrática do Congo (75%), Etiópia (44%), Moçambique (37%), Quênia (30%), Madagascar (35%) e Sudão (20%) (UNEP, 2014).

Serão discutidos nas próximas seções indicadores de que há uma crise alimentar em curso, daí a questão sobre onde e como investir na agricultura precisa ser discutida em

todo o mundo. A corrida por terras tem acelerado a transformação destas em commodity<sup>5</sup>, sendo que De SCHUTTER (2011) observa que existem riscos neste processo que vão muito além das atuais propostas de regulação. O fato é que há 867 milhões de pessoas cronicamente subnutridas no mundo. 70% cento dos que vivem em insegurança alimentar vivem em áreas rurais, e 60% da população mundial depende da agricultura para a sua subsistência (FAO, 2013b).

O espectro da escassez de terras para atender as demandas da sociedade humana parece ter voltado. Segundo HART et CABI (2010):

“Nunca antes a humanidade teve que pensar tão cuidadosamente sobre como ela usa a terra. Até tempos recentes, havia uma suposição generalizada de que sempre haveria novas terras disponíveis, sem consequências globais de longo prazo para explorá-las. Esta era já terminou. Como a população mundial e, conseqüentemente, as necessidades de alimentos e energia, aumenta, o mesmo acontece com a pressão sobre a terra para atender a essas necessidades”.

## **2.1.2 – Uso da Terra e Fatores de Intensificação**

### **Uso da terra**

Segundo IPCC (2000), “uso da terra é o total dos arranjos, atividades e entradas realizadas num determinado tipo de cobertura de terra (um conjunto de ações humanas). Os propósitos sociais e econômicos para o qual a terra é manejada (p. ex., pastoreio, remoção de madeira, conservação)”. HOLMGREN (2006) diz que mudança global do uso da terra pode ser caracterizada como a expansão das áreas urbanas e de infraestrutura às custas de terras agrícolas e a expansão de áreas agrícolas às custas de pastagens, savanas e florestas.

A superfície terrestre possui 148.940.000 km<sup>2</sup> (14.894 Mha), dos quais aproximadamente 5.000 Mha são terras geladas ou desertos e 300 Mha ocupados por cidades e infraestrutura (UNEP, 2014). Segundo FAO, a área cultivada (cultivos temporários e permanentes) do planeta em 2011 era de 1.552 Mha, além de 3.358 Mha de pastagens e pradarias permanentes (naturais e cultivadas) e 4.027 Mha de florestas (FAOSTAT, 2013a). LAMBIN et MEYFROIDT (2011) realizaram um levantamento de diversos trabalhos acerca do uso da terra e encontraram faixa de valores expressas na tabela 2.1.1.

Tabela 2.1.1 - Faixa estimada de usos da terra em 2000 (Mha)

---

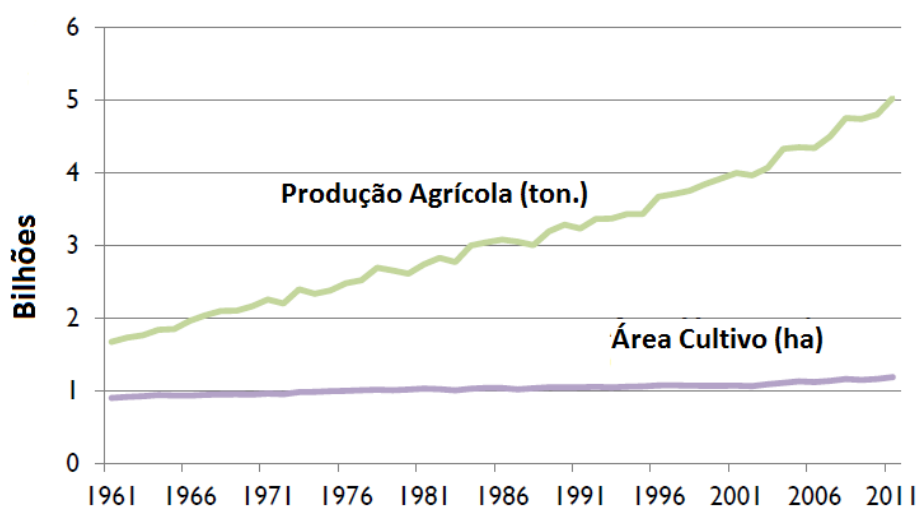
<sup>5</sup> Ou seja, terra está se tornando um ativo financeiro nos mercados internacionais (UNEP, 2014)

Categoria	Estimativa Baixa	Estimativa Alta
Cultivos	1510	1611
Pastagens	2500	3410
Florestas Naturais	3143	3871
Florestas Plantadas	126	215
Área urbana e infraestrutura construída	66	351
Terra produtiva e não usada <sup>6</sup>	356	445

Fonte: LAMBIN et MEYFROIDT (2011)

### Intensificação da produção agrícola

O aumento da produtividade agrícola é a chave para a expansão da oferta de alimentos na era moderna. A produção mundial de grãos saltou de 820 Mt para 2.314 Mt, entre 1960 e 2012 (USDA, 2014), aumento de 182% frente a um aumento populacional de 132% no período (ONU, 2013). Desde 1950, 93% do crescimento mundial da safra de grãos veio da elevação da produtividade e a expansão da área cultivada representou 7%. De fato, a figura 2.1.3 mostra o descolamento entre produção e área cultivada mundial. Declínio na área cultivada em países industrializados e em transição (2,1 Mha/ano e 1,3 Mha/ano, respectivamente) foi mais que compensada pelo aumento de 5,5 Mha/ano em países em desenvolvimento, principalmente, às custas de florestas tropicais (DEININGER et BYERLEE, op. cit.). DALGAARD et al. (2008) afirmam que o declínio na área de produção agrícola na Europa é, em boa parte, consequência da substituição da produção local de proteína para ração animal por soja e farelo importada da América Latina.



<sup>6</sup> A área considerada apropriada para cultivos de sequeiro (sem necessidade de irrigação), em ecossistemas não florestais, não protegidos e com <25 pessoas /km<sup>2</sup>.

Figura 2.1.3 – Produção Agrícola e Área Cultivada Mundial

Fonte: WENSLAU (2013)

A trajetória distinta entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento se deve, também, aos distintos níveis de intensificação na produção agrícola. Na Europa Ocidental, um alto nível tecnológico permitiu, por exemplo, um aumento expressivo na produção de milho, mesmo com redução da área de plantio. Na África Ocidental, por outro lado, um baixo padrão de educação dos agricultores e a falta de fertilizantes, entre outros, restringiu a produtividade, de forma que o aumento de produção foi obtido através da expansão da área cultivada, conforme a figura 2.1.4.

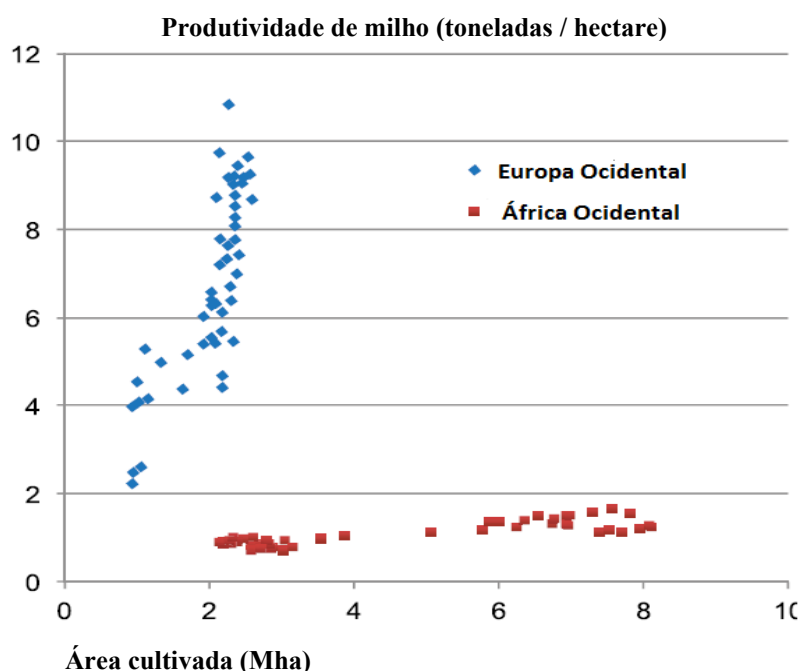


Figura 2.1.4 – Rotas distintas de aumento de produção de milho

Fonte: UNEP (2014)

O aumento da produtividade agrícola observado em quase todos os continentes (exceto África), a partir da segunda metade do século XX, se deve a um conjunto de técnicas que veio a ser alcunhada de “revolução verde”: uso de sementes melhoradas, irrigação, fertilizantes sintéticos, maquinário e pesticidas. A intensificação no uso destes insumos e técnicas pode ser observado na figura 2.1.5, com destaque para o uso crucial de fertilizantes nitrogenados:

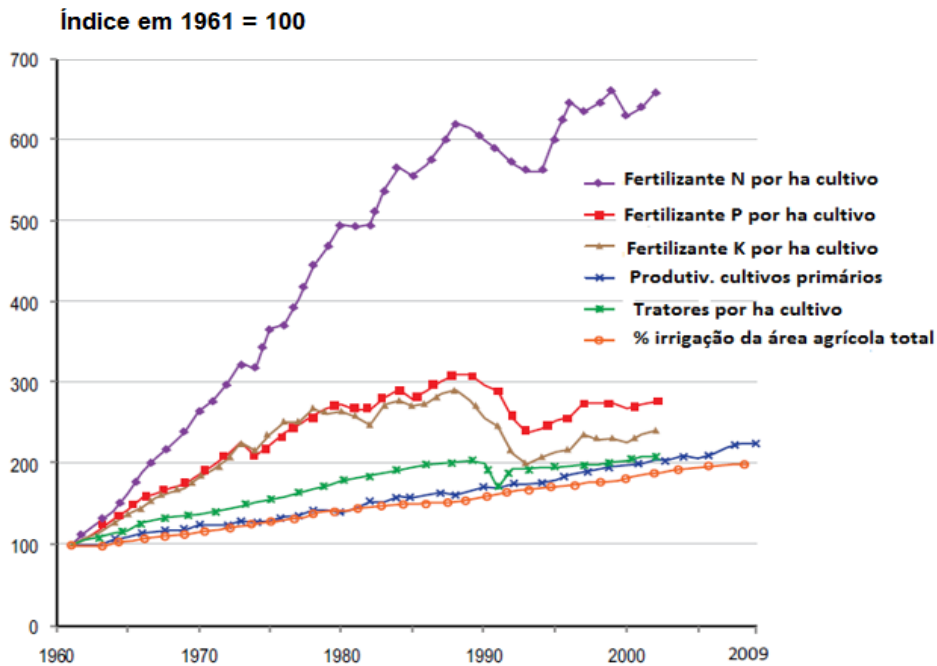


Figura 2.1.5 – Tendências Globais na Intensificação da Produção Agrícola, 1961 - 2009

Fonte: UNEP (2014)

Apesar do aumento histórico da produtividade agrícola obtida nos últimos 60 anos, o ritmo tem declinado nas duas últimas décadas. Entre 1950 e 1990, a produtividade global na produção de grãos aumentou a uma taxa média de 2,2% a.a. De 1990 a 2011, o aumento médio foi de 1,3% a.a. Em alguns países, já há sinais de estabilização na produtividade, caso de arroz no Japão e Coreia do Sul, trigo na Europa Ocidental. Aparentemente, a produtividade chegou a um teto, imposto pela duração do dia, intensidade solar e, em última instância, à eficiência fotossintética (BROWN, 2012).

O declínio na taxa de crescimento da produtividade se deve, em parte, à queda observada no percentual do investimento público mundial no setor agrícola, que caiu de 8%, em 1982, para pouco mais de 4%, em 2005, com a notável exceção da China. Os países em desenvolvimento de todas as regiões investiram mais em defesa, em 2007, do que em agropecuária (FAO, 2012). Isto ajuda a justificar que OECD-FAO (2013) projete um menor crescimento da produtividade mundial para todos os subsetores da agropecuária, entre 2013 e 2022. UNEP (2014) cita diversos estudos que indicam um arrefecimento no crescimento da produtividade agrícola para além de 2050, como pode ser observado na figura 2.1.6. Por outro lado, entre 1970 e 2011, a produtividade média das lavouras de grãos brasileiras passou de 783 kg para 3.173 kg/ha, um salto de 774% (MAPA, 2012).

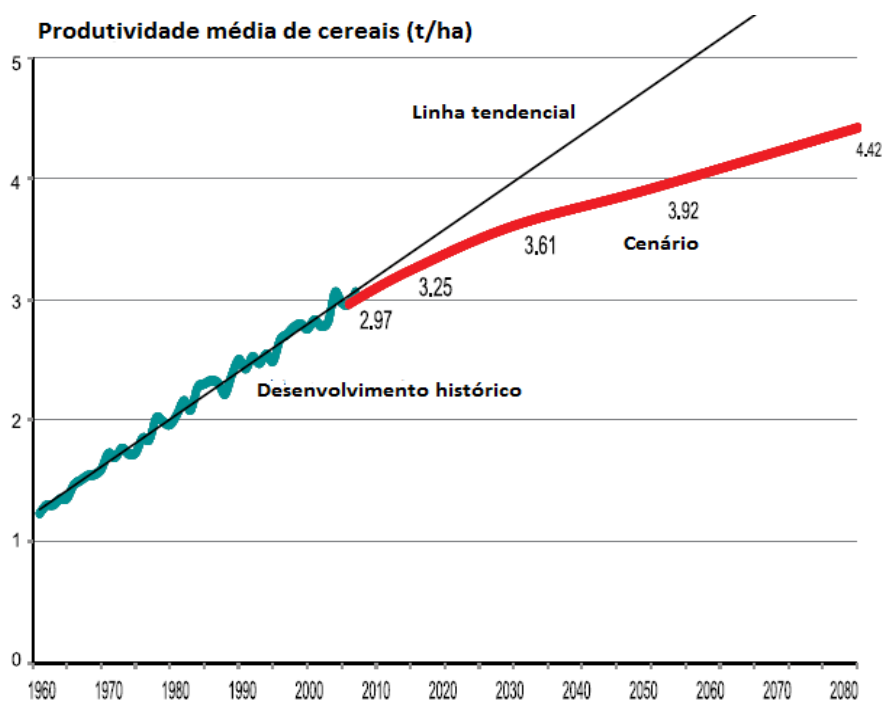


Figura 2.1.6 – Produtividade média histórica e projetada de cereais, 1961 - 2080

Fonte: UNEP (2014)

Outro ponto relevante é colocado por GIDDINGS et al. (2013): embora haja algum espaço para expandir a área de terras agrícolas, isso envolveria o uso de terra apenas marginalmente produtiva para a agricultura ou usando terras intactas que fornecem serviços de ecossistemas de importância global.

### Crescimento Populacional e Urbanização

Historicamente, a principal fonte de aumento na demanda de alimentos foi o aumento populacional. Isto ocasionou, segundo SMIL (2013), a transição da caça e coleta para a agricultura como estratégia de sobrevivência em quase todas as sociedades, visto ser necessário, no mínimo, 1 km<sup>2</sup> para a manutenção de um ser adulto. Segundo EPI (2014), hoje são necessários 1000 m<sup>2</sup> de cultivo de grãos por pessoa para alimentar a população do planeta, que contava com 7,2 bilhões em meados de 2013 (ONU, 2013).

Segundo projeções da ONU (2013), a população mundial, dentro de um cenário de média fertilidade, deve alcançar 9,6 bilhões em 2050 e 10,9 bilhões até 2100. As projeções para o final do século XXI (a partir de 2075) são maiores do que em revisões passadas, pois tem se notado um aumento na taxa de fertilidade no período 2005-2010 em vários países,

principalmente na África Subsaariana. Além disso, um aumento na expectativa de vida gerará uma maior população. O citado relatório afirma que, essencialmente todo o crescimento ao longo deste século ocorrerá em países em desenvolvimento, sendo que metade se deve a contribuição dos seguintes países, em ordem decrescente, em termos absolutos: Nigéria, Índia, Tanzânia, República Democrática do Congo, Níger, Uganda, Etiópia e EUA, único país desenvolvido do grupo. A figura 2.1.7 mostra três cenários adotados pela ONU para projeção da população até 2050:

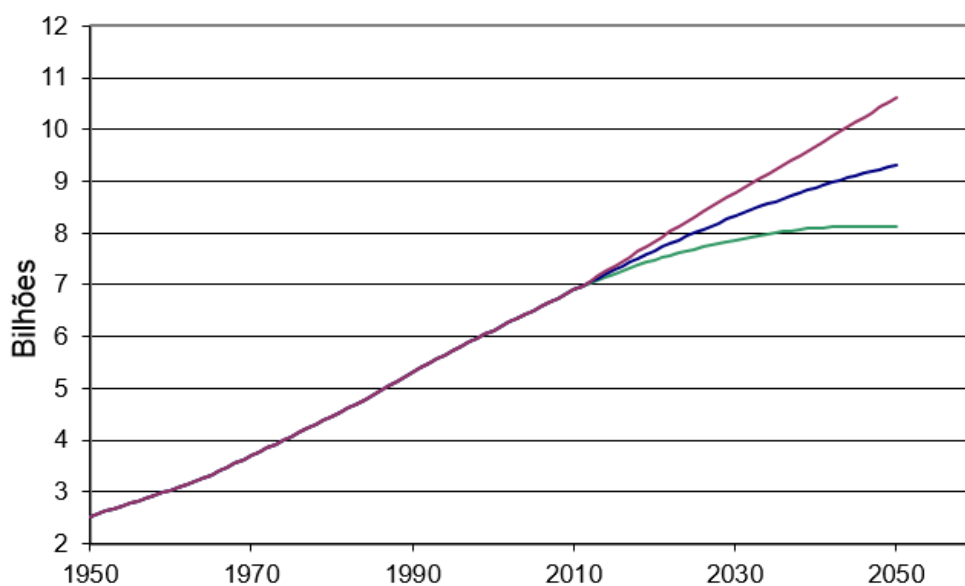


Figura 2.1.7 - População do Planeta, 1950-2010, com Projeções para 2050

Fonte: ONU (2012)

Segundo UNEP (2013), em 2010, cerca de metade da população mundial vivia em cidades, com a expectativa da taxa de urbanização crescer para 70% em 2050. A população urbana em países em desenvolvimento está projetada para quase duplicar entre 2010 e 2050 (ONU, 2012).

Estima-se que, em 2005, a área construída com aglomerações urbanas e infraestrutura representava apenas algo entre 1 e 3% da extensão da Terra (UNEP, 2014). Entretanto, a concentração da população, atividades econômicas e de geração de renda nas áreas urbanas geram grande impacto no meio ambiente global, com demandas por alimentos, energia, água e materiais de produção, que trazem consequências significativas para a mudança no uso da terra em todo o mundo (GRIMM et al., 2008).

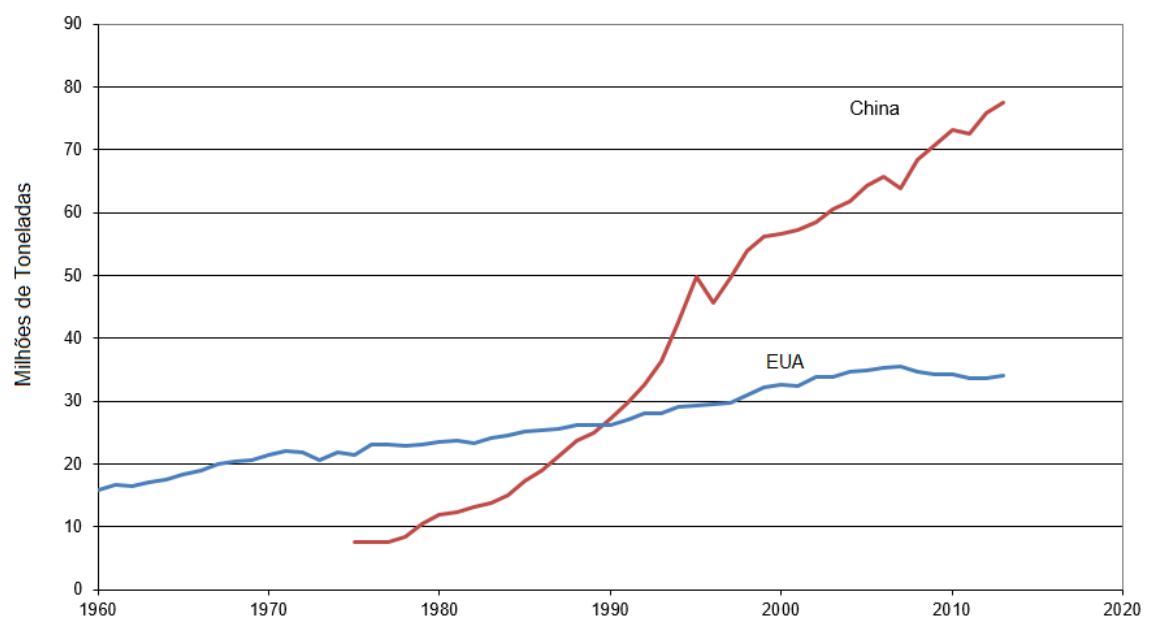


A compreensão da urbanização como um processo de mudança de uso da terra se baseia em estudos de casos individuais (SETO et al., 2010), que revelam diferenças significativas neste processo em diferentes regiões e países. Por exemplo, segundo NEWMAN (2006), uma cidade típica de 650.000 habitantes nos EUA requer 3 Mha de terra para atender as demandas domésticas da coletividade, ao passo que uma cidade de população equivalente na Índia demanda apenas 280.000 hectares.

Sem políticas de intervenção, a expansão urbana e de infraestrutura deverá ser de 260 a 420 Mha até 2050, passando a ocupar 4 a 5% da área global terrestre, ao passo que a adoção de políticas apropriadas pode conter esta expansão para apenas 90 Mha (3%). Em ambos os cenários, a expansão ocorrerá às custas de terras agricultáveis (UNEP, 2014).

### **Mudança na dieta alimentar**

Uma fonte mais recente de aumento na demanda por grãos está no crescimento econômico ocorrido após a 2ª Guerra Mundial, quando os países industrializados aumentaram o consumo de proteína animal – carne, leite e ovos, que demandam uso intenso de grãos, como será visto abaixo. Hoje, o mesmo fenômeno ocorre em países emergentes, bem mais populosos, numa velocidade nunca antes vista. A China é o país onde o aumento no consumo de carne foi mais dramático: a figura 2.1.8 mostra que o gigante asiático hoje consome mais do dobro de carne que os EUA, muito embora o consumo per capita, em 2013, ser a metade do norte-americano (56,0 kg/ano vs. 106,2 kg/ano). (EPI, 2014).



## Figura 2.1.8 - Consumo de Carne nos EUA e China, 1960-2013

Fonte: USDA, FAO apud EPI (2014)

Segundo FAO apud EPI (2012), o consumo global de carnes + peixes passou de 96 Mt em 1960 para 427 Mt em 2010, um crescimento de 345%, ante um aumento populacional de 127% no período (ONU, 2012).

Para se ter uma noção do impacto na demanda por carnes, FAO (2012a) afirma que os cereais são, esmagadoramente a principal fonte de abastecimento de alimentos para consumo humano. Dos 2,4 bilhões de toneladas de cereais produzidos, cerca de 1,1 bilhão de toneladas são destinadas para uso alimentar humano, em torno de 800 Mt (35% do consumo mundial) são utilizados como ração animal, e os restantes 500 Mt são desviados para uso industrial, como sementes ou são desperdiçadas.

Segundo SMIL (2002a), dada a condição onívora do ser humano, todas as transformações alimentares ocorridas no passado estiveram relacionadas diretamente a um maior consumo de carne<sup>7</sup>. Com exceção do Japão (que consome expressiva quantidade de pescado), carne é a principal fonte de proteína animal em todas as nações afluentes, permanecendo na condição de alimento de alto status em todos os países. Também, o consumo crescente de carne está fortemente correlacionado ao aumento da renda per capita, que tem acarretado uma diminuição no consumo direto de grãos, mas a um aumento no consumo de óleos, frutas, vegetais e bebidas alcoólicas (SMIL, 2002a).

Utilizando dados do Departamento de Agricultura dos EUA, SMIL (2002b) tabulou a eficiência típica na conversão de proteína vegetal, presente na ração, em proteína animal, sob a forma de carne, peixe (em cativeiro), leite e ovos. Os resultados estão expressos na tabela 2.1.2.

### Tabela 2.1.2 – Eficiência Típica na Produção de Carne

---

<sup>7</sup> Segundo o autor, “a definição correta de carne é músculo animal e músculos não são mais do que tecidos proteicos úmidos”. Esta definição, usualmente, não abrange os invertebrados e peixes.

	Leite	Carpa	Ovos	Frango	Porco	Boi <sup>8</sup>
kg ração / kg vivo	0,7	1,5	3,8	2,5	5	10
kg ração / kg comestível	0,7	2,3	4,2	4,5	9,4	25
% proteína em alimento	3,5	18	13	20	14	15
Eficiência conversão proteica (%)	40	30	30	20	10	4

Fonte: SMIL (2002b)

Fica claro, pela tabela acima, que as eficiências típicas na produção de proteína animal são muito baixas: entre 80% e 96% da proteína presente em cereais e leguminosas na ração não são convertidas em proteína animal comestível. Segundo o autor, o boi possui um metabolismo basal mais acelerado do que o porco. A grande massa corporal, longa gestação e lactação se traduz numa exigência energética 50% superior das vacas em relação às porcas. Mesmo assim, o metabolismo animal faz com que a produção de carne seja necessariamente menos eficiente do que a produção de leite e ovos (SMIL, 2002b).

Conseqüentemente, caso a oferta de proteínas superiores fosse o único objetivo da criação animal, então toda a produção de ração animal seria desviada para a produção para gado leiteiro e galinhas poedeiras. Do ponto de vista de competição pelo uso de terra agrícola, a única exceção seria reservada aos ruminantes, adaptados à conversão de celulose biomássica, fonte energética que nenhuma outra espécie domesticada consegue absorver e produzida em terras que, potencialmente, não são adequadas à conversão em cultivos agrícolas. Não à toa, ORSKOY (1999, apud SMIL, 2002b) conclui que:

“Alimentar ruminantes com grãos é insensato, do ponto de vista biológico e econômico; é mal uso de recursos aráveis, mal uso do potencial animal, é poluente, depende dos caprichos da política econômica e é dirigido por ganhos comerciais e não pela necessidade humana”.

### **Uso de Bioenergia**

Recentemente, surgiu um terceiro fator de demanda por cultivos agrícolas: o seu uso como energético, em particular, na forma de biocombustíveis líquidos e sólidos. A produção de bioenergia interage com a produção de alimentos, fibras e produtos florestais em formas complexas. A demanda bioenergética pode ser um benefício ao oferecer novos

---

<sup>8</sup> Os números referentes ao gado bovino levam em conta o padrão típico norte-americano de manejo para corte: pastagem nos primeiros meses e o confinamento subsequente (quando já apresentam 300 a 400 kg.), quando passam a ser alimentados com uma dieta de concentrados.

mercados que proporcionam alternativas à biomassa antes considerada residual. Ela pode prover oportunidades para novos tipos de cultivo e de integrar a produção energética com a alimentar e florestal, proporcionando melhor gestão da terra.

Por outro lado, a energia de biomassa pode intensificar a competição pelo uso da terra, água e outros fatores de produção, resultando em sobre exploração e degradação de recursos naturais (IPCC, 2012). Com a crescente percepção de escassez de terras para atender as demandas de uma sociedade moderna e próspera, fica difícil defender a bioenergia como alternativa de larga escala à energia fóssil. A figura 2.1.9 ilustra seu calcanhar de Aquiles: baixa densidade de potência ( $W/m^2$ ), em comparação às demais fontes de energia.

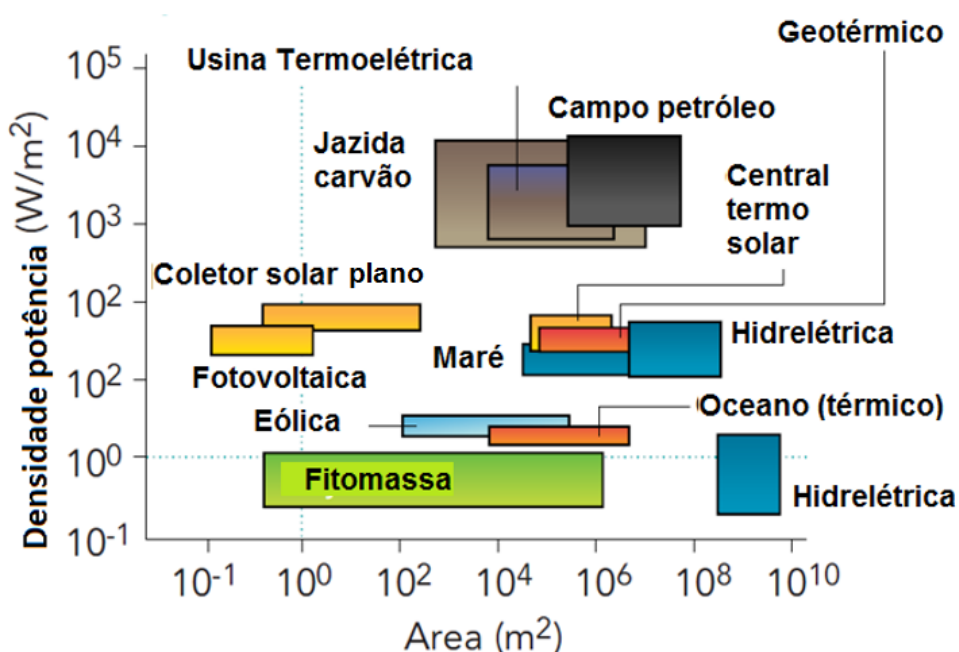


Figura 2.1.9 – Densidade espacial de potência de conversores e recursos energéticos

Fonte: KERR (2010)

Cabe esclarecer que o termo densidade de potência utilizado acima se refere ao fluxo energético (W) por unidade de superfície ( $m^2$ ) horizontal (terra ou água), uma definição preferida por SMIL (2010) do que à de Piotr Kapitsa (Nobel de Física em 1978), que o usava para avaliar conversores energéticos, calculando o fluxo de energia através da superfície do conversor. SMIL (2010) observa que não será fácil modificar toda uma infraestrutura energética baseada em combustíveis fósseis por outra, renovável, que demanda ordens de grandeza a mais de terra para a mesma oferta de energia final.

Esta menor densidade está relacionada à baixa eficiência da biomassa como conversor de energia solar em energia química. A máxima eficiência fotossintética teórica é de aproximadamente 11%. No entanto, a eficiência de fato observada em campo é reduzida por conta de fatores, como a reflexão de luz solar, demandas respiratórias e a necessidade de níveis de irradiação ótimos. Na prática, a eficiência observada varia em geral, de 3 a 6% da irradiação solar total (FAO, 1997). As demais tecnologias renováveis apresentam eficiência superior de conversão.

Entretanto, ao passo que as demais fontes renováveis geram exclusivamente energia elétrica, biomassa é energia química armazenada, podendo se manifestar em fase sólida, líquida ou gasosa. Não requer pilhas ou outros tipos de sistemas de armazenamento. Segundo MORRIS (2006), convertido em combustíveis líquidos ou gasosos, a biomassa pode ser facilmente distribuída, próprias como combustíveis de transporte. Na produção de biocombustíveis líquidos, como o etanol ou biodiesel, uma parcela significativa de matéria vegetal continua disponível para outros usos, como alimentos, produtos químicos e materiais derivados de petróleo, além de outras formas de energia.

NOGUEIRA et al. (2013) rebatem as conclusões de MICHEL (2012), que afirma que a combinação de células fotovoltaicas + baterias elétricas + motores elétricos necessita de 1/600 da área da rota biomassa + biocombustíveis + motor a combustão interna para prover o mesmo serviço. Os primeiros indicam a necessidade de uma análise de ciclo de vida (ACV) rigorosa para comparar diferentes sistemas energéticos. Indicam estudos que comprovam que o balanço energético (razão entre energia produzida por um sistema energético durante sua vida útil e a energia consumida na sua produção) do etanol de cana-de-açúcar é superior a 8:1, ao passo que estima-se que este balanço seja de 4:1 e 8:1 para células FV e baterias, respectivamente. Considerando cogeração do bagaço e palha da cana, mostram que a produção de 1 TJ de energia útil (etanol, eletricidade, calor) demanda três hectares, área 20 vezes maior do que a combinação proposta por Michel. Conversores elétricos mais eficientes (biomassa gaseificada trabalhando em turbinas ciclo Brayton) e carros híbridos reduzem ainda mais a diferença entre as duas rotas propostas por MICHEL (2012). Por fim, a variabilidade diária e sazonal dos sistemas FV implicam em fatores de capacidade intrinsecamente baixos, demandando uma capacidade instalada superior aos sistemas bioenergéticos.

DALE (2007) critica a validade do balanço energético como indicador. Segundo ele, “nem todos MJ não são criados iguais e não podem ser adicionados desta forma. Se fossem iguais, então os mercados de energia refletiriam esse fato” A seguir, o autor expõe como os preços (\$/MJ) da eletricidade são os mais altos, seguidos por petróleo, GN e carvão, sendo que o último comanda apenas 8,5% do preço de energia elétrica. Alternativamente, sugere que biocombustíveis sejam avaliados pelas emissões totais de GEE por km deslocado. Conclui-se aqui ser difícil estabelecer uma métrica simples de avaliação de densidade de potência de uma rota bioenergética.

IPCC (2012) expõe que, em 2008, a bioenergia contribuiu com 50,3 EJ na oferta de energia primária, representando 79% de toda a energia renovável do planeta e 10,2% dos 492 EJ do planeta no citado ano. Por outro lado, a tabela 2.1.3 mostra a dicotomia entre a energia de biomassa tradicional (cocção, aquecimento, produção de carvão vegetal por desmatamento), que representa mais de 60% da oferta total e a bioenergia moderna, que, por adotar técnicas de conversão mais eficientes, rendem aproximadamente o mesmo, em termos de energia secundária.

Tabela 2.1.3 – Fluxos Energéticos Globais de Biomassa Tradicional e Moderna, 2008

Tipo	Energia Primária Aprox. (EJ/ano)	Eficiência Média Aprox. (%)	Energia Secundária Aprox; (EJ/ano)
<b>Biomassa Tradicional</b>			
Estatísticas IEA	30,7	10 a 20	3 a 6
Estimado Setores Informais (p.ex. carvão)	6 a 12	10 a 20	0,6 a 2,4
Total Biomassa Tradicional	37 a 43		3,6 a 8,4
<b>Bioenergia Moderna</b>			
Eletricidade, cogeração, biogás	4,0	32	1,3
Aquecimento predial com biomassa sólida e biogás	4,2	80	3,4
Combustíveis transporte (etanol e biodiesel)	3,1	60	1,9
Total Bioenergia Moderna	11,3	58	6,6

Fonte: IPCC (2012)

As três categorias principais de recursos energéticos de biomassa utilizados em estimativas de potencial energético são (IPCC, 2012):

- Resíduos primários a partir de produção agrícola e florestal convencional, tais como cascas de cereais e galhos de árvores;
- Resíduos secundários e terciários, na forma de subprodutos da indústria de alimentos ou florestal, além de resíduos de varejo pós consumo; e
- Plantas produzidas especificamente para suprimento energético, incluindo cultivos convencionais e novos, produtos florestais, além de plantas aquáticas.

Para se ter uma noção qualitativa acerca do potencial técnico bioenergético, estima-se que a produtividade primária líquida<sup>9</sup> (PPL) anual terrestre é de aproximadamente 35 Gt de carbono (GtC), o que equivale a 1.260 EJ/ano, assumindo um conteúdo médio de carbono de 50% e poder calorífico superior de 18 GJ/t (IPCC, 2012). SMIL (2013) indica que os estudos nos últimos vinte anos indicam valores de PPL da ordem de 48 a 65 GtC/ano e que melhorias em monitoramento por satélite e em bases de dados permitiam estimar uma faixa com menor incerteza, entre 55 e 60 GtC, o que resultaria em 1.980 a 2.160 EJ/ano.

Considerando que a oferta total de energia primária do mundo em 2011 foi de 549 EJ (IEA, 2013a), vê-se que a energia fotossintética associada à PPL de fato é maior, mas apenas por um fator de três ou quatro, em relação às demandas da sociedade. Logo, estabelecer a bioenergia como principal fonte primária futura de energia vai requerer um deslocamento de parte significativa da PPL terrestre para sistemas agro energéticos, em detrimento de cadeias tróficas de ecossistemas. Além de impactos imprevisíveis, um aumento do PPL demandará fertilizantes, irrigação e outros insumos (IPCC, 2012).

Para se ter uma perspectiva do potencial de oferta bioenergética em relação ao que é produzido hoje, a produção de madeira corresponde a 15-20 EJ e a colheita global dos principais cultivos (cereais, oleaginosas, raízes, leguminosas, plantas sacarídeas) correspondem a 60 EJ/ano (IPCC, 2012). Conclui-se que, em escala global, será necessário extrair bem mais biomassa dos sistemas agrícolas e florestais para que o setor bioenergético tenha envergadura suficiente para contribuir de forma significativa para a oferta energética futura.

---

<sup>9</sup> Montante de assimilação líquida de carbono pela vegetação em um determinado intervalo

No entanto, o potencial bioenergético não apresenta distribuição espacial homogênea: segundo SMIL (2013), o satélite Terra/MODIS verificou que o PPL atinge um máximo de 1 kgC/m<sup>2</sup> na zona equatorial: bacia Amazônica e regiões imediatamente ao sul e ao norte, bacia do rio Congo, partes da África Ocidental e Oriental e Indonésia. Regiões temperadas do Hemisfério Norte, de média latitude (Europa, Leste da América do Norte e China), tem PLL máximo de 400-600 gC/m<sup>2</sup>. Outras regiões (interior da Ásia, Austrália, Sibéria, Oeste dos EUA) apresentam PPL abaixo de 300 gC/m<sup>2</sup>.

Devido às interações entre os sistemas bioenergéticos com outros sistemas no que toca o uso da terra, água, biodiversidade, emissões de gases de efeito estufa (GEE), o potencial técnico<sup>10</sup> anual estimado da bioenergia varia de 50 EJ (valor atual) a 500 EJ (IPCC, 2012). DORNBURG et al. (2010) concluíram que, para chegar ao limite superior da faixa, é necessária a implantação de sólida governança no uso da terra e grandes melhorias na gestão agrícola, levando em consideração limites no uso de água, proteção à biodiversidade, degradação do solo e competição com alimentos. Os autores estimam que o uso de resíduos de diversas fontes (cultivos, plantios florestais, RSU, estrume, resíduos de processo) possam fornecer em torno de 100 EJ/ano (entre 40 a 170 EJ/ano). Excedentes e resíduos florestais possuem potencial entre 60 e 100 EJ/ano. Biomassa agro energética plantada em áreas agrícolas ou de pastagem excedentes e de boa qualidade pode render 120 EJ/ano. Agro energéticos cultivados em áreas marginais, degradadas ou com escassez de água pode fornecer 70 EJ/ano. Por fim, um salto no conhecimento tecnológico e de gestão agropecuária pode adicionar 140 EJ/ano, totalizando 500 EJ/ano.

O desenvolvimento do potencial técnico requer um grande esforço de gestão política, de forma que a produção bioenergética provável será substancialmente menor. Será visto no próximo capítulo que, devido à priorização do uso da terra para fins alimentares, existem vários impedimentos que tenderão a restringir os biocombustíveis àqueles a partir de resíduos ou de cultivo em áreas marginais e degradadas, além de regiões onde a biomassa forneça energia em bases competitivas (caso do etanol de cana-de-açúcar brasileiro). Por outro lado, COELHO et al. (2013) observam que regiões como América Latina e África

---

<sup>10</sup> Segundo IPCC (2012), “o potencial técnico considera as limitações das práticas de produção de biomassa que se assume será empregado e também leva em conta a demanda concorrente de alimentos para consumo humano e animal, fibra, produtos florestais e requerimentos de espaço para infraestrutura humana. Restrições ligadas à conservação da natureza e preservação de solo/água/biodiversidade pode também ser consideradas. Nestes casos, o termo *potencial sustentável* às vezes é empregado”.



ainda possuem amplas terras disponíveis para produção bioenergética, com expressivo potencial de crescimento nos rendimentos agrícolas.

### **2.1.3 - Padrões de Expansão Global no Uso da Terra**

Nas últimas cinco décadas, houve um desflorestamento médio global de 13 Mha/ano, sendo que a área florestada na Europa cresceu desde 1990 e as florestas da América do Sul, África e Sudeste da Ásia experimentaram perdas expressivas (UNEP, 2014). Um desafio central para a sustentabilidade está na preservação de ecossistemas florestais e os serviços por eles prestados, concomitantemente com o aumento na produção de alimentos. O desafio consiste no confronto dos países em desenvolvimento com as forças da globalização, que buscam terras para cultivo num ambiente de crescente escassez, disparando o desflorestamento (LAMBIN et MEYFROIDT, op. cit.).

Segundo DEININGER et BYERLEE (op. cit.), a expansão de área cultivada não deve desacelerar. Crescimento populacional, aumento na renda e a urbanização continuarão a pressionar a demanda por produtos agrícolas, especialmente óleos vegetais e carne, além de demandas relacionadas, como ração animal e produtos industrializados. Segundo estimativa conservadora destes autores, 6 Mha de terras adicionais serão colocadas em produção a cada ano até 2030. Eles preveem que 2/3 desta expansão ocorrerá na África Subsaariana e América Latina, onde há mais terras potencialmente próprias para cultivo, conforme será visto a frente. Neste mesmo período, UNEP (2014) entende que deverá haver algum decréscimo na área agricultada em zonas temperadas.

Para além de 2030, as cifras concernentes à expansão agrícola são ainda mais preocupantes. A tabela 2.1.4 mostra estimativas de demanda adicional global de terra até 2030 e 2050 a partir de diversos levantamentos e modelagens:

Tabela 2.1.4 - Faixa estimada de demanda adicional de terra em 2030 e 2050 (Mha)

Uso projetado de terra	Estimativa Baixa (2030)	Estimativa Alta (2030)	Estimativa Baixa (2050)	Estimativa Alta (2050)
Cultivos alimentares	81	147	71	300
Cultivo biocombustíveis	44	118	48	80
Pastagens	0	151	-	-
Expansão urbana	48	100	107	129
Florestas Plantadas/Biomateriais	56	109	4	115
Expansão áreas protegidas	26	80	-	-
Terras perdidas por degradação	30	87	90	235
Demanda adicional total futura	285	792	320	849

Fonte: Projeções para 2030: LAMBIN et MEYFROIDT (2011)

Projeções para 2050: UNEP (2014), Cenário BAU<sup>11</sup>

UNEP (2014) acredita que a área total cultivada poderia expandir para até 1.640 Mha (110 Mha adicionais em relação ao presente) sem maiores impactos ao ambiente. No entanto, esta meta deve ser alcançada até 2020, caso o cenário BAU acima ocorra. O cruzamento do limite seria retardado para 2040, caso uma série de estratégias, elencadas abaixo, sejam empregadas, mas mesmo assim haveria um aumento mínimo estimado entre 159 e 530 Mha da área cultivada até 2050:

- Cultivos alimentares – redução no consumo médio de carne e nas perdas entre a produção e consumo;
- Biocombustíveis – redução nas metas dos países;
- Biomateriais – controle na demanda;
- Expansão urbana – melhor planejamento no uso da terra;
- Perdas por degradação do solo – implantação de programas de investimento para regenerar solos degradados.

Por fim, os citados autores reconhecem que existe grande potencial no aumento de produtividade na região Subsaariana, aquela em que os benefícios da agricultura moderna menos tiveram impacto. Da mesma forma, eles entendem haver espaço para direcionar regiões de alto consumo alimentar para níveis mais sustentáveis.

<sup>11</sup> BAU – *business as usual*. Cenário tendencial, sem levar em conta possíveis mudanças abruptas.

Como o Brasil se situa neste cenário? Considerando apenas as áreas de pastagens e campos e pradarias para fins de expansão de cultivos agrícolas, vê-se na tabela 2.1.5 que o Brasil é o país que mais apresenta área disponível e apropriada para cultivos em geral, sendo o 1º colocado para cultivo de soja e 2º em milho. Produtores importantes, como China e EUA, apresentam potencial de expansão consideravelmente menor, sendo que a Índia sequer consta na lista, dada sua alta densidade populacional e uso intenso da terra.

Tabela 2.1.5: Áreas de campos e pastagens potencialmente disponíveis e apropriados<sup>12</sup> para cultivos agrícolas em países seletos (1000 ha)

País	Área total potencialmente disponível	Área potencialmente disponível e apropriada para cultivos <sup>13</sup>	Área potencialmente disponível e apropriada para milho	Área potencialmente disponível e apropriada para soja
Brasil	251.137	101.119	38.105	75.364
Sudão	99.237	53.083	50.984	0
Rússia	509.264	49.628	3.315	0
Austrália	457.146	39.457	25.148	8.345
Argentina	170.240	37.652	28.922	30.179
RD Congo	54.390	34.317	6.607	23.624
EUA	273.815	27.016	12.762	17.976
Moçambique	36.643	22.663	22.238	21.507
Colômbia	36.050	19.676	1.382	2.352
Madagascar	40.183	19.085	16.641	16.382
Chade	38.974	17.739	16.893	10.453
Tanzânia	34.274	17.720	17.360	17.482
Angola	48.093	15.719	8.864	11.083
Indonésia	36.406	14.784	555	1.264
Venezuela	28.671	14.119	9.583	7.586
Zâmbia	22.173	13.757	14.159	15.687
China	267.802	12.863	4.813	5.024
Bolívia	32.255	12.692	6.665	9.506
Etiópia	61.755	12.220	11.037	8.615
Rep. Centro Africana	30.219	11.900	6.045	10.805

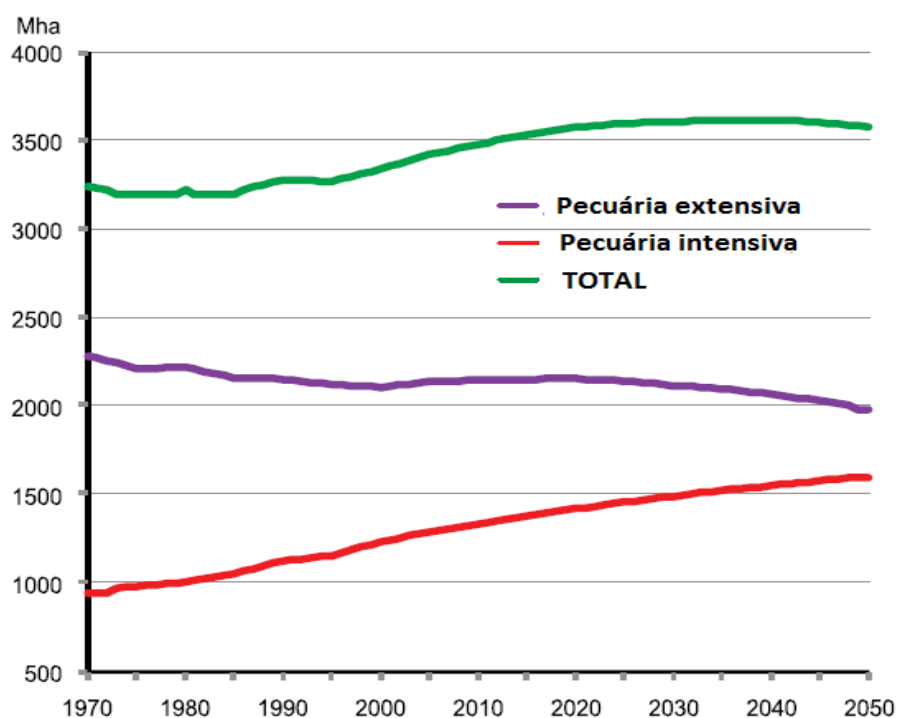
<sup>12</sup> Áreas apropriadas para cultivo em sequeiro.

<sup>13</sup> Terras apropriadas para pelo menos um dos seguintes cultivos: trigo, milho, soja, cana-de-açúcar, palma de óleo, mandioca ou sorgo.

Fonte: FISCHER et SHAH (2010)

Cabe frisar que os autores indicam que o Brasil é o país que apresenta a maior área de campos e pastagens apropriadas e potencialmente disponível para o cultivo de cana-de-açúcar e mandioca, e a segunda maior área para cultivo de sorgo. Como será visto na seção 2.2, o Brasil também apresenta a maior área disponível para o cultivo da palma, apesar de que a maior parte se encontra em ecossistemas florestais, não considerado na tabela acima. Isto se deve à crescente percepção do papel vital desempenhado pelas florestas, ao prover uma série de serviços ambientais, tais como abrigo, habitats, alimentos, fibras, madeira, plantas medicinais, além de regularizar fornecimento de água potável, estocar carbono e reciclar nutrientes (UNEP, 2012). Este destaque às florestas resultou num movimento de valorização monetário destas (iniciativas como crédito de carbono, pagamento por serviços ecológicos<sup>14</sup> etc.), de forma que estas devem tender a ser mais preservadas no processo de expansão da fronteira agrícola.

De fato, projeções indicam uma tendência de intensificação na utilização de áreas de pastagens, com uma leve expansão total, conforme indica a figura 2.1.10:



<sup>14</sup> O termo “envolve um conjunto de abordagens ligadas à uma ideia central: a transferência de recursos entre atores sociais com o objetivo de criar incentivos para alinhar decisões individuais e/ou coletivas com o interesse social da gestão de recursos naturais” (Muradian *et al.* 2010 apud. UNEP (2012))

Figura 2.1.10 – Tendências Globais das Pastagens, 1970 - 2050

Fonte: UNEP (2014)

#### 2.1.4 - Limites na Expansão do Uso da Terra no Brasil

Em vista dos números apresentados na tabela 2.6, fica a impressão de que o Brasil tem amplo espaço para expandir a produção agrícola e pecuária. Entretanto, dadas as diversas demandas de uso da terra efetuadas pelos diferentes atores sociais, não é tão evidente a disponibilidade de terras para ampliar a produção de alimentos e energia, para a reforma agrária, para o crescimento das cidades e a instalação de obras de infraestrutura no país.

A figura 2.1.11 mostra a divisão do território nacional, em termos de uso da terra. Fica claro que quase 2/3 do território está coberto com vegetação nativa, que inclui florestas e outros tipos de vegetação, áreas protegidas públicas (Unidades de Conservação, Terras Indígenas) e áreas não protegidas. Da mesma forma, todas as culturas agrícolas – grãos, cana-de-açúcar, frutas e florestas plantadas – ocupam pouco mais de 7% do território brasileiro (REDEAGRO, 2012):



Figura 2.1.11 – Uso da Terra no Brasil

Fonte: REDEAGRO (2012)<sup>15</sup>

No entanto, dada a crescente demanda por terras para a produção de alimentos, é necessário avaliar o real potencial nacional de expansão da fronteira agrícola, em função da aptidão das terras para tal uso e das restrições legais vigentes. A tabela 2.1.6 compara o uso corrente da terra no setor rural brasileiro (lavouras e pastagens) e a sua aptidão técnica, que impõe um limite físico à expansão.

Tabela 2.1.6 – Uso da Terra e Aptidão para Lavouras e Pastagens no Brasil (1000 ha)

	Utilização da Terra em 2006 [1]	Terra com Aptidão Agrícola [2]	Terra Apta e Disponível
Lavouras permanentes	11.612	12.805 <sup>16</sup>	1.193
Lavouras temporárias	48.234	537.004	488.770
Pastagens naturais	57.316	94.130	36.813
Pastagens plantadas	101.437	96.433	-5.004
Matas naturais	93.982		
Matas plantadas	4.497		
Área TOTAL (1000 ha)	329.941	740.372	410.431

Fonte: [1] IBGE (2009); [2] RAMALHO FILHO et PEREIRA (1999)

Em nível nacional, verifica-se grande predominância de terras com aptidão para lavouras, correspondentes a 65% do território brasileiro, comparadas com as demais atividades: pastagem plantada (12%), silvicultura e pastagem natural (11%), além das terras não indicadas para o uso agrícola (10% das quais são ocupadas com parques e reservas equivalentes), que perfazem cerca de 12% (RAMALHO FILHO et PEREIRA (1999).

Segundo a metodologia empregada por RAMALHO FILHO et PEREIRA (op. cit.), terras marginais, consideradas inaptas<sup>17</sup> para lavouras, têm suas possibilidades analisadas para usos menos intensivos, como pastagem plantada, silvicultura ou pastagem natural. De

<sup>15</sup> Informação a partir das seguintes fontes: MMA; IBGE – PAM (2010) e Censo Agropecuário 2006; INPE – TerraClass 2008; Agricultural Land Use and Expansion Model Brasil – AgLUE-BR (ESALQ-USP)

<sup>16</sup> O valor colocado na tabela reflete a área apropriada apenas para lavouras permanentes. Entretanto, os autores identificaram um total de 415 Mha apropriadas (sem restrições de solos, clima e outros fatores) tanto para lavouras de ciclo curto quanto longo.

<sup>17</sup> Terras que “apresentam limitações fortes para a produção sustentável, ao reduzir a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam os insumos necessários em tal magnitude, que os custos só seriam justificados marginalmente”.

qualquer forma, a tabela acima mostra, em tese, um quadro confortável, em termos de possibilidades de crescimento do setor agropecuário nacional.

Entretanto, pesquisa iniciada em 2008 pela Embrapa Monitoramento por Satélite indica que, em termos legais, somente cerca de 30% do país seria passível de ocupação agrícola intensiva. Segundo MIRANDA et al. (2008):

“Nos últimos anos, um número significativo de áreas foi destinado à proteção ambiental e ao uso exclusivo de algumas populações, enquanto uma série de medidas legais restringiu severamente a possibilidade de remoção da vegetação natural, exigindo sua recomposição e o fim das atividades agrícolas intensivas nessas áreas”.

A pesquisa desenvolveu um sistema de gestão territorial com base em dados de satélites, informações cartográficas digitais e banco de dados, para estimar, via modelos de geoprocessamento, o alcance territorial da legislação ambiental e indigenista em todo o território nacional. Os resultados obtidos são detalhados para cada bioma e estado da Federação. A tabela 2.1.7 mostra as áreas efetivamente disponíveis em cada bioma.

Tabela 2.1.7 - Alcance Territorial das Unidades de Conservação (UCs), Terras Indígenas (TIs), Reserva Legal (RL) e Áreas de Proteção Permanente (APPs).

BIOMA	Área	UCE/UCF /TI (1)	Reserva Legal	Área de RL (2)	APP Líquida (3)	Área Legalmente Disponível	
	(km <sup>2</sup> )	(km <sup>2</sup> )	%	(km <sup>2</sup> )		km <sup>2</sup>	%
Amazônia	4.195.296	1.947.972	80%	1.798.644	782.854	-334.174	-8,0
Caatinga	844.062	50.500	20%	158.713	60.002	574.848	68,1
Cerrado	2.031.298	212.871	20 a 35%	455.941	254.222	1.108.265	54,6
Mata Atlântica	1.118.353	70.695	20%	209.532	180.220	657.907	58,8
Pampa	176.131	6.209	20%	33.984	21.606	114.331	64,9
Pantanal	149.737	6.096	20%	28.728	143.641	-28.728	-19,2
TOTAL	8.514.877	2.294.343		2.685.542	1.442.544	2.455.350	28,8

Fonte: MIRANDA et al. (2008)

Obs: 1 – Inclui UCs federais e estaduais e TIs aprovadas até 2008. Não inclui UCs Municipais, áreas militares, áreas urbanas e outros impeditivos legais que limitam as terras para o uso agrícola intensivo na produção de grãos e agro energia.

2 - Esses resultados não incorporam alterações como a redução de RL por conta de ZEEs efetuados nos estados Amazônicos (assunto a ser discutido no capítulo 5).

3 - O valor se refere às áreas de APPs fora de UCs, TIs e eliminadas as superposições. Dois tipos de APPs foram considerados: aqueles ligados ao relevo e à rede hidrográfica. Outras categorias de APPs previstas pela legislação não foram estimadas em seu alcance territorial.

Cabe ressaltar que os números de APP acima não consideram a hipótese delas serem computadas na Reserva Legal. Considerando-se que na Amazônia é permitido legalmente a incorporação das APPs no cômputo dos 80% destinados à Reserva Legal, sem nenhuma restrição, a disponibilidade de terras para a agricultura neste bioma passaria a ser de 449.532 km<sup>2</sup>. Na hipótese dessa regra ser estendida ao resto do país, a disponibilidade de terras para a agricultura seria de 3.534.992 km<sup>2</sup>, o que representaria 41% do território.

Segundo os autores, “os resultados desse trabalho apontam para uma distância crescente entre legitimidade e legalidade no uso e ocupação atual das terras”. Além das demandas necessárias à expansão agrícola, urbana e energética-mineradora, prevê-se para o futuro novas demandas territoriais por parte de ambientalistas, indigenistas, comunidades quilombolas, processos de assentamento e reforma agrária, o que irá apresentar um desafio no que toca o ordenamento e planejamento territorial do Brasil. (MIRANDA et al., op. cit.).

De fato, estudo efetuado por BERNARD et al. (2014) conclui que, entre 1981 e 2012, houve 93 ocorrências de PADDD - Rebaixamento, Redução, Extinção e Reclassificação de Áreas Protegidas, sigla em inglês - no Brasil. Isto resultou numa perda total de 5,2 Mha, no período. 74% destes eventos ocorreram a partir de 2008, por conta, principalmente, da instalação de infraestrutura de transmissão e distribuição elétrica na Amazônia.

## **2.2 – A Palma no Mundo**

### **2.2.1 – Aspectos Gerais da Palma**

A *Elaeis guineenses Jacq.*, conhecida no Brasil como “dendê”, palma ou palma de óleo, é originário da costa oeste africana (VIEGAS et MULLER, 2000) e apresenta a maior produtividade de óleo vegetal conhecida entre as plantas cultivadas (SERRÃO, 2000),



com média acima de 4 toneladas por hectare<sup>18</sup> (4 t/ha). Sua extraordinária eficiência na produção de biomassa se deve à sua adaptabilidade aos trópicos úmidos, determinando que 95% dos plantios existentes no mundo estejam situados na faixa de 10° ao norte e sul do equador (FURLAN Jr. et al., 2006), restrita a alguns países na América Latina, África subsaariana e Sudeste asiático.

O óleo de palma é largamente utilizado na indústria alimentícia (em substituição à gordura *trans*), na indústria de higiene e química. Segundo THE ECONOMIST (2010), ele é utilizado em 50% de todos os produtos industrializados encontrados em supermercados, sendo também o óleo de fritura mais consumido na Ásia. Entretanto, os biocombustíveis, uso final inexistente em 2007, representa hoje 10% da produção mundial deste óleo (MIN, 2013) e 13% do mercado global de óleos vegetais. Sua produtividade diferenciada também resulta em menores custos de produção, que se reflete em menor preço nos mercados de commodities, conforme mostra a figura 2.2.1:

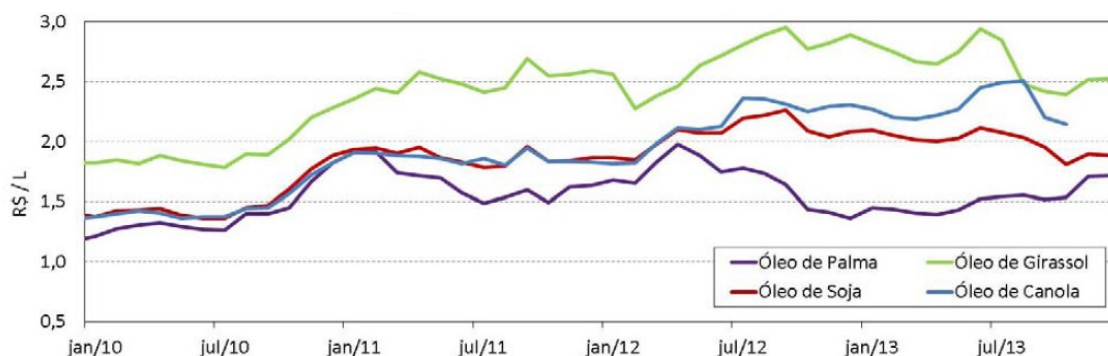


Figura 2.2.1 - Preços internacionais de óleos vegetais seletos

Fonte: MME (2014a)

Entre 2003 e 2013, a produção global de óleos vegetais subiu 65%, confirmando a tendência de aumento no consumo destes, conforme seção 2.1.2. A produção de óleo de palma aumentou em 94%, ao passo que o óleo de soja, óleo vegetal dominante do século XX, subiu apenas 47% no período (USDA, 2008 e 2014). Desta forma, o óleo de palma (óleo do mesocarpo, a polpa do fruto) e o óleo de palmiste (óleo do endosperma, a

<sup>18</sup> Valor médio observado, em 2013: Indonésia = 4,1 t/ha; Malásia = 4,38 t/ha (OILWORLD, 2013). Valor também observado no estado do Pará (IBGE, 2012).

semente) se tornaram, respectivamente, o 1º e 5º óleos vegetais mais produzidos no planeta, respondendo por 39% da oferta global de óleos vegetais (tabela 2.2.1).

Tabela 2.2.1 - Produção Mundial de Óleos Vegetais (milhões de toneladas)

	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
Óleo de coco	3,52	3,7	3,41	3,64	3,67
Óleo de algodão	4,59	4,96	5,25	5,27	5,17
Óleo de oliva	3,08	3,25	3,24	2,67	3,28
<b>Óleo de palma</b>	<b>46,04</b>	<b>48,73</b>	<b>51,95</b>	<b>55,77</b>	<b>58,4</b>
<b>Óleo de palmiste</b>	<b>5,6</b>	<b>5,73</b>	<b>6,14</b>	<b>6,51</b>	<b>6,86</b>
Óleo de amendoim	4,87	5,3	5,31	5,55	5,59
Óleo de colza	22,56	23,52	24,22	24,87	25,6
Óleo de soja	38,79	41,28	42,56	42,78	44,82
Óleo de girassol	12,28	12,42	15,34	13,67	15,48
TOTAL	141,34	148,89	157,41	160,73	168,85

Fonte: USDA – Oilseeds: World Markets and Trade (2014)

Outro fator que tem levado à crescente preferência do óleo de palma é o custo com a saúde no que se refere aos perigos das gorduras hidrogenadas, ou *trans*. Com a crescente tendência dos consumidores em evitar gorduras insalubres em suas dietas, a indústria de alimentos vem tentando reduzir sua dependência de óleo hidrogenado e o óleo de palma tornou-se uma opção atraente, de acordo com E. Decker, professor da Universidade de Massachusetts e chefe do departamento de ciência dos alimentos da escola. "Desde que se criou a consciência de que as gorduras *trans* têm efeitos negativos, a indústria de alimentos teve que encontrar alternativas", diz ele. Gorduras sólidas produzidas a partir da hidrogenação de óleos era a rota mais utilizada, mas são ricos em gorduras *trans*. Desta forma, surgiu a necessidade de se encontrar outra fonte de gordura, naturalmente sólida, daí o óleo de palma passar a ser usado como substituto" (EINHORN, 2013).

Além de o mais produzido, o óleo de palma também é o mais exportado: OILWORLD (2013) previu que ele seria responsável por 57,6% das exportações mundiais de um total de 17 óleos e gorduras em 2013. Também previu um abastecimento insuficiente de óleo de soja, girassol, canola, azeite de oliva e outros óleos e gorduras, aumentando a dependência no óleo de palma, avaliando que este seria responsável por 90% do

crescimento da demanda mundial projetada de todos os 17 óleos e gorduras na temporada 2013.

A expansão do óleo de palma em detrimento do óleo de soja se deve ao fato de que os óleos vegetais, para a maioria dos propósitos, ser intercambiável (CORLEY, 2008). Segundo SCHMIDT et WEIDEMA (2008) apud CORLEY (2008), o óleo de palma é o óleo marginal, o principal responsável pelas alterações de demanda por óleos vegetais. Sendo assim, “a indústria de óleo de palma não pode ser considerada de forma isolada do mercado de óleos vegetais como um todo”.

De fato, ORLOVICIN (2014) observa que a relação do preço do óleo de soja / preço da soja, que girava em torno de 3,0 em 2012, chegou a 2,2 no ano seguinte (cotação da Bolsa de Chicago – CBOT). A analista destaca, dentre os fatores para o descasamento, a ampliação da concorrência no mercado internacional de óleos vegetais, principalmente o óleo de palma. Como a relação do valor do óleo / soja caiu para abaixo de 2 em algumas praças do Brasil, houve um impacto na margem de esmagamento da leguminosa.

CORLEY (op. cit.) estimou a demanda global futura por óleos vegetais, levando em consideração somente o uso destes para fins alimentares. Baseando-se em cenários demográficos da ONU (cenário de média tendência) e taxas históricas de crescimento na demanda por óleos vegetais, ele estima que a demanda global em 2050 será de 240 Mt, sendo que a maior parte do aumento deverá ser a partir da palma, pois seu óleo apresenta menor custo de produção.

Apesar do acelerado crescimento da produção de óleos, a palma, dada a sua eficiência diferenciada, teve uma expansão de área de cultivo em terras tropicais, únicas que lhe são próprias, bem menos significativa do que a soja, planta oriunda de climas temperados. A figura 2.2.2 ilustra como a soja tem hoje uma área de cultivo nos trópicos duas vezes maior do que a soma da palma e a cana-de-açúcar, outra cultura restrita às baixas latitudes. Como diz THE ECONOMIST (op. cit.), “em 5% das terras agrícolas destinadas à oleaginosas, a palma produz 38% do total, mais do que qualquer uma dessas outras culturas (soja, colza e girassol). Qualquer substituto demandaria mais terras”.

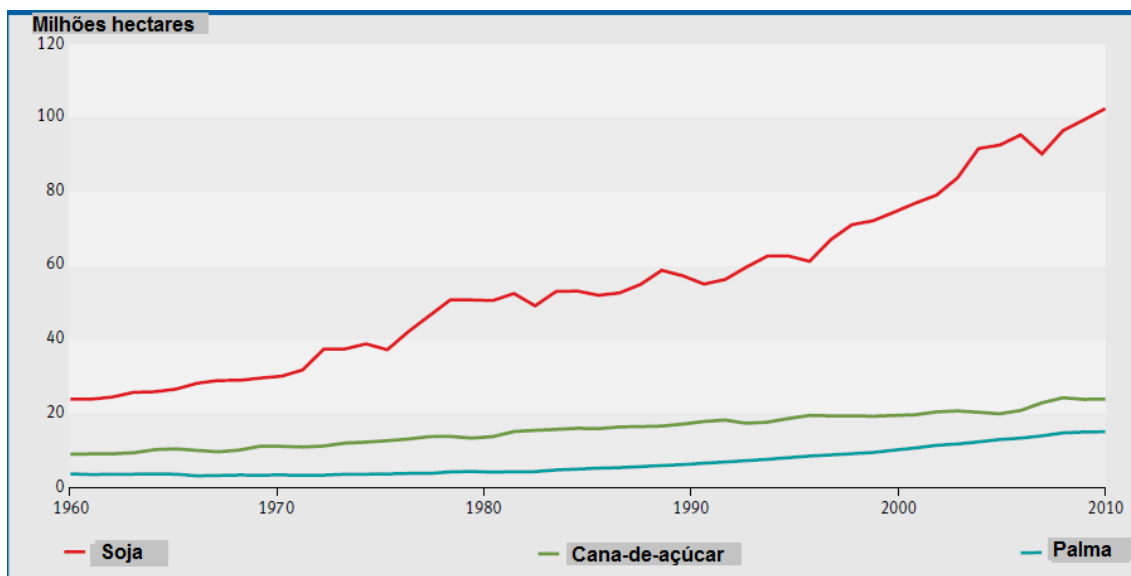


Figura 2.2.2 - Área cultivada de cultivos seletos em países tropicais úmidos, 1960–2010

Fonte: UNEP (2012)

Brasil é apenas o 10º maior produtor mundial de (cachos de) palma e 14º em termos de área plantada (FAO, 2013a), mas é o país que apresenta a maior área disponível e propícia para seu cultivo, conforme a tabela 2.2.2. Dois pontos da referida tabela merecem observação: i) a Indonésia e Malásia dominam o mercado, com 62% do total mundial de 16,4 Mha<sup>19</sup> de área cultivada em 2012; ii) a Malásia já cultiva palma em quase 2/3 da área apropriada em seu território, apresentando, pois, pouca disponibilidade para ampliar sua produção significativamente, como será visto na seção 2.2.2

Tabela 2.2.2 – Área cultivada e potencialmente disponível e apropriada<sup>20</sup> para plantio de Palma (Mha)

<sup>19</sup> A área da palma representa 10% da área global de cultivos permanentes em 2011 (FAO, 2013a)

<sup>20</sup> Plantio sem necessidade de irrigação

País	Área cultivada com Palma (2012) [1]	Área potencialmente disponível e apropriada para Palma (pastagens e campos)	Área potencialmente disponível e apropriada para Palma (florestas)	Área total potencialmente disponível e apropriada para Palma
Brasil	109	7.268	109.384	116.652
RD Congo	179	11.289	52.670	63.959
Indonésia	6.090	13.640	30.450	44.090
Peru	32	2.632	39.155	41.787
Colômbia	165	6.427	31.747	38.174
Congo	11	2.842	10.532	13.374
Papua Nova Guiné	140	3.544	9.428	12.972
Malásia	4.010	685	5.818	6.503
Bolívia	0	972	4.626	5.598
Venezuela	26	765	3.415	4.180
Equador	203	548	3.318	3.866
Camarões	124	310	1.417	1.727
Madagascar	2	340	246	586
Tailândia	645	159	145	304
México	34	67	199	266
República Centro Africana	1	36	173	209

Fonte: FISCHER et SHAH (2010); [1] FAOSTAT (2013)

A mencionada eficiência produtiva da palma se traduz numa maior densidade espacial de potência em relação aos demais cultivos bioenergéticos utilizados atualmente, como pode ser visto na tabela 2.3.3. Ela apresenta a densidade energética (GJ/ha\*ano) média de etanol e biodiesel a partir dos seus principais insumos, dada a produtividade agrícola média dos dois países mais competitivos para cada insumo. Fica destacada a vantagem da palma sobre os demais cultivos, com a cana-de-açúcar em segundo lugar, ressaltando a vantagem competitiva destes cultivos tropicais, fato que vem sendo contornado pelos principais mercados do Norte (EUA e Europa), como será visto no capítulo 3.

Tabela 2.2.3 – Produtividade Média de Etanol<sup>21</sup> e Biodiesel, a partir dos dois melhores produtores dos principais insumos utilizados

<sup>21</sup> Poder Calorífico Inferior (PCI) considerado: etanol = 21.1 MJ/litro, biodiesel = 32.9 MJ/litro

Cultivo	País	Produtividade cultivo (t/ha)	Produto	Produtividade biocombustível (l/ha)	Energia (GJ/ha)
Palma	Malásia	20,6	Biodiesel	4736	155,8
	Indonésia	17,8		4092	134,6
Cana	Brasil	73,5	Etanol	5475	115,5
	Índia	60,7		4522	95,4
Milho	EUA	9,4	Etanol	3751	79,1
	China	5		1995	42,1
Mandioca	Brasil	13,6	Etanol	1863	39,3
	Nigéria	10,8		1480	31,2
Colza	China	1,7	Biodiesel	726	23,9
	Canadá	1,5		641	21,1
Soja	EUA	2,7	Biodiesel	552	18,2
	Brasil	2,4		491	16,1

Fonte: CONNOR et HERNANDEZ (2009)

A palma é cultivada predominantemente em solos de baixa fertilidade, sendo necessária a aplicação de altas doses de fertilizantes para assegurar o desenvolvimento vegetativo e produtividades de cachos adequadas (FRANZINI et SILVA, 2013). Segundo os autores, na Indonésia, fertilizantes representam de 50% a 70% dos custos variáveis e cerca de 1/4 do custo total da produção da palma, daí a compreensão dos fatores que contribuem para o uso eficiente dos fertilizantes ser fundamental para maximizar a produtividade. Assim, mesmo sendo a oleaginosa mais produtiva do mundo, com produtividade média global de 3,56 t óleo/ha/ano, existe um grande potencial de crescimento da mesma para o futuro, visto o limite teórico ser muito superior ao observado hoje, conforme a figura 2.2.3:

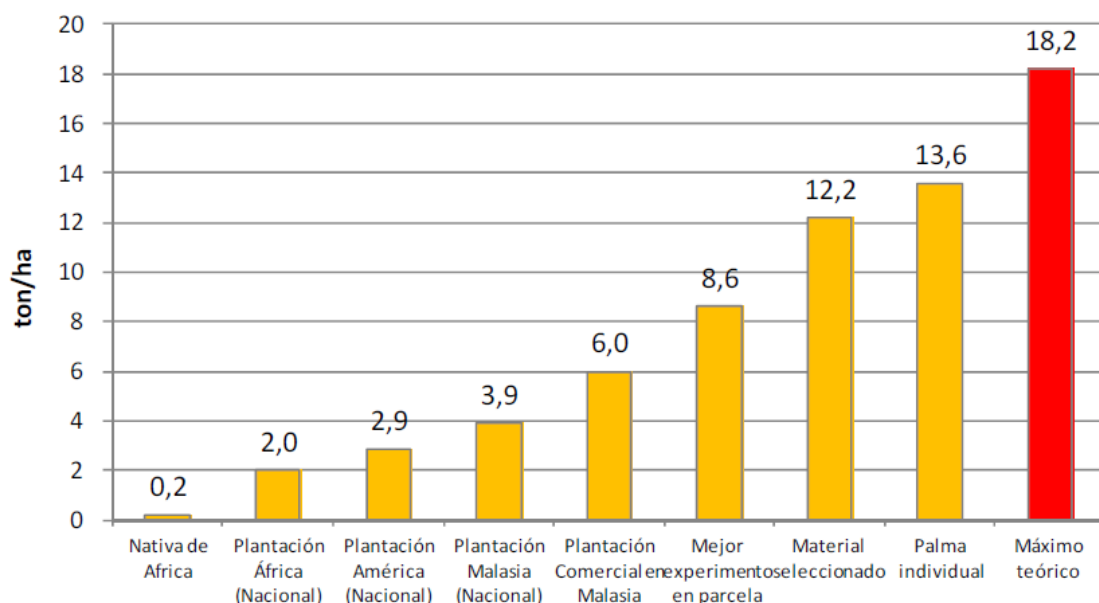


Figura 2.2.3 - Rendimentos observados e teóricos da Palma de Óleo

Fonte: BARCELOS (2013)

Sob uma perspectiva mais ampla, a biomassa da palma gera vários coprodutos, utilizados em indústrias de alimentos e de manufatura, como pode ser visto na figura 2.2.4

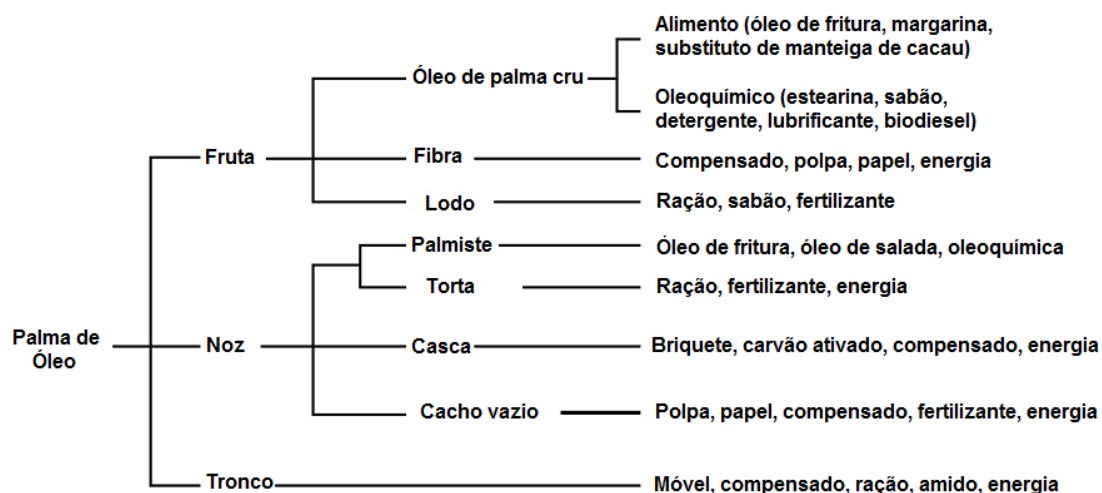


Figura 2.2.4 - Usos de óleos e biomassa de palma em indústrias de alimentos e manufatura

Fonte: FAIRHURST et. MUTERT (1999)

Justamente as vantagens competitivas da palma, que tornaram o seu cultivo um dos usos mais rentáveis da terra (BUTLER et LAURANCE, 2009) e impulsionaram sua recente ascensão em relação às demais oleaginosas, tem trazido uma enxurrada de críticas, por parte de ambientalistas em todo o mundo, por conta da expansão às custas de florestas, particularmente, no Sudeste da Ásia. O predomínio da Indonésia e Malásia como produtores de óleo de palma se deve à competitividade em relação aos concorrentes, como a Colômbia (maior produtora das Américas) e Brasil (maior potencial de produção), conforme a figura 2.2.5. Este assunto será amplamente discutido na seção 6.6.

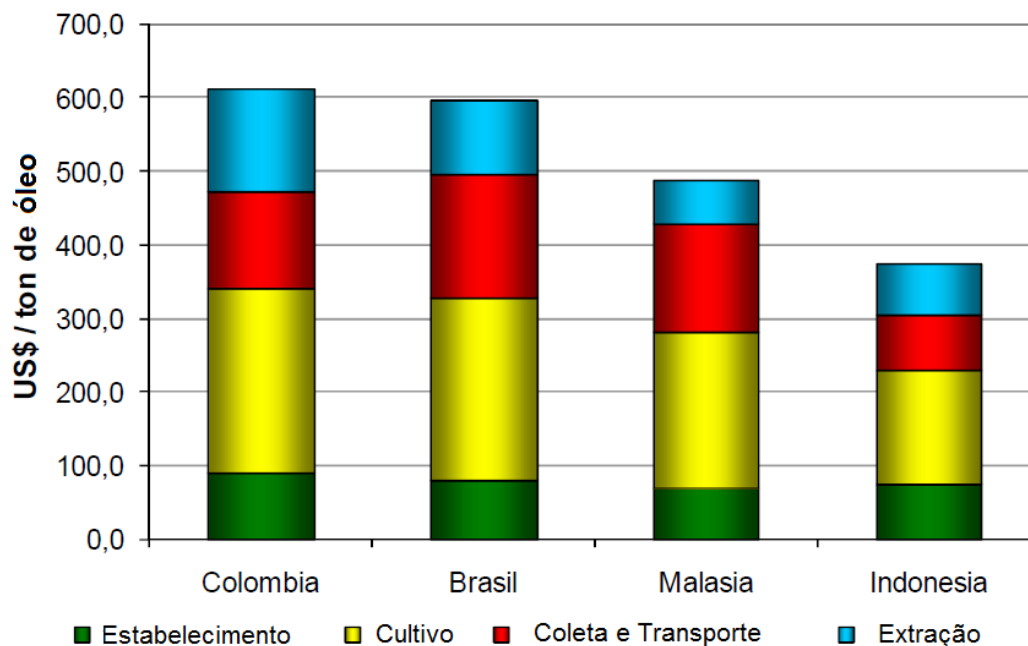


Figura 2.2.5 - Custos reais de produção de óleo de palma em alguns países produtores

Fonte: BARCELOS (2013)

### 2.2.2 – A Palma no Sudeste da Ásia: Bênção e Maldição

Em abril de 2008, ativistas do Greenpeace se vestiram de orangotangos, invadiram a sede da empresa Unilever, em Londres e desfraldaram bandeiras com as inscrições: “Unilever: não destrua as florestas”. (ECONOMIST, op. cit.). Eles se referiam ao desmatamento desenfreado que tem ocorrido na Indonésia e Malásia para a implantação de cultivos de palma e que tem levado espécies carismáticas, como o orangotango, à beira da extinção.

A escolha da empresa pelos ativistas tem raízes históricas: em 1848, já se tinha verificado que a palma prosperava em território malaio. Em 1930, o óleo de palma já havia se tornado suficientemente importante para justificar a fusão da Margarina Unie, uma produtora holandesa de margarina, e Lever Brothers, fabricante do sabão britânico, em Unilever, hoje a segunda maior empresa de bens de consumo do mundo. Ambas as empresas compartilhavam um ingrediente chave, óleo de palma, e sua fusão iria garantir a necessária economia de escala (SHEIL et al., 2009).

Poucas atividades econômicas têm gerado tanta controvérsia quanto a rápida expansão da palma de óleo em países em desenvolvimento, ricos em florestas, como a Indonésia e Malásia. A expansão da palma de óleo pode contribuir para o desmatamento, a



degradação de turfa, a perda da biodiversidade, incêndios florestais e uma série de questões sociais.

Mas o óleo de palma é também um importante motor do crescimento económico e uma fonte de combustível alternativo (SHEIL et al., op. cit.). Segundo FAIRHURST et MUTERT (op. cit.), embora seja primariamente uma cultura extensiva, a palma foi adaptada com sucesso para atender as necessidades dos pequenos agricultores e provou ser uma ferramenta poderosa para a redução da pobreza nos países em desenvolvimento. Por exemplo, cerca de 2,5 e 1,3 Mha foram desenvolvidos como projetos de pequenos produtores, respectivamente, na Indonésia e na Malásia, trazendo melhoria dos padrões de vida para 12 milhões de pessoas.

A implantação da palma de óleo envolve muitos compromissos. A sua rentabilidade como cultivo oferece riqueza e desenvolvimento, onde elas são tão necessárias, mas também ameaça a subsistência de populações tradicionais. Ela oferece um caminho para sair da pobreza, ao mesmo tempo, tornando as pessoas vulneráveis à exploração, desinformação e instabilidades de mercado. Ela ameaça a rica diversidade biológica dos trópicos, ao mesmo tempo, oferecendo o financiamento necessário para proteger a floresta. Ela oferece uma fonte renovável de combustível, mas também corre o risco de aumentar as emissões globais de carbono (SHEIL et al., op. cit.).

A citada restrição geográfica para o cultivo da palma e condicionantes históricos possibilitaram a concentração de sua produção na Indonésia e Malásia, que respondem por 86% da produção mundial de óleo de palma, tornando-os, respectivamente, no 1º e 3º maiores produtores globais de óleos vegetais, conforme a tabela 2.2.4.

Tabela 2.2.4 - Produção Global de Óleos Vegetais (milhões de toneladas)

	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
Indonésia	23,69	25,59	27,24	30,13	32,73	35,58
China	16,11	17,88	19,02	21,00	22,40	22,99
Malásia	19,43	19,94	20,39	20,42	21,65	21,49
UE-27	15,48	16,74	16,65	16,66	16,47	17,14
EUA	9,67	10,07	9,79	10,04	10,18	9,94
Argentina	7,37	7,69	8,79	8,48	7,509	8,69
<b>Brasil</b>	<b>6,78</b>	<b>7,16</b>	<b>7,80</b>	<b>8,21</b>	<b>7,44</b>	<b>7,95</b>
Outros	35,91	36,27	39,22	42,48	42,28	45,07
TOTAL	133,68	141,34	148,89	157,41	160,73	168,85

Fonte: USDA (2014)

Apesar do sucesso apresentado, a trajetória dos dois países, no que toca a expansão da palma, foi bastante distinta, da mesma forma como as perspectivas de crescimento que se apresentam. Quanto à esta última, MIN (2013) prevê que os preços internacionais de palma continuarão altos, pois, no longo prazo, a terra arável nestes países está acabando. Observa que o ritmo recente de expansão de novas áreas para o plantio está caindo e cita um veterano da indústria de palma que avalia haver apenas 200.000 a 300.000 ha disponíveis para o plantio na Malásia. De fato, a palma já ocupa cerca de 56% das terras agricultáveis e 12% do total da área do país (ROCHA et CASTRO, 2012).

Enquanto isso, na Indonésia, a taxa de novas plantações de palma diminuiu significativamente, de cerca de 500.000 ha a.a. entre 1999 e 2003 para os níveis atuais, de cerca de 200.000 ha (MIN, op. cit.), apesar de admitir que isto, em parte, se devia a um acordo assinado entre o governo Indonésio e Norueguês, que impôs uma moratória de dois anos no desmatamento de florestas primárias (MIN, op. cit.).

Ainda assim, a pressão sobre a palma e sua associação ao desmatamento, por parte do movimento ambiental, continua. Em fevereiro de 2014, a Kellogg's, gigante da indústria de alimentos e consumidora de 50.000 toneladas anuais de óleo de palma, anunciou que iria exigir de seus fornecedores que “protegessem as florestas, habitats de espécies ameaçadas, terras com alto teor de carbono e solos de turfa. Eles terão que proteger direitos humanos e das comunidades” (VIDAL, 2014). De acordo com o autor, esta foi a última de uma série de empresas e respectivos fornecedores que se comprometeram a elevar seus padrões. Em dezembro de 2013, Wilmar International, que controle 1/3 do comércio global de óleo de palma, anunciou que iria banir fornecedores que destruíssem florestas e turfeiras.

### **Malásia: Aspectos agrários / fundiários**

Segundo HOMMA et al. (2000), culturas perenes, como o dendezeiro, seringueira, cacaueteiro, pimenteira-do-reino e outras exóticas formaram um paradigma de desenvolvimento de agricultura tropical no sudeste asiático, em particular, na Malásia, Indonésia e Tailândia. Segundo NOGUEIRA et NASSAR (op. cit.), A Malásia adotou

uma estratégia de especialização na produção de palma e não possui objetivos explícitos de busca de autossuficiência em alimentos.

O particular sucesso da Malásia se deve a decisão do governo federal de arrendar ou vender terras das áreas produtoras, para famílias selecionadas de pequenos produtores, depois da cultura devidamente estabelecida. O órgão responsável pelo processo há décadas é FELDA – *Federal Land Development Authority*, a maior operadora de palma no mundo, com mais de 700.000 hectares na Malásia Peninsular. Em 2008, FELDA já havia assentado mais de 112.000 famílias (equivalente a um milhão de pessoas), trabalhando em 8530 km<sup>2</sup> de terra em toda a Malásia, sendo que 85% do total da terra é composta por palma de óleo, 10% de seringueira e 5% vilas residenciais (ALIAS, 2009).

Assentados são escolhidos entre a população carente, em particular, de etnia malaia. Os candidatos precisam ter entre 21 e 50 anos, boa condição física e estarem casados. Prioridade é dada àqueles que não possuem terra própria para cultivo. Aos aprovados é designado um lote, entre 4 e 5,7 hectares, para o cultivo de seringueira ou palma. Todos os assentados têm que residir no assentamento, numa vila planejada. FELDA provê a residência e infraestrutura básica – água encanada e energia elétrica, além de escolas, centros de saúde etc. Os custos de aquisição, desenvolvimento e alocação da terra são absorvidos pelo referido órgão e pagos pelos assentados em parcelas mensais em um período de quinze anos (ALIAS, op. cit.).

Originalmente, FELDA montou cooperativas, onde cada assentado tinha igual participação na receita do assentamento. Entretanto, este esquema foi abandonado devido aos benefícios auferidos por assentados que não cuidavam da terra. O governo da Malásia então elaborou um plano em três fases: 1) no início, o mecanismo de cooperativa é mantido, enquanto os assentados aprendem a cultivar a lavoura; 2) na 2<sup>a</sup> fase, é dado ao assentado um lote específico para ele trabalhar; 3) na 3<sup>a</sup> fase, caso demonstre um desempenho produtivo satisfatório, ao assentado é dado o título do lote. No entanto, o mesmo não tem permissão de vender a terra sem anuência da agência (ALIAS, op. cit.)

### **Indonésia: Aspectos agrários / fundiários**

A Malásia foi pioneira na indústria comercial de óleo de palma, mas, com o aumento dos custos da terra e do trabalho, a indústria mudou-se para a vizinha, país quase 6 vezes

maior e 8,5 vezes mais populoso<sup>22</sup>. Enquanto a Malásia iniciou a produção comercial de palma no início do século XX, na Indonésia a palma só se estabeleceu como cultura relevante no final do século: a produção aumentou de 168.000 toneladas de óleo produzidos em 106.000 hectares em 1967, para cerca de 16,4 milhões de toneladas cultivadas em 6,2<sup>23</sup> Mha, em 2006 (Min. Agricultura Indonésia apud SHEIL et al., 2009).

Apesar de grandes empresas dominarem o mercado, os pequenos agricultores do país representam cerca de um terço da produção. O rendimento médio do cultivo de óleo de palma é muito maior do que a agricultura de subsistência ou outras culturas. Dadas as exigências de trabalho elevadas, a expansão de óleo de palma na Indonésia ajudou a reduzir significativamente a pobreza, com estimativas de geração entre 1,7 milhão e 3,0 milhões de empregos no setor (DEININGER et BYERLEE, op. cit.).

A grande questão social no desenvolvimento de palma de óleo é a falta frequente de reconhecimento do direito à terra local. Na Indonésia, cerca de 70% da área terrestre do país é classificado como "propriedade florestal" (mesmo que não seja coberta por árvores), propriedade *de jure* do Estado. Este faz concessões com pouca consideração por aqueles que têm historicamente ocupado ou utilizado a terra. Esta distinção legal elimina efetivamente os direitos da terra tradicional dos povos locais e outros que as ocuparam, possivelmente por gerações (DEININGER et BYERLEE, op. cit.).

Diferentes resultados dos negócios de terras com comunidades rurais são ilustradas por McCARTHY (2010) apud UNEP (2012), em Jambi, Indonésia, onde três aldeias mostraram três trajetórias distintas: i) desapropriação sumária; ii) incorporação relativamente bem sucedida no enclave da palma; e iii) incorporação litigiosa, com emprego e subsistência precária.

Para ajudar a expandir a produção, o governo forneceu terras, em muitos casos, ainda florestadas, quase de graça, dentro de um quadro legal que não reconhece o direito à terra local. Esperava-se que as vendas de madeira financiassem o plantio e o estabelecimento da palma, mas muitas empresas supostamente usaram esquemas fictícios para obter licenças de corte sem nunca estabelecer cultivos de palma. Isto deu origem a

---

<sup>22</sup> Indonésia: 1,905,000 km<sup>2</sup>, 237 milhões de habitantes. Malásia: 330.000 km<sup>2</sup>, 28 milhões de habitantes.

<sup>23</sup> De acordo com FAO (2013a), em 2006, a área plantada com palma na Indonésia era de 4,1 Mha.

preocupações acerca do papel (direto e indireto) da palma na perda da biodiversidade, nas emissões de GEE e em conflitos sociais decorrentes de uma falha em reconhecer o direito às terras locais. (DEININGER et BYERLEE, op. cit.).

### **Desmatamento e Emissões de GEE**

Embora alguns afirmem que muita da destruição das florestas é atribuível a usos e impactos anteriores, como exploração madeireira e as plantações, a palma continua a ser amplamente associada com a perda de florestas naturais. Produtores de óleo de palma na Malásia tem afirmado categoricamente que a floresta primária já não é convertida em plantações – a expansão só ocorre em terrenos já utilizados para cultivo (por exemplo, borracha e agricultura). No entanto, há um debate contínuo sobre a conversão de "florestas degradadas e secundárias" (SHEIL et al., op. cit.), à semelhança do que ocorre na Amazônia com relação à conversão de florestas em soja.

Um fato agravante no que toca o uso da terra na Malásia e Indonésia é o fato de que cerca de 25% dos cultivos de palma foram estabelecidos em solos de turfa. Turfeiras tropicais são um dos mais eficientes sumidouros de carbono da Terra e os maiores repositórios de longo prazo do carbono orgânico terrestre, com estimados 68,5 GtC armazenados no Sudeste da Ásia (especialmente na Indonésia e na Malásia). A decomposição incompleta de material orgânico, sob condições anaeróbicas alagadas, levou à lenta, mas progressiva acumulação de espessos depósitos de turfa ao longo de milênios, dando a este ecossistema uma densidade muito elevada de carbono, com valores típicos de ~ 150 tC/ ha para a biomassa florestal e ~ 3000 tC/ ha para a turfa subjacente (PAGE et al., 2011).

Em função da preocupação dos movimentos ambientais e outros grupos de pressão quanto às emissões de GEE oriundas da mudança do uso da terra na expansão da palma, o Conselho Executivo do RSPO (Conselho do Óleo de Palma Sustentável) estabeleceu, em novembro de 2008, um Grupo de Trabalho sobre o assunto (GHG WG), encarregado de analisar as informações relevantes sobre as emissões de GEE na cadeia produtiva do óleo de palma (KILEEN et GOON, 2013). Em 2013, foi publicado um relatório contendo sete artigos relacionados ao tema, representando o estado da arte sobre o tema. A descrição de três deles segue abaixo:

GUNARSO et al. (2013) fizeram um apanhado amplo, via imagens de satélite, da dinâmica de expansão da palma na Malásia, Indonésia e Papua Nova Guiné (um produtor menos relevante), em 22 diferentes classes de cobertura, entre 1990 e 2010. Tomando por base o fato de que, neste período, as plantações industriais de palma nos três países expandiram de 3,5 Mha para 13,1 Mha, os resultados mais relevantes encontrados foram:

- A conversão de florestas como fonte de terras para novos plantios, entre 1990 e 2010, foi calculada em 3,5 Mha, ou 37% da área total da expansão do cultivo nos citados países;
- Menos de 4% das plantações de palma se originaram a partir da conversão de florestas primárias;
- A conversão da floresta foi importante em Kalimantan<sup>24</sup> (44%), Papua (61%), Sarawak (48%) e Sabah (62%); a conversão de plantações agroflorestais e de borracha foi importante em Sumatra (59%) e Malásia Peninsular (44%);
- O desmatamento para a expansão da palma variou de 48%, entre 1990 e 2000, para cerca de 20% entre 2001 e 2005 e 36% entre 2006 e 2010.

AGUS et al. (2013a) calcularam as emissões de CO<sub>2</sub> das plantações de palma no período, com foco nos solos com turfa. Principais achados:

- As plantações de palma em turfa representam 18% da área cultivada, mas contribuem com 64% do total de emissões ligadas ao uso da terra até 2010;
- Há duas fontes de emissão de turfa: incêndios de turfa (16% do total das emissões entre 2006 e 2010) e da oxidação da turfa, devido à drenagem (48% do total das emissões entre 2006 e 2010);
- As emissões de desmatamento e incêndios de turfa são eventos únicos e as decisões sobre onde ou como novas plantações são estabelecidas terá impacto imediato nas emissões de GEE;
- As emissões de oxidação de turfa são emissões recorrentes que ocorrem de forma contínua até que a plantação seja abandonada e os solos voltem ao estado hídrico anterior.

---

<sup>24</sup> Kalimantan é a fração da ilha de Borneo pertencente à Indonésia. Papua é uma província da ilha de Nova Guiné pertencente à Indonésia. Sabah e Sarawak são províncias da Malásia Insular (localizados ao norte da ilha de Borneo).

As fontes de dados dos dois trabalhos acima foram integradas em AGUS et al. (2013b), que combina os fatores de emissão calculados por AGUS et al. (2013a) com os dados de mudança do uso do solo produzido por GUNARSO et al., (2013). Neste, a matriz de mudança de uso da terra foi multiplicada por uma matriz correspondente de fatores de emissão para gerar uma matriz de emissão (ou sequestro) líquido de CO<sub>2</sub>. Principais resultados encontrados:

- Emissão de GEE na mudança do uso da terra e oxidação de turfa, entre 2006 e 2010, mostrou que o setor de palma contribuiu com 16% do total das emissões pelo uso da terra e mudança do uso da terra na Indonésia e 32% na Malásia.
- Na Indonésia, a maior fonte de emissões históricas de CO<sub>2</sub> provenientes da mudança do uso da terra foi devido à degradação florestal (40%), a partir da transição de floresta intacta a floresta perturbada (corte de madeira) ou a conversão de florestas degradadas em vegetação arbustiva, devido ao fogo.
- As emissões provenientes da oxidação da turfa de florestas pantanosas degradadas, impactadas pela exploração madeireira e por drenagem, são maiores do que as emissões de plantações de palma em turfa, e representam cerca de 22% das emissões totais na Indonésia e 13% na Malásia, quando todas as formas de uso da terra e mudança do uso da terra são consideradas.

Com a expectativa de aumento na demanda de óleo de palma, orientar a expansão das plantações em direção a áreas de pastagens degradadas será importante. Em 2009, o governo indonésio projetou um aumento dramático na área plantada com palma nas próximas uma ou duas décadas - até 20 Mha - a maioria em terras desmatadas. Esta meta foi baseada em dois pressupostos vinculados (UNEP, 2012):

- Aumento da demanda na China e Índia por bens de consumo, desde chocolate até xampu, que empregam óleo de palma; e
- Aumento da demanda por biocombustíveis, na Europa e em outras regiões.

Como parte de uma parceria de US\$ 1 bilhão entre Noruega e Indonésia para reduzir as emissões desta de desflorestamento e degradação (conhecido como REDD+), em maio de 2011 o Presidente da Indonésia sancionou uma moratória de dois anos<sup>25</sup> sobre novas

---

<sup>25</sup> Em 15 de maio de 2013, o presidente da Indonésia renovou o acordo (moratória) por mais dois anos.

licenças para uso de florestas primárias e áreas de turfa, estimado entre 64 e 72 Mha, potencialmente desacelerando a expansão da palma em terras com alto estoque de carbono para outras, degradadas. No entanto, florestas secundárias e os contratos existentes permanecem isentos (GINGOLD et STOLLE, 2011).

Um dos fatores complicadores é determinar o que vem a ser “terra degradada”, de forma a avaliar a possibilidade física da expansão da palma se limitar a estas áreas. Segundo HANSON et al. (2011), terra degradada é aquela que perdeu algum grau de produtividade natural devido à processos causados pelo homem. No entanto, não existe uma definição internacionalmente aprovada e única de "terra degradada". Desta forma, segundo os autores, as estimativas da extensão de área degradada na Indonésia variam muito, entre 6 Mha (“área degradada disponível para plantio de palma”) e 40 Mha (“florestas degradadas”, dentro do domínio do Governo Indonésio). De qualquer forma, cabe notar que comunidades locais já podem estar utilizando parte destas terras degradadas. Neste caso, o estabelecimento apropriado da palma exigirá o reconhecimento dos direitos das populações locais a negociação e partilha de benefícios.

### **2.2.3 – A palma na África e América Latina: Neocolonialismo?**

O centro de origem da palma africana, *Elaeis Guineensis*, Jacq., está na região da floresta tropical da África Ocidental, numa região de cerca de 200-300 km de largura ao longo da faixa costeira da Libéria até Angola. Ela se espalhou a partir de 16°N de latitude no Senegal a 15°S em Angola e para o leste até o Oceano Índico, Tanzânia e Madagascar (NEWCROP, 1999), posteriormente tendo sido transferida para os trópicos asiático e latino americano.

Segundo FAO (2013a), a Nigéria, país mais populoso e uma das principais economias africanas, possuía, em 2012, 3,25 Mha de palma cultivada, atrás apenas de Indonésia e Malásia. No entanto, sua produção de cachos de frutos frescos (CFF) no referido ano foi 8,1 Mt, 74% da produção da Tailândia, que cultivou palma em apenas 0,65 Mha (vide tabela 2.3.2). Ou seja, a produtividade (tCFF/ha) Nigeriana foi apenas 14,6% da obtida na Tailândia, 11,6% da Malásia e 10,8% da Colômbia no referido ano (FAO, 2013a).

A disparidade apresentada acima é um reflexo das práticas agrícolas apresentadas nos países citados. Num trabalho de levantamento do potencial agrícola no Brasil,



RAMALHO FILHO et PEREIRA (op. cit.) referiram-se ao *Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras* (RAMALHO FILHO et al., 1995), que, entre outros, considerou três níveis de manejo, visando diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos<sup>26</sup>, reproduzido abaixo:

- **“Nível de manejo A (Primitivo)** - baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível técnico-cultural. Praticamente não há aplicação de capital para manejo, melhoramento e conservação das terras e das lavouras. As práticas agrícolas dependem fundamentalmente do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal com implementos agrícolas simples.
- **Nível de manejo B (Pouco desenvolvido)** - caracterizado pela adoção de práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico intermediário. Baseia-se em modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas, neste nível de manejo, incluem calagem e adubação com NPK; tratamentos fitossanitários simples; e mecanização com base na tração animal, ou na tração motorizada, apenas para desbravamento e preparo inicial do solo.
- **Nível de manejo C (Desenvolvido)** - baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. Caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. A motomecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola”.

Em outras palavras, o fato da palma ser oriunda da África não se reverteu em qualquer vantagem contra seus competidores do Sudeste da Ásia e América Latina. Isto se deve ao fato de a indústria do óleo de palma do Oeste Africano ser dominada por pequenos agricultores desde o século XVI, quando era usado para provisão em navios negreiros que operavam no Oceano Atlântico. Posteriormente, foi utilizado como o sabão e lubrificante de máquinas na Grã-Bretanha da revolução industrial (BAX, 2013).

Nos anos pós-coloniais, à medida que a produção de petróleo e de minerais dominavam a receita dos governos, o interesse em óleo de palma diminuiu. Produtores africanos tornaram-se importadores, na década de 1960, coincidindo com a estruturação de plantios em escala industrial que tomava corpo no Sudeste Asiático. A exceção é a Costa do Marfim, onde grandes propriedades foram estabelecidas sob a influência da França, sua ex-metrópole, daí ser atualmente o único exportador do Oeste Africano (BAX, op. cit.)

---

<sup>26</sup> Segundo os autores, a identificação das classes de cultivo (A, B, C) “podem estar escritas de diferentes formas, na simbologia de classificação”.

Por outro lado, a África ainda dispõe de 85 Mha para o cultivo adequado de palma (FISCHER et SHAH, op. cit.) Em vista da escassez de terras disponíveis na Malásia e moratória na Indonésia, as pressões de oferta levam muitas companhias<sup>27</sup> a buscar um novo continente para expandir suas operações, mirando, em particular, a África Subsaariana (EINHORN, op. cit.).

Em uma análise das tendências do mercado de palma no Sudeste Asiático, MIN (op. cit.) afirma que “as empresas realmente começaram a ir para a África, pois lá será a nova fronteira”. Entretanto, a analista espera que se passe uma década antes que as operações que estão se instalando no continente possam ir além de suprir o mercado local e iniciem exportações. Ela narra que as operações africanas estão na infância, devido à falta de mão-de-obra com experiência no manejo (moderno) de palma, forçando, segundo executivos de empresas, a “treinar todos a partir da estaca zero”.

De fato, o início da “invasão africana” não tem sido tranquilo, por questões culturais. Baseado em entrevista com um gerente de um empreendimento em Gana, BAX (op. cit.) relata que “muitos agricultores estão contentes com uma produção média de 4 t de cachos/ha, quando os rendimentos poderiam atingir até 18 t/ha, caso a quantidade certa de fertilizante fosse aplicada e as palmeiras podadas regularmente”. No entanto, as pessoas têm que ver para crer que é possível fazê-lo com a mesma quantidade de trabalho e a mesma quantidade de terra, do mesmo modo que as plantações industriais”, diz.

Segundo KINDERGAN (2013), duas grandes empresas, Sime Darby (Malásia) e Golden Agri-Resources (Indonésia), instalaram plantações na Libéria, sob acusações de grilagem de terras e más condições de trabalho, fato negado pelas empresas. BAX (op. cit.) relata que a primeira fez um acordo de arrendamento de 220.000 hectares que levou agricultores locais a denunciar sua expulsão das terras que ocupavam. PEARCE (2012) confirma as acusações e observa que as duas empresas mais a Equatorial Palm Oil tencionam plantar palma em um total de 600.000 ha, mais de 6% do território liberiano.

Em maio de 2013, Herakles Farms, empresa norte-americana com plantação de 73.000 hectares de palma, em Camarões, anunciou a suspensão dos trabalhos e demissão de 690 trabalhadores após uma disputa com o governo. Este agiu por conta de queixas da

---

<sup>27</sup> Inclusive FELDA, estatal de palma da Malásia (RFUK, 2013)

comunidade local, alegando que a empresa precisava obter as autorizações corretas antes de prosseguir com o projeto. Segundo comunicado do ministro das Florestas, um acordo de 2009 entre o governo camaronês e a subsidiária local da empresa não a isentava de respeitar "os procedimentos legais e as restrições ambientais" (EINHRO, op. cit.).

Segundo FRIENDS of the EARTH (2010), existe uma proposta de conversão de 300.000 a 400.000 hectares de áreas alagadas em palma, em Benin. A ONG também menciona projetos de palma em Angola (consórcio da Sonangol e ENI, respectivamente, estatais de petróleo de Angola e Itália), Camarões e Congo (Brazzaville). Também detalha outros projetos de produção de biocombustíveis, envolvendo pinhão manso e cana-de-açúcar.

Segundo RFUK (2013), projetos industriais de palma atualmente em negociação em países da bacia<sup>28</sup> do Rio Congo totalizam 500.000 hectares, o que resultará em um aumento de 400% na área de plantações de palma em grande escala existentes na região. A área de projetos anunciados desde 2009, mas não necessariamente em andamento, abrange 1,6 Mha e as empresas de óleo de palma estão à procura de áreas maiores. Aproximadamente dois terços da área florestal total de florestas da bacia do Congo - 115 Mha - tem solo e clima adequado para o cultivo de palma.

A República Democrática do Congo (RDC), maior país da referida bacia e do continente africano, é o principal alvo da expansão da palma. Em julho de 2009, a chinesa ZTE Agribusiness Company Ltd. anunciou planos para estabelecer uma plantação de palma de 1 Mha no país para a produção de biodiesel, após ter anunciado em 2007 que iria investir US \$ 1 bilhão em plantios totalizando 3 Mha. A empresa de energia italiana ENI também anunciou uma grande plantação de 70.000 ha de palma, como parte de seu projeto "Alimentos e Biodiesel" (FRIENDS of the EARTH, 2010).

Entretanto, existem evidências de um recuo: um novo código agrícola aprovado no país, em dezembro de 2011, proíbe pessoas físicas ou empresas estrangeiras de possuir fazendas no país com título definitivo, e pode servir para restringir o investimento agrícola em áreas de floresta. Pelo menos três planos de investimento agrícola em larga escala têm sido supostamente abandonados, como resultado da nova lei. (RFUK, op. cit.).

---

<sup>28</sup> Inclui RDC, Congo-Brazzaville, Gabão, Guiné Equatorial, Camarões e República Centro-Africana

Além dos citados países, PEARCE (2012) descreve planos de empresas asiáticas, europeias e norte-americanas para o plantio de palma no Gabão, Uganda, São Tomé, Nigéria, Tanzânia e Serra Leoa. Este oferece terra a US\$ 5/ha/ano, trabalhadores a US\$ 0,25/hora, permite 100% capital estrangeiro e envio integral de lucros para a matriz.

Na América Latina também tem se observada a implantação de vastas extensões de palma à revelia de populações locais. Honduras tem passado por recentes conflitos fundiários entre pequenos agricultores e latifundiários, particularmente na região de Aguán, norte do país (LAKHANI, 2014). Segundo a autora, produtores alegam que milhares de hectares da região, outrora utilizada para cultivos como coco, abacaxi e bananas, teriam sido transferidos, de forma fraudulenta, para agronegócios de palma, que passaram a exportar o óleo para biocombustível, hoje o cultivo mais rentável do país.

ROSENTHAL (2013) relata que a população da Guatemala, onde a maioria das famílias gasta 2/3 da renda com alimentação, tem sofrido com o aumento do preço do milho, base alimentar do país. Isto se deve à substituição do grão por palma e cana-de-açúcar, ambos destinados a produção de biocombustíveis para exportação. Quase autossuficiente na produção de milho, Guatemala tornou-se mais dependente das importações na década de 1990, à medida que excedentes de milho subsidiado dos EUA fluíram para o sul. Agricultores guatemaltecos não tinham como competir e a produção do grão caiu cerca de 30% per capita entre 1995 e 2005. Segundo a autora, um dirigente sindical agrícola observou que "há prós e contras em relação aos biocombustíveis, mas não aqui". "As pessoas não têm o suficiente para comer. Eles precisam de comida. Eles precisam de terra. Eles não podem comer biocombustíveis e eles não dirigem carros."

A Colômbia é o maior produtor de palma das Américas (FAO, 2013). Trabalhadores rurais "afro-colombianos", da província de Choco, noroeste do país, denunciam que estão sendo expulsos de suas terras, utilizadas para cultivos de subsistência – milho, cacau, bananas. Os paramilitares utilizam a terra conquistada para a produção da palma, tanto para benefício próprio, quanto para venda para conglomerados de biocombustíveis (MONAHAN, 2008; RODRIGUEZ, 2009).

Projetos de produção de palma para biodiesel na floresta peruana já respondem por 52.829 hectares, e está planejada uma expansão para 307.329 hectares, no curto e médio prazo (ANSEEUW et al., 2012). Este padrão está de acordo com GUTIÉRREZ-VELÉZ et al.

(2011), que afirmam que, entre 2000 e 2010, 72% do cultivo de palma no Peru se originou na conversão direta de florestas primárias.

Entretanto, mesmo nos países com produtores estabelecidos, as empresas tiveram que lidar com grupos ambientalistas que estão especialmente preocupados com o impacto do desmatamento de florestas para dar lugar a plantações de palma. Praticamente toda terra valiosa é usada, ou pelo menos reivindicada, pela população local. As terras que constituem o foco principal das aquisições em grande escala não são terras sob cultivo permanente, mas são florestas, campos e pântanos manejados e mantidos como ativos comuns pelas comunidades rurais (ANSEEUW et al., 2012).

De fato, em todos os casos relatados acima, houve registro de violência e morte no processo de remoção da população local. Jacques Diouf, então diretor geral da FAO, alertou para “o risco de se criar um pacto neocolonial para a provisão de matérias-primas sem valor agregado nos países produtores e condições de trabalho inaceitáveis para os trabalhadores agrícolas” (BLAS, 2008).

#### **2.3.4 – A Palma no Brasil – Redenção?**

“Um novo momento se configura para a Amazônia. O grande desafio que se coloca hoje para a região é como utilizar, sem destruir, o seu valioso patrimônio natural para beneficiá-la”. Este é o início do artigo *Recuperação de áreas desflorestadas da Amazônia: será pertinente o cultivo da palma de óleo (Dendê)?* (BECKER, 2010). Ela entende ser necessário conceber e implementar um modelo de desenvolvimento adequado às particularidades do maior bioma de floresta tropical do mundo.

Em palestra realizada na COPPE/UFRJ, em 15/08/2008, Roberto Mangabeira Unger, então Ministro da Secretaria de Assuntos Estratégicos do Brasil, observou, entre outros:

- O país teria que buscar seu próprio receituário para garantir o desenvolvimento sustentável da Amazônia, visto os países do Norte não terem exemplos a dar quanto à preservação de seus próprios biomas.
- É possível “dobrar o cultivo sem tocar em uma árvore, só usando terras degradadas. Precisamos montar o desenho de uma agricultura moderna”.

- Não era possível preservar e desenvolver em uma região na qual todas as propriedades precisam manter 80% de seu território sob forma de reserva legal, sem contar as APPs e encostas de morros.

No contexto de uma busca por soluções para o uso da terra na Amazônia, BECKER (op. cit.) afirma não poder se acolher qualquer atividade produtiva e tampouco rejeitar todas elas, destacando o papel dos diferentes zoneamentos como forma de subsídio para as escolhas. Uma das perguntas colocadas pela autora é: “quais as vantagens e quais os riscos associados à lavoura do dendê?” Ela cita inúmeras vantagens, várias das quais serão abordados ao longo desta tese. Entre elas, menciona:

- Os serviços ambientais associados ao cultivo do dendê, como estocagem de carbono, melhoria do solo e relações hídricas;
- Pesquisa avançada na área agrícola: a experiência brasileira em produção de larga escala com a palma e a contribuição da Embrapa no processo;
- Cultivo absorvedor de população: a cultura da palma, por ser intensiva em mão-de-obra braçal ao longo do ano, é valiosa para a agricultura familiar.

Entre os riscos, BECKER (op. cit.) identifica, entre outros:

- Impactos ambientais da lavoura do dendê: preocupação com o desmatamento que pode ocorrer com a expansão da lavoura pelo coração florestal (mata nativa), ao contrário de permanecer concentrada em áreas já desmatadas. Reconhece a possibilidade do risco de desflorestamento se a lavoura do dendê, ao se implantar nas áreas já desmatadas, vir a empurrar agricultores e pecuaristas para a floresta, fato que já ocorre com a expansão da soja;
- O empobrecimento da biodiversidade pela instalação de monoculturas. Entretanto, ressalta que pesquisadores brasileiros têm outra visão: do ponto de vista biológico, o dendê é uma cultura pouco impactante em áreas florestais. A variedade híbrida hoje cultivada (*Tenera*) é capaz de manter os ciclos biogeoquímicos similares aos da floresta, minimizando a erosão, o escoamento superficial da água e a emissão de CO<sub>2</sub>, além de demonstrar potencial de reabilitação de áreas alteradas através de seu sistema radicular;
- Conflitos de terra: da mesma forma que em outros países tropicais, estes são freqüentes, inerentes à forma de expansão da fronteira móvel que continuamente

expropria pequenos agricultores e/ou posseiros e sua substituição por grandes propriedades pastoris e/ou soja.

A autora também destaca o papel do zoneamento no desenvolvimento regional, assunto a ser tratado no capítulo 5. Por fim, ela expõe os desafios para a implementação do cultivo da palma na Amazônia, dentro de uma ótica de produção social e ambientalmente adequada, “de modo também a alcançar sucesso econômico no mercado global, tão tenso e exigente”. Estes também serão objetos de discussão ao longo da tese:

- O desafio de inovar na sustentabilidade, levando-se em conta o custo e a falta de instituições certificadoras, dificultando o acesso pelo pequeno produtor;
- O desafio de assegurar a presença da pequena produção. É possível controlar o processo em curso de concentração das terras? É possível dar condições de acesso à crédito e assistência técnica? O tempo rápido exigido entre a coleta e o processamento e o alto custo deste demandam a organização de pequenos produtores (cooperativas, fazendas agroindustriais com 20 a 50 produtores);
- O desafio da industrialização até a etapa de produção do biodiesel: “um dos grandes problemas da Amazônia é a continuidade histórica de exportação de produtos sem agregação de valor”. É preciso urgência em “promover a indústria na região, sem o que será difícil alcançar seu desenvolvimento”;
- O desafio de contornar os riscos da monocultura. Culturas perenes são as mais indicadas para as regiões tropicais, mas minam a biodiversidade, tornando-as mais suscetíveis à doenças. Do ponto de vista biofísico, isto pode ser minorado com híbridos, como a Embrapa vem fazendo. Além disso, culturas intercalares, corredores de florestas nativas podem ser pensados?
- O desafio de conter as plantações de dendê nas áreas já desmatadas: isto está associado à expansão e a observância dos zoneamentos e do Código Florestal;
- O desafio de enfrentar o declínio da produção por contração do mercado global: é um risco associado à geopolítica global da palma. Para se inserir nela, o Brasil terá que competir na agroindústria e agroenergia global, o que exige efetivo cumprimento de suas leis e planos. A madeira da Amazônia vem perdendo mercado devido às campanhas contra o desmatamento;
- O desafio de inovar no controle de produção segundo as regras estabelecidas. Ações para enfrentar os desafios apontados só terão efeito se houver

monitoramento e controle para o seu cumprimento. A inovação no controle é condição sine qua non para a expansão da palma na Amazônia. Para impedir o desflorestamento ameaçado pela expansão da agropecuária e eventualmente do dendê, haveria que estatizar o coração florestal<sup>29</sup>, as atividades produtivas adequadas, realizando-se mediante concessões controladas pelo Estado.

BECKER (2010) finaliza, afirmando que “para o bem da Amazônia e do país, e para não dar razão a propostas de “a agricultura lá e florestas aqui<sup>30</sup>”, há que enfrentar os desafios e assim transformar o plantio do dendê num vetor de implantação de um novo modelo de desenvolvimento na Amazônia, pioneiro para as regiões tropicais”.

BUTLER (2011) enxerga uma oportunidade na expansão da palma no Brasil, pois, caso conduzido de forma apropriada, isto colocará pressão sobre a Indonésia e a Malásia para se “enquadrarem”, sob o risco de ficarem em desvantagem num mercado no qual empresas europeias e americanas estão cada vez mais buscando comprar óleo de palma sem associação com a destruição de florestas.

O capítulo 3 discute a geopolítica global na qual estão inseridos os biocombustíveis, detalhando as questões subjacentes à discussão entre segurança energética vs. alimentar num contexto de competição pelo uso da terra e agravado pelas mudanças climáticas, levando à necessidade da criação de esquemas de certificação de sustentabilidade.

---

<sup>29</sup> Este termo será discutido na seção 5.1

<sup>30</sup> Esta questão será abordada na seção 4.3.



## Capítulo 3 – Geopolítica dos Biocombustíveis

### 3.1 – Mudanças Climáticas e o Uso da Terra

#### 3.1.1 – Orçamento de Carbono e Limites de Emissões de GEE

O artigo 2 da Convenção do Clima (UNFCCC) diz: “o objetivo final desta Convenção...é o de alcançar...a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera num nível que impeça uma interferência perigosa no sistema climático”. HANSEN (2008) oferece as seguintes métricas para mudanças “perigosas”:

- Extermínio de Espécies Animais & Vegetais - Extinção de Espécies Polares e Alpinas; Taxas Insustentáveis de Migração;
- Desintegração de Blocos de Gelo: Nível Global dos Mares – Mudança de Longo-Prazo em relação aos Dados Paleoclimáticos;
- Distúrbios Climáticos Regionais – Aumento de Eventos Extremos; Escassez de Água Doce.

O autor também alerta para o fato de que a trajetória do clima, por conta das emissões antropogênicas de GEE, pode atingir um ponto, ou limiar, onde o forçamento climático alcança um nível que *nenhum forçamento adicional* é requerido para grandes mudanças e impactos climáticos. Também define o “patamar sem retorno”, quando o sistema climático atinge um ponto em que os impactos climáticos não são mitigados e se tornam irreversíveis (numa escala de tempo prática).

Em Dezembro de 2010, em Cancún, México, durante a 16ª Conferência das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas (COP 16), a UNFCCC formalmente reconheceu que a mitigação dos riscos das mudanças climáticas demandaria cortes profundos nas emissões globais de GEE, de forma a evitar que a temperatura média global excedesse 2°C acima dos níveis presentes durante a era pré-industrial.

Vários cientistas acreditam não existir um único “ponto sem retorno”, mas vários pontos críticos em diversos subsistemas, em escala regional. Ou seja, cada limiar crítico ocorrerá em diferentes temperaturas globais, dependendo também da taxa de aquecimento, seu nível e sua distribuição regional. Uma das explicações para a determinação do citado

limite de 2 °C foi oferecido por Hans Schellnhuber, diretor do Instituto Potsdam de Pesquisas de Impactos Climáticos (EVERS et al., 2010):

“Nós olhamos para a história do clima desde o surgimento do homo sapiens...Isto nos mostrou que a temperatura média global nos últimos 130.000 anos não haviam excedido em mais de 2°C àquela presente antes do início da revolução industrial. Por uma questão de precaução, assumimos que seria aconselhável não sair desta faixa da experiência humana. Caso contrário, estaremos caminhando por *terra incognita*.”

Em 2013, o Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas – IPCC, publicou a 1ª parte (relativa ao Grupo de Trabalho I, focado na ciência do clima) do 5º Relatório do Clima (AR5). Seguem alguns destaques (IPCC, 2013):

- O aquecimento do sistema climático é inequívoco, e muitas das mudanças observadas desde a década de 1950 não tem precedentes em milênios. A atmosfera e o oceano aqueceram, a quantidade de neve e gelo tem diminuído, o nível do mar subiu, e as concentrações de gases de efeito estufa (GEE) aumentaram;
- Cada uma das três últimas décadas tem sido sucessivamente mais quente na superfície da Terra do que qualquer década anterior desde 1850;
- Os dados de temperatura da superfície da terra e do mar combinados mostram um aquecimento médio de 0,85 °C, durante o período de 1880-2012;
- As concentrações atmosféricas de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O têm aumentado desde 1750 devido à atividade humana. Em 2011, as concentrações desses gases de efeito estufa foram 391 ppm de 1803 ppb e 324 ppb, superando os níveis pré-industriais em cerca de 40%, 150% e 20%, respectivamente;
- É extremamente provável que a influência humana tenha sido a causa dominante do aquecimento observado desde meados do século 20;
- A alteração da temperatura média global da superfície para o período de 2016-2035 em relação a 1986-2005 será provavelmente na faixa de 0,3 °C a 0,7 °C.

Talvez, mais significativamente, o IPCC também concluiu que, para ter > 66% de chance de limitar o aquecimento global a 2 °C acima dos níveis pré-industriais, não mais do que um acumulado de 1 GtC (3,67 GtCO<sub>2</sub>) pode ser liberado para a atmosfera a partir do início da era industrial até o final deste século. Este limite cai para 790 GtC (2900 GtCO<sub>2</sub>), quando se consideram forçantes não-CO<sub>2</sub>. 515 GtC (1890 GtCO<sub>2</sub>) já foram emitidos globalmente até 2011.

O conceito de um "orçamento de carbono" finito é uma parte fundamental do AR5 e ele é fruto da constatação de que as emissões totais acumuladas de CO<sub>2</sub> estão aproximadamente linearmente relacionadas à resposta da temperatura média global. Esta descoberta científica pode facilitar muito as discussões diplomáticas internacionais sobre as mudanças climáticas, ao permitir o estabelecimento de metas claras de emissões futuras para evitar a ultrapassagem dos 2° C.

No entanto, ao enquadrar a questão em termos de emissões cumulativas máximas, o relatório do IPCC mostra que medidas como a adoção de metas de curto prazo de redução de emissões, ou a redução de emissões de um país para compensar os compromissos assumidos por outro (princípio dos mecanismos de flexibilização, como o MDL) tem menor impacto do que se supunha. O que mais importa é o acumulado das emissões de CO<sub>2</sub>, uma vez que, de um montante emitido, p.ex. no início da era industrial, 15 a 40% dele pode permanecer na atmosfera por mais de 1.000 anos (IPCC, 2013).

Outro ponto relevante de IPCC (2013) é a constatação de um aumento continuado nas emissões médias anuais de CO<sub>2</sub> provenientes da queima de combustíveis fósseis e produção de cimento nas últimas três décadas. Isto era esperado, devido à forte correlação destas fontes de emissões com a atividade econômica. Entretanto, verificou-se também um decréscimo global nas emissões de CO<sub>2</sub> devido às mudanças de uso da terra (principalmente desflorestamento) neste século em relação às décadas anteriores. Como será visto na seção 4.1, estimativas do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação indicam uma redução de 76% nas emissões (tanto CO<sub>2</sub> quanto CO<sub>2</sub>eq) do setor florestal brasileiro, entre 2005 e 2010, devido, principalmente, à redução do desmatamento da Amazônia no período.

A tabela 3.1.1 mostra as emissões acumuladas de carbono entre 1750 e 2011 (dentro do conceito de orçamento de carbono), além dos fluxos médios observados nas três últimas décadas, para as duas citadas categorias de atividades antropogênicas. A última coluna mostra como, entre 2002 e 2011, as emissões de CO<sub>2</sub> devido às mudanças de uso da terra<sup>31</sup> corresponderam a apenas 10% do total, metade de sua participação na década de 1980.

---

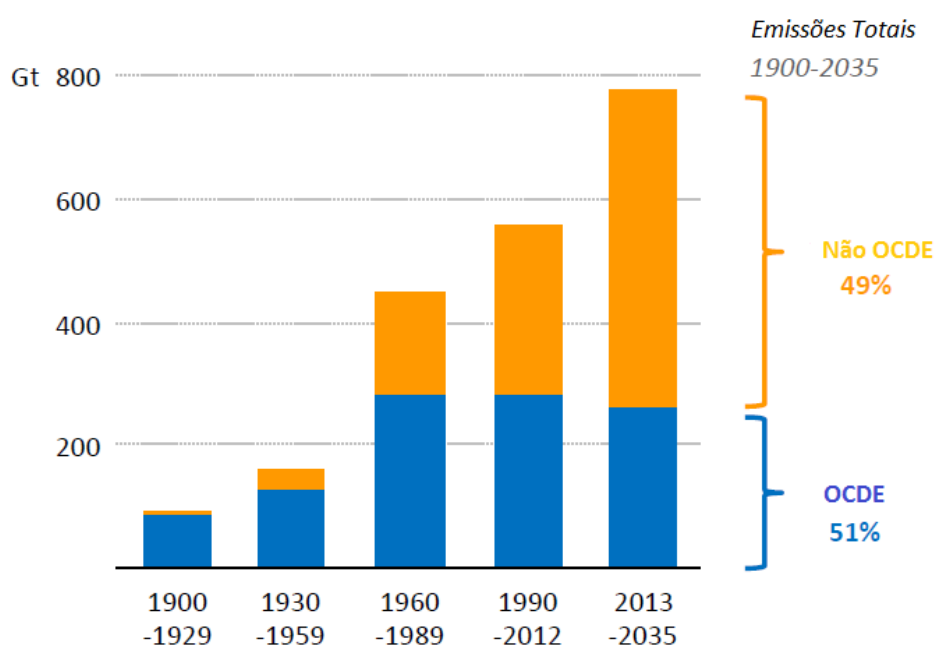
<sup>31</sup> As estimativas globais não incluem as emissões da queima de turfa ou decomposição após uma mudança do uso da terra, que são estimadas em 0,12 PgC / ano ao longo de 1997-2006 para incêndios de turfa (e entre 0,10 e 0,23 PgC / ano a partir da decomposição da turfa drenada) (IPCC, 2013).

Tabela 3.1.1 – Emissões acumuladas e fluxos de C devido à queima de combustíveis fósseis, produção de cimento e mudança de uso da terra.

	1750–2011 Cumulativo (PgC)	1980–1989 PgC/ano	1990–1999 PgC/ano	2000–2009 PgC/ano	2002–2011 PgC/ano
Aumento Atmosférico	240 ± 10	3.4 ± 0.2	3.1 ± 0.2	4.0 ± 0.2	4.3 ± 0.2
Queima Combustíveis Fósseis e Produção de Cimento	<b>375 ± 30</b>	<b>5.5 ± 0.4</b>	<b>6.4 ± 0.5</b>	<b>7.8 ± 0.6</b>	<b>8.3 ± 0.7</b>
Fluxo Oceano - Atmosfera	-155 ± 30	-2.0 ± 0.7	-2.2 ± 0.7	-2.3 ± 0.7	-2.4 ± 0.7
Fluxo Terra - Atmosfera	30 ± 45	-0.1 ± 0.8	-1.1 ± 0.9	-1.5 ± 0.9	-1.6 ± 1.0
Partição:					
Emissões líquidas LUC	<b>180 ± 80</b>	<b>1.4 ± 0.8</b>	<b>1.5 ± 0.8</b>	<b>1.1 ± 0.8</b>	<b>0.9 ± 0.8</b>
Sumidouro Terrestre Residual	-160 ± 90	-1.5 ± 1.1	-2.6 ± 1.2	-2.6 ± 1.2	-2.5 ± 1.3

Fonte: IPCC (2013)

Em consonância com o aumento histórico e crescente das emissões pela queima de combustíveis fósseis, projeções da IEA (2013b) indicam que as emissões do setor de energia até 2035 serão responsáveis por emissões acumuladas acima de 780 GtC, deixando muito pouco espaço para outras emissões até o final do século. Isto será fruto, principalmente, do crescimento da demanda por parte dos países em desenvolvimento (não OCDE), como pode ser visto na figura 3.1.1



### Figura 3.1.1 – Projeções de Emissões Cumulativas de C do Uso de Energia

Fonte: IEA (2013)

Mesmo considerando a improvável hipótese de que as emissões pela queima de combustíveis fósseis cessem em 2035, verifica-se que sobrariam 10 GtC para uso em atividades de uso da terra até o final do século XXI, de forma a não estourar o “orçamento” de 790 GtC (considerando outros GEEs e a disposição de não se aumentar as chances da ultrapassagem da meta de 2 °C). A tabela 3.1.2 mostra como o estoque de carbono da terra (vegetação e solos até 1 metro de profundidade) tem ordens de grandeza a maior do que o “orçamento de C” disponível, indicando a necessidade imperiosa de se buscar usar a terra como um sumidouro, ao invés de fonte de emissão de carbono.

Para isso, os estoques totais (vegetação e solo) de uma terra devem ser estimados antes de uma mudança em seu uso, de forma a assegurar que tal ação é sustentável, do ponto de vista de emissões de carbono. Além da questão das emissões (positivas ou negativas) por conta da mudança do uso da terra, é preciso também contabilizar as emissões pelo uso (continuado) da mesma, que também pode resultar em emissões positivas ou negativas (“sequestro”) de carbono, por conta da variação dos citados estoques.

Tabela 3.1.2 - Estoques globais de C<sup>32</sup> na vegetação e no solo (até 1m profundidade)

Bioma	Área (10e9 ha)	Estoques Globais (Gt C)		
		Vegetação	Solo	Total
Florestas tropicais	1,76	212	216	428
Florestas temperadas	1,04	59	100	159
Florestas boreais	1,37	88	471	559
Savanas tropicais	2,25	66	264	330
Pastagens temperadas	1,25	9	295	304
Desertos e semidesertos	4,55	8	191	199
Tundra	0,95	6	121	127
Pântanos	0,35	15	225	240
Cultivos	1,6	3	128	131
Total	15,12	466	2011	2477

Fonte: IPCC (2000)

<sup>32</sup> Não inclui o permafrost, cujos estoques são ~1700 GtC, “o maior componente do reservatório de carbono terrestre”, com o dobro do estoque da atmosfera (IPCC, 2013).

O interesse em sequestro de carbono tem incentivado o financiamento para a proteção de ecossistemas. Iniciativas locais e globais tem buscado soluções de mercado, que atribuem um valor financeiro para o carbono armazenado nas florestas, estimulando países em desenvolvimento a manterem seus estoques florestais. Uma dessas modalidades - Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD<sup>33</sup>) - emergiu como um componente importante de uma estratégia global para reduzir as emissões e assegurar fluxos financeiros do “Norte” (países desenvolvidos, industrializados) para o Sul (países em desenvolvimento, com florestas tropicais) (UNEP, 2012).

Outra medida importante é a adoção de técnicas de manejo que procurem manter ou restabelecer os estoques de carbono do solo. Como será visto na seção 3.1.3, a mudança dos estoques de carbono do solo e vegetação são determinantes na avaliação da capacidade de um cultivo para fins energéticos ser uma fonte ou sumidouro líquido (em um dado horizonte de tempo) de carbono, quando comparado ao combustível fóssil deslocado.

### **3.1.2 – Impactos das Mudanças Climáticas na Produção Agrícola**

Desde o “*Ensaio sobre o Princípio da População*”, de Thomas Malthus, os tomadores de decisão têm debatido os desafios de alimentar uma população crescente e em maciça ascensão social. As mudanças climáticas globais é o mais recente desafio, e, potencialmente, o mais perigoso (GIDDINGS et al., 2013).

A agricultura foi desenvolvida num período de mais de 11.000 anos de notável estabilidade climática, que proporcionou a revolução do neolítico (SCHELLNHUBER, 2012). Ela evoluiu para maximizar sua produção dentro desse sistema climático. Agora, a cada ano que passa, o sistema agrícola está se tornando mais fora de sincronia com o sistema climático (BROWN, op. cit).

A agricultura é vista, em geral, como a atividade humana mais dependente do tempo e sensível ao clima (WORLD BANK, 2013). Ela é dependente de uma ampla gama de processos ecossistêmicos que suportam a produtividade, incluindo a manutenção da qualidade do solo e regulação da qualidade da água e quantidade. Vários fatores de

---

<sup>33</sup> Desde sua criação, o REDD evoluiu para REDD +, que agora vai além do desmatamento e degradação florestal para incluir conservação, manejo florestal sustentável e aumento dos estoques de C florestal.

estresse, incluindo a mudança climática, comprometem cada vez mais a capacidade dos ecossistemas de fornecer esses serviços (WALTHAL et al., 2013).

Nas próximas décadas, as mudanças climáticas podem trazer mais riscos e imprevisibilidade de colheitas, de aquecimento e aridez relacionadas às mudanças nos padrões de chuva, ou a frequência e duração dos eventos climáticos extremos. A disponibilidade de água e sua distribuição também pode ser profundamente afetada. Enquanto o aquecimento pode estender a fronteira agrícola em áreas de maior latitude (em ambos os hemisférios, norte e sul), prevê-se que sistemas agrícolas chave terão que lidar com novos patamares de temperatura, umidade e estresse hídrico. Isso torna urgente a necessidade de se aumentar a eficiência do uso da terra e da água (FAO, 2013b).

Além disso, a mudança climática vai exacerbar estresses bióticos atuais sobre as plantas e animais domésticos. Pressões associadas com ervas daninhas, doenças e pragas de insetos, juntamente com possíveis mudanças no *timing* e coincidência de ciclos de vida de polinizadores, vai afetar o crescimento e os rendimentos (WALTHAL et al., op. cit.).

As possíveis consequências das alterações climáticas para as colheitas não estão firmemente estabelecidas, mas indicam impacto negativo líquido global, onde os danos serão concentrados nos países em desenvolvimento que irão perder a agricultura potencial de produção enquanto os países desenvolvidos poderiam ganhar (IPCC, 2012). Há indicações de que as mudanças climáticas podem reduzir a terra arável em regiões de baixa latitude, com reduções mais pronunciadas na África, América Latina e Índia (WORLD BANK, 2012).

Em relação aos efeitos projetados da mudança climática três fatores inter-relacionados são importantes: os efeitos induzidos pela temperatura, os efeitos induzidos por precipitação, e o efeito “fertilização” de CO<sub>2</sub>. Um quarto fator de impacto, o aumento da concentração de ozônio troposférico, não será tratado aqui (WORLD BANK, 2012).

Temperaturas elevadas podem reduzir a produtividade das culturas. Uma regra de bolso tradicional e amplamente utilizada é que, para cada aumento de 1 °C na temperatura acima do ideal, durante a estação de crescimento, há um declínio de 10% na produção de grãos. No entanto, análise empírica realizada entre 1982 e 1998 por pesquisadores da Universidade de Stanford (Lobell e Asner) indicaram um declínio de 17% na

produtividade do milho e soja norte-americano para um aumento de 1° C. (BROWN, op. cit.) De fato, SCHENKLER et ROBERTS (2009 apud WORLD BANK, 2013) reportaram, também nos EUA, efeitos não lineares significativos em temperaturas acima de 29 °C para o milho, 30 °C para a soja e de 32 °C para o algodão.

A polinização é uma das etapas mais sensíveis: exposição às altas temperaturas durante este período pode reduzir significativamente o rendimento das colheitas e aumentar o risco de perda total das plantações (WALTHAL et al. op. cit.). Pesquisadores do Instituto Internacional de Pesquisas em Arroz – IRRI estudaram os efeitos da polinização neste importante grão e concluíram que sua taxa de polinização caiu de 100% à temperatura de 34° C para quase zero aos 40° C (SANCHEZ, 2002).

Altas temperaturas favorecem a desidratação das plantas. Quando as folhas do milho se encurvam para reduzir a exposição ao sol, há redução na fotossíntese, também causado pelo fechamento dos estômatos, no esforço da planta em reduzir a perda de água. Em altas temperaturas, o milho, em condições ideais uma planta de extraordinária eficiência, entra em choque térmico (BROWN, op. cit.).

Entre 2000 e 2050, e para os níveis de aquecimento de 1,8 °C e 2,8 °C (2,2 °C e 3,2 °C em comparação com as temperaturas pré-industriais), DERYNG et al. (2011 apud WORLD BANK, 2012) projetaram perdas em rendimentos entre 14 a 25% para o trigo, 19 a 34% para o milho, e 15 a 30% para a soja, levando-se em conta medidas de adaptação, mas sem levar em conta os possíveis efeitos de fertilização de CO<sub>2</sub>.

Projeções recentes e registros históricos apontam para um aumento substancial do risco de seca em grande parte do mundo (IPCC, 2007). O total de áreas classificadas como passíveis de “secas desastrosas” poderá aumentar dos atuais 15,4% das terras cultiváveis do globo para 44 ± 6% em 2100. As regiões em que se espera ver um aumento da severidade e extensão da seca nos próximos 30 a 90 anos estão na África do Sul, EUA, sul da Europa, Brasil e Sudeste Asiático (DAI, 2011 apud WORLD BANK, 2013).

Os efeitos das concentrações de CO<sub>2</sub> crescentes sobre a produção agrícola representa um dos pressupostos mais críticos com relação à modelagem biofísica de cultivos (WORLD BANK, 2012). O aumento de CO<sub>2</sub> na atmosfera é, em tese, um fator positivo para o crescimento da planta e experimentos controlados têm documentado que as concentrações



elevadas de CO<sub>2</sub> podem aumentar o crescimento da planta ao mesmo tempo que diminuem as taxas de uso de água do solo (WALTHAL et al., op. cit.).

No entanto, há um debate em curso sobre a magnitude deste efeito em condições de campo. Em termos gerais, se o efeito “fertilização” de CO<sub>2</sub> vier a ocorrer, na prática, na mesma intensidade verificada em estudos laboratoriais, a produtividade global agrícola pode ser aumentada, caso contrário, é possível que haja um decréscimo. Segundo LONG et al., (2006), tecnologias disponíveis que permitem aumentar as concentrações de CO<sub>2</sub> em campo aberto indicam um aumento de produtividade equivalente apenas à metade daquela indicada em estudos confinados.

Diferentes hipóteses sobre a eficiência deste processo tem o potencial de mudar a direção e o sinal das mudanças de rendimento projetadas entre 2000 e 2050, em nível global, para um aumento de temperatura na faixa de 1,8 °C a 3,4 °C. Por exemplo, MULLER et al. (2010, apud WORLD BANK, 2012) obtiveram um aumento médio global em rendimentos de 13% quando contabilizado totalmente o efeito de fertilização de CO<sub>2</sub>, enquanto, sem este efeito, uma diminuição de 7% foi projetada até 2050.

Cabe observar que uma restrição chave do efeito de fertilização de carbono é que este operaria em situações onde nutrientes suficientes (p. ex., N e P) estão disponíveis. Há alguma evidência empírica de que os níveis atmosféricos elevados de CO<sub>2</sub> podem resultar em níveis mais baixos de nitrogênio em plantas fixadoras (adubo verde) e de proteína (fonte de N) em algumas culturas de grãos (WALTHAL et al., op. cit.).

A resposta a um aumento de CO<sub>2</sub> varia entre culturas, da mesma forma que a temperatura: as plantas de rota fotossintética C4 (gramíneas – milho, cana) tem maior tolerância à temperatura do que as C3 (quase todas as demais plantas), mas estas respondem mais intensamente a um aumento na concentração de CO<sub>2</sub>, de modo que a resposta para os dois fatores tende a se compensar, dentro de certos limites (WORLD BANK, 2012).

O aumento das concentrações de CO<sub>2</sub> pode afetar as condições bióticas e abióticas no solo, tais como a atividade microbiana e conteúdo de água. Por sua vez, espera-se que isto estimule a produção de N<sub>2</sub>O dos solos e CH<sub>4</sub> de campos de arroz e áreas alagadas (GROENINGEN et al., 2011).

Pesquisadores da Embrapa e da Unicamp, especialistas em Zoneamento de Riscos Climáticos<sup>34</sup> publicaram o relatório *Aquecimento Global e a Nova Geografia da Produção Agrícola no Brasil* (ASSAD et PINTO, 2008), no qual procuraram indicar como o aquecimento global alteraria a atual configuração agrícola do país. Os autores observaram que o aumento projetado de temperatura pode provocar, de um modo geral, uma diminuição no Brasil de regiões aptas para o cultivo dos grãos. A tabela 3.1.3 mostra que, dos nove cultivos analisados, somente a cana-de-açúcar e mandioca não sofreriam queda na área de baixo risco climático e, por consequência, no valor da produção.

Tabela 3.1.3. Variação das áreas com potencial em 2070, na comparação com o momento atual (2008), utilizando Cenário A2<sup>35</sup> (IPCC SRES)

Culturas	Área Potencial atual (km <sup>2</sup> )	Área Potencial pelo Modelo Precip A2 (km <sup>2</sup> )
Algodão	4.029.507	3.583.461
Arroz	4.168.806	3.764.488
Café	395.976	358.446
Cana	619.422	1.608.994
Feijão	4.137.837	3.957.481
Girassol	4.440.650	3.811.838
Mandioca	5.169.601	5.006.777
Milho	4.381.791	3.856.839
Soja	2.790.265	2.132.001

Fonte: ASSAD et PINTO (2008)

### 3.1.3 – Emissões de GEE na Mudança do Uso da Terra

Bioenergia tem um significativo potencial de mitigação de GEE, desde que os recursos sejam desenvolvidos de forma sustentável e que sistemas eficazes de conversão sejam adotados. Alguns sistemas atuais e opções futuras cruciais, incluindo sistemas de cultivo perene, o uso de resíduos de biomassa e resíduos e sistemas de conversão avançados são

<sup>34</sup> Este termo será definido e discutido na seção 5.2.

<sup>35</sup> Cenário A2 – O mais pessimista dos cenários SRES, descreve um mundo com uma população crescendo continuamente, assim como as emissões dos gases-estufa. Em geral, o modo de fazer negócios continua como sempre foi feito. Novas tecnologias são implementadas em ritmo muito lento e de modo regionalizado, sem a adoção de novos padrões mundiais. De acordo com este cenário, a temperatura média da Terra deve aumentar entre 2°C e 5,4°C até 2100.

capazes de reduzir em 80 a 90% as emissões de GEE, em comparação com a linha de base de energia fóssil (IPCC, 2012).

Como os combustíveis líquidos devem continuar a ser a principal fonte de energia para o transporte rodoviário pelas próximas décadas, os biocombustíveis têm sido amplamente reconhecidos como um importante meio de redução das emissões de GEE do setor (ERNST&YOUNG, op. cit.)

No entanto, a conversão de uso da terra que leve a perda de estoques de carbono (emissões diretas), em adição aos efeitos indiretos, diminuem e, em alguns casos, mais do que neutralizar os impactos positivos de mitigação de GEE (IPCC, 2012). A seguir, são discutidos os efeitos diretos e indiretos do uso da terra e suas consequências, no que tocam as emissões de GEE.

### **Mudanças Diretas no Uso da Terra**

IPCC (2000) oferece uma definição para a mudança de uso da terra, dentro do contexto do ciclo global do carbono:

“Sistemas ecológicos terrestres, em que o carbono é retido na biomassa viva, na matéria orgânica em decomposição e no solo, desempenham um papel importante no ciclo global do carbono. O carbono é trocado naturalmente entre estes sistemas e a atmosfera através da fotossíntese, respiração, decomposição e combustão. As atividades humanas alteram os estoques de carbono nestes reservatórios e as trocas entre eles e a atmosfera, através do uso da terra, a mudança no uso da terra e florestas, entre outras atividades”.

Bioenergia é diferente das outras tecnologias de energia renovável, na medida em que é uma parte do ciclo do carbono terrestre (IPCC, 2012). No processo de mudança de uso da terra, existe uma troca entre reservatórios de carbono, tanto na vegetação quanto nos solos. IPCC (2006) define seis distintas categorias de uso da terra: floresta, lavoura, pastagem, pântanos, assentamentos e outras terras.

Conforme a tabela 3.1.2, os estoques de carbono são, em geral, muito maiores nos solos do que na vegetação, particularmente em ecossistemas não-florestais em latitudes médias e altas. Cabe observar que as mudanças no uso da terra a que se refere IPCC (2000) são, hoje, chamadas de mudanças *diretas* do uso da terra e ocorre quando uma nova atividade

se instala em uma determinada área. Mudanças diretas no uso da terra podem ser observadas e medidas.

Baseando-se em metodologia holandesa (BERGSMA et al., 2006), VILLELA (2009) calculou as emissões de GEE de todo o processo produtivo do óleo e biodiesel de palma, até seu consumo final, na Holanda. Uma das conclusões foi que as emissões por conta da mudança dos estoques de carbono de uma terra hipotética no Pará (bioma Amazônico) para a implantação do cultivo da palma tinham um peso significativamente maior do que as emissões de todos os GEEs em todos os demais elos da cadeia produtiva.

Vários estudos (REINHARDT *et al.*, 2007; WICKE *et al.*, 2007, GIBBS et al., 2008) corroboram o entendimento de que, de fato, a variável chave para a determinação da sustentabilidade na produção de bioenergia, no que toca as emissões de GEE, é a mudança de uso da terra. Os estudos acima indicam que o plantio da palma, oleaginosa mais produzida e produtiva do planeta, pode chegar a sequestrar carbono durante o seu ciclo produtivo (25 anos) caso o plantio se instale em área degradada, ou seja, com baixo estoque de carbono vegetal.

Por outro lado, caso florestas tropicais (contendo alto estoque de carbono de biomassa) sejam postas abaixo para este propósito, as emissões médias de GEE ( $\text{gCO}_2\text{e/MJ}$ ) chegam a ser maiores do que os combustíveis fósseis, dentro de uma janela que pode chegar a centenas de 100 anos, dependendo dos estoques de carbono (vegetação e solo) da terra na qual o empreendimento é estabelecido.

GIBBS et al. (2008) propuseram uma métrica, o chamado “tempo de retorno de carbono”, e a aplicaram a diversos cultivos empregados na produção de biocombustíveis em terras com diversos usos prévios. O “tempo de retorno de carbono” consiste no tempo necessário para um determinado biocombustível abater (via emissões evitadas pelo deslocamento de combustíveis fósseis) as emissões oriundas da redução dos estoques de carbono da terra onde foi instalado o cultivo usado como insumo. A figura 3.1.2 mostra como o tempo de retorno é menor do que um ano para vários cultivos quando os mesmos são estabelecidos em áreas degradadas (quase nenhum estoque de carbono). No entanto, quando existe áreas com estoques apreciáveis de carbono (florestas, degradadas ou não, savanas lenhosas), o tempo de retorno pode ser de várias décadas ou séculos.

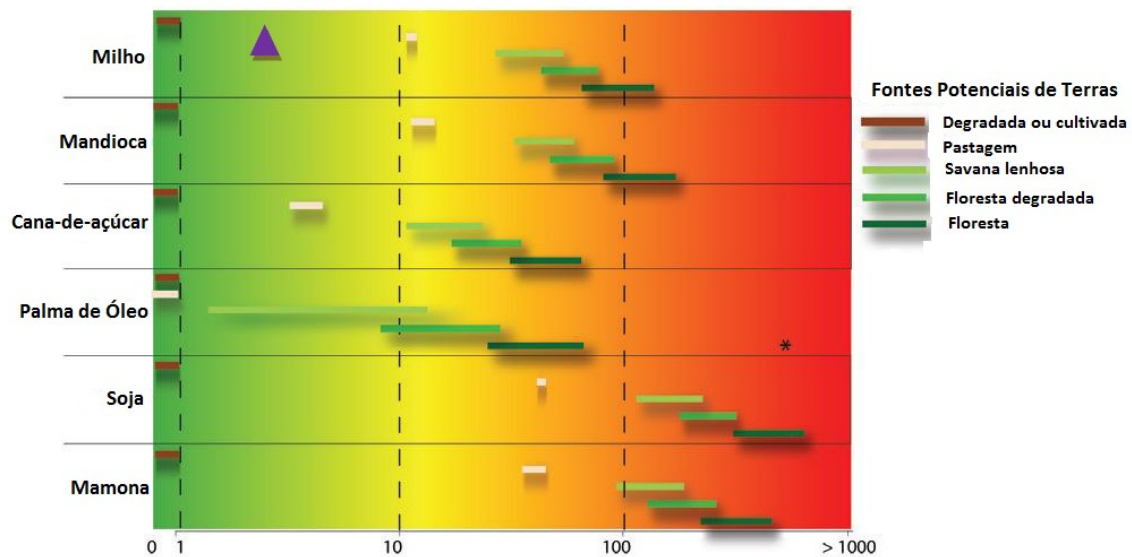


Figura 3.1.2 - Tempo de retorno de carbono para cultivos agroenergéticos (em anos)

Fonte: GIBBS et al. (2008)

Algumas observações merecem destaque: a figura acima mostra claramente como a palma e a cana-de-açúcar, por serem os cultivos mais eficientes (vide tabela 2.3.3), possuem um tempo de retorno de carbono mais baixo do que as demais culturas, não importa o uso prévio da terra. Entretanto, mesmo os referidos cultivos têm um alto tempo de retorno de carbono (várias décadas) quando instaladas em áreas florestadas. Isto é particularmente marcante no caso de cultivos da palma em solos turfosos na Indonésia e Malásia (representada na figura acima por uma estrela), indicando um tempo de retorno de aproximadamente 900 anos.

A figura 3.1.2 não considera as emissões de GEE associadas à produção e distribuição dos combustíveis para transportes. Como essas emissões atualmente tendem a ser maiores para os biocombustíveis do que para a gasolina e diesel, os tempos de retorno são subestimados. Da mesma forma, os cálculos consideraram uma mitigação constante de GEE pelo deslocamento de gasolina / diesel. Uma redução dos tempos de retorno seria atingida se houvesse melhoria na eficiência na conversão de biocombustíveis; se

combustíveis para transportes mais intensivos<sup>36</sup> em carbono fossem substituídos; ou se a biomassa produzida também fosse usada em sistemas de cogeração.

Aumentos de rendimento de biomassa também poderiam reduzir o tempo de retorno, mas podem exigir maiores insumos agrônômicos que levem ao aumento das emissões de GEE, principalmente N<sub>2</sub>O. Os tempos de retorno aumentariam se a produção de matéria-prima resultasse em degradação do solo ao longo do tempo, afetando os níveis de rendimento ou exigindo um maior aporte de fertilizantes para manter os níveis de rendimento.

Em função da identificação da importância das emissões (diretas) da mudança de uso do solo, ocorrido ao longo da década de 1990 (IPCC, 2012), não há mais condições políticas, na maioria das nações, que justifiquem a certificação de sustentabilidade de um empreendimento agroenergético instalado em áreas previamente ocupadas, seja com cultivos agrícolas para fins alimentares ou com ecossistemas minimamente preservados, conforme será visto na seção 3.3.

### **Mudanças Indiretas do Uso da Terra (ILUC)**

A substituição de terras agrícolas utilizadas para fins alimentares para a instalação de empreendimentos agroenergéticos suscita outro problema, de recente identificação e conceituação: mudanças *indiretas* do uso da terra (ou ILUC, sigla em inglês). Mudanças indiretas no uso da terra ocorre como uma consequência não intencional de decisões de uso da terra em outro lugar. Desta forma, ILUC não pode ser diretamente observado ou medido, pois não há como isolar outros fatores que também possam induzir a mudança de uso da terra. (ERNST & YOUNG, 2011).

A principal razão pela qual ILUC tem se tornado uma preocupação foi o risco observado de que o uso de cultivos para a produção de biocombustíveis *pode* deslocar outras atividades de produção agrícola para terras com elevados estoques naturais de carbono, resultando em emissões significativas de GEE no processo de conversão de uso da terra. A figura 3.1.3 mostra conceitualmente a diferença entre mudança direta e indireta do uso da terra.

---

<sup>36</sup> Segundo SZKLO (2011), as emissões associadas à produção de diesel e gasolina de baixo enxofre (S) são maiores do que as versões anteriores, de alto S, devido aos gastos energéticos na remoção deste contaminante.

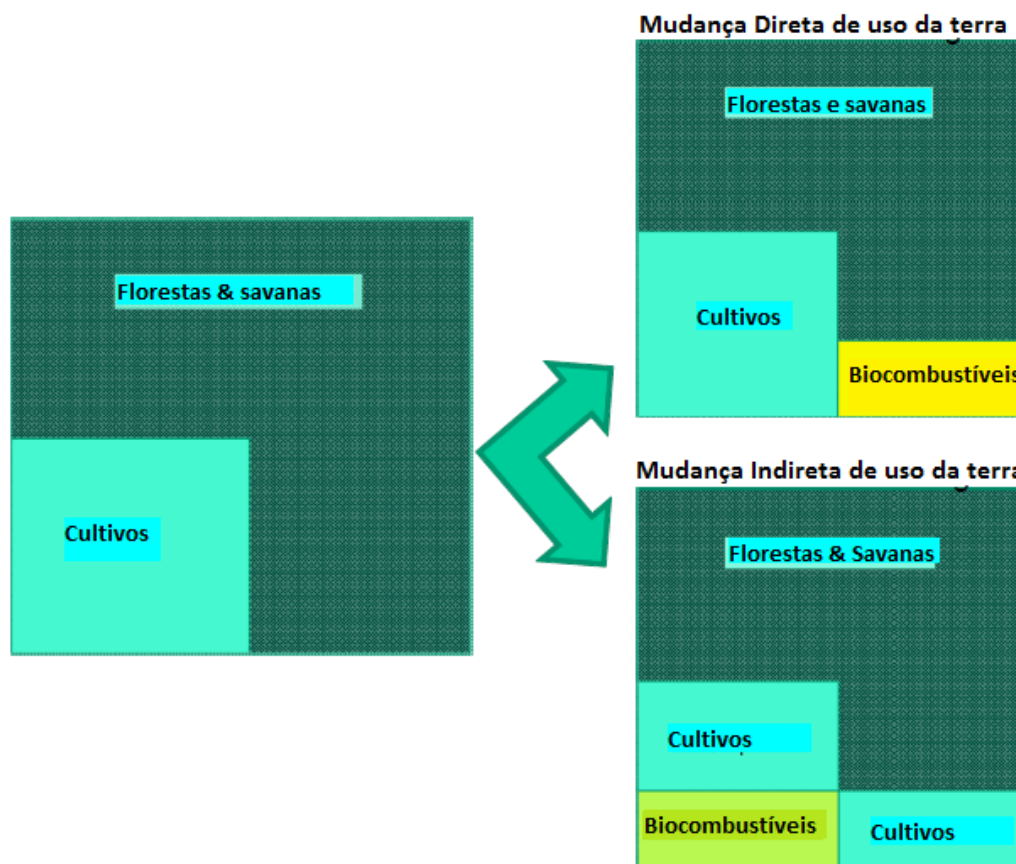


Figura 3.1.3 – Mudanças diretas e indiretas do uso da terra

Segundo alguns analistas, a diminuição na oferta de um dado produto alimentar (p.ex., cana substituindo soja), leva a um aumento no preço deste último, que, por sua vez, estimula o desmatamento de terras em outro local para o seu cultivo. Os efeitos ambientais de ILUC são também conhecidos como vazamento, isto é, o resultado de uma ação ocorrendo num sistema que induz efeitos indiretos fora dos limites deste sistema, mas que podem ser atribuídos às ações que ocorrem dentro do sistema.

Este efeito foi notabilizado em SEARCHINGER et al. (2008), que sustentam que o incentivo do governo dos EUA à produção de etanol (de milho) em 2007 teria levado a um aumento na área plantada deste grão às custas da área de plantio de soja, levando a uma escassez desta e, conseqüentemente, a um aumento mundial no preço desta *commodity*. Isso, por sua vez, teria incentivado a expansão na área de plantio de soja no Brasil (2º maior produtor mundial), conseqüentemente induzindo um aumento no desmatamento da Amazônia. Logo, a produção de etanol de milho nos EUA seria, em última instância, responsável pelas emissões de GEE por conta do desflorestamento na Amazônia e estas emissões teriam que ser contabilizadas e creditadas aos produtores de

etanol, reduzindo sua eficácia como medida de mitigação das mudanças climáticas. A cadeia causal postulada por SEARCHINGER et al. (op. cit.) segue na figura 3.1.4:

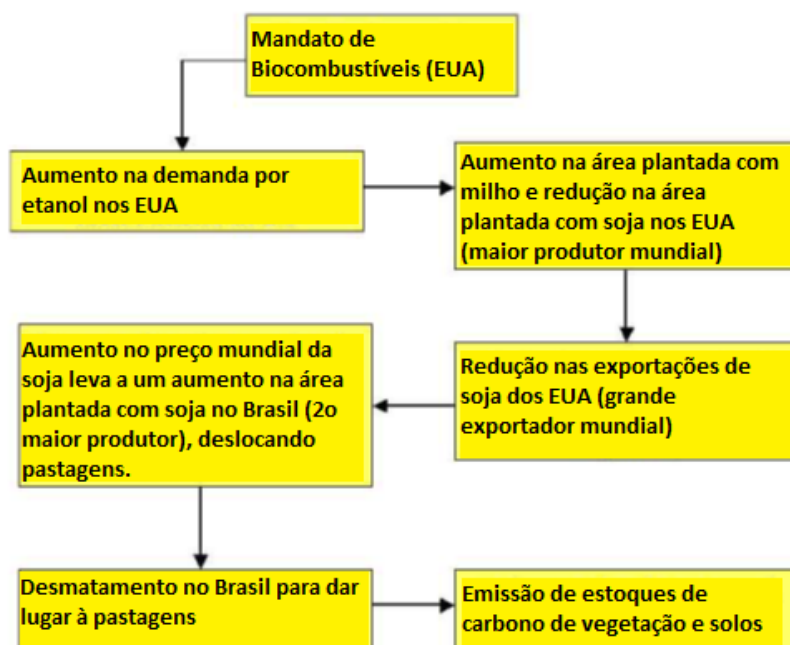


Figura 3.1.4 – Relação Causal de Emissões de GEE na Mudança Indireta de uso da Terra

Fonte: autor, baseado em SEARCHINGER et al. (2008)

Vale notar que a cadeia de eventos acima é plausível, mas, no caso do Brasil, foi observada uma contínua e expressiva queda no nível de desmatamento da Amazônia, entre 2007 e 2012 (seção 4.1), fato que enfraquece o argumento dos citados autores. De fato, LISKIN et PERRY (2009) notam uma correlação negativa de -0,53 entre o desmatamento e o preço da soja entre 2004 e 2008, apesar de observarem que a taxa de desmatamento poderia ter sido maior caso biocombustíveis não tivessem sido produzidos.

Além disso, HARVEY et PILGRIM (2011) fazem uma observação interessante:

Paradoxalmente, na Europa, onde o impacto da análise de Searchinger tem sido mais visível, a atenção tem sido menos dirigida para os efeitos da substituição do óleo de colza para biodiesel e a consequente expansão das importações de produção de óleo de palma para alimentos e cosméticos. As ligações entre a produção de biocombustíveis e a mudança indireta no uso da terra aqui parece mais imediato, do que os efeitos da relação elíptica entre milho nos EUA e soja na Amazônia. De acordo com a FAO (2006), 2,5 Mt adicionais de óleo de palma foram importados entre 2002 e 2006, e mais 1,5 Mt é projetado até 2010, como consequência do desvio do óleo de colza europeu para biodiesel. Este volume adicional equivale a 500 mil ha para 2,5 Mt de produção adicional.



Para atender a uma dada demanda de biocombustíveis, é necessário um certo montante de insumos agroenergéticos. Este montante pode ser obtido em uma ou mais das seguintes formas (GNANSOUNOU *et al.*, 2008): i) substituição do uso da biomassa, p. ex., desviando milho que seria usado na produção de ração para a geração de etanol; ii) expansão da área de cultivo; iii) aumento da produtividade na mesma área; iv) aceleração do período de rotação. Segundo os autores, exceto a opção iii, as demais resultam em efeitos indiretos na mudança de uso do solo.

As classes de ILUC identificadas por GNANSOUNOU *et al.* (op. cit.) seguem abaixo:

- ILUC espacial: p. ex., plantio de cana em área de cultivo prévio de laranja;
- ILUC temporal: p. ex., desmatamento para criação de gado e posterior conversão da pastagem em plantio de soja;
- ILUC por uso: p. ex., o aumento do percentual da cana destinado à produção de etanol pode levar a expansão do cultivo para atender demanda de açúcar;
- ILUC por deslocamento de atividade/uso: p. ex., a expansão na produção de milho nos EUA p/ fazer etanol diminuiu a área plantada de soja neste país, induzindo a expansão na produção de soja no Brasil.

Para determinar a mudança indireta do uso da terra, um substancial número de inter-relações, sujeitas ao debate, teriam que ser consideradas. Entre elas (WINROCK, 2009):

- A magnitude da resposta dos aumentos de produtividade em função de investimentos em tecnologia;
- O aumento nos volumes de coprodutos em substituição de farelo proteico (p. ex. soja);
- A variação no valor da terra, que pode alterar decisões de alocação e uso da mesma;
- O acesso à energia através de programas de eletrificação rural e o potencial aumento na renda de comunidades produtoras de insumos agrícolas;
- O impacto potencial que o preço de fertilizantes pode exercer na alocação da terra e gestão da mesma.

Por não serem passíveis de medição, as emissões de GEE oriundo das mudanças indiretas do uso da terra necessitam o uso de modelos para tal. Segundo IPCC (2012), existem hoje dois métodos de cálculo de ILUC:

- Uma abordagem determinística, onde a mudança global de uso da terra é alocada para insumos / biocombustíveis específicos, cultivados em tipos especificados de terra; ou
- Modelos econômicos de equilíbrio (geral ou parcial), integrando informações biofísicas e/ou modelos biofísicos. Nestes, a quantidade (e localização aproximada) de terra adicional necessária para produzir uma quantidade específica de bioenergia é tipicamente projetada. Esta terra é, então, distribuída por categorias de cobertura da terra em conformidade com os padrões históricos de mudanças de uso da terra e as emissões indiretas são calculados da mesma forma como as emissões diretas.

Há incertezas inerentes a esta abordagem, porque os modelos são calibrados com dados históricos, sendo mais adequados para o estudo de sistemas de produção e regimes de uso da terra existentes. Aspectos difíceis de modelar incluem inovação e mudanças de paradigma no uso da terra (IPCC, 2012).

Apesar das dificuldades metodológicas em sua conceituação, os EUA e a União Europeia (EU) reconhecem formalmente a existência de ILUC. O Governo Federal norte-americano (através do EPA, órgão ambiental) e o estado da Califórnia (através do CARB, órgão do meio ambiente) já estabeleceram metodologias de cálculo de emissões indiretas de GEE em seus cálculos de sustentabilidade de diversas rotas de biocombustíveis, já tendo apresentado os resultados de cálculos para um conjunto de rotas de biocombustíveis, incluindo o etanol de cana-de-açúcar brasileiro, etanol de milho norte-americano, biodiesel de soja, entre outros.

Dentro do programa RFS-2 (Padrão de Combustível Renovável), a EPA publicou, em 2009, uma análise preliminar das emissões de biocombustíveis, incluindo o fator ILUC, conforme a coluna 2 da tabela 3.1.4. Cabe observar que os estudos mais abalizados sobre as emissões do etanol de cana-de-açúcar brasileiro (MACEDO et al., 2002, 2004), calculam que este mitiga (sem considerar ILUC) 85% das emissões da gasolina (em termos de  $\text{kgCO}_2\text{eq/MJ}$ ). Ou seja, a EPA estimou as emissões indiretas de GEE do etanol

de cana, algo não diretamente mensurável, como sendo 400% maior do que a totalidade das emissões diretas da cadeia produtiva da cana, devidamente contabilizados por MACEDO *et al.*, evidenciando o impacto deste novo “fenômeno”.

Tabela 3.1.4: Mitigação de emissões de GEE de diferentes rotas tecnológicas de biocombustíveis, incluindo mudanças diretas e indiretas do uso da terra (RFS-2)

Rota Tecnológica	% Mitigação (Decisão Preliminar) [1]	% Mitigação (Decisão Definitiva) [2]
Etanol de milho (secagem a biomassa)	- 18%	- 21%
Etanol de cana-de-açúcar (brasileiro)	- 26%	- 61%
Etanol celulósico de <i>switchgrass</i>	- 124%	- 110%
Etanol celulósico de palha de milho	- 116%	- 129%
Biodiesel de soja	+ 4%	- 57%
Biodiesel de óleo residual	- 80%	- 86%

Fonte: [1] EPA (2009 apud PIRES et SCHECHTMAN, 2009); [2] EPA (2010)

Como parte do processo de consulta pública da agência norte-americana, o Instituto de Estudos do Comercio e Negociações Internacionais (ICONE) enviou uma carta (NASSAR *et al.*, 2009) comentando supostos equívocos nas premissas e cálculos da EPA. Utilizando um modelo econômico de uso da terra (BLUM - *Brazilian Land Use Model*), mais sofisticado (maior resolução espacial e que prevê substituição entre maior número de usos agrícolas e naturais da terra), a análise do ICONE resultou numa redução de emissões de 60%. Após analisar o mérito da questão, o EPA concluiu em fevereiro de 2010 que o etanol de cana brasileiro mitiga as emissões (considerando ILUC) em 61%, conforme a 3ª coluna da tabela 3.1.4. Os demais valores constantes na 3ª coluna também refletem uma reconsideração do EPA quanto às emissões de outras rotas tecnológicas.

A reconsideração do nível de mitigação de emissões do etanol brasileiro trouxe um impacto positivo: o RFS-2 classificou os biocombustíveis em quatro categorias, estabelecendo os volumes, as taxas de inserção na matriz e os limites de emissões de cada categoria até 2022, quando a produção deverá chegar a 136 bilhões de litros. Os biocombustíveis convencionais (que apresentam > 20% de mitigação de emissões) e que terão volume previsto de 57 bilhões litros/ano em 2022, deverão ser oriundos do etanol de milho. Por outro lado, os chamados combustíveis avançados (que mitigam > 50% das emissões de GEE), tem demanda prevista de 15,2 bilhões de litros/ano em 2022.

No momento, o EPA e o CARB consideram o etanol de cana-de-açúcar brasileiro a única rota avançada de biocombustíveis do mundo. Desta forma, os EUA, destino de 67% dos 3,1 bilhões de litros de etanol exportados em 2012, compra o biocombustível nacional primariamente por questões de custo ambiental, ao passo que virtualmente todos os 600 milhões de litros importados no referido ano pelo Brasil são etanol de milho norte-americano, por nossa incapacidade em atender a demanda interna (EPE, 2013a).

Na UE, as discussões em torno de ILUC tem sido mais objeto de debate que ainda perdura. Em abril de 2009, a UE aprovou a Diretiva de Energias Renováveis 2009/28/EC (RED), que inclui uma meta mínima (para cada país do bloco) de 10% de utilização de energias renováveis nos transportes rodoviários até 2020. Estabeleceu uma taxa mínima de mitigação de emissões de GEE - 35% em 2009, aumentando gradativamente para 50%, em 2017. Além disso, a Comissão Europeia (CE), órgão executivo da UE, foi convidada a examinar a questão de ILUC, incluindo medidas para evitá-lo e informar sobre esta questão até ao final de 2010. Nesse contexto, a CE comissionou quatro estudos (*Fonseca et al, 2010; Al-Riffai et al., 2010; Edwards et al, 2010; Hiederrer et al, 2010*). Discrepâncias significativas foram encontradas nos resultados dos referidos estudos, reforçando os argumentos que estimativas consistentes dos impactos indiretos do uso da terra são difíceis de se obter. Em resposta à uma consulta pública, ICONE (2010) enviou uma carta à CE criticando as premissas do modelo de etanol de cana-de-açúcar brasileiro adotados pelos estudos acima. Entre elas:

- Projeções sobre a produção de cana e etanol: modelos projetam rendimentos menores em relação às tendências históricas;
- Análise pobre ou falta de análise sobre a intensificação histórica das pastagens (aumento no número de cabeças de gado/ha), levando a uma superestimação do ILUC resultante da expansão dos biocombustíveis, uma vez que as pastagens constituem o maior uso de terra no Brasil e tem havido uma alta expansão de lavouras nessa categoria de terras no presente século;
- Dados históricos imprecisos e que se baseiam na suposição de que a expansão da fronteira agrícola por conta dos biocombustíveis terá avanço semelhante ao que foi observado historicamente, quando não havia legislação ambiental tão restritiva quanto hoje.

Em face à falta de consenso entre os estudos, a CE publicou um relatório, em dezembro de 2010, estabelecendo quatro opções possíveis: i) Não executar nenhuma ação para o momento, enquanto continua a monitorar a evolução da ciência relacionada ao tema ILUC; ii) Aumentar o limite mínimo de mitigação de GEE para os biocombustíveis (para compensar a falta da inserção deste fator nos cálculos de GEE; iii) Introdução de requisitos de sustentabilidade adicionais para certos biocombustíveis; iv) Atribuição de emissões de GEE default para os biocombustíveis, refletindo o impacto estimado de ILUC. Em reconhecimento às dificuldades técnicas e políticas, até o momento (abril de 2014), nenhuma decisão foi tomada pela União Europeia.

Para algumas organizações, a hipótese dos efeitos indiretos se tornou verdade incontestável. Para FURLAN (2012), o assunto saiu da esfera técnica e migrou para a área política e ideológica. Por conta disso, surgiram críticas explícitas à forma como o tema vem sendo conduzido: DELLA VEDOVA (2009) afirma que uma coalizão entre produtores locais de biocombustíveis e ONGs se formou na Europa, pressionando a Comissão Europeia (CE) a contabilizar ILUC para os biocombustíveis mais competitivos oriundos dos EUA e do Sudeste asiático, mas eximindo os produtores europeus de tal medida. O (então) parlamentar italiano entende não ser possível calcular precisamente e objetivamente as emissões devido ao ILUC, deixando espaço para ajustes com objetivos protecionistas. Também afirma que o esforço em demonizar os biocombustíveis do Sudeste asiático é “o bom e velho protecionismo, mascarado de ambientalismo”.

Carta assinada por 111 cientistas (SIMMONS *et al*, 2009), enviada ao governador da Califórnia, solicitou que ILUC não fosse incorporado nas avaliações dos biocombustíveis efetuado pelo órgão ambiental do estado (CARB), pois:

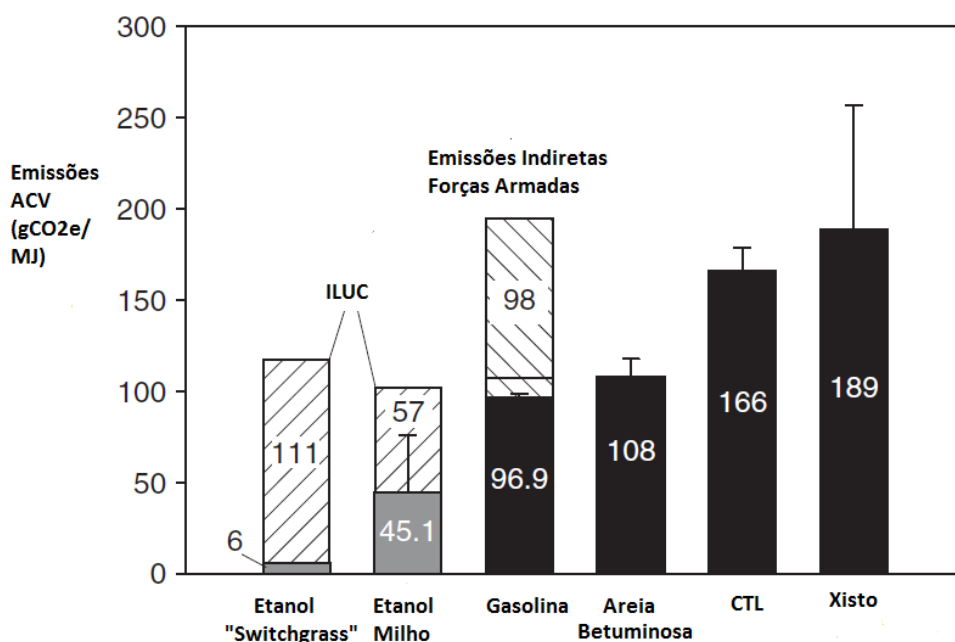
“Além das incertezas nas medições de ILUC, este não deve ser imposto a apenas uma cadeia de combustíveis. Petróleo induz efeitos de preço nas *commodities*, no mercado agrícola e outros mercados. Carros elétricos aumentarão a pressão na demanda marginal de eletricidade, gerada a partir de carvão ou gás natural. Entretanto, até o momento, o CARB propõe apenas atribuir os efeitos indiretos na produção de biocombustíveis, criando uma assimetria na regulação. Isto viola a presunção fundamental de que todos os combustíveis, num padrão de análise de desempenho, devam utilizar os mesmos limites para a análise de ciclo de vida”.

ILUC não é um fenômeno exclusivo para os biocombustíveis ou regiões geográficas específicas. Qualquer forma de demanda adicional no sistema agrícola global tem o

potencial de criar ILUC. Além disso, a área plantada com insumos para biocombustíveis (~36 Mha) representa apenas cerca de 2% da área agrícola global (~1500 Mha). Mudanças não-agrícolas de uso da terra também pode resultar em impactos de ILUC, como a expansão urbana e o desenvolvimento de infraestrutura (ERNST&YOUNG, op. cit.)

Este entendimento é compartilhado por algumas agências multilaterais: em *workshop* sobre ILUC, promovido pela Agência Internacional de Energia, discutiu-se o estabelecimento de um teto global de longo prazo nas emissões na mudança de uso do solo, com o compartilhamento dos impactos entre *todos* os atores relevantes (agricultura, assentamentos, bioenergia etc.) (FRITSCHÉ *et al*, 2009).

Ao analisar a decisão de agências governamentais norte-americanas – EPA e CARB - em empregar fatores de ILUC nos biocombustíveis, LISKA et PERRIN (op. cit.) concluíram que uma avaliação mais abrangente das implicações totais da substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis precisa ser concluída antes dos efeitos indiretos poderem ser determinados com precisão. Os autores calcularam as emissões indiretas da estrutura de segurança militar criada para o livre transporte de petróleo e concluíram que estes são particularmente importantes, merecendo maior investigação. A figura 3.1.5 mostra um comparativo das emissões de GEE (em ACV) de biocombustíveis (com ILUC) e combustíveis fósseis de diversas procedências, sendo que, para a gasolina, foi considerada aquela oriunda do Golfo Pérsico, onde os EUA mantêm uma frota de navios de guerra para assegurar o livre trânsito do petróleo escoado por lá.



### Figura 3.1.5 – Intensidade de Emissões de GEE de Combustíveis Líquidos Seletos

Fonte: LISKA et PERRIN (2009).

Esta visão é compartilhada por HARVEY et PILGRIM (op. cit.), para quem os efeitos indiretos levantam grandes problemas metodológicos e reguladores:

“Pode-se argumentar, por exemplo, que qualquer emissão de carbono de biocombustíveis (por conta de ILUC) deva ser corretamente atribuído ao preço do petróleo, pois a produção de bioetanol, em especial no Brasil, foi uma resposta ao aumento do preço da gasolina, que, em seguida, fez o bioetanol uma alternativa estratégica e competitiva de mercado. Não há razões lógicas para restringir os efeitos indiretos ao setor agrícola: quando houver aumento no preço do petróleo, a sua pegada de carbono poderia ser recalculada para incluir a consequente mudança no uso da terra, decorrente da busca por substitutos”.

Comparando rotas bioenergéticas, IPCC (2014b) resume: as emissões de GEE estimadas por ILUC são "altamente incertas, não observáveis, não verificáveis, e dependentes da política assumida, contextos econômicos e insumos utilizados na modelagem”.

#### **3.1.4 – Emissões de GEE na Produção e Consumo de Biodiesel de Palma**

Em janeiro de 2005, o Governo Federal lançou o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), orientado basicamente para encorajar os pequenos agricultores de regiões menos desenvolvidas (Norte e Nordeste) a se envolverem com a produção de biodiesel, a partir da palma e mamona, respectivamente. Neste programa, uma mistura obrigatória de 2% de biodiesel ao óleo diesel começou em 2008 e aumentou gradativamente, até atingir 5% em 2010, três anos antes do prazo previsto em lei. Será visto na seção 3.4 que, na prática, a soja e o sebo bovino tem contribuído, somadas, com mais de 90% dos insumos do biodiesel, minando o propósito social do Governo.

No que toca a produção de biodiesel a partir das quatro citadas fontes energéticas, NOGUEIRA (2009) avaliou o balanço energético das mesmas, considerando combustíveis e energia elétrica utilizada, a energia requerida para produzir fertilizantes, agroquímicos, equipamentos, edificações etc., além da energia humana.

Neste estudo, os dados utilizados foram a partir de estudos recentes conduzidos no Brasil e Colômbia. Tanto a rota metilica (mais empregada) quanto a etilica foram consideradas na análise, resultando no seguinte quadro comparativo:

Tabela 3.1.5 – Balanço Energético e de Emissões de GEE de Biodiesel

Parâmetro	Soja	Mamona	Dendê	Sebo
Produtividade Biodiesel (kg /ha)	790	738	2460	0
<b>Balanço energético<sup>37</sup></b>				
Rota Metilica	3,3	1,1	3,5	6,3
Rota Etilica	4,8	1,2	5,0	15,3
<b>Mitigação GEE (vs. diesel)</b>				
Rota Metilica	62%	(26%)	71%	82%
Rota Etilica	73%	3%	91%	95%

Fonte: NOGUEIRA (2009)

Cabe observar que o balanço energético do biodiesel de palma aqui apresentado é inferior àquele calculado por BASIRON et DARUS (1996) e URQUIAGA (2005), que encontraram 1:9,6 e 1:8,66, respectivamente (MACEDO et al, 2010). QUEIROZ et al. (2012) realizaram uma análise de ciclo de vida do biodiesel de palma a partir de parâmetros agroindustriais da Agropalma e Dentauá, ambas localizadas no Pará. Os autores concluíram que o balanço energético das empresas eram de 1:13,4 e 1:13,1, respectivamente. Também observaram que os valores baixos citados por NOGUEIRA (2009) se deviam a um uso intenso de fertilizantes na agroindústria de palma colombiana.

NOGUEIRA (op. cit.) avalia dois cenários de mitigação de emissões de GEE até 2030. Pelo lado da demanda, existem: i) *Conservador*, baseado na manutenção da mistura B5 ao longo do período; ii) *Progressista*, com aumento gradativo da mistura até B12, demandando 10 Mm<sup>3</sup> biodiesel em 2030. Pelo lado da oferta, existe o cenário *BAU*, sendo o biodiesel constituído primariamente de soja, complementado por palma e sebo. Também existe o cenário *Melhorado*, onde se usa palma (90%) e sebo (10%). O autor conclui que, em 2030, a combinação de cenários *Progressista* e *Melhorado* resulta na mitigação de 10,7% (CO<sub>2</sub>eq) em relação ao óleo diesel puro, ao passo que a combinação de cenários *Conservador* e *BAU* resultam em mitigação de 3,0% frente ao diesel. Por fim,

<sup>37</sup> Razão da energia produzida de biodiesel dividido pela energia fóssil necessária para produzi-lo.



calculou-se os custos marginais de abatimento do biodiesel: US\$ 5,61/kg CO<sub>2</sub> para o cenário *BAU* e US\$ 4,07/kg CO<sub>2</sub> para o cenário *Melhorado*.

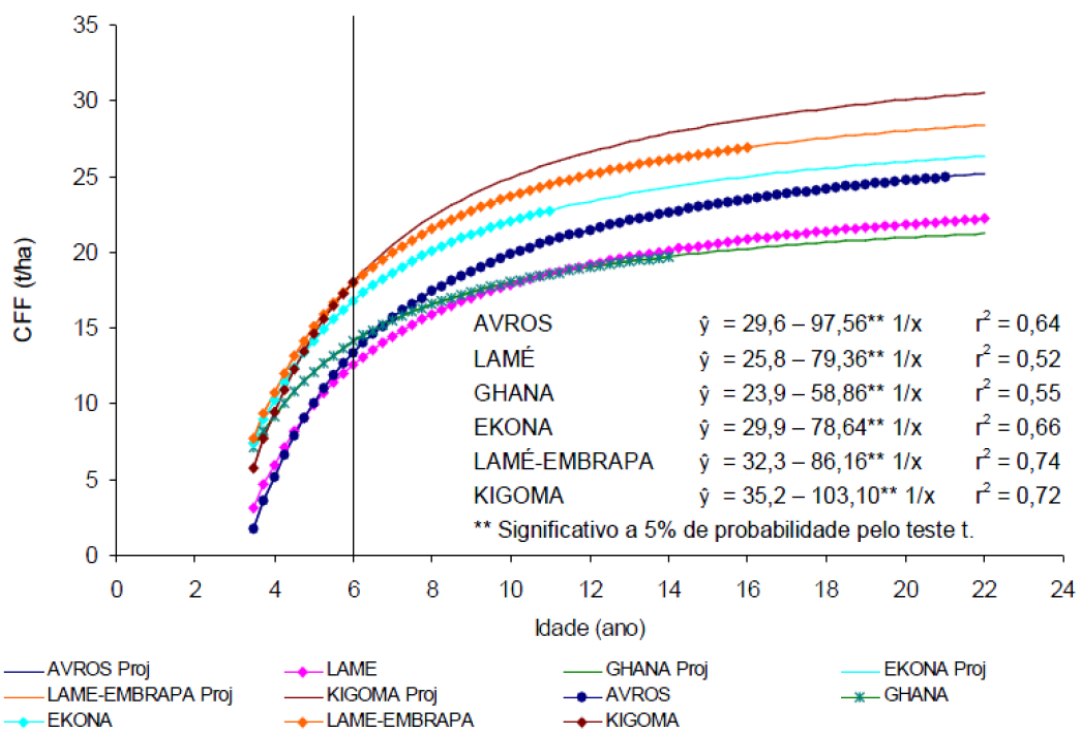
Alguns pontos relevantes do citado estudo: até recentemente, haviam poucos estudos sobre as emissões de GEE de biodiesel produzido no Brasil em geral, e de palma, em particular, conforme observado por VILLELA (2009). Ao considerar os cenários *Progressista* e *Melhorado*, NOGUEIRA deixa implícito a plena possibilidade de a palma se tornar protagonista no que toca a produção de biodiesel no Brasil, por dispor de amplo espaço para a expansão de seu crescimento. Ele observa que “em relação a mudança no uso da terra e desmatamento associado ou causada pela produção de biodiesel, vale a pena observar que boas produtividades são capazes de reduzir o impacto do aumento na demanda de combustível”. No entanto, ao que tudo indica, a produtividade da palma efetivamente considerada pelo autor fica aquém daquela observada nas instalações do maior produtor desta oleaginosa no Brasil.

Historicamente, a Agropalma tem sido a principal agroindústria de palma no país, sendo ainda responsável por cerca de 70% da produção nacional e referência em nível mundial – membro do *Roundtable for Sustainable Palm Oil*, detentora da certificação ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001. Como tema de tese, J. Silva, Gerente de Fitossanidade e Pesquisa da Agropalma, estabeleceu, baseado em levantamentos e análises de laboratório efetuado nos 32.00 hectares de plantio de dendê da empresa, diversas correlações entre fatores climáticos (insolação, precipitação, dias de chuva, temperatura, umidade relativa) e material genético (Avros, Lamé, Ghana, Lamé-Embrapa, Ekon e Kigoma) com a produção de cachos de frutos frescos e taxa de extração de óleo, entre 1995 e 2005.

Até onde se pode constatar, o autor está correto ao afirmar que “não há relatos dessa informação na literatura nacional e apenas escassa referência na literatura internacional”. Ele concluiu que o clima, principalmente a precipitação e a insolação, tem efeitos diretos na taxa de extração. Constatou-se que o material genético influencia a produtividade de cachos, a taxa de extração e a produtividade de óleo (CPO<sup>38</sup>/ha). A figura 3.1.6 reproduz as projeções de produtividade (tCFF/ha) para os seis materiais genéticos empregados pela Agropalma, onde se nota que, ao contrário do indicado pela literatura, não há decréscimo na produção de cachos quando o dendezal chega ao final de seu ciclo produtivo.

---

<sup>38</sup> CPO – acrônimo inglês para óleo bruto de palma



Obs: 1 - nas equações ajustadas de produtividade e respectivos coeficientes de determinação,  $y = \text{CFF}(\text{t/ha})$  e  $x = \text{anos}$

Figura 3.1.6 – Produtividade de CFF (t/ha) em função da idade e material genético

Fonte: SILVA (2006)

A literatura indica que a produtividade média de produção de óleo bruto de palma (CPO) varia entre 4 e 6 toneladas/hectare. Entretanto, da mesma forma que a produção de cachos, a produção de CPO varia conforme a idade e o material genético utilizado no cultivo. A tabela 3.1.6 mostra a produtividade média obtida em cada um dos seis materiais genéticos avaliados na primeira colheita (aos 3,5 anos) e ao final do ciclo (22 anos).

Tabela 3.1.6 – Produtividade de CPO (t/ha) dos materiais genéticos da Agropalma

Material Genético	Produtividade (t/ha)	Idade (anos)	Produtividade (t/ha)	Idade (anos)
Avros	0,39	3,5	4,64	22
Lamé	0,58	3,5	4,15	22
Ghana	1,51	3,5	4,52	22
Lamé-Embrapa	1,6	3,5	6,12	22
Ekona	1,63	3,5	5,77	22
Kigoma	1,27	3,5	6,75	22

Fonte: SILVA (2006)

Apesar da produtividade observada por SILVA (op. cit.) ser bastante superior ao daquela empregada por NOGUEIRA (2009), por uma questão de conservadorismo, os números do último serão empregados nos cálculos a seguir.

NOGUEIRA (2010) faz um detalhamento dos cálculos apresentados no ano anterior. No caso específico do biodiesel de palma, o estudo foi realizado a partir da agroindústria da palma do Nordeste do Pará, área foco deste trabalho. A tabela 3.1.7 mostra as emissões relativas a fase agrícola do cultivo:

Tabela 3.1.7 - Demanda energética e emissões de GEE no cultivo de dendê

Entrada	Consumo de energia fóssil (MJ/ha)	Emissão de GEE (kg CO <sub>2</sub> eq/ha)
Maquinário	475,6	33,4
Diesel	3641,8	322,2
Calcário e Fertilizantes	1360,1	156,7
Herbicidas, fungicidas e inseticidas	145,4	11
Irrigação	702,2	49,5
TOTAL	6325,1	572,9

Fonte: NOGUEIRA (2010)

A tabela 3.1.8 discrimina as emissões pelo uso de energia fóssil na fase industrial, tanto no processo de extração de óleo quanto na transesterificação (por via metílica, a mais usada pela indústria) deste em biodiesel. Foram consideradas a energia usada diretamente, além da energia embutida no metanol e hidróxido de potássio, catalisador mais comumente utilizado pela indústria de biodiesel brasileira.

Tabela 3.1.8 - Demanda energética e emissões na fase industrial do biodiesel de dendê (extração de óleo e processo de transesterificação)

Entrada	Consumo de energia fóssil (MJ/kg biodiesel)	Emissão GEE (g CO <sub>2</sub> eq/kg biodiesel)
Eletricidade	1,33	110,0
Combustíveis Fósseis	7,56	624,7
TOTAL	8,88	734,7

Fonte: NOGUEIRA (2010)

Segundo NOGUEIRA (2010) as emissões, considerando as fases agrícola e industrial, totalizam 868,0 g-CO<sub>2</sub>eq/kg biodiesel. Conclui-se que as duas fases contribuíram, respectivamente, 15,3% e 84,7% das emissões totais. O autor calculou que as emissões do biodiesel são 75% menores do que a do diesel, em base mássica. Como o poder calorífico<sup>39</sup> superior (PCS) do diesel = 45,3 MJ/kg, ao passo que o PCS do biodiesel de palma = 39,1 MJ/kg, a mitigação do biodiesel é de 71%, em base energética, conforme a tabela 3.1.5.

Em nota, cabe observar que o Balanço Energético Nacional é calcado no poder calorífico inferior (PCI) dos combustíveis. Da mesma forma, IPCC (2006) propõe fatores de emissão *default* (Tier 1) de CO<sub>2</sub> de combustíveis, baseado em seus PCIs.

Segundo BEN 2013 (EPE, 2013), o PCI diesel = 10.100 kcal/kg = 42,22 MJ/kg e PCI biodiesel (B100) = 9.000 kcal/kg = 37,62 MJ/kg. De acordo com IPCC (2006), 1 MJ diesel (PCI) resulta na emissão de 74,1 gCO<sub>2</sub>. Logo, 1 kg diesel emite 42,2 x 74,1 = 3128 gCO<sub>2</sub>, valor que será adotado nos cálculos desta seção.

Também vale ressaltar que o estudo de caso de NOGUEIRA (2010) não considerou três relevantes fontes de GEE: i) emissões de metano proveniente do POME (acrônimo inglês para os efluentes líquidos resultantes da extração de óleo); ii) emissões de N<sub>2</sub>O na utilização de fertilizantes nitrogenados; iii) variação dos estoques de carbono da biomassa e do solo entre o momento em que o plantio é efetuado e ao final do ciclo produtivo.

As emissões de GEE da produção de óleo de palma são expressas “por hectare”, quando relacionados ao uso da terra ou “por tonelada de CPO”, termo geralmente aplicado para as emissões relacionadas às operações na plantação e fábrica. Assim, as emissões devidas à mudança de uso da terra (gCO<sub>2</sub>-eq/ha) tem que ser convertidas em unidade energética (gCO<sub>2</sub>/MJ), para, em última instância, se fazer uma comparação apropriada com o diesel

---

<sup>39</sup> Poder calorífico é a quantidade de calor liberada durante a combustão completa da unidade de massa do combustível, podendo ser expresso em kJ/kg. O poder calorífico pode ser superior (PCS), que considera que o vapor d'água presente nos gases de combustão é condensado, ou inferior (PCI), que não considera tal hipótese. Será considerado nesta tese apenas o PCI, pois o calor latente de evaporação da unidade de combustível, descartado desde o início, é tecnicamente irrecuperável (LORA et al., 2013)

mineral. Considerando, conservadoramente, uma produção média de 4 t CPO/ha/ano ao longo de um ciclo de 25 anos, obtém-se 100 tCPO/ha, ou 100.000 kg biodiesel /ha.

A pedido do RSPO, BRINKMANN (2009) realizou ampla revisão de literatura das emissões de GEE no processo produtivo do óleo de palma. O sistema de tratamento mais comum de POME consiste em uma lagoa de contenção. O oxigênio naturalmente disponível neste sistema é geralmente insuficiente para atender a toda a decomposição aeróbia do material orgânico nas águas residuais. Como resultado, a decomposição anaeróbia ocasiona a produção de biogás, com alto teor de metano, cujo GWP = 34 (IPCC, 2013). Assim, os autores concluíram que o valor médio de emissão de POME era expressivo, com valor médio de 1.046 kg CO<sub>2</sub>eq/t CPO. Conforme NAE (2005), 1 kg óleo produz 1 kg de biodiesel, ou seja, a emissão de POME = 1,05 kgCO<sub>2</sub>eq/kg biodiesel.

FRAZÃO (2012) calculou as emissões de N<sub>2</sub>O em plantios na Bahia (Opalma) e no Pará (Agropalma). No segundo, ele mediu os fluxos deste gás a partir do ingresso de sulfato de amônia (fertilizante nitrogenado) em plantios em diferentes estágios de crescimento. Os fatores de emissão variaram entre 6,38% (dose mínima: 1,8g N / planta / aplicação) a 7,95% (dose máxima: 5,4g N / planta / aplicação) no estágio de viveiro. No caso de plantas já estabelecidas, os fatores diminuía conforme a idade: 0,50% com 3 anos, 0,24% com 8 anos e 0,21% com 17 anos de vida. Considerando todo o ciclo de vida da planta, o autor conclui que o fator global de N encontrado é de 0,58%, abaixo do valor *default* Tier 1 de IPCC (2006), de 1%.

No entanto, este valor é consistente com os estudos conduzidos por ALVES et al. (2012), dentro da Rede de pesquisa *Agrogases – Dinâmica de Carbono e Gases de Efeito Estufa em Sistemas de Produção Agropecuária, Florestal e Agroflorestal Brasileiros*, capitaneada pela Embrapa. Segundo os autores acima, levando em conta estudos realizados em vários ambientes e diferentes culturas, encontrou-se, em média, um fator de emissão de N<sub>2</sub>O de 0,31% do N aplicado<sup>40</sup>. Como os estudos de ALVES et al. (op. cit.) não contemplaram a palma, os resultados obtidos por FRAZÃO serão utilizados.

---

<sup>40</sup> Segundo os autores, as análises de solo e clima nos diversos estudos indicam que as baixas emissões de N<sub>2</sub>O são decorrentes da boa drenagem e baixo conteúdo de matéria orgânica lábil (pouco estável, notadamente ao calor) dos latossolos, solo presente onde os estudos foram conduzidos.

Segundo recomendações de VIEGAS et BOTELHO (2000), deve-se aplicar, na média do ciclo produtivo, 454 g ureia (45% N) / planta de palma /ano. Considerando 143 plantas/ha e ciclo de 25 anos, isto equivale a 730 kg N/ha. Considerando a razão molar N-N<sub>2</sub>O, o fator de emissão acima e GWP de N<sub>2</sub>O igual a 298 (IPCC, 2013), tem-se que as emissões deste GEE são iguais a 2216,9 kg CO<sub>2</sub>eq/ha. Ou seja, 22,2 g CO<sub>2</sub>eq/kg biodiesel.

FRAZÃO et al. (2012) mediram os estoques de carbono do solo em plantios de palma (Agropalma), florestas intactas e pastos vizinhos. Eles concluíram que os estoques de C em dendezaís com 25 anos de idade era maior do que aquele presente numa floresta tropical nativa, mas menor do que aquele presente em pastagens antigas, tipicamente cobertas com *Brachiaria humidicola*, conforme a tabela 3.1.9:

Tabela 3.1.9 - Estoque de carbono (tC/ ha) em plantio de Palma, pastagem e floresta densa

Uso da terra	Estoque C biomassa aérea	Estoque C orgânico do solo [3]	Estoque de C (liteira <sup>41</sup> ) [1]	Estoque C terra total
Floresta tropical densa	147,0 [1]	25,6	2,1	174,7
Pastagem ( <i>Brachiaria</i> )	2,5 [1]	46,7	0	49,2
Dendezal (média do ciclo produtivo)	35,0 [2]	30,3	5,9	71,2

Fonte: [1] IPCC (2006); [2] BRIKMANN (2009), [3] FRAZÃO et al. (2012)

Apesar de parecer contra intuitivo, o menor estoque de C nos solos florestais decorre da falta de aporte de N, característico das terras não manejadas pelo homem. Conforme BODDEY et al. (2012), a acumulação de C no solo (p.ex., no processo de plantio direto) só ocorre na medida em que existe o ingresso de N, de forma a que a relação C/N do solo se estabilize num patamar próprio.

As emissões de biodiesel nos dois cenários de mudança de uso da terra (considerando que 1 tC => 3,67 t CO<sub>2</sub>), POME e N<sub>2</sub>O seguem na tabela 3.1.10, junto com as emissões de óleo diesel, para fins comparativos. Note que, para tanto, é necessário adicionar as emissões de toda a cadeia produtiva do diesel (E&P, refino, distribuição). EDWARDS et al. (2006), calcularam um fator multiplicador de 1,19 para o contexto europeu. À falta de um fator específico para o Brasil, este será utilizado aqui.

<sup>41</sup> Matéria orgânica morta acima do solo

Tabela 3.1.10: Emissões de diesel vs. biodiesel, conforme uso prévio da terra

Mudança de uso da terra	Emissões devido diferença estoque C da terra (gCO <sub>2</sub> /kg)	Emissões devido à N <sub>2</sub> O (gCO <sub>2</sub> e/kg)	Emissões devido à POME (CH <sub>4</sub> ) (gCO <sub>2</sub> eq/kg)	Emissões totais (gCO <sub>2</sub> e/kg)	Emissões totais (gCO <sub>2</sub> e/MJ)
Pastagem -> plantação dendê	-220	22,2	1046	1716,2	45,6
Floresta tropical densa -> plantação dendê	1035	22,2	1046	2971,2	79,0
Diesel (queima)	-	-	-	3128	74,1
Diesel (ACV)	-	-	-	3722	88,1

Fonte: autor

Fica claro, pela tabela acima, que o biodiesel de palma só mitiga emissões de GEE caso o uso prévio da terra seja um no qual haja pouco estoque de C, tendência que vem sendo observado na expansão da dendeicultura paraense, a ser visto na seção 4.4.

Os resultados acima indicam a importância da mudança no uso da terra no valor auferido de emissões de biocombustíveis. Outra conclusão é que as emissões de POME também são muito expressivas, dentro de todo o processo produtivo de biodiesel de palma, opinião compartilhada por BRINKMANN (op. cit.).

TAYLOR et al. (2014) estimam que as emissões globais de GEE devido ao POME alcançarão 135 Mt CO<sub>2</sub>eq/ano em 2014, conforme figura 3.1.7. Segundo os autores, projeções da indústria indicam que as mesmas podem alcançar 363 Mt CO<sub>2</sub>eq/ano em 2050, equivalente a 12% das emissões brutas de carbono oriundas do desmatamento de florestas tropicais. A mesma figura mostra também o grande potencial bioenergético desperdiçado (24 milhões MWh/ano), com a não queima do metano produzido.

Apesar de observar que as emissões de GEE devido ao desmatamento, principalmente em solos turfosos, excedem em muito as do POME, TAYOR et al. (op. cit.) entendem que esta é uma fonte de GEE pouco debatida hoje e que, com a inevitável intensificação agrícola, sua importância futura tenderá a aumentar. Isto demandará discussões sobre

alternativas de seu aproveitamento como energético, que pode neutralizar seu impacto nas mudanças climáticas.

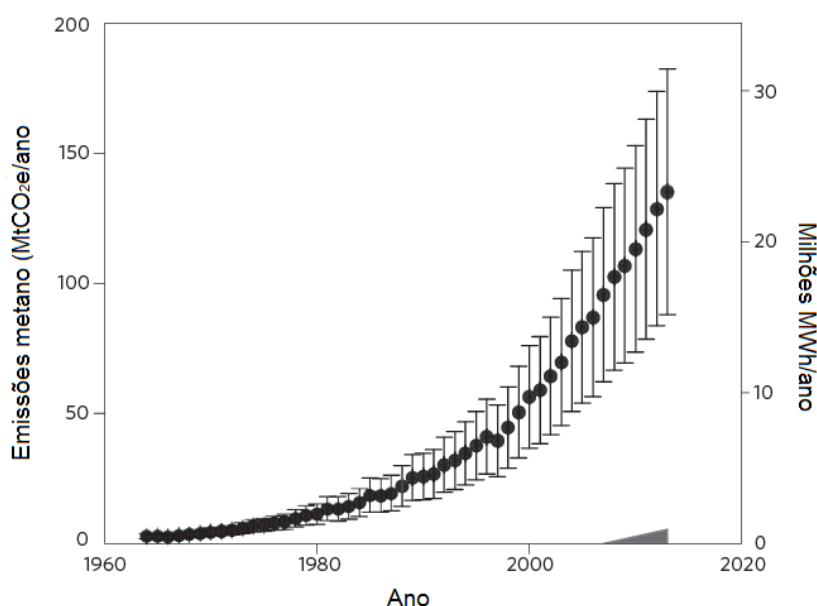


Figura 3.1.7 – Emissões globais de metano de efluentes líquidos do processamento da palma e a geração evitada de energia pela não queima

Fonte: TAYLOR et al. (2014)

### 3.2 - Segurança Alimentar vs. Segurança Energética

Como os biocombustíveis são produzidos a partir de culturas agrícolas, há uma preocupação persistente de que os biocombustíveis possam competir com a produção de alimentos. A suposição é que esta competição faça subir os preços dos alimentos e contribua para sua volatilidade, causando fome para milhões, no processo. Muitas pessoas, inclusive autoridades, aceitam essa cadeia de causalidade simplista.

Em outubro de 2007, no meio de uma crise de preços de alimentos (vide seção 2.1.1), Jean Ziegler, então relator especial das Nações Unidas sobre o direito à alimentação, afirmou que era "um crime contra a humanidade desviar terras aráveis para a produção de culturas para queima como combustível". Esses sentimentos foram ecoados por formadores de opinião, como George Monbiot, colunista do *The Guardian*, jornal inglês, que afirmou, entre outras coisas, que "os biocombustíveis poderiam matar mais pessoas do que a guerra do Iraque" (MATTHEWS, 2008). Da mesma forma, Bjorn Lomborg,



conhecido crítico das ações de mitigação de emissões de GEE, chama a produção de biocombustíveis como “um grande escândalo” (LOMBORG, 2013).

BROWN (op. cit.) atentou para um fato inequívoco: um ritmo crescente na destinação do milho norte-americano à produção de etanol, com vistas ao atendimento da demanda de combustível veicular daquele país. Segundo ele, em 2011, os EUA colheram quase 400 Mt de milho, maior do que a soma da safra de arroz e trigo da China, maior produtor mundial destes grãos. Do total, 127 Mt (32%) foi destinada a destilarias locais, resultando na redução das exportações, conforme a figura 3.2.1

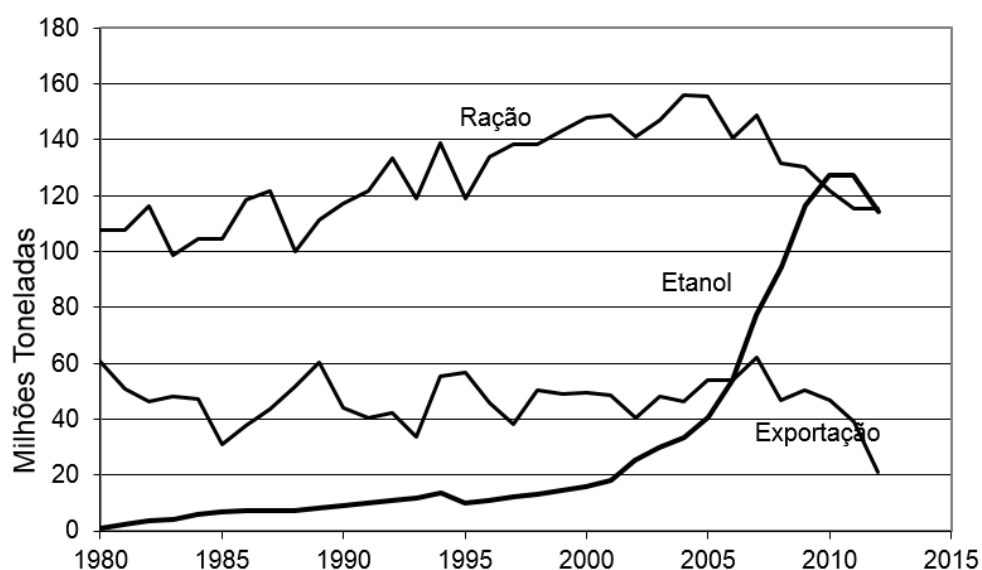


Figura 3.2.1 - Usos do Milho Norte-Americano: Ração, Etanol e Exportação, 1980-2012

Fonte: USDA 2012 apud BROWN 2012

Entretanto, é sintomática a repercussão da imprensa pelas declarações, em 2008, de Robert Ziegler, então presidente do Banco Mundial. Ele afirmou que os biocombustíveis haviam contribuído significativamente para o aumento observado do preço dos alimentos, apesar de insistir que estes não eram o fator primordial e ter elencado seis<sup>42</sup> outros fatores importantes. Mesmo assim, várias manchetes cobrindo seu discurso optaram por atribuir responsabilidade quase que exclusiva aos biocombustíveis (HAMELINK, 2013).

<sup>42</sup> 1) alta do preço da energia (petróleo); 2) aumento da demanda de países em desenvolvimento, que estavam “passando de uma para duas refeições por dia”; 3) aumento no consumo de carne; 4) secas; 5) redução dos estoques de grãos; 6) especuladores.

O referido banco multilateral publicou, entre 2008 e 2013, pelo menos quatro documentos explicativos sobre as causas da alta observada no preço dos alimentos. MITCHELL (2008) recebeu críticas, por ter minimizado o impacto da proibição das exportações de alimentos e movimentos especulativos observados durante a crise, atribuindo as mazelas majoritariamente aos biocombustíveis. BAFFES et HANIOTIS (2010) concluíram que “os efeitos dos biocombustíveis no preço dos alimentos não foram tão expressivos quanto se pensava originalmente”. TIMILSINA et SHRESHTA (2010) disseram que “cerca de 88% do aumento do preço global dos alimentos é causado por outros fatores que não os biocombustíveis”. Por fim, BAFFES et DENNIS (2013) concluíram que os biocombustíveis tiveram um impacto insignificante sobre os preços globais ao longo da última década e que dois terços do aumento de preços das *commodities* alimentares se deviam ao aumento do preço mundial do petróleo e dos movimentos da taxa de câmbio. Cabe notar que a inversão das conclusões do Banco Mundial<sup>43</sup>, à medida que aumentou a perspectiva sobre o fenômeno, foi quase totalmente ignorada pelos meios de comunicação e políticos, tanto em 2010 e 2013.

A Figura 3.2.2 apresenta um gráfico entre 2000 e 2013, constando um índice composto de preços de alimentos (média de todas as *commodities* agro/alimentares monitoradas pelo Banco Mundial) e os volumes de produção de biocombustíveis anuais. O aumento do preço dos alimentos, até o clímax, em julho de 2008, coincide com o crescimento da produção global de biocombustíveis. Ao longo do semestre seguinte, no entanto, a produção de biocombustíveis continuou aumentando, ao passo que os preços das *commodities* agrícolas caíram, contrariando o argumento básico de Ziegler e outros. A produção de biocombustíveis desacelera em 2010-2011, enquanto outro pico nos preços dos alimentos ocorre em 2011, mais uma vez contrariando a causalidade simples.

---

<sup>43</sup> Os referidos artigos são textos para discussão, apresentando ressalva de que os achados, interpretações e conclusões são somente dos autores e não refletem, necessariamente, a visão do Banco Mundial

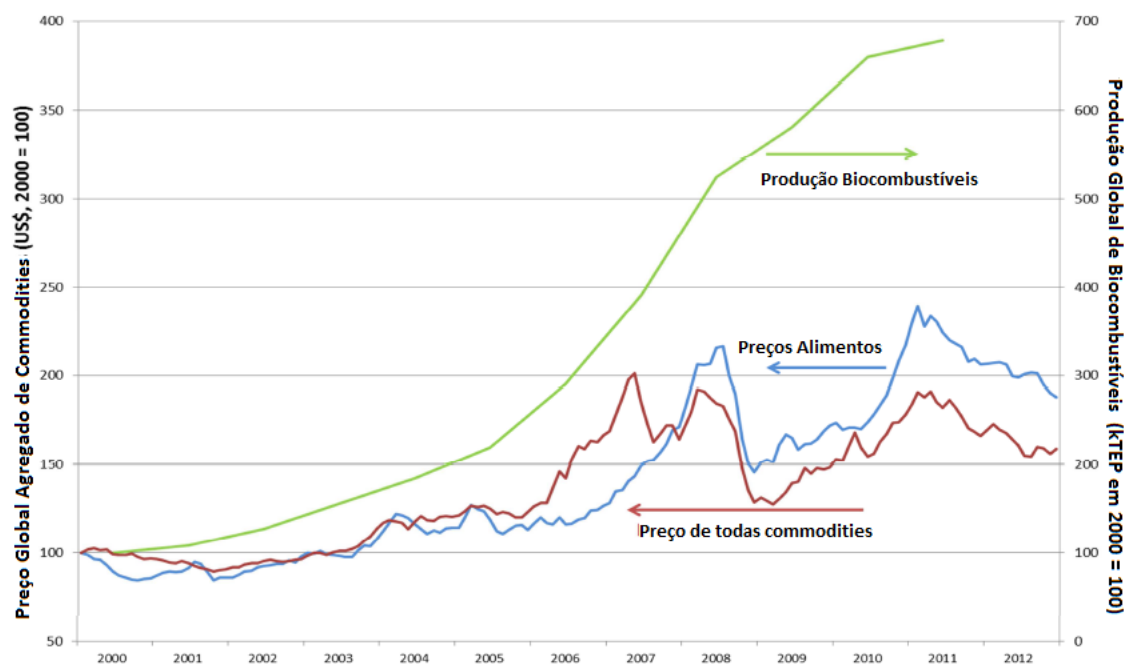


Figura 3.2.2 – Preços Globais Agregados de *Commodities* vs. Produção Global de Biocombustíveis

Fonte: HAMELINK (2013)

De fato, o gráfico acima mostra que a correlação entre os preços das *commodities* agrícolas e volume de biocombustíveis está ausente depois de 2008, enquanto os preços das safras estão fortemente correlacionados com os preços de todas as mercadorias, o que sugere que o problema subjacente não é biocombustível, mas algo maior. Ao desagregar o índice de preços das *commodities* agrícolas em subsetores, HAMELINK (op. cit.) mostra que cultivos e derivados passíveis de serem convertidos em biocombustíveis – milho, cana, soja, sorgo, trigo, açúcar, óleo de palma e óleo de soja – tiveram maior aumento em 2007-2008. No entanto, a partir de 2009, cultivos utilizados para fabricação de materiais – borracha, algodão – e que guardam nenhuma relação com biocombustíveis, tiveram alta muito mais expressiva.

Para VAN DE STAAIJ et al. (2012), bioenergia é apenas um dos componentes no aumento dos preços das *commodities* (e de ILUC). Outros fatores mencionados:

- Aumento global na demanda por alimentos (principalmente carne) e insumos para ração animal, devido ao aumento de renda nos países em desenvolvimento;
- Aumento populacional;

- Quebras de safra em países chave;
- Aumento no preço de combustíveis fósseis;
- Restrições às exportações e comércio;
- Flutuação nos mercados de câmbio;
- Especulação de mercado;

Quanto ao último ponto, PEARCE (2012) observa que, em 2003, haviam US\$ 13 bilhões investidos em fundos de *commodities* agrícolas, valor que se elevou para US\$ 300 bilhões, em 2008. O autor cita entrevista do financista George Soros à *Stern*, na qual ele diz que especuladores estavam distorcendo preços (de *commodities* agrícolas) tal como se estivessem estocando comida no meio de uma fome. De fato, HAMELINK (op. cit.) mostra como *commodities* utilizadas no setor agrícola – fertilizantes, combustíveis fósseis, metais - tiveram altas significativas no período, evidentemente repercutindo nos preços dos produtos finais do setor agrícola (figura 3.2.3).

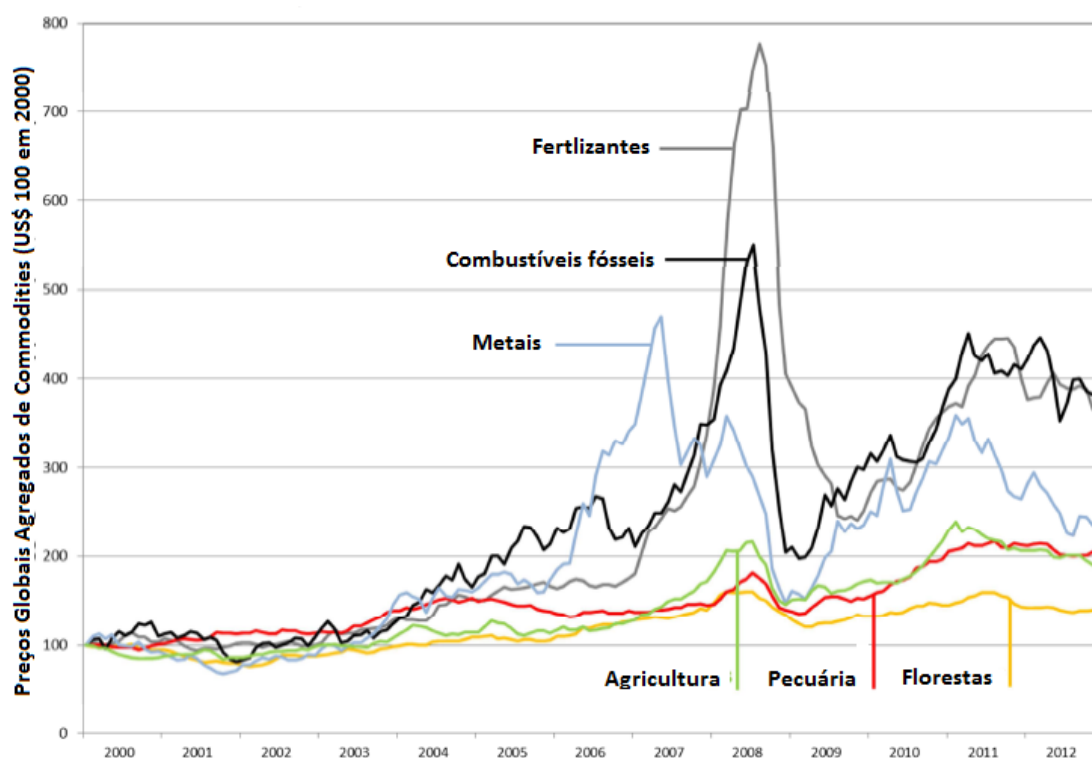


Figura 3.2.3 - Preços Globais Normalizados e Agregados de Commodities

Fonte: HAMELINK (2013)

Segundo HARVEY et PILGRIM (2011), o aumento do preço do petróleo foi julgado como tendo tido um efeito mais significativo sobre os preços dos alimentos do que qualquer atribuível aos biocombustíveis, que, por sua vez, teriam atenuado o aumento do preço do petróleo em até 15%. Além disso, argumentam os autores, a alimento que sofreu maior alta de preço foi o arroz, onde os efeitos de substituição para a alimentação animal ou de outros cereais são mínimos. Para o arroz, “qualquer impacto dos biocombustíveis carece de base ou de provas”. Finalmente, os efeitos residuais de preços que podem ser atribuídos ao desvio de milho para biocombustíveis em detrimento do setor de alimentos não encontram paralelo em biocombustíveis produzidos a partir de outras matérias-primas, notadamente, do etanol a partir de cana ou biodiesel de óleo de colza.

Pode-se argumentar que a principal preocupação dos políticos e tomadores de decisão não é especificamente com o preço dos alimentos, mas com a segurança alimentar dos mais pobres, que depende de vários fatores. Ao considerar apenas os preços dos alimentos, o impacto sobre a pobreza e a segurança alimentar se mostra ambíguo. Os altos preços dos alimentos, de fato, aumentam o custo dos alimentos para os consumidores. Mas eles também aumentam a renda dos agricultores, que vivem em áreas rurais, onde se encontram 75% dos pobres do mundo (DEININGER et BYERLEE, op. cit.).

Ademais, dos quatro pilares da segurança alimentar<sup>44</sup>, especificamente, i) disponibilidade; ii) acesso; iii) utilização e iv) estabilidade, os preços de curto prazo das commodities só impactam nos itens acesso e estabilidade (VAN DE STAAIJ et al., 2012).

Também cabe frisar que não há, no momento, uma falta global na capacidade de atender a demanda global por alimentos. Em seu Anuário Estatístico, FAO (2013b) calcula que o mundo produziu mais de  $13 \times 10^{15}$  (quatrilhões) de calorias dos alimentos em 2010,

---

<sup>44</sup> “Existe segurança alimentar quando todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico e econômico a uma alimentação suficiente, segura e nutritiva que atenda às suas necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável”. (Cúpula Mundial da Alimentação, 1996) Esta definição amplamente aceita aponta para as seguintes dimensões da segurança alimentar:

- Disponibilidade de alimentos: Disponibilidade de quantidades suficientes de alimentos de qualidade adequada, fornecida através da produção interna ou importação.
- Acesso aos alimentos: Acesso de pessoas para os recursos adequados (direitos) para a aquisição de alimentos apropriados para uma dieta nutritiva.
- Utilização: Utilização de alimentos através de uma dieta adequada, água potável, saneamento e cuidados de saúde para chegar a um estado de bem-estar nutricional, onde são atendidas todas as necessidades fisiológicas.
- Estabilidade: Para ter segurança alimentar, a população, família ou indivíduo deve ter acesso a uma alimentação adequada em todos os momentos.

equivalente a 5.359 kcal / pessoa / dia, mais de duas vezes a ingestão média recomendada, de cerca de 2.400 kcal. Os países em desenvolvimento registraram um salto de 1.850 kcal / pessoa / dia no início dos anos 1960 para mais de 2.640 kcal / pessoa / dia em 2010. Este crescimento na disponibilidade de alimentos, em conjunto com a melhoria do acesso aos alimentos, ajudou a reduzir a percentagem de pessoas cronicamente subnutridas nos países em desenvolvimento, de 34% em meados dos anos 1970 para apenas 15% três décadas mais tarde. (FAO, 2012a).

O acesso diferenciado aos alimentos tem provocado situações extremas: FAO (2013c) estima em US\$ 3,5 trilhões / ano ou US \$ 500 / pessoa os custos sociais e econômicos da desnutrição. No entanto, alerta para o aumento da obesidade, mesmo em regiões em desenvolvimento: “o desafio para a comunidade global, portanto, é continuar o combate à fome e desnutrição enquanto previne ou reverte a emergência da obesidade”.

A sobre oferta de alimentos está relacionado às distorções existentes nas regras de comércio de commodities agrícolas: segundo CHARVERIAT et FOKKER (2002), o sistema que rege o comércio agrícola mundial, na forma do Acordo da Rodada Uruguai para a Agricultura (OMC), é inerentemente injusto. “Ele legaliza práticas comerciais desleais por parte dos países ricos, negando, assim, aos países mais pobres a oportunidade de se beneficiarem de sua parte da riqueza gerada pelo comércio global”.

Segundo os autores, a falha principal do acordo é que ele permite que os países ricos despejem seus excedentes agrícolas, criados por subsídios, nos mercados mundiais, deprimindo os preços a níveis com os quais os produtores locais não conseguem competir. Os mercados domésticos de países em desenvolvimento são minados, aumenta-se a dependência de importações e as oportunidades de exportação são negadas. Subsídios dos EUA ao algodão, por exemplo, têm estimulado a superprodução, levando a uma queda dos preços do algodão no mercado mundial. Como consequência, os países exportadores de algodão na África subsaariana perderam cerca de US\$ 300 milhões em exportação em 2001/02 (CHARVERIAT et FOKKER, op. cit.). Esta prática específica levou o Brasil a entrar com um contencioso na OMC. Segundo AMCHAM Brasil (2014):

“Contencioso do algodão - Disputa comercial iniciada em 2002 quando o Brasil reclamou dos subsídios dos EUA a produtores de algodão. A OMC considerou essa prática ilegal e permitiu que o Brasil retaliasse os EUA em centenas de milhões de dólares. Em 2010, houve um Acordo

Temporário entre os países, mas a situação depende de uma solução final através da formulação de um novo *Farm Bill* pelo Congresso Americano”.

Continuando o relato do desequilíbrio das negociações no âmbito da OMC, CHARVERIAT et FOKKER (op. cit.) entendem existir um padrão “de dois pesos e duas medidas” em jogo. Os países membros ricos da OMC, além de proteger e subsidiar seus produtores nacionais, ao mesmo tempo obrigam os países em desenvolvimento a abrir seus mercados. Citam que o Haiti é hoje (2002) uma das economias mais abertas do mundo. Por conta de pressão do FMI e os EUA, reduziu sua tarifa sobre o arroz para apenas 3%, levando as importações a aumentarem em trinta vezes, por conta, principalmente, de arroz - subsidiado - dos EUA. No início do século XXI, a desnutrição afeta 62% da população, contra 48% no início de 1980. Ao mesmo tempo, as altas tarifas nos países ricos continuam a limitar as oportunidades para os países em desenvolvimento. Concluem que o resultado da liberalização dos mercados agrícolas beneficiou principalmente empresas transnacionais que dominam o comércio agrícola.

Em 2001, a OMC iniciou a rodada Doha de negociações, que, até o momento, não resultou em um acordo entre seus 159 membros. Ao contrário do Haiti, países emergentes, como Índia e China, tem poder político de impedir que seus mercados agrícolas se abram aos países ricos, sem que haja contrapartida satisfatória. Este impasse durou até há pouco, fomentando críticas à OMC quanto à sua relevância e estimulando acordos regionais de comércio (DONAN, 2013).

Esta trajetória foi parcialmente revertida na reunião da OMC, em dezembro de 2013. Houve consenso entre os países para uma redução ampla nas barreiras tarifárias. Um dos pontos mais relevantes foi o aceite, por parte da Índia, de lentamente abrir mão de sua política de venda subsidiadas de alimentos produzidos domesticamente, que visa atenuar a insegurança alimentar de sua população mais pobre (WENCKEL, 2013).

Um dos elementos que mostra a complexidade das negociações foi o fato de países vizinhos, como a Tailândia e Bangladesh, manifestarem desagrado com a política indiana, alegando que parte da produção dela “vazava” para os citados países, prejudicando os respectivos produtores agrícolas locais (WENCKEL, op. cit.).

A hostilidade política dos países desenvolvidos quanto aos biocombustíveis pode se dever à perda de terreno no setor agrícola. No período 2000-2012, os países da OCDE

aumentaram (em US\$) a produção agropecuária em apenas 14%, enquanto os países do BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China) aumentaram em 39%, sendo que o Brasil aumentou em mais de 70%, os países menos desenvolvidos (quase todos na África subsaariana) em 54% e o restante dos países em desenvolvimento, 45% (FAO, 2012).

MATTHEWS (op. cit.) oferece a seguinte explicação: as questões centrais – alimentos vs. combustíveis, disponibilidade de terras - surgem nos países do Norte, pouco dotados pela natureza para a produção de biocombustíveis. O caso dos países do Sul, com clima apropriado para cultivos muito mais eficientes, como a cana (e palma) é muito diferente. Para ele, a resposta racional para as preocupações com o aquecimento global e a segurança energética por parte dos países do Norte, seria concentrar o abastecimento de biocombustíveis a partir dos países do Sul - e assegurar que os mercados nos países do Norte se mostrassem abertos para este fim.

No entanto, isto não está acontecendo: um “Painel de Alto Nível de Experts”, comissionado pela ONU para analisar os impactos positivos e negativos dos biocombustíveis na segurança alimentar, admite que, “como consequência da decisão de políticas nacionais de biocombustíveis, países têm muitas vezes se inclinado a regular a importação de biocombustíveis, por exemplo, através da aplicação de tarifas e barreiras, a fim de proteger seu mercado interno” (HLPE, 2013).

O referido painel coloca que a resposta à questão da disponibilidade de terras para o desenvolvimento conjunto da produção de energia e alimentos depende, primeiramente, da resposta à indagação "existe terra disponível?" Para isso, é preciso levar em conta as múltiplas dimensões da noção de disponibilidade: da disponibilidade física às dimensões agronômicas, legais, ambientais e sociais da terra. Os lugares "disponíveis" para os biocombustíveis dependem da contabilidade adequada de todas estas dimensões e a forma como as prioridades são estabelecidas entre elas (HLPE, 2013).

TRINDADE (2009) observa que todas as *commodities* energéticas são comercializadas internacionalmente, sem restrições, exceto os biocombustíveis. Com isso, estes não dispõem de mercado de opções e futuros, onde os riscos podem ser gerenciados e mitigados. De acordo com o autor, os países interessados deveriam discutir para chegar a um acordo sobre um “bio” pacto global, que promova o comércio internacional livre de biocombustíveis. Afirma que a sustentabilidade dos biocombustíveis requer que eles



sejam comercializados como as demais *commodities* energéticas, devidamente certificados, dentro de critérios de certificação abertos e estabelecidos de forma justa.

Se tal perspectiva fosse adotada, soluções para preocupações legítimas, como desflorestamento, drenagem de solos de turfa poderiam ser encontrados. E as soluções, na forma de procedimentos de certificação, poderiam ser impostas com seriedade pelos países do Norte, se eles usarem a abertura de seus mercados como alavanca. Esta é a essência do “bio” pacto entre o Norte e o Sul. Os países do Sul cultivariam os biocombustíveis necessários para os países do Norte de uma forma comprovadamente sustentável seria a melhor solução para as preocupações manifestadas por Ziegler et al. (MATTHEWS, op. cit.).

Para o mesmo MATTHEWS (op. cit.), “o verdadeiro crime contra a humanidade” é cercear o potencial dos países do hemisfério Sul, particularmente, da África”. Diz que agências de ajuda estão dificultando o seu crescimento, cortando a subvenção dos insumos, principalmente fertilizantes. É necessário o uso de tecnologias avançadas e fertilizantes para crescer não só alimentos, mas também culturas de alta renda, e as que estão em maior demanda agora são destinadas à produção de biocombustíveis.

Seguindo, o autor afirma que a salvação da África virá a partir do que ela puder produzir para crescer antes de tentar se industrializar. Diz que os biocombustíveis representam uma oportunidade única e que países “inteligentes” - Namíbia, Angola, Moçambique, Nigéria *et al.* - estão se aconselhando com o Brasil, reconhecido líder em pesquisa agrícola tropical. De fato, em 2006, a Embrapa abriu um escritório em Acra, Gana, para atender o continente africano. Em 2013, ela estava coordenando 42 projetos de treinamento para produção e/ou processamento de mandioca, algodão, castanha de caju, biocombustíveis, agricultura de conservação e biotecnologia em mais de 20 países.

Observando a figura 3.2.3, fica evidente a ascensão dos preços de diversas *commodities*, ao longo da década passada. De acordo com DOBBS et al. (2011), “durante a maior parte do século 20, os preços dos recursos naturais como energia, alimentos, água, e materiais +como aço caíram, provendo, no processo, as condições para o crescimento económico”.

No entanto, segundo estes autores, na última década, todas as quedas de preços ocorridas no século anterior foram canceladas. Eles observam que muitos se perguntam se uma

nova era, caracterizada por alto patamar de preços dos recursos naturais, num ambiente de crescente risco econômico, social e ambiental, está surgindo no horizonte (DOBBS et al., 2011). Enfim, fica evidente que a questão do conflito bioenergia vs. alimentos deve ser analisada dentro de um quadro mais amplo, na qual há uma clara percepção, do mercado, de uma escassez mais generalizada de recursos naturais ao redor do globo.

### **3.3 – Certificação de Sustentabilidade na Produção de Biocombustíveis**

Nos últimos anos, a percepção dos biocombustíveis como uma alternativa de geração de renda no campo, segurança energética e mitigação das mudanças climáticas tem sofrido um desgaste. Conforme mostrado na seção 3.1.3, as mudanças indiretas do uso da terra, fenômeno relacionado à qualquer processo de ocupação da mesma, tem tido suas emissões de GEE modeladas (por não serem mensuráveis) e, por razões não muito claras, atribuídas exclusivamente aos biocombustíveis, reduzindo suas credenciais mitigatórias. Na seção 3.2, foi exposta a tentativa de se atribuir o aumento no preço dos alimentos, observado a partir de 2007, exclusivamente aos biocombustíveis, apesar de farta evidência de que outras *commodities* não agrícolas (particularmente, petróleo e fertilizantes) também tiveram um forte aumento no período.

No entanto, existem pontos que devem ser objetos de reflexão: os chamados biocombustíveis de 1ª geração (produzidos a partir de cultivos energéticos, como etanol de cana e milho, biodiesel de óleo de palma e soja) realmente competem com cultivos alimentares no que toca o uso da terra, recursos hídricos, defensivos, fertilizantes etc., sendo também causadores de degradação do solo. Sua expansão descontrolada pode induzir o desflorestamento em países tropicais. Pode-se alegar também que é uma opção cara de segurança energética, pois demanda mandatos de mistura e/ou subsídios governamentais (IEA, 2013b).

Conforme BOTELHO (2014), “os cenários dos biocombustíveis permeiam novas relações, distintas de muitas outras fontes energéticas como, por exemplo, a relação com a terra e com o meio rural. Isto os aproxima à cadeia do desmatamento, da utilização intensa de agrotóxicos, de conflitos territoriais, trabalho infantil e escravo e impacto na biodiversidade”. HARVEY et PILGRIM (2011) entendem que, ao longo do século 21, a terra, como recurso global, deve se tornar o foco de intensa competição para uma variedade de usos. Além disso, os usos competitivos tendem a se tornar objeto de

crecente polêmica, em termos das reivindicações feitas por aqueles que promovem esses usos, e em termos de interesses nacionais, regionais e globais potencialmente conflitantes.

TILMAN et al. (2009) resumem os conflitos por uso da terra a um trilema: como conciliar a necessidade de gerar alimentos e energia, de forma a contribuir positivamente para o meio ambiente, no processo. Reconhecem que a sociedade não pode abrir mão dos benefícios sociais e ambientais dos biocombustíveis, quando produzidos de forma apropriada. Para tanto, eles devem seguir dois princípios básicos: i) ser derivados de matérias-primas produzidas com emissões muito reduzidas de GEE em toda a cadeia produtiva (ACV) em relação aos combustíveis fósseis; e ii) pouca ou nenhuma competição com a produção de alimentos. Insumos nesta categoria incluem, mas não se limitam, aos seguintes:

- Perenes cultivadas em terras degradadas – uso destas terras minimizariam a competição com cultivos agrícolas (reduzindo ILUC), podendo melhorar a disponibilidade hídrica e sequestrar carbono. O ponto chave é utilizar terras que não estejam armazenando grandes estoques de carbono no solo e na vegetação, mas que apresentam capacidade de acolher culturas abundantes em biomassa;
- Resíduos agrícolas – palhas e cascas são produzidos em abundância e são, em geral, ricos em nutrientes (C, N e P), essenciais para manter a fertilidade do solo, estoques de carbono no solo, além de minimizar a erosão do solo. Estudos indicam ser apropriado a manutenção de parte substancial dos resíduos, mas parte pode ser removida para fins bioenergéticos;
- Resíduos florestais – idem para galhos (mas não folhas) de árvores de plantios manejados, resíduos de madeireiras, serrarias, de indústrias de polpa e celulose
- Culturas duplas ou misturadas - por exemplo, uma safra de bioenergético, intercalado com uma safra de cultivo alimentar (safra e safrinha), cultivo duplo (bioenergético e alimentar, intecalados);
- Resíduos sólidos urbanos e industriais – resíduos sólidos ricos em carbono, incluindo papel, papelão, resíduos de poda, plásticos, poderiam ser utilizados.

BOTELHO (op. cit.) alerta que HARVEY e PILGRIM (op. cit.) argumentam que toda a produção solo-intensiva deve ter uma certificação, ou regulamentação, de

sustentabilidade para evitar maiores distorções e consequências perniciosas. Para os autores, é evidente que a mudança direta e indireta do uso do solo, qualquer que seja a fonte de demanda, deve ser limitada aplicando-se tecnologias de cultivo que promovam a intensificação do uso do solo. Também entendem que a tentativa de regular os efeitos indiretos da mudança do uso da terra pode ser interpretada, em parte, como reflexo da ausência de um regime abrangente de regulamentação de sustentabilidade.

Além das principais dificuldades metodológicas de se determinar limites, o que incluir ou excluir, em termos de efeitos indiretos, a regulação da sustentabilidade tem mais chance de ser eficaz se aplicada àqueles diretamente envolvidos e responsáveis por determinada cadeia produtiva. Então, ao invés de se estabelecer padrões para o biodiesel na Europa, a fim de regular indiretamente a produção de óleo de palma na Indonésia (por exemplo, para as cadeias de produtos de cosméticos ou alimentos), a regulação seria mais eficaz se aplicada diretamente às cadeias de produtos também. Por extensão, isto levanta ainda mais questões de testes de regulação internacional, afetando grandes importadores de óleo de palma da Indonésia, como a China e Índia (COOPER, 2009).

Diante do exposto, o debate mundial em torno da sustentabilidade dos biocombustíveis se intensificou, gerando uma profusão de sistemas de certificação de produção sustentável de bioenergia. VAN DAM et.al. (2010) relacionam 68<sup>45</sup> iniciativas de certificação para garantir a sustentabilidade da bioenergia, a maioria proveniente da Europa e EUA, respectivamente, os dois maiores mercados para a bioenergia. A Europa possui expressiva frota de veículos leves a diesel, de forma que o maior mercado de biodiesel se encontra ali, ao passo que os EUA possuem extensa frota de carros de passeio a gasolina, sendo, pois, o etanol o biocombustível preponderante.

Os sistemas de certificação de sustentabilidade variam em sua composição, estrutura e objetivos. Cada iniciativa tem um objetivo e escopo diferenciado, dependendo do setor e/ou matéria prima para qual foi desenvolvida. Muitas têm abordagem voluntária e congregam múltiplos atores. Algumas não consideram emissões de GEE em seus padrões, ao passo que outras têm desenvolvido métodos para quantificar e promover práticas que possam mitigar as emissões. Isto decorre dos múltiplos níveis nas quais os sistemas de gestão de bioenergia sustentável se estruturaram: i) Legislação e regulamentos nacionais,

---

<sup>45</sup> Segundo os autores, “existe um número substancialmente maior de sistemas de certificação”

subnacionais ou regionais; ii) Convenções e processos internacionais; iii) Diretrizes jurisdicionais (obrigatórias ou facultativas); iv) Sistemas de certificação; v) Sistemas de negócios - Responsabilidade Social Empresarial e Avaliação de Impacto Ambiental (PELKMAN, op. cit.).

A principal força motriz legislativa para a sustentabilidade de biocombustíveis e de bioenergia na União Europeia é a Diretiva de Energias Renováveis - RED (2009/28/CE). O objetivo é alcançar, até 2020, uma quota de 20% de energia renovável no consumo de energia final do bloco e quota de 10% de energia renovável no consumo de energia para transporte de cada estado membro. A citada diretiva exige que a biomassa utilizada seja produzida de forma sustentável, conforme a Comunicação 2010/C 160/01. Entre as demais obrigações, estão o monitoramento das origens dos biocombustíveis consumidos na Europa e os impactos da sua produção no uso da terra e mudança do uso do solo, preços das *commodities* e segurança alimentar (BOTELHO, op. cit.).

O RED definiu padrões mínimos de sustentabilidade específicas para biocombustíveis (para o transporte) e biolíquidos (para produção de eletricidade e calor) e requisitos para a sua verificação, que devem ser cumpridas a fim de receber o apoio do governo ou contar para os objetivos nacionais obrigatórios de energia renovável. Estes critérios de sustentabilidade são (GOOVAERTS et al., 2013):

- Redução mínima nas emissões de GEE de, pelo menos, 35% em comparação com combustíveis fósseis, a ser aumentado em até 50% a partir de 2017 e de 60% para as novas instalações, a partir de 2018;
- Nenhum uso de matéria-prima oriunda de terrenos ricos em biodiversidade, como florestas primárias, zonas de proteção da natureza, campos abertos ricos em biodiversidade (a menos que possa ser demonstrado que a extração de biomassa faz parte do regime de gestão compatível com o alto índice de biodiversidade);
- Nenhum uso de matéria-prima obtida a partir de terras com alto estoque de carbono (áreas florestadas, pântanos ou turfeiras);
- Condicionalidade cruzada: matérias-primas na UE devem ser cultivadas em conformidade com a Política Agrícola Comum da UE (com subsídios para os produtores de matérias-primas para os biocombustíveis).

A RED em si não inclui qualquer conjunto claro de definições, critérios e indicadores relacionados a termos como "floresta primária" e "terrenos de pastagem ricos em biodiversidade", exigindo que estes sejam analisados e definidos em processo à parte. Em outubro de 2012, a Comissão Europeia (CE) publicou uma proposta para limitar a conversão de terras global para a produção de biocombustíveis, e aumentar os benefícios climáticos dos biocombustíveis utilizados na UE. A proposta inclui:

- A incorporação de biocombustíveis produzidos a partir de culturas alimentares (cereais, açúcar e óleos vegetais) seria limitada a 5%, em termos de conteúdo de energia, metade da meta de 10 % de energias renováveis nos transportes até 2020;
- Novas usinas de biocombustíveis (pós 01/07/2014) devem reduzir, no mínimo, 60% das emissões de GEE, em comparação com as emissões de combustíveis fósseis;
- Apoio é concedido para biocombustíveis "avançados", produzidos a partir de matérias-primas não alimentares, tais como resíduos, palha e cultivos não alimentares, ponderando de forma mais favorável a sua contribuição para a meta de energia renovável de 10%;
- As emissões de GEE estimadas associadas a ILUC devem ser comunicadas pelos Estados-Membros e fornecedores de combustível baseado no uso de fatores fixos. O valor alto de ILUC para os biocombustíveis de oleaginosas impõe restrições sobre o papel do biodiesel de óleo vegetais a partir de 2020.

Em julho de 2011, a Comissão Europeia reconheceu os seguintes<sup>46</sup> esquemas de certificação:

- ISCC - Certificação Internacional de Sustentabilidade de Carbono: esquema financiado pelo governo alemão, cobrindo todos os biocombustíveis;
- BONSUCRO (Mesa Redonda para Biocombustíveis de Cana-de-açúcar), anteriormente conhecido como Iniciativa para uma Melhor Cana de Açúcar, com foco no Brasil;

---

<sup>46</sup> Em janeiro de 2014, o sistema de verificação de origem de sustentabilidade de biocombustíveis da NESTE OIL, cobrindo o diesel produzido a partir de insumos renováveis, foi julgada como estando de acordo com a diretiva EU RED.

- RSB (Mesa Redonda para os Combustíveis Sustentáveis): cobre todos os tipos de biocombustíveis;
- RTRS (Mesa Redonda para a Soja Responsável): foco na Argentina e Brasil;
- 2BSvs (Sustentabilidade de Biocombustíveis de Biomassa): esquema da indústria francesa, cobrindo todos os tipos de biocombustíveis;
- RBSA (Norma de Garantia de Sustentabilidade Bioenergética): esquema da empresa ABENGOA, cobrindo sua cadeia produtiva;
- GREENERGY: Programa de verificação da empresa, cobrindo a produção de etanol de cana do Brasil.

Os Estados Unidos não reconhecem nenhum esquema específico de certificação, mas contam com padrões restritos de impacto ambiental, verificados pela Agência de Proteção Ambiental (EPA), através do padrão *Renewable Fuels Standards* (RFS-2). Neste, ela é responsável por reportar os impactos dos biocombustíveis - consumo de água, impacto econômico, emissões de GEE, atividades nas proximidades de áreas protegidas, lançamento de efluentes líquidos e outros meios de poluição (BOTELHO, op. cit.).

O RFS-2 usa uma abordagem diferente do RED europeu: ele define o volume de diferentes biocombustíveis que devem ser misturados com o combustível convencional, entre 2006 e 2022, de acordo com a Lei de Independência e Segurança Energética (EISA) dos EUA, de 2007. O RFS indica o volume total de biocombustíveis a ser consumido anualmente, que deve alcançar 136 bilhões de litros em 2022. A lei estabelece um limite de 57 bilhões de litros de combustível renovável convencional (basicamente, etanol de milho, que só precisa mitigar as emissões de GEE em 20%) e 79 bilhões de litros de biocombustíveis avançados, divididos em 4 bilhões de litros de diesel de biomassa, 8 bilhões de litros de combustível avançado não celulósico (que reduza ao menos 50% das emissões, p. ex., etanol de cana do Brasil), e 65 bilhões de litros de biocombustíveis celulósicos (com, ao menos, 60% de redução nas emissões de GEE) (WINROCK, 2009).

O entendimento do Governo Norte-Americano é que deva haver uma transição gradual para a retirada dos combustíveis à base de cultivos alimentares, essencial para gerenciar o conflito entre alimentos e combustível, daí o sucesso da RFS ser criticamente ligada à comercialização de biocombustíveis celulósicos. As primeiras instalações comerciais de biocombustíveis celulósicos estavam previstas para entrar em linha em 2012, posteriormente 2013 e, agora, 2014. Estes atrasos trouxeram impacto ao programa,

erodindo sua credibilidade. IER (2013) observa que o EPA projetou a entrada de 33 bilhões de litros de etanol celulósico em 2012 e a produção foi de 77 milhões de litros, 0,2% do projetado. Em função do fiasco, a EPA projetou um volume menor para 2013, 22,8 bilhões de litros, mas a produção foi de 827 milhões de litros (até 11/2013), 3,6% do projetado. Segundo IER (op. cit.), o EPA “continua promovendo a produção de etanol celulósico, em vez de usar uma metodologia neutra e projetar volumes realistas deste biocombustível”.

O estado da Califórnia dispõe de legislação específica. CARB, órgão de proteção ambiental (dos recursos aéreos) do estado, supervisiona o *Padrão de Combustíveis de Baixo Carbono* (LCFS), uma norma que visa reduzir as emissões de GEE do setor de transporte na Califórnia em pelo menos 10%, até 2020, através de uma abordagem de ciclo de vida, independente da tecnologia. Assim, combustíveis líquidos e gasosos, veículos elétricos e híbridos, e outras combinações podem ser utilizados para atingir as reduções legisladas. A intensidade de carbono é calculada para categorias específicas de transporte de combustíveis e seus substitutos (como os biocombustíveis), utilizando uma metodologia modificada do modelo GREET<sup>47</sup>. Em conjunto com dados do produtor do combustível, calcula-se as emissões de GEE (ACV), incluindo emissões indiretas associadas à produção e transporte.

Baseado em critérios relacionados às mudanças diretas e indiretas do uso da terra, da matéria prima e na aceitação internacional e nacional, BOTELHO (op. cit.) identificou oito esquemas de certificação relevantes para a produção de biocombustíveis brasileira: i) Roundtable on Sustainable Biofuels (RSB); ii) International Sustainability and Carbon Certification (ISCC); iii) BonSucro; iv) Renewable Transport Fuels Obligation (RTFO); v) Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO); vi) Roundtable on Responsible Soy (RTRS); vii) Rainforest Alliance – Sustainable Farm Certification; viii) Selo Combustível Social.

PELKMANS et al (2013) alertam que a proliferação de sistemas tem levado a confusão entre os agentes envolvidos, medo de distorções de mercado e barreiras comerciais, aumento dos custos das matérias-primas, questões sobre a adequação dos sistemas em vigor e incerteza sobre como desenvolver sistemas eficazes e ainda custo-eficiente.

---

<sup>47</sup> Modelo de ciclo de vida (GEE) completo, desenvolvido pelo *Argonne National Laboratory* (US DOE)



Diante destas questões, a *IEA Bioenergy*, braço da Agência Internacional de Energia, designou três forças tarefas para examinar o estado da arte da implementação de sistemas de certificação voluntários, do papel destes esquemas na governança da sustentabilidade da bioenergia e como isso afeta os atores ao longo das cadeias produtiva e comercial. Este esforço resultou na elaboração de quatro relatórios: (GOOVAERTS et al. (2013); STUPAK et al. (2012); GOH et al., (2013); e PERLKMAN et al.(2013).

Todos os citados autores entendem que a sustentabilidade de bioenergia envolve tanto o cultivo como a conversão de biomassa em energia. Por ser um conceito multi-dimensional, existem múltiplos objetivos. Em seus levantamentos, os princípios comuns que norteavam as iniciativas de uso sustentável de biomassa para energia, eram, basicamente, os mesmos preconizados por TILMAN et al. (op. cit.) e a diretiva EU RED:

- Produção sustentável: Matérias-primas não podem vir de terra que foi convertida (por exemplo, floresta primária, área protegida, terreno de alta biodiversidade, área com altos estoques de carbono, ou turfeira) e devem vir de fontes legais;
- Alto desempenho nas emissões de GEE: as emissões da cadeia de bioenergia devem ser menores (em ACV) do que a do combustível fóssil que ela substitui;
- Não causar outros impactos ambientais: a produção, conversão e logística não podem levar a impactos negativos ao solo, água e qualidade do ar;
- Conversão eficiente: cadeias de bioenergia devem se esforçar para a máxima eficiência energética na produção de matérias-primas, conversão e logística;
- Proteção à biodiversidade: a produção de biomassa não pode afetar negativamente a biodiversidade;
- Contribuir para a prosperidade e bem-estar local: cadeias de bioenergia devem contribuir para o bem-estar social dos trabalhadores e da população local.

Os referidos estudos concluíram que, em geral, os principais motivos que influenciaram as partes interessadas (“stakeholders”) a se certificarem (em ordem de importância indicado pelas partes interessadas na pesquisa) foram os seguintes:

- Cumprimento com os requisitos legais;
- Aumentar / manter acesso e participação de mercado;
- Desenvolver um perfil “verde” de negócios;
- Prémio no preço dos produtos certificados;

- Melhorar as práticas na cadeia produtiva e melhor controle dos fornecedores e subcontratados.

As principais restrições para obter a certificação mencionados pelos atores são:

- Nenhuma vantagem de mercado significativa;
- Complexidade administrativa;
- Muito caro (em comparação a um possível prêmio de preço ou outros benefícios);
- Limitado valor agregado à governança de sustentabilidade existente (em países desenvolvidos).

O *Global Bioenergy Partnership* (GBEP) foi estabelecido para implementar os compromissos pactuados em reunião do G8, em 2005 (*Gleneagles Plan of Action*), para dar apoio ao “uso de biomassa e biocombustíveis, particularmente em países em desenvolvimento onde o uso de biomassa é prevalente”. Em maio de 2011, GBEP incluía 23 países parceiros<sup>48</sup> e 13 organizações internacionais parceiras<sup>49</sup>, junto com 23 países e 11 organizações internacionais que participam como observadores.

O GBEP não se dispõe a desenvolver padrões e esquemas de certificação, mas desenvolveu princípios e critérios globais e um arcabouço para o cálculo de emissões de GEE para alcançar um consenso sobre sustentabilidade de bioenergia. Em 2012, publicou *The Global Bioenergy Partnership Sustainability Indicators for Bioenergy*, contendo uma relação de critérios e indicadores de sustentabilidade de bioenergia. Os indicadores são diretrizes para a análise voluntária de cadeias bioenergéticas em escala doméstica. Suas características são únicas, conforme se pode ver em trechos do documento (GBEP, 2012):

“Não devem se aplicar de forma a limitar comércio de bioenergia de forma inconsistente com obrigações multilaterais” ... “Apesar de muitas iniciativas nacionais ou regionais terem definido ou estejam em vias de definir seus próprios critérios de sustentabilidade para bioenergia, esta tarefa é a única iniciativa a construir consenso entre uma ampla gama de governos nacionais e organizações quanto à sustentabilidade de bioenergia e o fato de que a ênfase está em prover medidas úteis para auxiliar análises de políticas domésticas de desenvolvimento. O GBEP trabalha com todas

---

<sup>48</sup> São eles: Argentina, Brasil, Canadá, China, Colômbia, Ilhas Fiji, França, Alemanha, Gana, Itália, Japão, Mauritânia, México, Países Baixos, Paraguai, Rússia, Espanha, Sudão, Suécia, Suíça, Tanzânia, Reino Unido, Estados Unidos da América.

<sup>49</sup> Entre elas: Comissão Europeia, FAO, BID, IEA, UNCTAD, PNUD, PNUMA, UNIDO, Associação Europeia das Indústrias de Biomassa (EUBIA).

as formas de bioenergia” ... “Os indicadores de sustentabilidade não apresentam direções, níveis de decisão ou limites, tampouco constituem um padrão e não são legalmente impositivos aos parceiros. Medidas ao longo do tempo, os indicadores mostrarão progresso em direção ou em sentido contrário do desenvolvimento sustentável, conforme determinação nacional” ... “Apesar de estar encarregado em promover os efeitos positivos que a moderna bioenergia sustentável pode ter com relação a alimentação e segurança energética, o GBEP reconhece que há uma relação complexa, multifacetada, entre bioenergia e segurança alimentar”.

A tabela 3.3.1 mostra os temas e indicadores de sustentabilidade bioenergética, divididos em três grandes áreas: ambiental, social e econômico:

Tabela 3.3.1 – Indicadores de Sustentabilidade Bioenergética propostos por GBEP (2012)

<b>Ambiental</b>	<b>Social</b>	<b>Econômico</b>
Emissões GEE (ACV)	Alocação e titulação de terra para produção bioenergética	Produtividade
Qualidade do solo	Preços e oferta de cesta básica nacional	Balanco energético
Níveis de colheita de lenha	Mudanças de renda	Valor bruto agregado
Emissões de poluentes não GEE	Empregos no setor bioenergético	Mudança no consumo de combustíveis fósseis e uso tradicional de biomassa
Uso de água	Mudança no tempo utilizado por mulheres e crianças em coleta de biomassa	Treinamento e requalificação da força de trabalho
Qualidade da água	Uso de bioenergia para expandir acesso à serviços de energia moderna	Diversidade energética
Diversidade biológica	Mudança na mortalidade e fardo de doenças atribuíveis à fumaça dentro de casa	Infraestrutura e logística para a distribuição de bioenergia
Uso da terra e mudança de uso da terra para produção de insumos bioenergéticos	Incidência de acidentes, doenças e fatalidades ocupacionais	Capacidade e flexibilidade no uso de bioenergia

Fonte: GBEP (2012)

O desenvolvimento dos indicadores fez uso de documentos base sobre desenvolvimento sustentável, tais como as Metas de Desenvolvimento do Milênio, Comissão de

Desenvolvimento Sustentável, Agenda 21, Convenção de Diversidade Biológica, *IPCC Guidelines and Good Practice Guidance* etc.

O *GBEP Common Methodological Framework for GHG Lifecycle Analysis of Bioenergy* (GBEP, 2011) provê um arcabouço no qual distintas análises de ciclo de vida (ACV) podem ser aplicados em uma ampla gama de sistemas bioenergéticos. Segundo os autores,

“Ele não propõe padrões nem especifica qualquer modelo de emissões. O objetivo é assegurar que países e organizações possam avaliar emissões de GEE associados à bioenergia de forma consistente, usando métodos apropriados para as circunstâncias, condições e sistemas de produção”.

“Além disso, o quadro possibilita que uma abordagem multi-nível (*multi-tiered*) seja utilizada na análise de emissões de GEE, dependendo do nível de sofisticação empregado na produção de biocombustíveis e dos dados disponíveis. Consiste numa análise conduzida em 10 passos...num quadro (que) incluem opções para reportar ACV de combustíveis fósseis para transporte, além de ACV de sistemas estacionários de produção de calor e eletricidade”.

Por fim, é importante que se tenha uma perspectiva apropriada acerca do alcance dos sistemas de certificação de sustentabilidade de produtos bioenergéticos: UNEP (2014) lembra que estes “são úteis para indicar as melhores práticas operacionais, mas não podem controlar a expansão global da área plantada. Para isso, os países devem monitorar e controlar o seu nível de uso da terra global para o fornecimento de seu consumo”.

### **3.4 - Status e Perspectivas do Mercado de Biocombustíveis**

Devido à falta de competitividade dos biocombustíveis frente aos combustíveis fósseis, suas perspectivas são altamente sensíveis à possíveis mudanças nos subsídios governamentais e mandatos de mistura, que permanecem o principal estímulo para o uso destes. Atualmente, muitas incertezas pairam sobre a evolução das políticas de biocombustíveis em vários mercados-chave, conforme será visto a frente.

Turbulências, em certa medida, se refletem na trajetória da figura 3.4.1, que mostra como, após atingir um pico de produção em 2010, o volume total de etanol caiu em 2011 e novamente em 2012 (REN21, 2013a). Por outro lado, a produção de biodiesel aumentou no período, passando a representar 21,3% (em base volumétrica) do total geral, maior participação deste biocombustível já atingida.

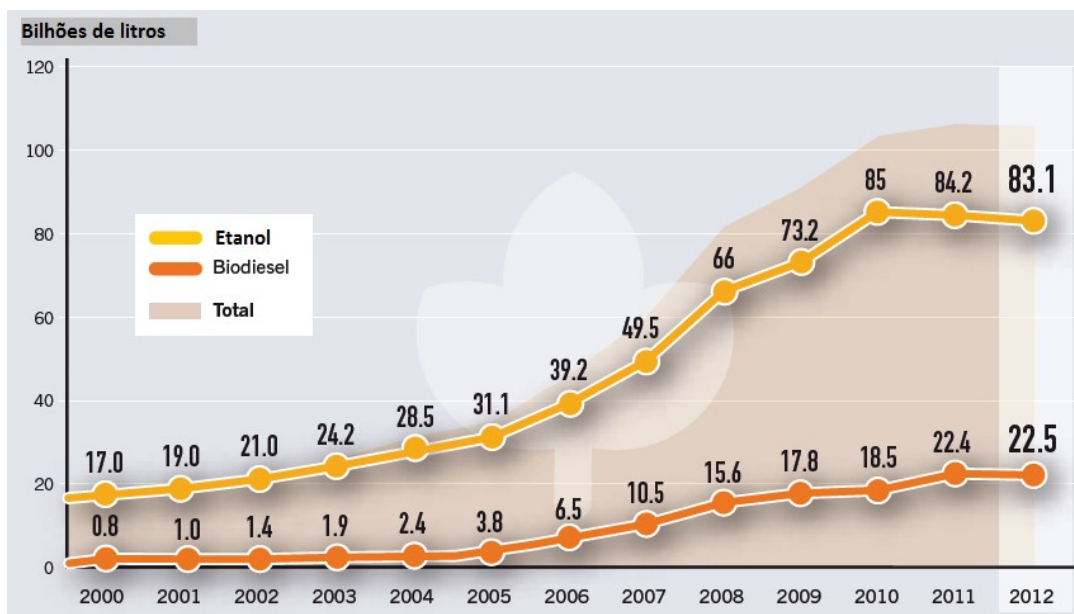


Figura 3.4.1 – Produção Mundial de Etanol e Biodiesel, 2000 a 2012

Fonte: REN21 (2013a)

A tabela 3.4.1 mostra os quinze maiores produtores de biocombustíveis em 2012. Pode-se constatar que EUA – 1º em etanol e biodiesel - representa, grosso modo, 50% do mercado global, ao passo que Brasil – 2º em etanol e 3º em biodiesel - detém 23% do mercado, o restante estando pulverizado entre países europeus, americanos e asiáticos. Como bloco, a UE é o principal produtor de biodiesel, com 40% de participação do mercado global. Também é possível notar que EUA e UE foram os mercados onde houve maior declínio na produção geral entre 2011 e 2012, ao passo que Brasil apresentou o maior crescimento no período.

Tabela 3.4.1 - Produção Global de Biocombustíveis, 2012 (bilhões de litros)

País	Etanol	Biodiesel	Total	Comparação com Produção em 2011
EUA	50,4	3,6	54,0	- 2,4
Brasil	21,6	2,7	24,3	+ 0,6
Alemanha	0,8	2,7	3,5	- 0,5
Argentina	0,2	2,8	3,0	+ 0,1
França	1,0	1,9	2,9	+ 0,2
China	2,1	0,2	2,3	Sem mudança
Canadá	1,8	0,1	1,9	+ 0,2
Tailândia	0,7	0,9	1,6	+ 0,5
Indonésia	0,1	1,5	1,6	+ 0,2
Espanha	0,4	0,5	0,9	- 0,3
Bélgica	0,4	0,4	0,8	Sem mudança
Holanda	0,2	0,5	0,7	- 0,1
Colômbia	0,4	0,3	0,7	Sem mudança
Áustria	0,2	0,4	0,6	Sem mudança
Índia	0,5	>0,0	0,5	+ 0,1
<b>Total Mundial</b>	<b>83,1</b>	<b>22,5</b>	<b>105,6</b>	<b>- 1,0</b>
UE-27	4,2	9,1	13,3	- 0,7

Fonte: REN21 (2013a)

Para GOH et al. (2013), os mercados de biocombustíveis líquidos são razoavelmente desenvolvidos e estão intimamente relacionados com *commodities* agrícolas, por isso são altamente complexos e o impacto da governança da sustentabilidade ainda não é óbvia. Este mercado, particularmente na EU, é amplamente influenciado pelos preços das matérias-primas, que estão estreitamente relacionadas ao mercado de produtos de alimentação humana e animal. Para a maioria das culturas, o clima tem sido o fator determinante para o fornecimento e, portanto, os preços das matérias-primas.

OIL WORLD apud PASHLEY (2013) estima que a produção global de biodiesel aumentou em 6,3% em 2013, em comparação a 2012. Uso global de óleo de soja para uso em biodiesel aumenta em 2,8%, alcançando 7,1 Mt. Por outro lado, 6,3 Mt de óleo de palma terão sido utilizados em 2013, um avanço de 11%, ao passo que o óleo de colza sofre um declínio de 3,5%, com o uso de 6,0 Mt, devido às incertezas no mercado europeu de biocombustíveis (conforme será visto a frente).

Conforme visto na seção 3.3, existem discussões em curso na União Europeia sobre a possível redução do patamar de 10% de biocombustíveis na matriz de transporte do bloco (RED), daí, em 2012, a Comissão Europeia ter proposto um teto de 5% para os biocombustíveis líquidos convencionais (de 1ª geração, produzidos a partir de cultivos agroenergéticos). Em setembro de 2013, o Parlamento Europeu elevou o teto para 6% e, por fim, a presidência lituana do Conselho o elevou o para 7%, mas sua proposta foi rejeitada em dezembro de 2013 (AFP, 2013). Para ilustrar a discórdia dentro da UE, a Polônia e Hungria acharam o teto de 7% muito baixo, ao passo que Dinamarca e Bélgica, muito alto (EURACTIV, 2013).

Dentro da proposta de reforma do RED, o percentual restante para perfazer os 10% seriam providos via biocombustíveis avançados (2ª geração), produzidos a partir de resíduos celulósicos. Conforme já mencionado, as negociações no âmbito da EU ainda não tiveram um desfecho até o momento, por serem motivadas por questões muito polêmicas, como ILUC, sustentabilidade, conflito alimentos vs. biocombustíveis.

Caso a meta para os biocombustíveis de 1ª geração seja eventualmente estabelecida num patamar de 5%, isto deverá levar a um virtual congelamento do mercado europeu; segundo EUROSERVER (2013), em 2012, os biocombustíveis representavam 4,7% do setor de transporte do bloco, virtualmente todo a partir de tecnologias/insumos de 1ª geração (colza europeia, soja das Américas e palma asiática). Segundo GOH et al. (op. cit.), a redução causará uma depressão no comércio de biocombustíveis produzidos a partir de cultivos, impactando significativamente estes fluxos.

De acordo com McFERRON (2013), a incerteza regulatória na União Europeia tem causado uma paralisação na expansão da indústria do bloco: segundo ela, há 35 projetos de biocombustíveis de 1ª geração em fase de planejamento na Europa, com nenhum em construção, em comparação a 343 projetos em planejamento ou em construção em 2008. Existem 25 projetos "relativamente pequenos" de biocombustíveis avançados em desenvolvimento e um em construção. Dado o clima atual de investimento, é improvável que os projetos entrem em linha até 2020, diz a analista, pois os investidores estão relutantes em assumir os riscos de novos projetos.

Em maio de 2013, a UE impôs tarifas *antidumping* provisórias sobre importações de biodiesel<sup>50</sup> da Argentina e Indonésia, maiores exportadores mundiais, produzidos a partir de soja e palma, respectivamente. Tarifas “definitivas” de até 245 euros / tonelada foram impostas em novembro, sob a alegação de que utilizam subsídios indevidos e que o biodiesel importado causa emissões expressivas de GEE, devido às mudanças, diretas e indiretas, do uso da terra etc. Os dois países haviam anunciado que iriam acionar defesas comerciais junto à OMC, quando a EU decidiu suspender a dita ação (STEARNS, 2013), aumentando a incerteza do mercado. De qualquer forma, SLETTE et WIYONO (2013) entendem que as tarifas antidumping possivelmente não seriam suficientes para reverter a competitividade do biodiesel de palma da Indonésia frente ao similar de colza europeu.

SMEETS et FAAIJ (2010) calcularam o impacto dos critérios de sustentabilidade da EU nos custos de produção de biocombustíveis, na Ucrânia e Brasil. Segundo os autores, um conjunto “solto” de critérios não tem impacto sobre os custos de produção de culturas energéticas, que calcularam ser de 1,7 euros / GJ no Brasil e 2,1 euros / GJ na Ucrânia. Por outro lado, um rigoroso conjunto de critérios resultaria em um aumento dos custos de produção de culturas energéticas em 42% no Brasil e 14% na Ucrânia, revelando uma possível vulnerabilidade do setor agroenergético brasileiro.

Nos Estados Unidos, uma revisão da RFS está em curso, podendo alterar significativamente as perspectivas de longo prazo para o etanol no país, em meio a preocupações generalizadas de que as metas de fornecimento para 2022 não são realizáveis. Segundo GARDNER (2013), o EPA propôs reduzir o mandato total (todos os biocombustíveis) de 2014 em 16% (de 69 bilhões de litros para 57, 8 bilhões de litros), abaixo da meta de 2013, 63 bilhões de litros.

A redução proposta no mandato de biocombustíveis americano ocorre por uma confluência de fatores: um dos limites é a quantidade de etanol que pode ser consumido por carros de passeio (referido como a "parede de mistura"), devido à forte resistência da indústria automobilística em aceitar misturas acima de 10% (E10<sup>51</sup>), patamar muito próximo dos 9% já alcançados (EPA, 2013). Uma possível alternativa seria aumentar a

---

<sup>50</sup> Em 2009, a UE impôs tarifas antidumping aos EUA, então maior exportador mundial de biodiesel. Com a entrada em vigor das tarifas, as exportações americanas à Europa passaram a ocorrer via triangulação pelo Canadá. Em 2011, após novas regulações, as importações da América do Norte virtualmente cessaram. ([http://www.biofuels-news.com/content\\_item\\_details.php?item\\_id=444](http://www.biofuels-news.com/content_item_details.php?item_id=444)).

<sup>51</sup> O EPA aprovou misturas de até E15 em carros de passeio fabricados a partir de 2001.



frota de carros flexfuel (no caso americano, limitado a E85), mas existem barreiras logísticas para abastecer a frota atual de veículos flexfuel com tal mistura para além da região do “cinturão do milho”, no meio-oeste americano. Por outro lado, desde 2007, o consumo anual de gasolina decresce a cada ano (EIA, 2013a), de forma que o EPA vê a necessidade de ajustar a meta de etanol, para evitar superar a barreira de E10 (EPA, 2013).

Outra questão é a capacidade de produção doméstica de etanol celulósico poder cumprir as metas oficiais futuras. Viu-se na seção 3.3 que as metas do EPA de inserção destes tiveram que ser revistas, pois não houve oferta para cobrir um percentual significativo nos dois últimos anos. Assim, a agência propôs uma meta para 2014 de apenas 65 milhões de litros, 1% daquela originalmente estabelecida. No que toca o diesel de biomassa, a agência propõe, para 2014 e 2015, a manutenção dos mesmos volumes autorizados em 2013, congelando o mercado norte-americano de biocombustíveis (EPA, 2013).

Após uma queda de 18% na produção de etanol, observada entre 2010 e 2011, o Brasil conseguiu reverter o quadro, com um aumento de 2,6% no ano seguinte (EPE, 2013a). No entanto, as perspectivas do país em aumentar as exportações para o mercado norte-americano são limitadas, por conta do citado limite de E10 e a queda na demanda por gasolina. Além disso, GOH et al. (op. cit.) afirmam que o etanol de milho dos EUA tem hoje um custo de produção menor do que o etanol de cana-de-açúcar brasileiro, entendimento referendado por CHAMBRIARD<sup>52</sup>, ao observar que o preço do etanol norte-americano já compete com o etanol brasileiro, para entrega em Fortaleza, CE. Em suma, de acordo com MME/EPE (2013): “as metas de uso de biocombustíveis estão sendo adiadas devido à crise e aos mercados externos mais protecionistas”.

Segundo MME (2014a), a produção brasileira de biodiesel atingiu 2.930 mil m<sup>3</sup> em 2013, um acréscimo da ordem de 8% em relação 2012. A soja continua sendo a matéria-prima predominante, como pode ser visto na figura 3.4.2:

---

<sup>52</sup> Comunicação pessoal da diretora da ANP ao prof. Luiz Pinguelli Rosa, em reunião entre dirigentes da agência e a diretoria da COPPE, realizada em 24 de janeiro de 2014.

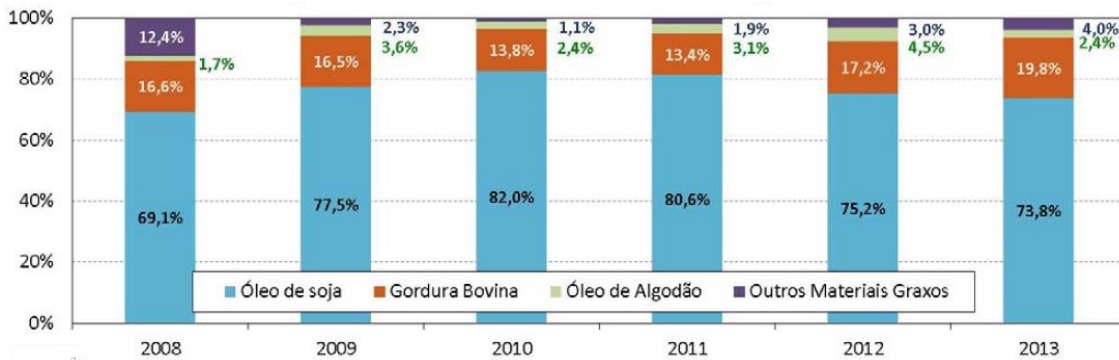


Figura 3.4.2 – Matérias-primas usadas na Produção de Biodiesel no Brasil

Fonte: MME (2014a)

Desconsiderando uma exportação pontual de biodiesel, em 2013, toda a produção brasileira de biodiesel, desde o início do Plano Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), ficou restrita ao mercado interno, de forma que o setor nacional tem ficado resguardado dos impactos das políticas, por vezes errática, da EU e EUA.

Em dezembro de 2013, havia 58 unidades aptas a operar comercialmente, com uma capacidade instalada de produção de 7,5<sup>53</sup> bilhões de litros (MME, 2014). Ou seja, a indústria trabalhou apenas a 39% de sua capacidade plena, aumentando a pressão para um aumento na mistura preconizada no PNPB, fixados atualmente em 5%.

No entanto, para acelerar a expansão da demanda doméstica e aumentar as possibilidades de inserção de outras oleaginosas, o aumento do teor de mistura depende de mudanças na legislação. A indústria do setor apoia o uso de B20 em transportes urbanos e B7 para os demais usos (TÁVORA, 2012), mas ela é rechaçada pelo governo e distribuidores de combustível, que alegam questões de qualidade do biodiesel.

Em boa medida, a resistência do Governo Federal a um aumento no teor de biodiesel também está associada à possíveis impactos inflacionários, devido ao preço maior deste em relação ao seu congêneres fóssil. Entretanto, ao longo de 2013, foi observada uma aproximação no custo dos dois combustíveis, como pode ser visto na figura 3.4.3, que apresenta a evolução de preços de biodiesel (B100) e de diesel no produtor, na mesma base de comparação (com PIS/COFINS e CIDE, sem ICMS) (MME, 2014):

<sup>53</sup> Dessa capacidade, 89% são referentes às 45 unidades detentoras do Selo Combustível Social.

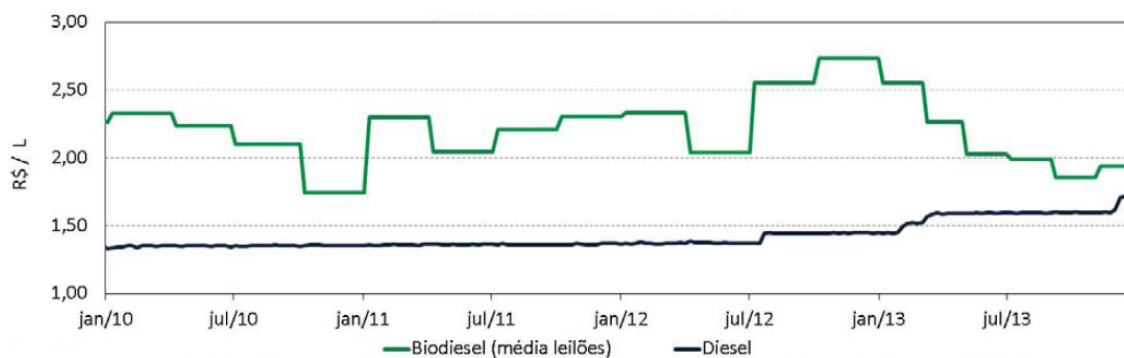


Figura 3.4.3 – Preço de Venda no Produtor: Diesel vs. Biodiesel Fonte: MME (2014a)

Em termos de perspectivas de médio prazo para o mercado doméstico de biodiesel, o *Plano Decenal de Expansão de Energia 2022* (MME/EPE, 2013) assume uma posição conservadora, entendendo que a adição obrigatória de 5% do B100 ao diesel mineral continuará até 2022. Foi analisada a alternativa de autoprodução no setor agropecuário, como uma demanda potencial adicional para o biodiesel. No entanto, o documento entende que “os preços dos insumos graxos sigam trajetória ascendente, mantendo-se em patamares muito superiores ao do óleo diesel, mesmo considerando eventuais aumentos deste último”. Assim, o plano não vislumbra a implantação, em escala comercial, de empreendimentos voltados para este fim, daí as projeções de demanda só contemplarem o biodiesel obrigatório<sup>54</sup> (5%), conforme a tabela 3.4.2.

Tabela 3.4.2 – Demanda Obrigatória Projetada de Biodiesel no Brasil (milhões de litros)

Ano	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Brasil
2013	351	437	542	1.161	382	2.873
2017	365	538	645	1.356	456	3.358
2022	449	661	790	1.566	558	4.025
Período	Variação (% a.a.)					
2013-2017	1,8	5,4	4,6	4,1	4,9	4,2
2018-2022	4,2	4,2	4,2	2,9	4,1	3,7
2013-2022	3	4,8	4,4	3,5	4,5	4

<sup>54</sup> Foi assinado, em 28/05/14, medida provisória para aumentar a mistura de 5% para 6% (B6) do biodiesel ao óleo diesel vendido nas bombas a partir de 1º de julho, e para 7% em 1º de novembro.

Fonte: MME/EPE (2013)

Nestas circunstâncias, a alternativa para a expansão do setor é a exportação de biodiesel. Com uma carga de 9,1 milhões de litros, em julho de 2013, a BSBIOS Indústria e Comércio de Biodiesel Sul Brasil SA, efetuou a primeira exportação de biodiesel (soja) brasileiro, para Roterdã, Holanda, claramente concretizada no vácuo criado com a imposição de tarifas pela EU sobre as importações da Argentina (NIELSEN, 2013).

Óleo de soja brasileiro exportado para a UE já é utilizado na produção de biodiesel, mas o país possivelmente também sofrerá resistência numa possível exportação direta de biodiesel. Segundo EBB (2014), a capacidade instalada de produção regional em 2012 era de 23,54 Mt, ante uma produção de 8,61 Mt, ou seja, com 63,4% de capacidade ociosa (EBB, 2013), motivo suficiente para a indústria proteger o mercado regional a todo custo.

Segundo JOSEPH (2013), a indústria de biodiesel a Argentina trabalha com 50% de capacidade ociosa, com consumo interno projetado (para 2013) de 1,35 bilhões de litros e 1,25 bilhões de litros para exportação, tudo a partir de soja. Segundo o autor, o biodiesel de lá é competitivo, com a logística simplificada, com a produção de soja próxima dos portos. Ou seja, não será fácil desbancar o vizinho no atendimento ao mercado europeu. Segundo NIELSEN (op. cit.), o diretor da BSBIOS admitiu uma margem muito baixa na venda efetuada para a UE, admitindo que o custo de entrega do biodiesel em Roterdã foi de 0,98 euros / litro, ao passo que o preço de venda foi de apenas 1,00 euro / litro.

O mercado de biodiesel norte-americano também sofre com indefinições. Ao contrário do etanol, para o qual existem valores pré-estabelecidos anualmente, até 2022, o RFS-2 não pré-determina o quantitativo de diesel de biomassa a cada ano, sendo responsabilidade do EPA determinar o nível a cada ano (EPA, 2013), impedindo o mercado de ter uma visão de longo prazo. Além disso, NBB (2014) indica uma capacidade instalada de 8,9 bilhões de litros / ano nos EUA, ante uma produção, em 2013, de 4,2 bilhões de litros, resultando em uma capacidade ociosa de 53% e com perspectiva de mercado congelado nos próximos anos, conforme mencionado acima.

A Indonésia se tornou, recentemente, um exportador importante de biodiesel, feito a partir de palma. Talvez, percebendo as dificuldades em aumentar a participação no mercado externo, dada a conjuntura descrita acima, o país decidiu, através da regulação 32/2008,

impor um cronograma de aumento progressivo da mistura de biodiesel ao diesel mineral consumido domesticamente. Este alcançará, em 2015, 5 a 7% no setor de transporte e 10% na indústria e setor elétrico. Em 2020, os teores aumentarão para 10 e 15%, respectivamente, chegando em 20%, para todos os setores, em 2025 (SLETTE et WIYONO, 2013). Por sinal, o limite máximo de 20% determinado pelas autoridades indonésias está de acordo com o consenso de mercado de que B20 parece ser a “parede de mistura” do biodiesel, assunto a ser tratado na seção 6.3.

LIMA e CASTRO (2010a) mostram como, desde 2005, tem havido um descolamento entre a capacidade de produção e a oferta de biodiesel. Em 2009, segundo os autores, a capacidade mundial já era de 45 Mt biodiesel/ano, o dobro da oferta global observada em 2012 (tabela 3.4.1). De qualquer forma, cabe observar que, dada a grande capacidade ociosa dos principais países produtores (que também são os maiores consumidores), qualquer expansão na demanda exigirá que os países aumentem, paulatinamente, os teores máximos de mistura de biodiesel até os citados 20%, a menos que fatores imprevistos tornem o biocombustível competitivo *vis a vis* seu competidor fóssil.

Em termos de cenários globais de longo prazo, IEA (2013b) projeta que o consumo mundial de biocombustíveis deverá aumentar de 1,3 milhões de barris equivalentes de petróleo por dia (Mbep/d) em 2011, para 4,1 Mbep/d em 2035, dentro do cenário “Novas Políticas<sup>55</sup>” (Tabela 3.4.3). Neste cenário, em 2035, os biocombustíveis atenderão 8% da demanda total de combustíveis de transporte rodoviário, acima dos 3% de hoje. Etanol continuará dominante, representando 3/4 dos biocombustíveis globais usados durante todo o período. O consumo de biodiesel no transporte rodoviário mais do que triplica durante o período, alcançando 1,1 Mbep/ d em 2035. Combinados, os Estados Unidos, Brasil, União Europeia, China e Índia representam cerca de 90% da demanda mundial de biocombustíveis em todo o período, com as políticas governamentais impulsionando a expansão nessas regiões.

---

<sup>55</sup> Segundo IEA (2012), “este é o cenário central e leva em conta os compromissos e planos políticos amplos que já foram implementadas para resolver desafios relacionados à energia, bem como aqueles que foram anunciados, mesmo que as medidas específicas para implementar esses compromissos ainda não foram introduzidas. Novos compromissos incluem metas de energia renovável e eficiência energética, programas relacionados com a eliminação ou adições progressiva de energia nuclear, metas nacionais para reduzir as emissões de GEE dentro dos Acordos de Cancun 2010 e as iniciativas tomadas pelas economias do G-20 para eliminar progressivamente subsídios ineficientes aos combustíveis fósseis”.

Tabela 3.4.3 – Consumo de Etanol e Biodiesel no Subsetor de Transporte Rodoviário no Cenário de Novas Políticas (Mbep/d)

	Etanol		Biodiesel		Total Biocombustíveis		Participação Setor de Transporte Rodoviário	
	2011	2035	2011	2035	2011	2035	2011	2035
EUA	0,6	1,3	0,1	0,3	0,7	1,6	5%	15%
EU	0,0	0,2	0,2	0,5	0,2	0,7	4%	12%
China	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	1%	4%
Índia	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0%	4%
Brasil	0,2	0,6	0,0	0,2	0,3	0,8	19%	30%
MUNDO	1,0	2,9	0,4	1,1	1,3	4,1	3%	8%

Fonte: IEA (2013b)

Segundo IEA (2013b), os planos do governo chinês para o etanol justificam a expansão da demanda até 2035, muito acima do nível atual. Índia estabeleceu ambiciosa política de biocombustíveis em 2009, mas o estágio incipiente da indústria do etanol e as dificuldades na consecução das metas atuais restringem o crescimento da demanda nas projeções.

Outras instituições projetam diferentes cenários de longo prazo dos biocombustíveis no setor de transportes (rodoviários). Segundo REN21 (2013b), o cenário “450<sup>56</sup>” do IEA (2012) projeta 14% de participação dos biocombustíveis em 2035; o cenário da BP (2012) projeta 7% destes em 2030. Já o cenário de Referência da EIA (2013b) projeta, entre 2010 e 2040, uma taxa menor de crescimento na produção global de biocombustíveis - de 2,6% a.a., vs. 3,5%, do cenário IEA de Novas Políticas. Com isso, a produção de biocombustíveis será, de acordo com a agência norte-americana, de 2,4 Mbep, em 2035.

Por outro lado, EIA (2013a) projeta, para 2040, um declínio no consumo norte-americano de gasolina, em decorrência das crescentes restrições do sistema de economia de combustível (CAFE), bem como o crescimento do consumo de diesel e gás natural para veículos pesados. Estes desdobramentos sinalizam um aumento na demanda por biocombustíveis compatíveis com motor ciclo Diesel em detrimento de motores ciclo Otto para o maior mercado de combustíveis líquidos do mundo.

<sup>56</sup>O Cenário 450 (ppm) estabelece um caminho de emissões de GEE consistente com a limitação do aquecimento global a 2 ° C acima dos níveis pré-industriais, considerado o limiar para a prevenção de uma interferência antropogênica perigosa com o sistema climático. Nem Cenário “Políticas Atuais” nem o Cenário de “Novas Políticas” alcançam este objetivo (IEA, 2012).

Biocombustíveis avançados oferecem a perspectiva de aumento da oferta, minimizando as preocupações de sustentabilidade. O etanol celulósico é um biocombustível avançado promissor, podendo ser derivado de uma variedade de matérias-primas, incluindo o bagaço de cana e resíduos agrícolas, bem como culturas energéticas. Muito trabalho na área de biodiesel avançado no momento está concentrada na utilização de matérias-primas com rendimentos muito mais elevados<sup>57</sup> do que a matéria-prima convencional, que inclui óleo de palma, colza e pinhão-manso (IEA, 2013b)

Entretanto, todas as matérias-primas dependem de tecnologias de conversão que se encontram em fases de pesquisa e desenvolvimento, piloto ou de demonstração. Se desenvolvido com sucesso, biocombustíveis avançados prometem alcançar custos mais reduzidos e menor demanda por terras do que os biocombustíveis convencionais. Existem, no momento, algumas unidades em escala comercial e cerca de 100 plantas em escala piloto ou de demonstração, mas sua disseminação em escala comercial exigirá custos mais baixos, que só maior progresso tecnológico poderá trazer (IEA, 2013b).

Uma vez tratadas aqui as principais questões de fundo relacionadas aos biocombustíveis, o capítulo 4 se volta aos usos pregressos e atuais da terra na Amazônia, avaliando as vantagens da instalação da palma em áreas antropizadas, considerando seus principais usos correntes, voltados, em boa medida, para atender demandas externas, além de observar as especificidades do manejo da terra em solos tropicais.

---

<sup>57</sup> Não ficou claro, para o autor, o significado de “matérias-primas com rendimento muito mais elevado” do que palma etc. Até onde a literatura consultada pode informar, a palma é o cultivo comercial mais eficiente que existe. Possivelmente, pensou-se no uso de algas, mas não houve menção explícita.





## Capítulo 4 – Uso da Terra na Amazônia

### 4.1 – Histórico de Ocupação e o Desmatamento

#### 4.1.1 - Características Gerais

No Brasil, há o bioma<sup>58</sup> Amazônia e a Amazônia Legal. O bioma Amazônia possui 4,1 milhões de quilômetros quadrados e compreende os Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Roraima e parte dos territórios do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Tocantins (Figura 4.1.1). A Amazônia Legal<sup>59</sup> tem cerca de 5 milhões de quilômetros quadrados, inclui toda área do bioma Amazônia, além das áreas de cerrado e campos naturais situadas sobretudo nos Estados de Mato Grosso e Tocantins (SANTOS et al., 2013).

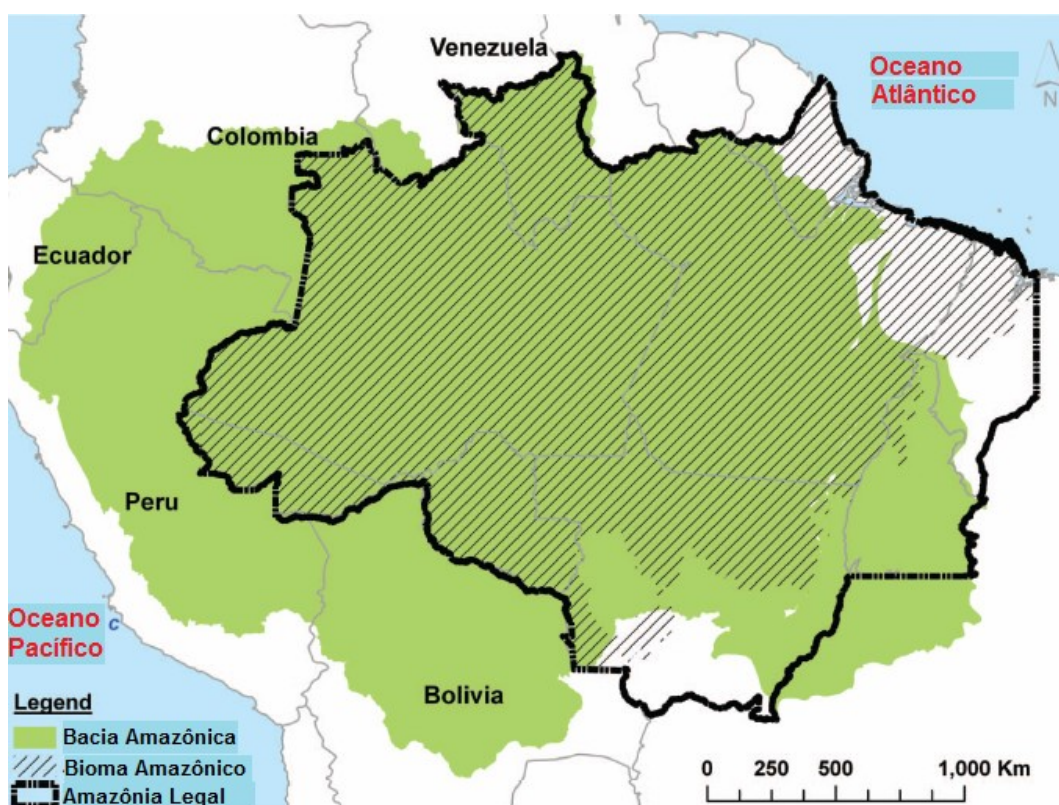


Figura 4.1.1 - Bacia Amazônica, bioma Amazônia e Amazônia Legal

Fonte: WALKER. (2011)

<sup>58</sup> Bioma pode ser definido como um “conjunto de eco regiões, fauna, flora e dinâmicas e processos ecológicos similares” (IMAZON, 2013).

<sup>59</sup> A Amazônia Legal foi criada pela Lei 1.806 de 1953 Sua área equivale a 59% do território nacional e abrange todos os Estados da Região Norte do Brasil (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins), toda a área de Mato Grosso e parte do Estado do Maranhão.

Conforme IBGE (2010), a população da Amazônia Legal aumentou de 8,2 milhões, em 1970, para 24 milhões habitantes em 2010, sendo sua densidade demográfica abaixo de 5 habitantes/km<sup>2</sup>, vs. média nacional de 22,4 hab./km<sup>2</sup>. Segundo HOMMA et al. (2012c), esta disparidade demográfica induz o fluxo de migrantes para a região, em busca de oportunidades não encontradas em seus locais de origem. Por outro lado, o Produto Interno Bruto (PIB) da Amazônia Legal, em 2010, foi de somente R\$ 306 bilhões, 8% do PIB nacional. A tabela 4.1.1 mostra vários indicadores de cada estado da Amazônia Legal, onde fica evidente que, em todos, a população é majoritariamente urbana, contrariando o estereótipo dos “povos da floresta”. Com exceção de Mato Grosso, os estados da região apresentam indicadores socioeconômicos abaixo da média nacional. Apesar de conter 12% da população brasileira, 18% das famílias que recebem o Bolsa Família se encontram na Amazônia Legal (HOMMA et al., 2012c).

Tabela 4.1.1 – Indicadores seletos dos estados da Amazônia Legal em 2010

Estado	Área (1000 km <sup>2</sup> )	População Total (1000 habitantes)	População Rural (1000 habitantes)	População Indígena (1000 habitantes)	PIB per capita (R\$ 1000)	IDHM <sup>60</sup> [*]
Acre	164,1	734	201	13,3	11,5	0,663
Amapá	142,8	669	68	6,0	12,358	0,708
Amazonas	1.559,3	3.484	728	134,4	17,16	0,674
Maranhão	332,0	6.568	2.428	28,3	8,27	0,639
Mato Grosso	903,3	3.035	552	36,7	19,64	0,725
Pará	1.247,7	7.581	2.389	29,1	10,27	0,646
Rondônia	237,6	1.562	413	9,1	15,08	0,690
Roraima	224,3	450	106	41,4	14,07	0,707
Tocantins	277,6	1.383	293	10,9	12,46	0,699
Amazônia Legal	5.006	24.371	7.178	309,4	13,28	n.d.
Brasil	8.515	190.756	29.830	502,8	19,76	0,727

Fonte: IBGE (2010) e [\*] PNUD BRASIL (2013)

Em 2012, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD Brasil), Instituto de Pesquisa de Economia Aplicada (IPEA) e a Fundação João Ribeiro adaptaram a metodologia do IDH global para calcular o IDH Municipal (IDHM) dos 5.565 municípios brasileiros, a partir de dados do Censo Demográfico de 2010. O IDHM brasileiro segue as mesmas três dimensões do IDH Global – longevidade, educação e

<sup>60</sup> Os valores correspondem a uma ponderação do IDHM dos municípios de cada estado.

renda, mas adequa a metodologia global ao contexto brasileiro e à disponibilidade de indicadores nacionais (PNUD BRASIL, 2013). Acre (22º lugar), Pará (25º) e Maranhão (27º) são os estados com pior desempenho na região (PNUD BRASIL, 2013).

#### **4.1.2 - Breve Histórico da Ocupação da Amazônia**

Segundo HOMMA (2013), foram constatadas, pela paleontóloga Anna Roosevelt, a presença dos primeiros paleoíndios<sup>61</sup>, há cerca de 11.200 anos, em Monte Alegre, PA. Viviam de caça, pesca e coleta de frutas. A mesma pesquisa indica indícios do cultivo de mandioca, há cerca de 3.500 anos atrás. Mais tarde, foi transferida para a África e a Ásia pelos colonizadores portugueses, onde passou a ser um alimento importante.

Francisco Orellana, conquistador espanhol, saiu de Quito em fevereiro de 1541 em busca de “Eldorado”, na condição de 1º tenente de Gonzalo Pizarro. Em dezembro do mesmo ano, Orellana se separou do grupo principal e se tornou o primeiro a navegar o Rio Amazonas, com relato da viagem efetuado pelo frei espanhol Gaspar de Carvajal. Alcançou o Rio Negro em 3 de agosto de 1542 e prosseguiu viagem, atingindo o Oceano Atlântico em 26 de agosto de 1542 (BOLLE, 2010).

Em 1616, foi fundada a cidade de Belém, dando início à colonização portuguesa na Amazônia. Manaus foi fundada em 1669, como Forte São José do Rio Negro (KUPFER, 2010). Ao longo do século XVII, povoadamentos foram instalados em Gurupá, Cametá, Porto de Moz, Oeiras do Pará, Baião, Santarém e Óbidos, a maioria fruto de ação missionária em aldeamentos indígenas ou por conta da construção de fortes militares. (HOMMA et al., 2010).

Em 1727, a cultura do café entrou no Brasil pelo estado do Pará. Em 1734, a Companhia Geral do Maranhão e do Grão-Pará exportou três mil arrobas de café para Lisboa. A partir de 1730, iniciou-se o primeiro ciclo econômico da Amazônia, o ciclo do cacau, fruta onipresente nas várzeas do Rio Amazonas, sendo que sua exportação chegou a representar 96% do total do Pará, em 1736. Em um dos primeiros casos de biopirataria na Amazônia, sementes desta foram transferidas, em 1746, para a Bahia, daí para a África e Ásia, que se tornaram palco de produções em larga escala, ocasionando o declínio na exportação amazônica (HOMMA et al., 2012c). Em 1751, foi criado o Estado do Grão-Pará e

---

<sup>61</sup> Primeiros povoadores que migraram para o continente americano.

Maranhão, com sede em Belém, desmembrado em 1772. No final do século, a população da Bacia Amazônica já somava 83.510 habitantes não índios (HOMMA, 2013).

Devido à guerra entre Inglaterra e Espanha (1779-1783), a América do Sul foi impactada em suas exportações de mercadorias brutas (além de cacau, o algodão, demandado pela Inglaterra). Entretanto, com o fim da guerra e a abertura dos portos a navios estrangeiros, em 1808, a atratividade de Belém cresceu e muitas empresas de Manaus se mudaram para lá, ocasionando recessão na Comarca do Amazonas (KUPFER, op. cit.).

Com o declínio da economia cacauceira, inicia-se o extrativismo da seringueira, que marcou a opulência da Amazônia e do Brasil. Via os escritos do naturalista Charles Marie de La Containe, em 1743, a Europa travou contato com o látex e suas propriedades diferenciadas, impulsionando muitas pesquisas. Entretanto, a revolução no uso da borracha ocorreu com a vulcanização, técnica inventada em 1842 pela Goodyear. Esta consiste em acrescentar enxofre ao látex, de forma que o produto final não era vulnerável ao calor ou ao frio, ao óleo ou qualquer outro líquido (KUPFER, op. cit.).

Isso tornou os estoques de seringais nativos da Amazônia motivo de interesse de capitalistas nacionais e estrangeiros. Segundo BUENO (2003), “a borracha seria responsável pela primeira corrida da história provocada, não por um minério, mas por uma planta”. Em 1830, Manaus era uma vila de três mil habitantes; em 1880, já tinha 50 mil habitantes e exportava doze mil toneladas de látex para a Europa. Com a seca de 1877-1879, houve migração maciça do Ceará para o Amazonas. Retirantes viraram seringueiros, retirando seiva de oito milhões de árvores espalhadas por 3 milhões km<sup>2</sup>.

A busca de novas áreas levou seringueiros a adentrarem território boliviano, resultando no Tratado de Petrópolis, em 1903, que levou ao nascimento do estado do Acre. A borracha se tornou o terceiro produto da pauta das exportações nacionais (1887-1917), após o café e o algodão. Em 1890, Belém era a quarta cidade mais populosa do Brasil, a frente de São Paulo. Em 1894, foi iniciado o fornecimento de luz elétrica à capital paraense e, em 1896, foi inaugurado uma linha telegráfica entre Belém e Manaus, que inaugurou, no mesmo ano, o Teatro Amazonas, um dos primeiros do Brasil. Na primeira década do século XX, foram iniciadas a construção das estradas de ferro Belém-Bragança, Tucuruí e Madeira-Mamoré, além do porto flutuante de Manaus (HOMMA, 2013).

Entretanto, em 1904, no zênite do ciclo, as setenta mil sementes de seringueira contrabandeada por Henry Wickham, em 1876, começaram a brotar na Malásia, levando a um rápido fim no domínio brasileiro da borracha (BUENO, op. cit.), como pode ser visto na tabela 4.1.2:

Tabela 4.1.2 – Mercado Internacional da Borracha, 1900 a 1919

Ano	Produção (toneladas)			Consumo (t)	Preço no mercado mundial (US\$/t)
	Brasil	África e América Central	Ásia		
1900	26.750	27.180	3	51.581	1.277
1905	35.000	27.000	171	65.856	1.667
1910	40.800	21.900	8.753	76.020	2.267
1915	37.220	13.635	107.867	156.000	1.095
1919	34.285	7.350	381.860	381.497	886

Fonte: SUDHEVEA, 1970 apud KUPFER, 2010

Ao contrário do senso comum, a tabela mostra que a produção brasileira não declinou nas primeiras décadas do século XX, ao contrário da produção Africana e da América Central. Entretanto, o processo extrativista de manejo da seringueira não se mostrou páreo para o sistema de “plantation” que se instalou no Sudeste Asiático, de forma que não foi possível acompanhar o aumento exponencial observado no consumo de borracha.

Com a entrada da produção de borracha domesticada do Sudeste Asiático, a Amazônia passa a enfrentar o maior caos econômico, social e político que a região já vira. Em 1927, a primeira experiência de *plantation* de seringueira foi desenvolvida por Henry Ford, revelando-se um empreendimento desastroso, em razão do ataque do mal-das-folhas identificado nos plantios em *Fordlândia*, às margens do Rio Tapajós. Ainda na década de 1920, inicia-se o extrativismo do pau rosa, que alcançou seu apogeu em meados de 1950, para então decrescer com o esgotamento das fontes mais acessíveis (HOMMA et al., 2010).

A partir de 1917, o transporte de madeira da região amazônica começou a adquirir um certo porte, por conta da crescente atividade de construção, sobretudo em São Paulo. Além disso, crescia a demanda por carvão, de modo que aí se iniciou o processo de desmatamento da Amazônia (KUPFER, op. cit.). Segundo o autor, a lucratividade maior

da produção madeireira levou muitos moradores do Pará e imigrantes do Nordeste a abandonar a agricultura e se dedicar ao desmatamento e ao comércio de madeira. A tabela 4.1.3 mostra como houve um aumento expressivo na exportação de madeira da Amazônia para outros estados do país ao longo da 1ª Guerra Mundial:

Tabela 4.1.3 – Exportação de madeira da Amazônia para outras regiões do Brasil

Ano	Exportação (toneladas)
1915	285
1916	3.540
1917	4.077
1918	73.050

Fonte: KUPFER (2010)

No final da década de 1930, inicia-se o ciclo da juta. Introduzido por imigrantes japoneses, ela se alastra ao longo das várzeas, criando uma alternativa de renda e emprego na economia pós-crise da borracha e pré-Zona Franca de Manaus. Ao longo da calha do Rio Amazonas, cerca de 60 mil famílias passaram a dedicar-se ao cultivo dessa fibra exótica, aprendendo o processo de cultivo e beneficiamento, mesmo sem serviço de extensão rural, indisponível. A lavoura de juta levou à industrialização da fibra por meio da instalação de fábricas de fiação e tecelagem em Castanhal, Belém, Santarém, Parintins e Manaus. A partir da década de 1970, o setor de fibra de juta começa a sentir os impactos do avanço das fibras sintéticas e da opção pelo transporte a granel em detrimento dos sacos de aniagem e, sobretudo, pela implantação da Zona Franca de Manaus, que drenou boa parte da população rural em direção à capital do Amazonas (HOMMA et al., 2010).

A Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA) foi criada em 1953, com vistas a subsidiar a agricultura local, de forma que a tornar a região autônoma, mas os recursos foram desviados para a indústria da borracha (KUPFER, op. cit.) e para a construção da rodovia Belém-Brasília (HOMMA et al., 2010). Segundo estes autores, com a inauguração desta rodovia, em 1960, houve a mudança da *civilização da várzea* para a *civilização da terra firme*. As cidades ao longo da calha do Rio Amazonas se tornam regiões estagnadas, com reduzido crescimento demográfico e com grande fluxo de saída de migrantes em direção às cidades que passaram a ser implantadas ao longo das

rodovias recém-abertas. De fato, BECKER (2007) observa que a Amazônia foi a região brasileira que apresentou as maiores taxas de crescimento urbano na segunda metade do século XX: de 3,5% da população total em 1970 para 69,1% em 2000. Segundo a autora, “tal ritmo galopante e tal proporção fundamentaram a sua concepção como uma floresta urbanizada”.

Em 1966, a SPVEA foi substituída pela Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), em mais uma tentativa de desenvolver a região Norte. No ano seguinte, foi criada a Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), que criou os mecanismos que proporcionaram o sucesso do “porto livre” de Manaus. Em 1968, foi lançada a pedra fundamental do Distrito Industrial de Manaus. Com a rodovia Belém Brasília já operando, os produtos da Zona Franca puderam ser transportados, por via fluvial, até Belém, de onde eram escoados para o sul do Brasil (KUPFER, op. cit.)

A industrialização atingida por Manaus fez com que sua população saltasse de 320.000 habitantes em 1960 para 1,8 milhões, em 2010. A região Norte, como um todo, possuía, em 2010, 73,5% de sua população habitando centros urbanos. Da mesma forma, todas as capitais dos estados englobados na Amazônia Legal mostraram alta taxa de evolução populacional (> 2,5% a.a.), entre 1970 e 2010, exceto Cuiabá e Belém (IBGE, 2010).

Segundo BECKER (2007), a partir do final do século XX, houve um adensamento de estradas no leste do Pará, Maranhão, Tocantins, Mato Grosso e Rondônia, que compôs um *arco de povoamento* que acompanha a borda da floresta, justamente onde se implantaram as estradas. Neste cinturão, de 300 a 500 km de largura, correspondendo a 500 mil km<sup>2</sup> já alterados pelo processo de ocupação, encontra-se o núcleo da economia regional, à exceção da ZFM e alguns projetos minerais. Aí também se concentra o maior número de focos de calor e grandes extensões de áreas abandonadas. A autora entende que este arco, também chamado de arco do fogo ou desmatamento, não é mais uma fronteira de ocupação, mas sim uma área de povoamento consolidado, com grande potencial de desenvolvimento, seja pela intensificação do povoamento e das atividades produtivas, seja pela recuperação das áreas alteradas e/ou degradadas.

Em contraponto à expansão do agronegócio da soja e da pecuária na região amazônica, houve um fortalecimento dos movimentos populares, sobretudo dos sindicatos de trabalhadores rurais, e a grande presença de Organizações Não Governamentais (ONGs),

tanto nacionais como estrangeiras, a partir da década de 1990. Este assunto será abordado nas seções 4.2 e 4.3. Como alerta HOMMA et al. (2010), os modelos atuais de sustentabilidade exigem subsídios públicos e o grande desafio consiste em encontrar alternativas de sustentabilidade que não dependam da injeção de recursos públicos, tornando-se autônomas, não sujeitas a intempéries político-econômicas.

#### 4.1.3 - Evolução Recente do Desmatamento

Como resposta ao desflorestamento na Amazônia e atendendo a uma demanda do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Ministério de Ciência e Tecnologia (MCTI), surgiu, em 1988, o Programa de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal (PRODES), desenvolvido e executado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O programa tem a missão de produzir a estimativa da taxa anual do desflorestamento, a partir de levantamentos sistemáticos, utilizando imagens de satélite.

A figura 4.1.2 mostra a evolução recente do desmatamento da Amazônia Legal. Entre 1996 e 2005, a área desmatada anualmente atingiu uma média de 19.600 km<sup>2</sup>. Pode-se perceber uma redução expressiva desde 2004, com leve aumento em 2008 e 2013, quando houve aumento de 10% e 28% em relação ao ano anterior, respectivamente. Contudo, os 5.843 km<sup>2</sup> desmatados em 2013 representam 79% a menos do que o total observado em 2004 (INPE, 2013). Segundo SANTOS et al. (op. cit.), 18,8% da área do bioma Amazônia havia sido desmatada até 2012, sendo que os autores estimam que 3% do desmatamento registrado na Amazônia Legal ocorra fora do bioma Amazônia.

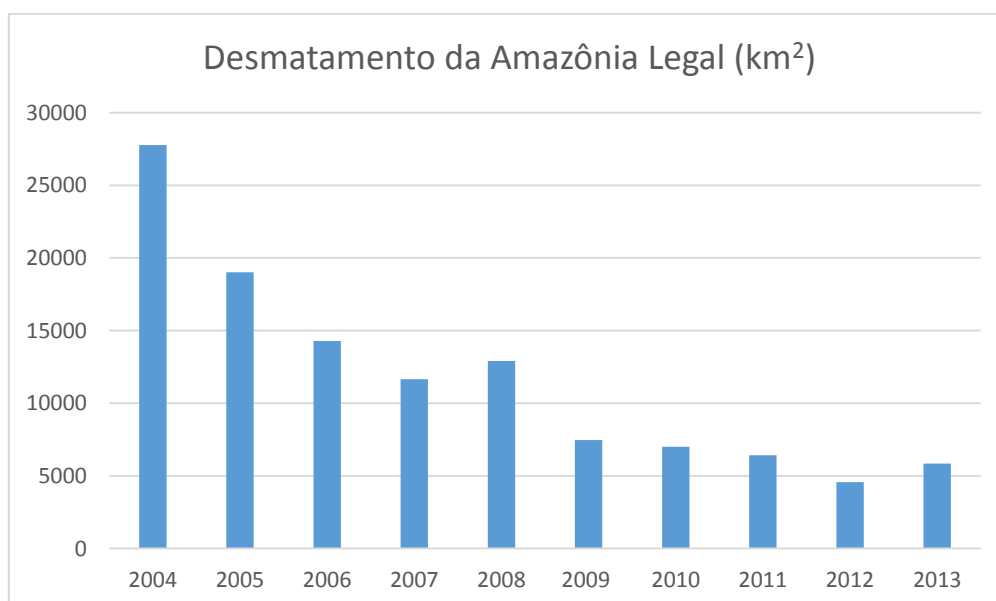




Figura 4.1.2 – Desmatamento da Amazônia Legal (km<sup>2</sup>), 2004 a 2013

Fonte: INPE (2013a)

Segundo INPE (2013a), os estados onde mais houve desmatamento, em 2013, foram Pará (40,7%), Mato Grosso (19,7%) e Rondônia (16,0%), vide figura 4.1.3. Estes estados também lideraram o desmatamento em toda a Amazônia Legal no período 2004-2013, com 40,0%, 29,2% e 13,2%, respectivamente.

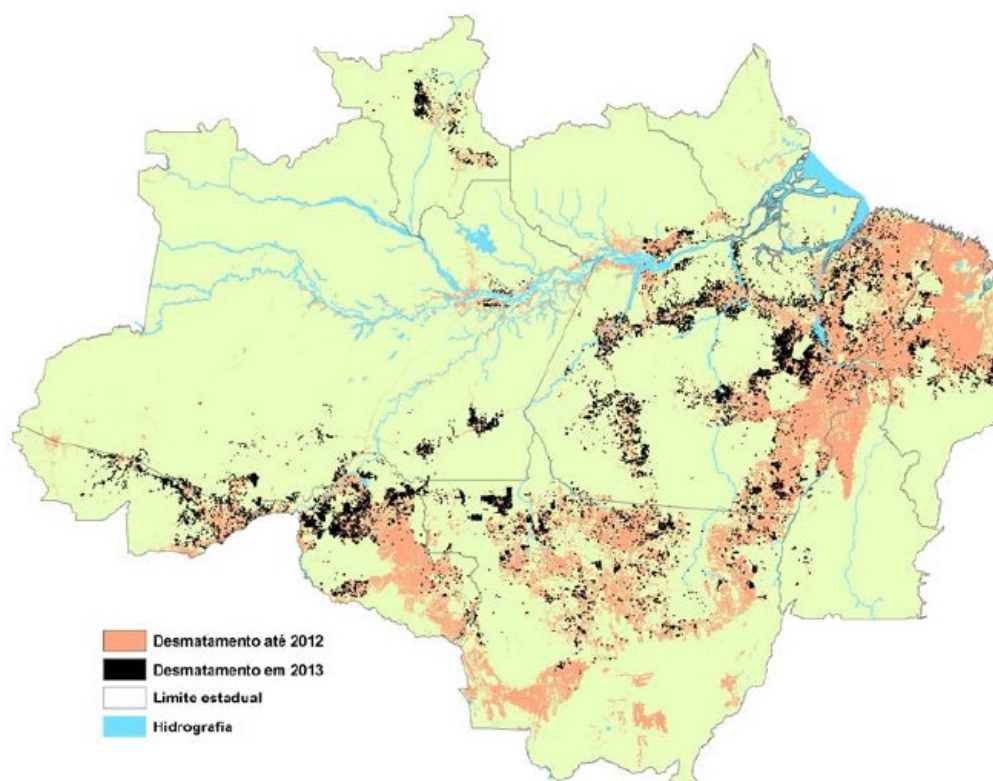


Figura 4.1.3 - Área desmatada na Amazônia Legal até 2012 e em 2013

Fonte: INPE (2013a) apud IMPA/ISA/IMAZON (2014)

A redução nas taxas de desmatamento na Amazônia mostra como, nos últimos anos, o Brasil tem aprendido a combatê-lo de forma mais efetiva. Por exemplo, a partir de 2005, as taxas de remoção florestal começaram a cair em virtude de diversas medidas de controle, entre elas, a intensificação da fiscalização (incluindo a prisão de envolvidos em crimes ambientais) e a criação de Unidades de Conservação. HOMMA et al. (2012c) propõe que parte da queda do desmatamento se deve à urbanização acelerada da região, que diminuiu a disponibilidade de pessoal para efetivá-lo.

Contribuiu também para a queda no desmatamento o embargo da compra de soja<sup>62</sup> de áreas que foram desmatadas. Como resposta a um aumento na taxa de desmatamento observado em 2008, o poder público rapidamente implementou medidas ainda mais duras e focadas, entre elas (IPAM/ISA/IMAZON, 2014):

- Fiscalização concentrada nos municípios críticos com maiores taxas de desmatamento;
- Restrição de crédito para produtores que não iniciaram a regularização ambiental de seus imóveis;
- Embargo de áreas desmatadas e disponibilização de mapas dessas áreas na internet, tornando passíveis de penalidades aqueles que comprassem produtos oriundos dessas regiões.

DI LASCIO et BARRETO (2009) lembram que para muitos ainda prevalece o sentimento da região ser uma fonte inesgotável de madeira e muitas outras matérias-primas. Além disso, como o desmatamento ocorre de forma fragmentada, o impacto global supera a extensão da área atingida, causando uma mudança significativa na dinâmica do bioma.

Segundo estimativas de MCTI<sup>63</sup> (2013), entre 2005 e 2010, as emissões de GEE do setor de “Mudança do Uso da Terra e Florestas” caíram em todos os biomas brasileiros, com redução absoluta preponderante na Amazônia, seguido pelo Cerrado (tabela 4.1.4):

Tabela 4.1.4 – Setor Mudança do Uso da Terra e Florestas: Emissões estimadas (CO<sub>2</sub>eq)

Setor	1990	1995	2000	2005	2010	Variação	
	Gg CO <sub>2</sub> eq					1995-2005	2005-2010
<b>Mudança do Uso da Terra e Florestas</b>	<b>816</b>	<b>1.950</b>	<b>1.324</b>	<b>1.168</b>	<b>279</b>	<b>-40,1%</b>	<b>-76,1%</b>
Mudança do Uso da Terra	811	1.945	1.316	1.160	269	-40,3%	-76,8%
Bioma Amazônia	492	1.486	858	837	140	-43,7%	-83,2%
Bioma Cerrado	247	318	318	278	109	-12,6%	-60,8%
Bioma Mata Atlântica	24	83	83	3	-5	-96,7%	-276,9%
Bioma Caatinga	29	40	40	12	6	-69,1%	-53,0%
Bioma Pantanal	19	17	17	12	2	-28,0%	-79,6%
Bioma Pampa	0	0	0	17	16	-	-9,7%
Calagem	5	5	9	7	10	38,5%	39,5%

<sup>62</sup> A moratória da soja será discutida na seção 4.3

<sup>63</sup> O estudo efetuado pelo MCTI recalculou as emissões desde 1990, indicando algumas mudanças em relação aos números apresentados no 2º Inventário Nacional de Emissões de GEE

Fonte: MCTI (2013)

Devido à queda das emissões em todos os biomas, o ministério avalia que o setor florestal não seja mais o líder em emissões de GEE no Brasil, que passou a ser ocupado pelo setor agropecuário, conforme mostram as estimativas de emissões até 2010 (tabela 4.1.5). Caso confirmadas, estas tendências trarão repercussões positivas no posicionamento da diplomacia brasileira quanto às questões concernentes às mudanças climáticas. Especificamente, o Brasil estará muito próximo de atingir a meta de redução de emissões de GEE anunciado em 2007, durante a COP-15, em Copenhague. Entre as medidas de maior destaque, havia o compromisso de redução em 80% o desmatamento na Amazônia e 40% no Cerrado até 2020 (em relação à média de desmatamento entre 1996 e 2005).

Tabela 4.1.5 - Emissões brasileiras estimadas de GEE<sup>64</sup> (em CO<sub>2</sub> eq), 1990-2010

Setores	1990	1995	2000	2005	2010	Variação	
	Gg CO <sub>2</sub> eq					1995-2005	2005-2010
Energia	191.543	232.430	301.096	328.808	399.302	41,5%	21,4%
Processos Industriais	52.536	63.065	71.673	77.943	82.048	23,6%	5,3%
Agropecuária	303.772	335.775	347.878	415.713	437.226	23,8%	5,2%
Florestas	815.965	1.950.084	1.324.371	1.167.917	279.163	-40,1%	-76,1%
Resíduos	28.939	33.808	38.550	41.880	48.737	23,9%	16,4%
Total	1.392.756	2.615.162	2.083.570	2.032.260	1.246.477	-22,30%	-38,70%

Fonte: MCTI (2013)

Ao longo dos últimos anos também houve uma mudança no perfil dos desmatamentos na Amazônia. Quando antes havia o predomínio do desmatamento em grande escala, hoje ele ocorre, principalmente, em pequenos incrementos, conforme a figura 4.1.4.

---

<sup>64</sup> O relatório indica redução, no setor Uso da terra e florestas, de 76,7%, 65,2% e 65,2% nas emissões de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, respectivamente, entre 2005 e 2010.

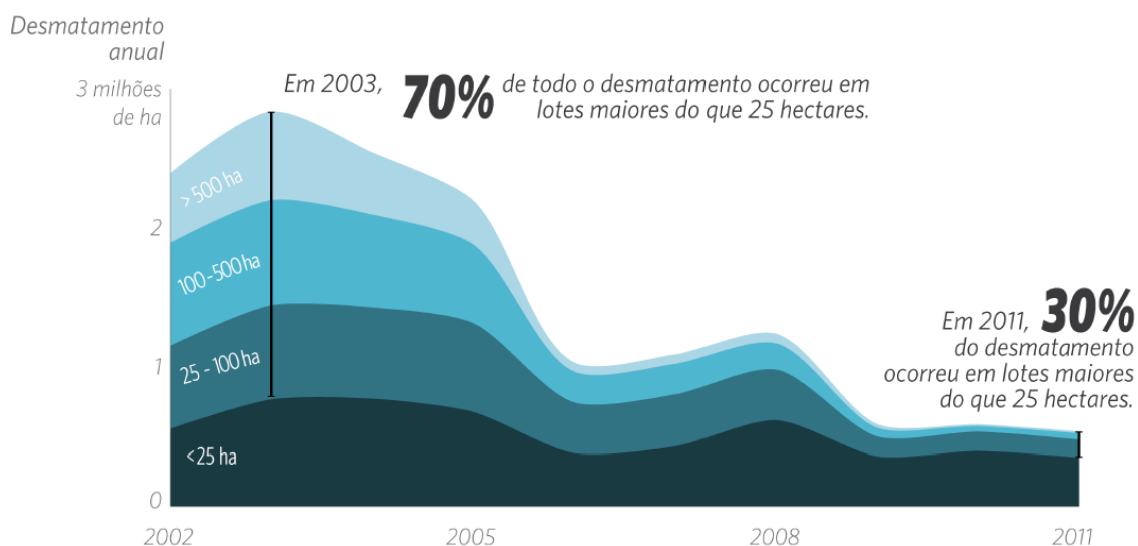


Figura 4.1.4 - Evolução do Perfil do Desmatamento da Amazônia, 2002 a 2011

Fonte: INPE (2013a) apud CPI (2013).

Este fenômeno pode ser sintoma de limitações técnicas do sistema usado para monitorar o desmatamento, que só consegue identificar lotes desmatados acima de determinado tamanho (CPI, 2013). Possivelmente, os responsáveis pelo desmatamento de grandes lotes ajustaram suas práticas em resposta às limitações de resolução dos sistemas de monitoramento (PRODES e DETER<sup>65</sup>).

Em parte, o aumento no desmatamento de pequenos lotes decorre de um aumento expressivo no desmatamento ocorrido em assentamentos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). De acordo com levantamento de BRANDÃO et al. (2012), existem 2.163 assentamentos do INCRA na Amazônia Legal. O desmatamento estimado até 2010 foi de 133.644 km<sup>2</sup>, o que correspondeu a 37% da área total dos assentamentos e 18% do desmatamento total na Amazônia até aquele ano. Cerca de 75% do total desmatado ocorreu nos estados do Pará (35%), Rondônia (23%) e Mato Grosso (17%). A figura 4.1.5 mostra como mais da metade dos assentamentos tiveram mais de 50% de sua área desmatada, muito acima do limite de 20% permitido no bioma amazônico. Os autores acreditam que os 368 assentamentos que não apresentaram

<sup>65</sup> O DETER é um levantamento rápido feito mensalmente pelo INPE desde maio de 2004, com dados de resolução espacial de 250 m. Ele foi desenvolvido como um sistema de alerta para suporte à fiscalização e controle de desmatamento, tanto de áreas de corte raso quanto áreas em processo de degradação florestal.

desmatamento até 2010 não foram mapeados pelo projeto PRODES, pois estão localizados em áreas de formação não-florestal (i.e., savanas, cerrado).

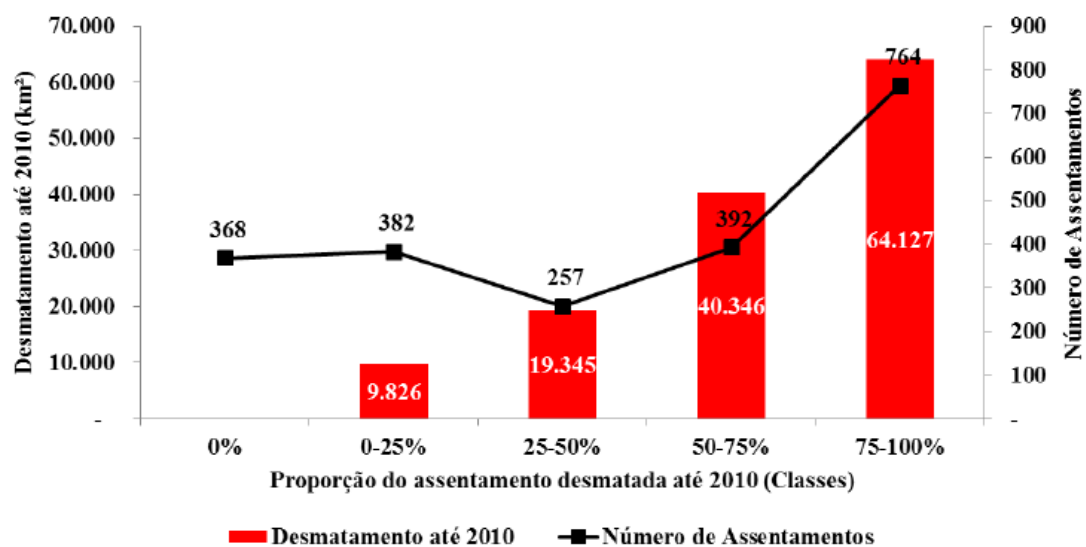


Figura 4.1.5 - Distribuição do desmatamento em 2.263 assentamentos em função da proporção do assentamento desmatado, até 2010.

Fonte: BRANDÃO et al. (2012)

Devido à necessidade de melhor compreender a dinâmica do desmatamento, de forma a reduzi-lo ao máximo, a Embrapa e INPE estabeleceram uma parceria para a condução do Projeto TerraClass. Ele é resultado da integração de esforços entre o MAPA, o MCTI e o MMA, que em 2008 perceberam a importância de qualificar as áreas já desflorestadas da Amazônia Legal a partir de imagens de satélite. O TerraClass mapeia o uso destas áreas para mostrar o que foi feito nos locais identificados pelo PRODES. Para descrever a situação do uso e da cobertura da terra, o projeto considera as seguintes classes temáticas (INPE, 2013b):

- **Agricultura** - Áreas extensas com predomínio de culturas de ciclo anual, sobretudo de grãos, com emprego de padrões tecnológicos elevados, tais como uso de sementes certificadas, insumos, defensivos e mecanização, entre outros;
- **Pasto Limpo** - Áreas de pastagem em processo produtivo com predomínio de vegetação herbácea e cobertura de espécies de gramíneas entre 90% e 100%;
- **Pasto Sujo** - Áreas de pastagem em processo produtivo com predomínio de vegetação herbácea e cobertura de espécies de gramíneas entre 50% e 80%, associado à vegetação arbustiva esparsa com cobertura entre 20% e 50%;

- **Pasto com Solo Exposto** - Áreas que, após o corte raso da floresta e o desenvolvimento de alguma atividade agropastoril, apresentam uma cobertura de pelo menos 50% de solo exposto;
- **Regeneração com Pasto** - Áreas que, após o corte raso da vegetação natural e o desenvolvimento de alguma atividade agropastoril, encontram-se no início do processo de regeneração da vegetação nativa, apresentando dominância de espécies arbustivas e pioneiras arbóreas. Áreas caracterizadas pela alta diversidade de espécies vegetais;
- **Vegetação Secundária** - Áreas que, após a supressão total da vegetação florestal, encontram-se em processo avançado de regeneração da vegetação arbustiva e/ou arbórea ou que foram utilizadas para a prática de silvicultura ou agricultura permanente com uso de espécies nativas ou exóticas;
- **Mosaico de Ocupações** - Áreas representadas por diversas modalidades de uso da terra e que devido à resolução espacial das imagens de satélite não é possível uma discriminação entre seus componentes. Aqui, a agricultura familiar é realizada de forma conjugada ao subsistema de pastagens para criação tradicional de gado.
- **Mineração** - Áreas de extração mineral com a presença de clareiras e solos expostos, envolvendo desflorestamentos nas proximidades de águas superficiais;
- **Área Urbana** - Manchas urbanas decorrentes da concentração populacional formadora de lugarejos, vilas ou cidades que apresentam infraestrutura diferenciada da área rural, apresentando adensamento de arruamentos, casas, prédios e outros equipamentos públicos;
- **Outros** - São áreas que não se enquadravam nas chaves de classificação e apresentavam um padrão de cobertura diferenciada de todas as classes do projeto, tais como afloramentos rochosos, praias fluviais, bancos de areia entre outros;
- **Área não observada** - Áreas que tiveram sua interpretação impossibilitada pela presença de nuvens ou sombra de nuvens, no momento de passagem para aquisição das imagens de satélite, além das áreas recentemente queimadas

O primeiro levantamento realizado pelo TerraClass levou em conta o desmatamento até 2008. Em 2013, foi lançado o segundo relatório, denominado TerraClass 2010, que mostra um total de 739.672,54 km<sup>2</sup> de desflorestamento acumulado até o ano de 2009, dos quais 22% (165.229,31 km<sup>2</sup>) consistem em áreas que foram abandonadas e que estão em processo de regeneração. Assim como no levantamento anterior, as áreas de pastagens continuam com o maior percentual nas áreas desflorestadas, ocupando 66% do total. A tabela 4.1.6 apresenta os principais dados do TerraClass 2008 e TerraClass 2010.

Tabela 4.1.6 – Usos da terra desflorestada na Amazônia Legal, em 2008 e 2010

Classes	2008 Total (km <sup>2</sup> )	2010 Total (km <sup>2</sup> )	2008 (%)	2010 (%)
Agricultura anual	34.927,24	39.977,85	4,92%	5,39%
Área não observada	45.406,27	45.849,48	6,40%	6,18%
Área urbana	3.818,14	4.473,56	0,54%	0,60%
Mineração	730,68	966,82	0,10%	0,13%
Mosaico de ocupações	24.415,57	17.962,95	3,44%	2,42%
Outros	477,88	2.730,64	0,07%	0,37%
Pasto com solo exposto	594,19	373,16	0,08%	0,05%
Pasto limpo	335.714,95	339.851,87	47,32%	45,82%
Pasto sujo	62.823,76	56.076,64	8,85%	7,56%
Reflorestamento	0,00	3.014,79	0,00%	0,41%
Regeneração com pasto	48.027,37	63.165,46	6,77%	8,52%
Vegetação secundária	150.815,31	165.229,31	21,26%	22,27%
TOTAL	707.752,36	739.672,54	100%	100%

Fonte: INPE (2013b)

Além de um aumento da vegetação secundária, o TerraClass 2010 aponta uma tendência de aumento das áreas com agricultura “tecnificada”, que ocupa aproximadamente 40.000 km<sup>2</sup>. O avanço da área agrícola anual e da vegetação secundária (que inclui cultivos permanentes) ocorreu quase totalmente sobre áreas de pastagens. Por outro lado, estas cresceram às custas do desflorestamento observado em 2008 e 2009: 82% da área total desflorestada nestes anos foi convertida em pastagens (INPE, 2013b).

A figura 4.1.6 mostra como, entre 2000 e 2005, havia uma correlação positiva entre desmatamento e expansão agrícola na Amazônia, ao passo que, a partir de 2005, houve uma estabilização na área agrícola, ante forte redução na taxa de desmatamento. Como será visto na seção 4.3, este padrão de expansão agrícola se deve particularmente à soja.

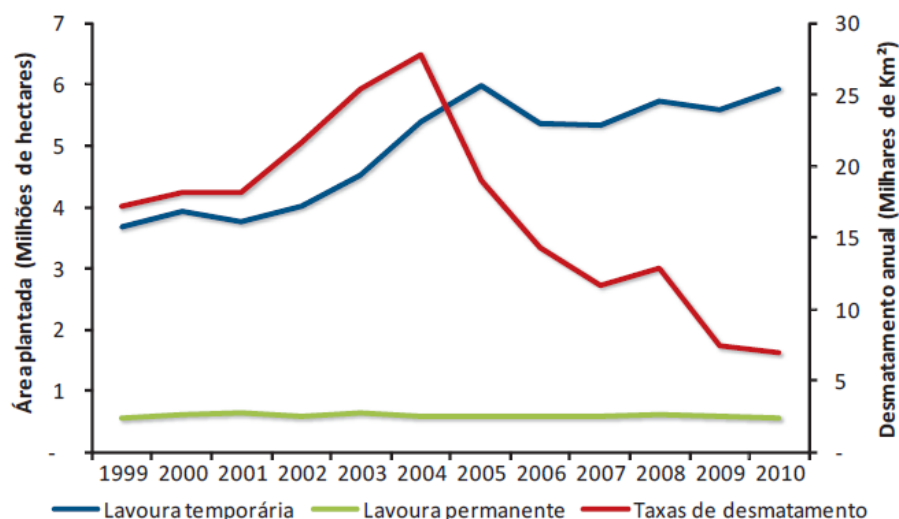


Figura 4.1.6. Área plantada das lavouras permanentes e temporárias na Amazônia e taxa de desmatamento anual, 1999 a 2010.

Fonte: BARRETO e SILVA (2013)

A tabela 4.1.7 discrimina o uso da terra em áreas desmatadas de cada estado da Amazônia Legal. É possível observar como PA, além de ser o estado que mais apresentou desmatamento em 2010, também é o que apresenta a segunda maior extensão de pastos e de vegetação secundária, pouco atrás de MT.

Tabela 4.1.7 – TerraClass 2010 – Áreas correspondentes de cada classe do mapeamento nos estados da Amazônia Legal (km<sup>2</sup>)

Classes	AC	AP	AM	MA	MT	PA	RO	RR	TO	Total
Floresta	144.153	110.735	1.425.350	34.977	315.240	879.397	126.791	152.232	9.908	3.198.783
Não Floresta	71	25.644	48.334	112.614	377.307	73.662	24.443	60.895	230.292	953.262
Hidrografia	241	3.617	52.195	4.417	4.768	44.331	2.080	1.759	1.506	114.914
Desflorestamento 2010	294	75	639	697	824	3.433	451	245	57	6.715
Agricultura anual	4	0	40	378	34.137	3.316	1.986	18	98	39.978
Área não observada	211	835	1.209	22.171	2.610	16.335	1.102	912	363	45.849
Área urbana	199	88	531	1.056	500	1.482	513	38	68	4.474
Mineração	1	11	45	8	268	514	116	2	3	967
Mosaico de ocupações	1.000	109	2.893	4.655	257	6.704	1.547	714	84	17.963
Outros	21	39	315	726	566	853	122	49	41	2.731
Pasto com solo exposto	0	0	10	6	310	39	2	2	4	373
Pasto limpo	12.167	143	6.013	27.914	118.684	101.265	51.999	1.921	19.747	339.852
Pasto sujo	462	73	2.019	15.543	7.951	20.431	7.099	1.086	1.411	56.077
Regeneração com pasto	693	342	2.306	16.096	7.895	28.982	4.507	1.203	1.205	63.165
Reflorestamento	0	161	54	1.397	143	1.255	0	0	5	3.015
Vegetação secundária	4.717	942	17.208	19.541	31.925	65.797	14.821	3.229	7.058	165.229
Total por Estado	164.170	142.814	1.559.160	262.297	903.385	1.247.794	237.581	224.296	271.849	5.013.347

Fonte: INPE (2013b)



## 4.2 – A Expansão da Soja e da Pecuária

### 4.2.1 - Introdução

Na seção 4.1, foi visto como cerca de 2/3 das terras desmatadas da Amazônia foram convertidas em pastagem para criação de gado de corte bovino. THORNTON (2010) ressalta a importância da pecuária no mundo: segundo ele, estes sistemas ocupam 30% das terras não geladas, em linha com as estatísticas de uso da terra expostas na seção 2.1. Ademais, segundo o autor, produtos da pecuária contribuem com 17% do consumo calórico e 33% do consumo proteico global. Na seção 2.1, foi visto que está em curso um processo acelerado de aumento no consumo de carnes, marcado pela ascensão social de centenas de milhões de pessoas, observada nas últimas décadas. Também se viu que a produção de proteína animal ocorre através da conversão de proteína vegetal. Segundo USDA (2014), a soja representa 67,4% de todo farelo proteico produzido em 2013; logo, há um entrelaçamento evidente entre a expansão no consumo de carne e soja.

Estes movimentos globais têm repercussões em toda a parte. Segundo NEPSTAD et al., (2006), a economia da Amazônia é cada vez mais sensível às sinalizações dos mercados nacionais e internacionais, através de um processo de globalização que está acelerando o ritmo em que a agricultura e a criação de gado estão substituindo ou empobrecendo as florestas nativas. Segundo os autores, aproximadamente a partir da virada do milênio, houve uma sucessão de fatos que levou a um deslocamento de parte significativa da produção de proteína vegetal (soja) e animal (boi) para a Amazônia.

De acordo com NEPSTAD et al. (op. cit.), a UE tornou-se um mercado importante para a soja cultivada na Amazônia por meio de um conjunto complexo de ações da indústria e do governo ao surto de BSE<sup>66</sup> que se difundiu na Europa. A UE impôs uma proibição da alimentação baseada em proteína animal para todos os animais, em 2001, numa tentativa de reduzir o risco de novos surtos da doença. A falta resultante de proteína em ração animal foi preenchida, principalmente, por farelo de soja, que possui composição e propriedades nutricionais de aminoácidos superiores às de outros farelos. Oposição do consumidor europeu às culturas geneticamente modificadas fez com que a maior parte do

---

<sup>66</sup> Acrônimo inglês para Encefalopatia espongiforme bovina, conhecida como doença da vaca louca. Doença neurodegenerativa que afeta o gado doméstico bovino, ela surgiu nos anos 80, na Inglaterra, e se caracteriza por ter como agente patogênico uma forma especial de proteína, chamada príon. É transmissível ao homem, causando uma doença semelhante, a Doença de Creutzfeldt-Jakob.

déficit de proteína passasse a ser fornecida pelo norte do Brasil, incluindo a Amazônia, maior fornecedor mundial de soja não-transgênica.

Na seção 2.1, foi visto como os ruminantes (bovinos, ovinos, caprinos etc.) tem a capacidade de digerir a celulose presente nas gramíneas, o que suscitou a crítica de ORKOV (op. cit.) quanto à alimentação de gado bovino com ração. O aceno do governo e setor produtivo brasileiro para promover o gado nacional, “verde”, por ser criado majoritariamente de forma extensiva, também foi um fator indutor da expansão da pecuária bovina no país. O fato é que, devido à menor eficiência do boi como conversor de proteína vegetal em animal (tabela 2.1.2), e a crescente escassez de terras, houve um substancial aumento na produção de outras fontes, mais eficientes, de proteína animal, como ovos, carne de aves, suínos e peixes de cativeiro, conforme a figura 4.2.1:

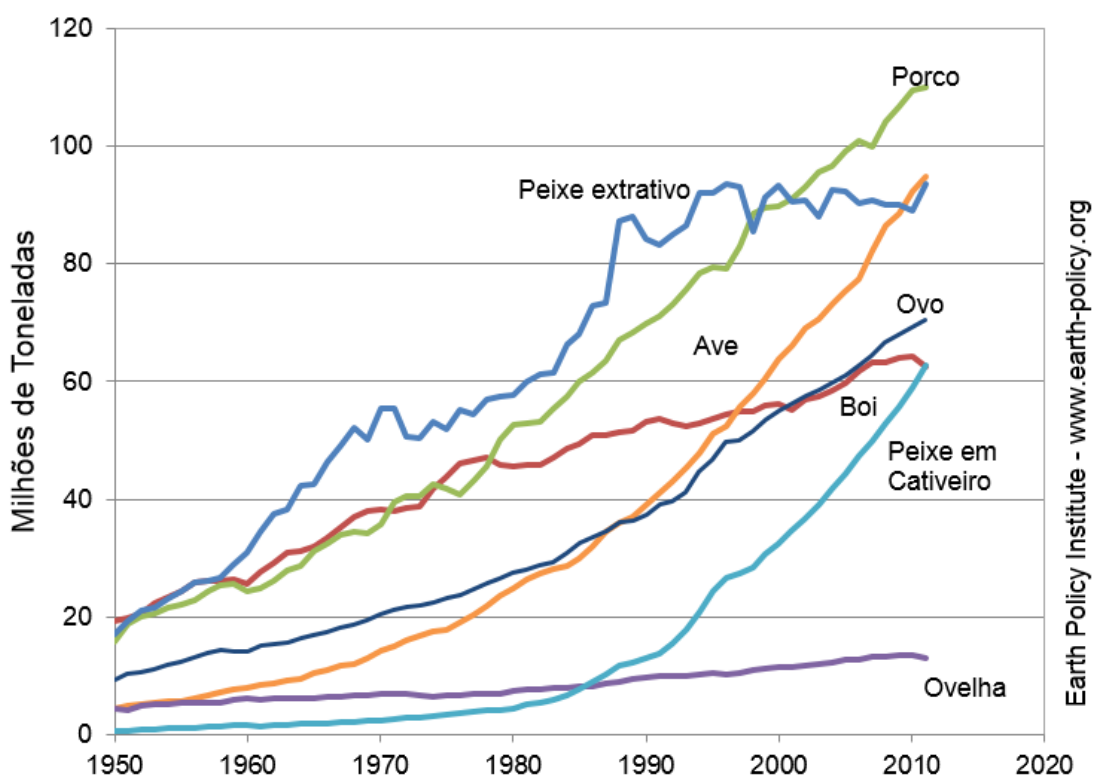


Figura 4.2.1 – Produção Global de Proteína Animal, 1950-2012

Fonte: EPI, 2013

O aumento acelerado no consumo de conversores sem capacidade de processar celulose, a forma mais abundante de fitomassa, faz o aumento do consumo da soja ficar fortemente correlacionado à expansão da demanda por carne suína e aves, vide figura 4.2.2:

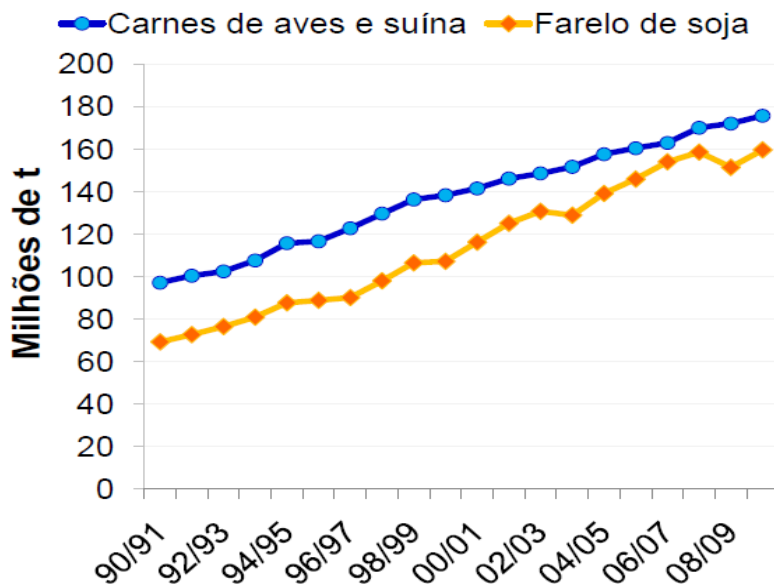


Figura 4.2.2 – Demanda Mundial de Farelo de Soja e Carnes Suína + Aves

Fonte: AMARAL (2013)

O crescimento acelerado da economia chinesa observado nas últimas três décadas influenciou na dinâmica de expansão da fronteira agropecuária na Amazônia, conforme a figura 4.2.3, que também mostra a contribuição da desvalorização da moeda brasileira, a partir de 1997, que tornou produtos brasileiros mais competitivos no mercado externo.

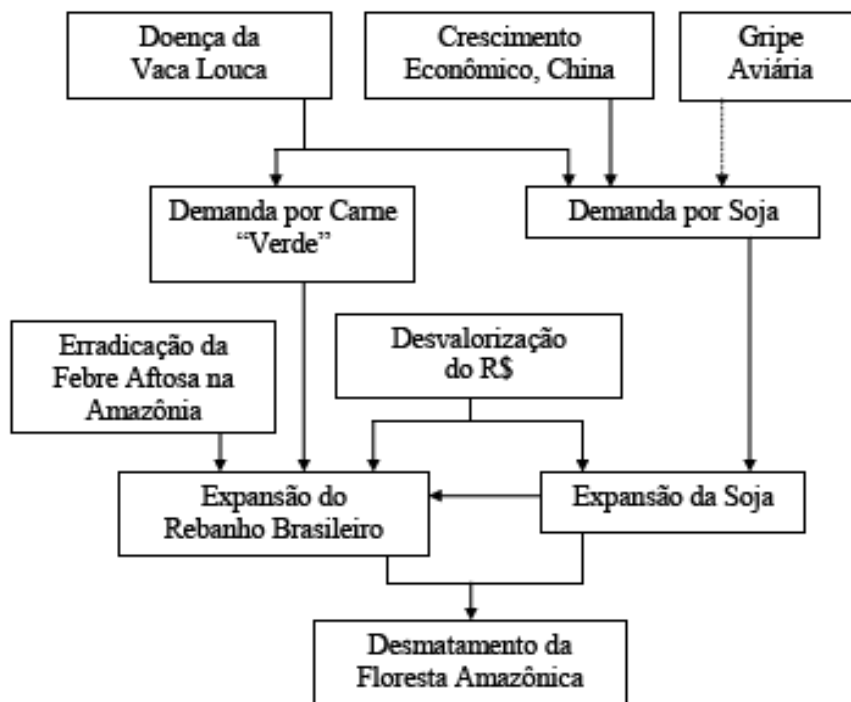


Figura 4.2.3 – “Teleconexões Econômicas”: indutores do desmatamento na Amazônia

Fonte: NEPSTAD et al. (2006)

Apesar dos impactos relacionados ao desmatamento, a ampliação da fronteira agropecuária brasileira em direção à Amazônia levou a grandes conquistas de mercado: segundo MAPA (s.d.), o Brasil teve US\$ 63 bilhões de superávit na balança comercial do agronegócio em 2010, sendo um dos maiores produtores mundiais de *commodities* agropecuárias, conforme a figura 4.2.4:

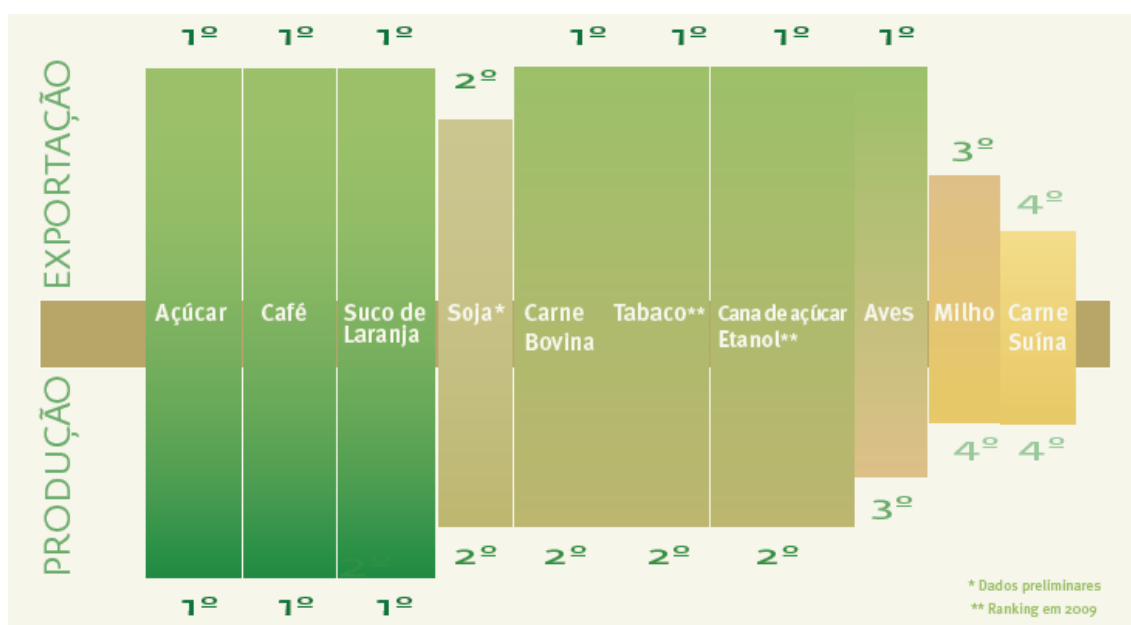


Figura 4.2.4 - Ranking Brasileiro da Produção e Exportação 2010

Fonte: MAPA (s.d.)

Este fenômeno parece estar causando desconforto. FRIEDMAN (2010) observa que a destruição de florestas tropicais para a produção de madeira, agricultura e gado expandiu a produção de *commodities* que competem diretamente com produtos norte-americanos. Ela alerta que a produção nos trópicos frequentemente ocorre através de práticas que não atendem padrões norte-americanos de sustentabilidade, relações trabalhistas e direitos humanos, concedendo uma injusta vantagem competitiva contra produtores dos EUA. Projeções da autora indicam que incentivos (créditos de carbono) para a conservação de florestas poderiam aumentar a receita do setor agropecuário norte-americano numa faixa entre US\$ 190 e 270 bilhões, entre 2012 e 2030. A autora afirma que a eliminação do

desmatamento em 2030 irá limitar as receitas dos países tropicais, provendo um nivelamento competitivo para os produtores norte-americanos na disputa pelo mercado global de *commodities*.

Uma das preocupações com a expansão da cultura da soja e da pecuária bovina extensiva no bioma amazônico é a baixa capacidade de gerar empregos. Segundo o Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2009), a soja, entre todas as culturas, era a que menos pessoal empregava por unidade de área: 18,1 pessoas ocupadas (po) / 1000 ha. O manejo de florestas plantadas ocupava 26,6 po /1000 ha, um pouco inferior ao da pecuária (27,3 po /1000 ha). As lavouras permanentes, por outro lado, formam o grupo da atividade mais intensiva no uso de pessoal, com 110 po /1000 ha, em média, sendo que o café fica no extremo superior, com 162,0 po /1000 ha.

#### **4.2.2 – Soja e o Nexo China - Amazônia**

Há aproximadamente três mil anos atrás, agricultores chineses domesticaram o soja (*Glycine max*), mas somente a partir dos anos 1920 é que a planta deixou a condição de curiosidade de jardim para se tornar um cultivo comercial. Seu produto principal era o óleo, que constitui cerca de 20% (do peso) do grão. A partir dos anos 1950, houve um aumento na demanda por carne, leite e ovos, de forma que, a partir da década seguinte, o farelo de soja se tornou o principal produto (BROWN, 2014). De fato, segundo OILWORLD apud AMARAL (2010), o farelo representa 68% da receita média do produtor, sendo que o óleo responde pelos outros 32%.

Este aumento na demanda por farelo de soja reflete a descoberta, por nutricionistas de animais, que a combinação de 1 parte de farelo de soja com 4 partes de grãos, geralmente de milho, em rações, aumentaria drasticamente a eficiência com que gado e aves convertem grãos em proteína animal. Este fator foi crucial para a soja se juntar ao trigo, arroz e milho como uma das quatro culturas mais importantes do mundo (BROWN, 2012). Segundo o autor, a produção norte-americana da oleaginosa ultrapassou à chinesa após a 2ª Guerra Mundial e, em 1965, os EUA eram responsáveis por  $\frac{3}{4}$  da oferta mundial.

Na ocasião, a produção mundial de soja era quase três vezes superior ao de óleo de palma, embora as duas representassem apenas 11,2 e 4,0% da produção global de óleos e gorduras (BASIRON et al., 2004). Estes autores traçam a trajetória de concentração deste

mercado: em 2002, a proporção da soja e palma era de 24,7% e 20,8% do mercado global, respectivamente. Conforme a tabela 2.3.1, os dois óleos, juntos, respondem hoje por 65% da oferta mundial de óleos vegetais.

Com relativamente poucos recursos terrestres e hídricos para fins agrícolas, a China deu alta prioridade política na obtenção de segurança alimentar e autossuficiência nas suas principais culturas alimentares - arroz e trigo. A produção agrícola cresceu 4,5 vezes no período de 1978-2011, após as reformas agrícolas e rurais, tornando o país o maior produtor mundial dos referidos grãos. O aumento na disponibilidade de alimentos e rendimentos mais elevados têm melhorado a segurança alimentar de forma significativa, com queda no país de quase 100 milhões de subnutridos, desde 1990, apesar da adição de 200 milhões de pessoas à sua população. (OECD-FAO, 2013). Como será visto a frente, a autossuficiência chinesa em grãos tem sofrido abalos desde o início desta década.

Devido às restrições territoriais, o gigante asiático abriu mão da autossuficiência no atendimento à demanda doméstica de soja, indiretamente, um alimento cada vez mais consumido no país, como pode ser inferido da figura 2.1.8, que indica que o consumo de carnes na China hoje é mais do dobro dos EUA. Segundo BROWN (2012), a produção e consumo de soja no país, em 1995, era de 14 Mt. Em 2013, a produção no país foi de 12 Mt, para um consumo de 80 Mt (EPI, 2014), conforme a figura 4.2.5:

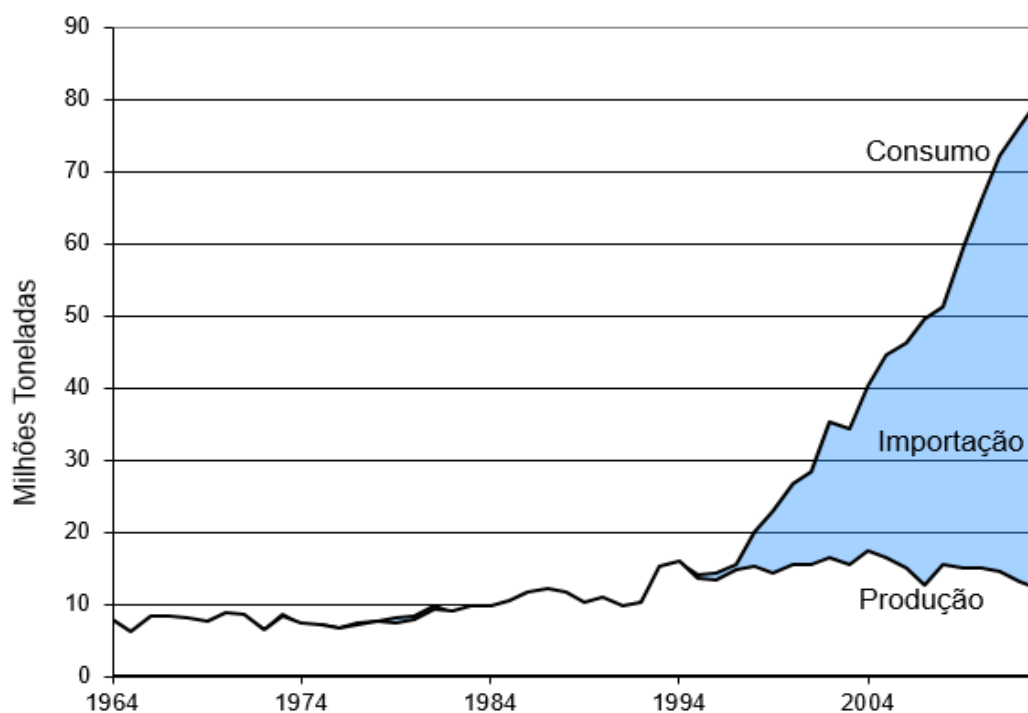


Figura 4.2.5 - Produção, Consumo e Importação de Soja da China, 1964-2013

Fonte: EPI apud USDA (2014)

Este aumento expressivo na demanda por soja tornou a China no principal importador do grão em todo o mundo, respondendo por mais de 60% do comércio mundial (BROWN, 2013). O autor observa que a demanda mundial de soja tem crescido a uma média de 7 Mt/ano, estimulado pela já comentada mudança no perfil alimentar de bilhões de habitantes, que pressionam o consumo de carnes. Este fenômeno tem causado uma reestruturação da agricultura do hemisfério ocidental: hoje, a soja é o segundo principal cultivo dos EUA, em termos de renda e alocação de terra. No Brasil, a área de plantio de soja é maior do que a de todos os demais grãos, juntos. Na Argentina, a área com soja é quase o dobro daquela de todos os outros grãos produzidos. Este fenômeno pode ser percebido na figura 4.2.6, onde fica claro que o Brasil está prestes a se tornar o maior produtor mundial da leguminosa.

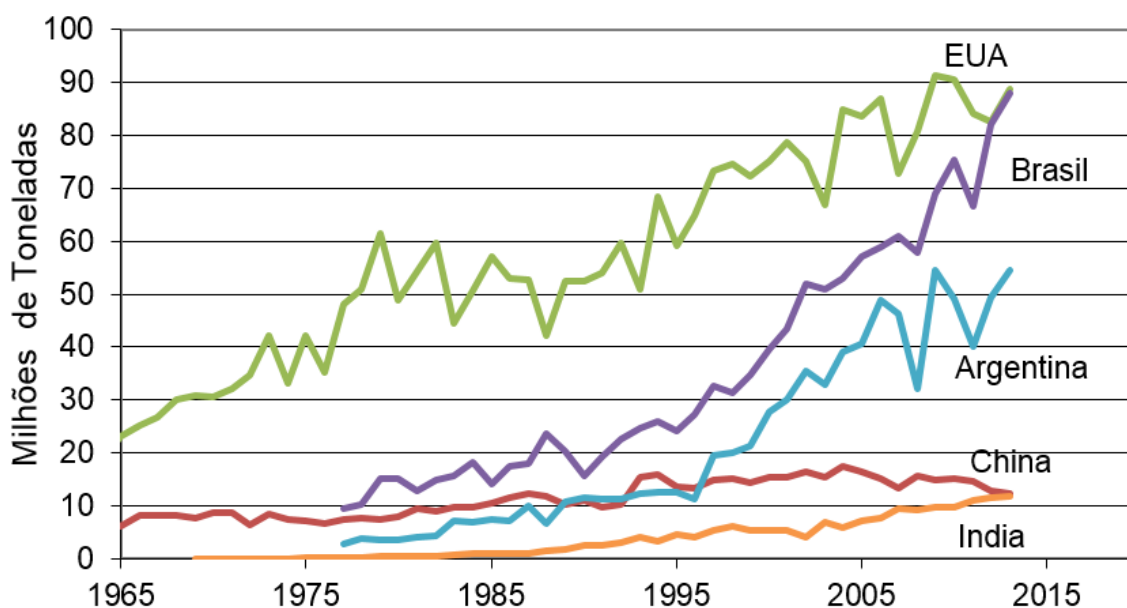


Figura 4.2.6 – Principais Produtores Mundiais de Soja, 1965-2013

Fonte: USDA apud EPI (2013)

CONAB (2014) indica que a área plantada estimada no Brasil para a safra 2013/14 deve totalizar 54,98 Mha, um aumento de 3,2% (1,72 Mha) em relação àquela cultivada na safra 2012/13, de 53,26 Mha. A estimativa é que a área plantada com soja no período

aumento de 27,74 Mha para 29,67 Mha (1,93 Mha), evidenciando a importância crescente da cultura no país, na medida que sua área de plantio cresce às custas de outros grãos.

CONAB (2014) mostra que a área de plantio de soja ainda é incipiente na região Norte: a previsão de área plantada na safra 2013/14 é de 400 mil hectares nos estados da região (exceto TO), apesar da inauguração, em 2003, do Porto da Cargill, em Santarém, que impulsionou a produção de soja na região (HOMMA, 2010), mesmo ele tendo sido construído com o propósito de escoar a produção de soja de Mato Grosso pelo rio Tapajós.

Entretanto, a maior expansão da soja ocorre em Mato Grosso, maior produtor nacional, com previsão de 8,4 Mha plantado em 2014. O comportamento neste estado, parcialmente localizado no bioma amazônico, explica a figura 4.2.7, que mostra o impacto da expansão das culturas agrícolas no referido bioma. Entre 1999 e 2010, a área plantada com soja triplicou, de aproximadamente 1 Mha para 3 Mha, taxa muito superior à das demais culturas regionais. Este aumento representa 20% da expansão total (10,6 Mha) da oleaginosa observada no Brasil durante este período CONAB (2013a).

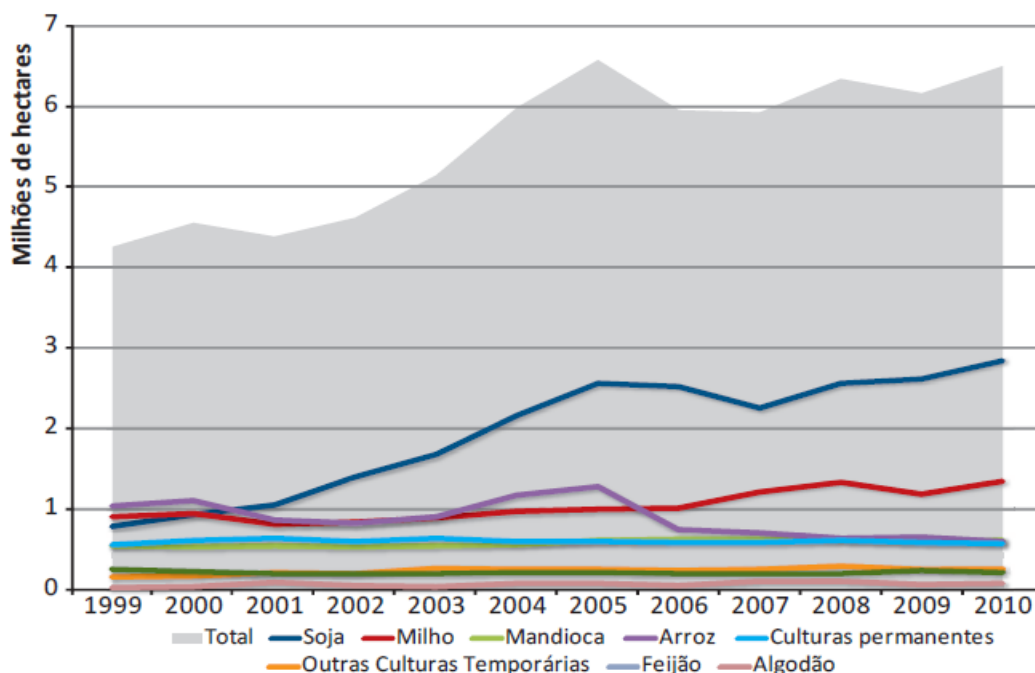


Figura 4.2.7 - Área plantada de principais culturas na Amazônia, 1999 a 2010.

Fonte: BARRETO et SILVA (2013)

Satisfazer a demanda global crescente de soja representa um enorme desafio. Uma que esta é uma leguminosa, fixadora de N atmosférico no solo, ela não responde à injeção vez



de fertilizantes nitrogenados, como, por exemplo, o milho, que tem grande demanda por este macro nutriente. Como a planta de soja destina parte de sua energia metabólica no processo de troca simbiótica de fixação biológica de N, sobra menos energia para produzir sementes. Isto dificulta o aumento de produtividade, forçando os países produtores a destinarem cada vez mais terras para sua produção (BROWN, 2012).

De fato, CONAB (2013a) mostra como, entre as safras 1976/77 e 2013/14, a área total plantada com soja aumentou em 327% (de 6,95 Mha para 29,7 Mha), ao passo que a produtividade no período subiu de 1748 kg grão/ha para 3.035 kg/ha, um aumento de apenas 74%. Conforme alerta BROWN (2012), os EUA não têm mais terras agrícolas que comportem uma expansão na produção deste grão. Segundo ele, é quase inexorável que a expansão ocorra no Brasil, nos biomas amazônico e cerrado. Em suas conclusões, o autor indica que o salvamento da floresta amazônica depende de uma rápida estabilização no consumo de proteína animal, fenômeno ora observado nos EUA e outras sociedades afluentes, mas ainda muito distante de ocorrer nos países emergentes, com um consumo per capita ainda muito aquém das nações ricas.

Conforme visto acima, desde a década de 1960 o farelo é o principal produto da soja. Como parte da soja brasileira é esmagada no país, o seu óleo é dominante em relação aos demais óleos vegetais, como pode ser visto na tabela 4.2.1. Dado o consumo atual de biodiesel (~3Mt) no país, fica evidente que somente o óleo de soja e o sebo bovino possuem a escala e ampla distribuição regional necessária para alavancar a produção deste biocombustível, cabendo ao sebo um papel menor, dada a restrição de oferta.

Tabela 4.2.1 - Oferta de óleos e gorduras no Brasil

Safra 2012/13	Oleaginosas (1.000 t)	Óleos e gorduras (1.000 t)		Disponibilidade regional
Soja	81.513	7.324	79,5%	Todas as regiões
Algodão	1.990	283	3,1%	Centro-Oeste/Nordeste
Palma + palmiste	n/a	371	4,0%	Norte
Mamona	25	16	0,2%	Nordeste
Amendoim	219	40	0,4%	Sudeste
Canola	61	33	0,4%	Sul
Girassol	100	47	0,5%	Centro-Oeste/Sul
Outros óleos vegetais	119	97	1,1%	Todas as regiões
Gorduras animais	n/a	999	10,8%	Todas as regiões

Fonte: AMARAL, D.F. (2013)

A figura 4.2.8 mostra o balanço de oferta do complexo soja do Brasil para a safra 2013/14, onde fica claro que mais da metade da produção do grão é exportada sem qualquer beneficiamento, por imposição da China, principal cliente mundial.

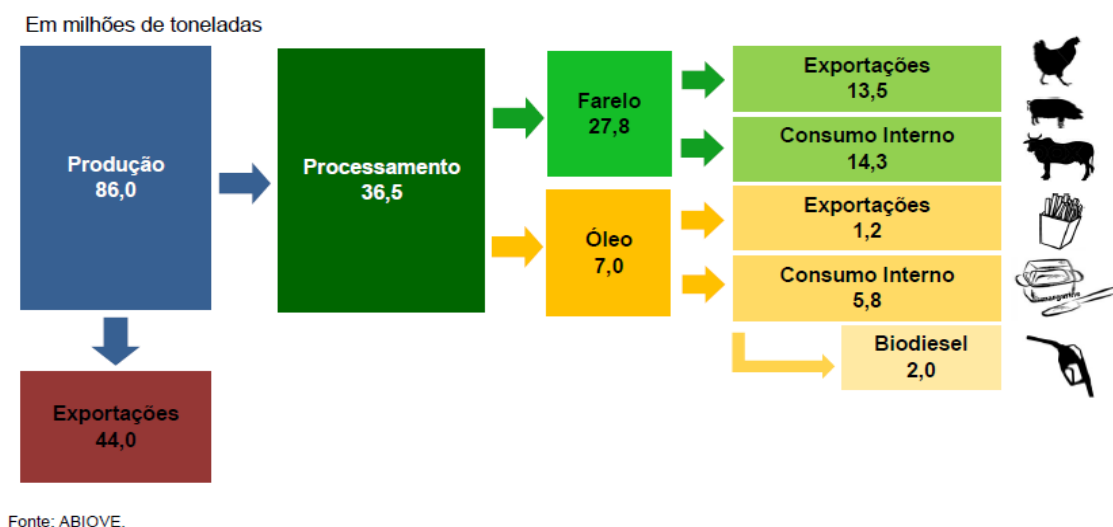


Figura 4.2.8 - Balanço de Oferta e Demanda da Soja no Brasil – Safra 2013/2014

Fonte: AMARAL, D.F. (2013)

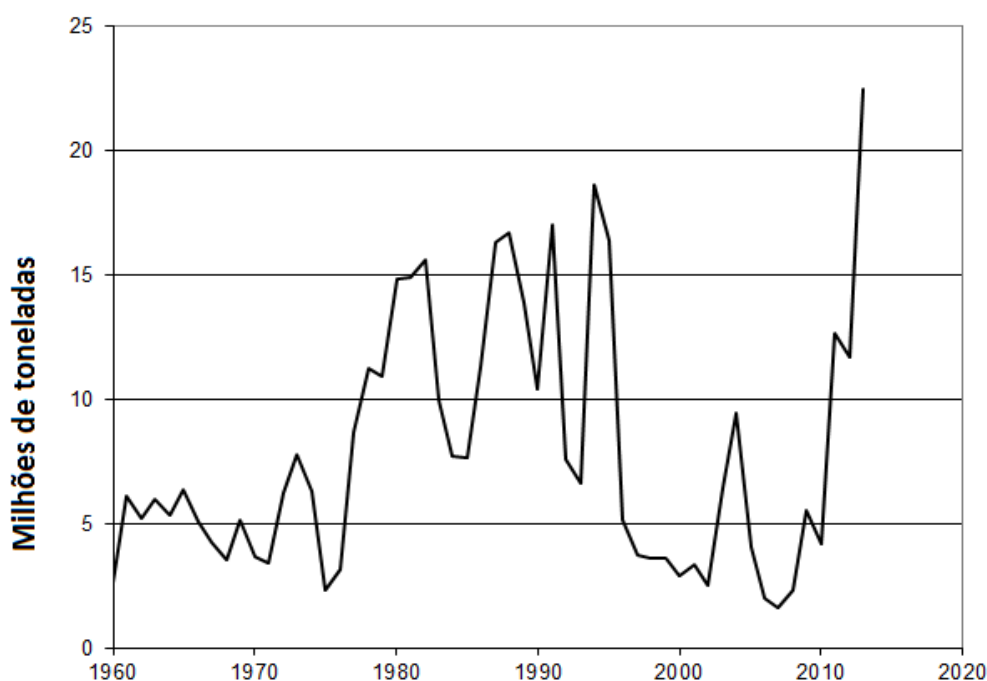
A figura 4.2.8 também mostra que existe ampla oferta de óleo de soja de forma a aumentar o teor de biodiesel na mistura com o diesel mineral, hoje fixado em 5%. De fato, ZILIO (2013) mostra ser possível aumentar o teor de biodiesel para 7%, apenas reduzindo as exportações do óleo. Caso houvesse um aumento no esmagamento da soja, o teor poderia subir ainda mais, com pouca necessidade de investimento por parte do setor de biodiesel, dada a sua alta capacidade ociosa, fato visto na seção 3.4.

Por conta de pressões<sup>67</sup> do mercado, o setor sojicultor tem adotado uma postura contra o desmatamento da Amazônia. Em 2006, a Associação Brasileira de Óleos Vegetais - ABIOVE e a Associação Nacional dos Exportadores de Cereais - ANEC decidiram não comprar, por dois anos, soja oriunda de novas áreas desmatadas no bioma Amazônia, se comprometendo ainda a colaborar na criação de normas de operação na região e a cobrar

<sup>67</sup> A moratória resultou de uma campanha do Greenpeace que demonstrou a ligação entre o consumo de *fastfood* na Europa com o desmatamento ilegal (BARRETO et al., 2008)

o ZEE. Em julho de 2008 o acordo foi renovado e assim sucessivamente, até outubro de 2012, quando a moratória foi renovada pela sexta vez. RUDORFF et al (2011) utilizaram imagens do Landsat-5, capazes de monitorar áreas desmatadas com mais de 25 ha, além de inspeções em campo, para concluírem que, na safra 2009/10, apenas 6,3 mil ha de soja (0,25% do desmatamento total) foram identificados em áreas desmatadas durante o período da moratória, levando os autores a concluírem que “o citado acordo certamente exerceu um efeito inibitório na expansão da fronteira da soja no bioma Amazônia”.

No início desta seção, observou-se que a China, por conta de um passado traumático de extrema vulnerabilidade alimentar<sup>68</sup>, decidiu, a partir dos anos 1990, buscar autossuficiência no atendimento da demanda interna de grãos, particularmente, arroz e trigo, o milho em terceiro lugar. Entretanto, esta meta está sob ameaça, dado o observado aumento explosivo das importações nos últimos anos (figura 4.2.9), alçando-a à condição de segundo maior importador mundial, em 2013, atrás do Japão. Sintomaticamente, o percentual de grãos destinado à alimentação animal, estável entre 2000 e 2006 (28%), cresceu desde então, alcançando 37% em 2013, um recorde histórico do país (EPI, 2014).



<sup>68</sup> Segundo SMIL (1999), entre a primavera de 1959 e o fim de 1961, cerca de 30 milhões de chineses morreram de fome e aproximadamente o mesmo número de nascimentos foram perdidos ou adiadas. De acordo com a autor, a produção de grãos caiu de 180 Mt em 1959 para 140 Mt no ano seguinte. Entre as principais causas, a decisão do PC chinês em priorizar a produção de aço em detrimento da produção de alimentos, em adição a uma seca entre 1960 e 1961.

#### Figura 4.2.9 – Importações de grãos pela China

Fonte: EPI (2014)

Segundo BROWN (2014), desde 2006, a demanda por grãos aumenta a razão média de 17 Mt/ano na China. De acordo com o autor, seus agricultores estão perdendo água de irrigação com o esgotamento de seus aquíferos. Enquanto isso, o abastecimento de água está sendo desviado para usos não agrícolas e áreas de cultivo estão sendo perdidas para construções urbanas e industriais. Como a produtividade de grãos na China já entre as mais altas do mundo, o potencial para aumentar a produção dentro de suas próprias fronteiras é limitado. Não à toa, o título do ensaio é: “Quem irá alimentar a China?”

Segundo CONAB (2014), entre 2002 e 2012, as exportações brasileiras de soja aumentaram 61%; por outro lado, as exportações de milho aumentaram em 622% no período, sendo que a variação entre 2011 (9,46 Mt) e 2012 (19,78 Mt) foi de 109%. Este é um indicador pouco alvissareiro para o futuro da Amazônia, visto este grão ser a 2ª cultura que mais cresce no bioma (vide figura 4.3.6). Em contraponto, a produtividade nacional do milho cresceu 214%, entre 1976/77 e 2013/14, apesar da queda observada entre 2012 e 2013 (CONAB, 2013b).

#### **4.2.3 – Gado Bovino na Amazônia: Extrativismo ainda é possível?**

Conforme exposto ao longo desta tese, em todo o mundo, há uma crescente tensão entre conflitantes objetivos econômicos, sociais e ambientais, agravada tanto pela pressão do aumento na demanda global por alimentos quanto pelos riscos associados às mudanças climáticas. A grande riqueza de recursos naturais do Brasil proporciona imenso potencial para que o país alcance esses objetivos conjuntamente. O uso eficiente da terra é, hoje, um grande desafio, crucial para promover o crescimento sustentável, daí a necessidade de se estabelecer uma estratégia de Produção e Proteção (P&P), que consiste em uma abordagem integrada de uso da terra (CPI, 2013).

BARRETO et SILVA (2013) afirmam ser possível combater o desmatamento da Amazônia e promover o crescimento da economia rural da região. Observam que essa tendência já vem ocorrendo desde 2007 e pode ser consolidada nos próximos anos. Foi visto na seção 4.1.3 que o fator crítico para aumentar a produção agropecuária brasileira

sem aumentar o desmatamento não pode ser outro do que o aumento da produtividade, especialmente da pecuária, principal uso das áreas desmatadas.

O impacto do aumento da produtividade média desta atividade (expressa em cabeças/ha) pode ser percebida na tabela 4.2.2, que mostra o quanto de área para cultivos agrícolas (no caso, os principais, soja e cana-de-açúcar) poderia ser disponibilizada, caso houvesse um pequeno aumento na produtividade da pecuária nacional.

Tabela 4.2.2 – Área usada com soja, cana e gado em 2011 e cenário<sup>69</sup> para 2020

	2011				2020			
	Cana	Soja	Pecuária	Total	Cana	Soja	Pecuária	Total
Área (Mha)	8	24	172	204	14	26	139	179
Produção (Mt)	651	68	9		1038	84	11	
Número cabeças (milhões)	n.a.	n.a.	169	n.a.	n.a.	n.a.	194	n.a.
Cabeças /ha	n.a.	n.a.	1	n.a.	n.a.	n.a.	1,4	n.a.

Fonte: AMARAL (2010)

Em princípio, a figura 4.2.10 mostra um sinal positivo, no que toca o aumento da produtividade da soja e da pecuária em todas as regiões do Brasil, assim capturado nas edições de 1970, 1975, 1980, 1985, 1995 e 2006 do Censo Agropecuário do IBGE. No caso da soja, parece haver uma convergência, em todas as regiões, para uma produtividade média de 3 toneladas grão /ha \* ano. No caso da pecuária, ainda subsiste uma forte dispersão entre as regiões, mas se percebe que a região Norte, onde se localiza a maior parte do bioma amazônico, aumentou sua produtividade de forma mais acentuada entre 1985 e 2006. Será visto adiante que a produtividade nacional ainda é muito menor do que a potencial, mesmo considerando a manutenção do atual modelo de criação extensiva.

<sup>69</sup> Previsão considerando uma taxa anual de crescimento de 1,1% (crescimento demográfico).

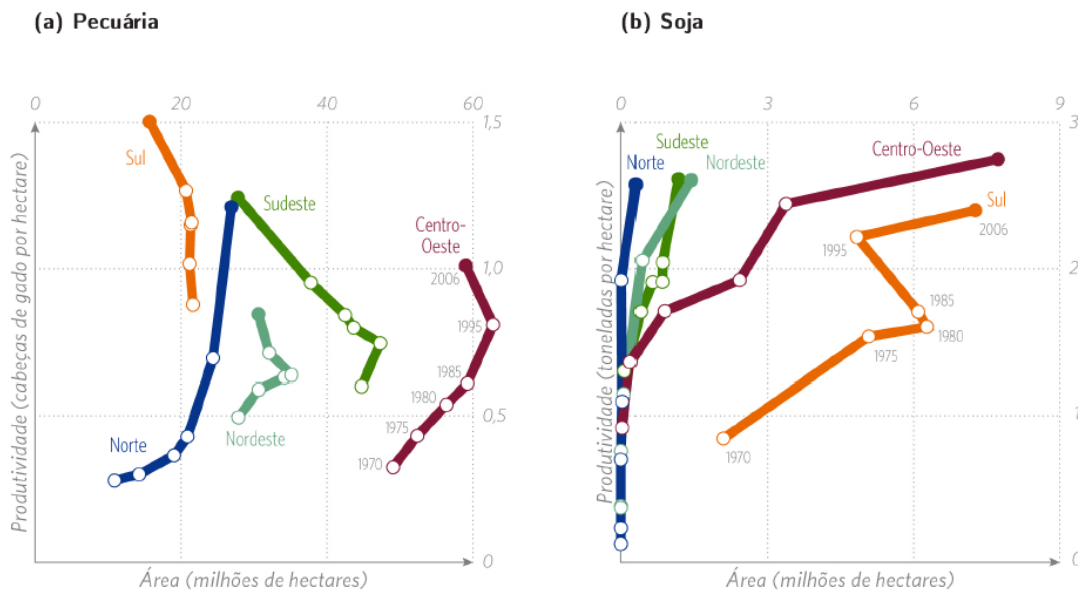


Figura 4.2.10 - Evolução da Produtividade e da Área de Pecuária e Soja, 1970 a 2006

Fonte: CPI (2013)

Segundo CPI (op. cit.), as principais práticas que levaram ao aumento na produtividade da soja foi o uso de sistemas de plantio direto (SPD) e sementes modificadas (OGMs). No caso da pecuária, os autores concluíam, baseado no Censo Agro 2006, que a rotação de pastagens e a aplicação de calcário nestas foi determinante. Entretanto, observam que, entre 1970 e 2006, a produtividade média da agricultura aumentou quatro vezes, ao passo que a pecuária apenas duplicou. Não à toa, citam evidências de que houve significativa conversão de pastagens de baixa produtividade em lavouras de alta produtividade (cana-de-açúcar no Sudeste, soja no Centro-Oeste), daí as pastagens fora da Amazônia estarem diminuindo (BARRETO et al., 2008).

Foi visto na seção 2.1 que a maioria dos cultivos (exceção ao milho), realizados em países com um setor agrícola razoável organizado, já indicam uma saturação na taxa de produtividade. Com relação à criação de gado bovino de forma extensiva no Brasil, há indícios de que existe ainda muito espaço para ganhos de eficiência. BARRETO et SILVA (op. cit.) apontam que, apesar dos avanços, a produtividade da pecuária nacional ainda está num patamar de aproximadamente 80 kg carne/ha\*ano, mas estimam que o uso de melhores práticas pode resultar numa produtividade de 240 a 720 kg carne/ha\*ano (200% a 800% de aumento). Os citados autores analisam as razões que dificultam o crescimento da produtividade, especificamente, no bioma Amazônia. Entre elas:

- Desmatamento ainda ocorre para assegurar a posse de terras públicas para especulação, pois o poder público historicamente valida ocupações irregulares destas terras, inclusive por meio de doação e venda abaixo do preço de mercado<sup>70</sup>. Nestes casos, o investimento tende a ser precário, resultando em grande estoque de terras mal utilizadas;
- Arrecadação ineficaz do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR), que prevê taxas mais elevadas para imóveis com baixo grau de utilização. Em 2002, a arrecadação deste imposto foi de apenas 6% do potencial;
- Indícios de que o uso de terras para lavagem de dinheiro e sonegação de impostos estimulam a ocupação e o desmatamento de terras na região, pois o Imposto de Renda Rural (IRR) para pessoas físicas incide sobre apenas 20% da renda bruta do imóvel;
- Irregularidades ambientais e fundiárias, que dificultam o acesso ao crédito rural, além de desestimular o investimento dos posseiros: “não vou investir em casa alugada”;
- Investimento também dificultado pelo baixo nível educacional dos produtores rurais. Segundo IBGE (2009), na Amazônia, 25% deles eram analfabetos e 51% concluíram apenas o ensino fundamental;
- Insuficiência de assistência técnica: apenas 32% das famílias assentadas em projetos de reforma agrária no país receberam alguma assistência em 2011.

Conforme a tabela 4.1.6, os pastos sujos representavam 14,2% dos pastos encontrados em áreas desmatadas da Amazônia, em 2010. Nestes pastos, a alta incidência de plantas invasoras diminui a disponibilidade de forragem, levando o gado até quatro anos para atingir o peso ideal para o abate (BARRETO et SILVA, op. cit.). Outro ponto é a baixa taxa de prenhez (entre 60 e 80%), que faz com que grande número de vacas ocupe espaço durante longo período sem produzir novos bezerros. Isto se deve à alimentação deficiente e a ineficiência do produtor na identificação de vacas que devem ser descartadas por serem improdutivas.

Este ponto está relacionado com a má-gestão do manejo pecuário como um todo, segundo CORSI et al. (2007). Estes afirmam que “a pecuária é tão boa que até sua condução com

---

<sup>70</sup> Segundo BARRETO et al. (2008), o uso gratuito de milhões de hectares de posses irregulares e terras ilegalmente documentadas (griladas) constitui o principal subsídio ao uso extensivo de gado na Amazônia.

amadorismo permite ser explorada por longos períodos de tempo, o que seria impossível em qualquer outra atividade econômica” e justificam a situação: gestão extrativista (sem emprego de insumos), com reduzidos investimentos na exploração.

Este modelo normalmente está associado a produtividades decrescentes devido à redução na fertilidade do solo, aumento de plantas invasoras nas pastagens, início de erosão, descaso no manejo das pastagens e do rebanho etc., ocasionando uma produtividade média do gado de corte em sistemas extrativistas em torno de 5 arrobas (74 kg) /ha/ano. Com esses níveis de produtividade, segundo os autores, pecuaristas mudam de atividade ou arrendam suas terras para ampliação de outras culturas, sem reconhecerem que é possível elevar suas produtividades em, pelo menos, seis vezes na pecuária de corte.

De acordo com PALERMO (2011), entre três alternativas de manejo, o sistema de *piqueteamento e rotacionamento* representa a melhor opção, com o menor custo e o maior potencial de abatimento de emissões de GEE, seguido pela alternativa de *consorciamento com leguminosa*, com custo muito próximo ao do anterior, porém menor potencial de abatimento de emissões. Por fim, o autor indica que o manejo via confinamento animal representa a alternativa com os menores benefícios, devido aos altos custos relacionados à alimentação e ao tratamento de dejetos. Isto está de acordo com COSTA et al (2006 apud BARRETO et SILVA, 2013), que em estudo de caso, mostrou que somente a divisão de pastos e a rotação correta do gado aumentou a produtividade de 74 para 262 kg/ha/ano.

Os sistemas de piqueteamento e rotacionamento utilizam como insumo básico a energia solar, com foco no potencial fotossintético das pastagens. Uma premissa básica destes sistemas é a divisão das pastagens em piquetes, fazendo com que, enquanto um deles está em uso, outros fiquem em descanso, favorecendo assim a fotossíntese, através do acúmulo das reservas tanto energéticas quanto proteicas nas raízes das plantas<sup>71</sup>. O mais emblemático é o sistema de Pastoreio Racional Voisin – PRV. Apesar do sistema ser rotacionado, não segue uma ordem pré-estabelecida e a troca de pastos segue uma análise fisiológica das pastagens de cada piquete. O sistema PRV teve início quando André Voisin, trabalhando nas pastagens de sua propriedade, na França, mediu a produção de pasto por hectare e por dia, proporcionando a curva representado pela figura 4.2.11:

---

<sup>71</sup> Uma vantagem do clima quente da Amazônia é que as gramíneas do tipo C<sub>4</sub> têm seu crescimento fortemente diminuído com temperaturas abaixo de 18°C, não sendo indicado para climas temperados.



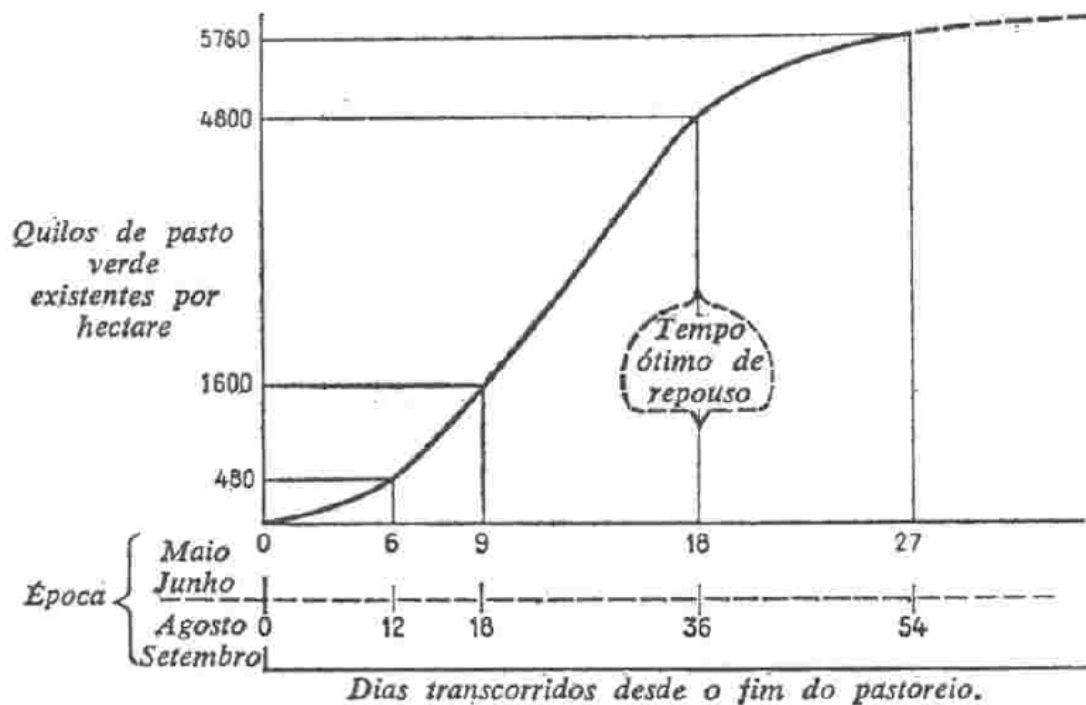


Figura 4.2.11 – Curva de crescimento de pasto (kg fitomassa/ha)

Fonte: VOISIN (1974 apud CASTAGNA et al., 2008)

Analisando-se essa curva, verifica-se que, com seis dias de repouso, a pastagem tinha produzido 480 kg de pasto verde/ha. Aos nove dias de repouso, a produção aumentou para 1.600 kg/ha, ou seja, 3,3 vezes mais; finalmente, com 27 dias, obteve-se a produção de 5.760 kg/ha e notou-se uma inflexão da curva, indicando que a pastagem encaminhava-se para a maturação.

Do 6º ao 18º dia de repouso, a curva apresentou crescimento exponencial na produção de pasto por unidade de tempo, intervalo que VOISIN (1957 apud CASTAGNA et al., 2008) chamou de “labareda de crescimento”, na qual a captura de energia radiante suplanta amplamente o gasto energético da respiração e da manutenção, e as reservas das raízes são reabastecidas; a partir do 18º dia, a intensidade de crescimento diminuiu, tendendo a se anular. A este ponto, quando se inicia o período de maturação, VOISIN (op. cit.) chamou de ponto ótimo de repouso da pastagem e cuja identificação para a entrada do gado para pastoreio é um fundamento básico do manejo racional dos pastos.

A planta, ao longo da curva, sofre mudanças qualitativas, além de quantitativas. A pastagem do início do rebrote é pobre em fibra e rica em compostos nitrogenados

solúveis, o que pode provocar diarreia, desperdiçando um bem escasso. Já a pastagem no seu ponto ótimo de repouso, além de produzir maior quantidade de matéria seca por hectare, tem sua composição mais equilibrada, com teor de fibra melhor e o N se encontra quase todo na forma de aminoácidos, forma mais convenientes para absorção pelo boi.

Seguindo preceitos agroecológicos e um conjunto de quatro leis básicas (lei do repouso, lei da ocupação, lei do rendimento máximo e lei do rendimento regular) o PRV é a tecnologia mais eficiente e econômica para a produção de gado (CASTAGNA et al., 2008). Ele se diferencia das demais técnicas de rotação, por não haver tempos fixos para a ocupação, nem tampouco para repouso das parcelas, pois a duração deste varia de acordo com a espécie vegetal, estação do ano, condições climáticas (chuva, temperatura, vento, radiação solar etc.), fertilidade do solo e outros fatores ambientais.

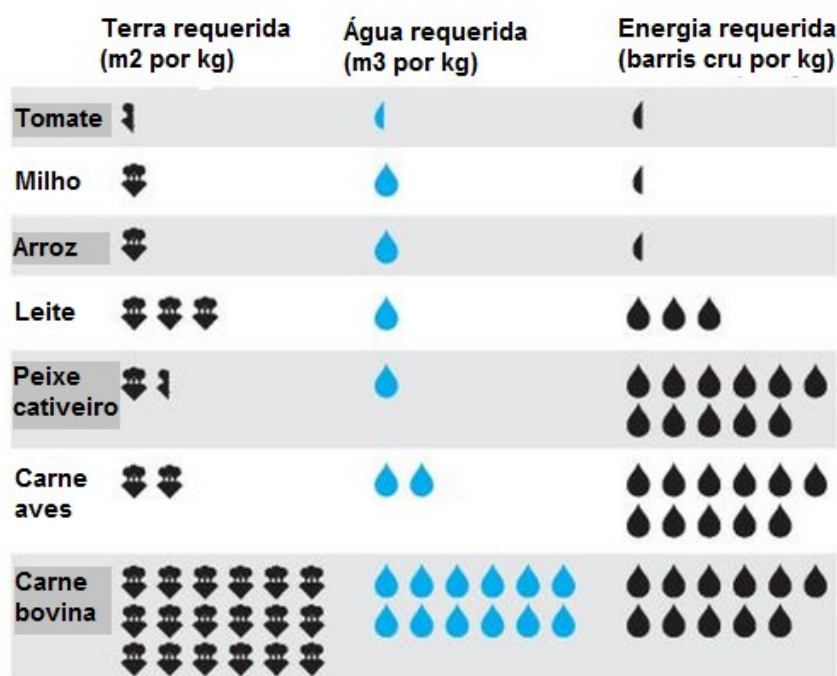
A maior eficiência fotossintética do PRV resulta na produção intensa de matéria orgânica (MO), que proporciona outras vantagens. Segundo CASTAGNA et al. (op. cit.), as bactérias saprófitas que decompõem a MO capturam grande quantidade de N atmosférico, à semelhança das leguminosas e, após a morte, disponibilizam N para as plantas. Além disso, durante a decomposição aeróbica da MO, desprende-se  $\text{CO}_2$ , mais pesado que o ar e que, ao combinar com a água, forma o ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), solubilizador natural dos minerais necessários à nutrição das plantas. Como no processo PRV não se usa o arado, quase todo o  $\text{CO}_2$  se transforma em  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , minimizando sua liberação para a atmosfera. O arado enterra a MO e produz um ambiente anaeróbico; logo a decomposição se dá por bactérias anaeróbicas, com liberação de  $\text{CH}_4$  para a atmosfera. Assim, uma pastagem bem manejada, com seus pastos comidos no ponto ótimo de repouso, libera menos  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$  para a atmosfera do que uma cultura feita com prévia aração.

A demanda projetada de carne bovina para 2023 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento é de 10,91 Mt, 22% acima da produção de 8,93 Mt em 2013 (MAPA, 2013). Utilizando cifras conservadoras (300 kg/ha\*ano) de produtividade de pastos com técnicas de rotação e pastoreio, BARRETO et SILVA (op. cit.) estimaram, baseado nos resultados do TerraClass 2008, que seria viável atender a citada expansão de carne bovina por meio do aumento de produtividade em aproximadamente 6,7 Mha já desmatados. Segundo os autores, PA, MT e RO detêm 85% da área de pastos com potencial agrônomico bom e regular no bioma Amazônia, fora de áreas protegidas (exceto APAs).

Isto equivale a cerca de 24% da área de pastos com potencial agrônomico bom e regular<sup>72</sup> existentes em 2007 e fora de Áreas Protegidas no bioma Amazônia. Por outro lado, se fosse mantida a produtividade média atual, seria necessário desmatar aproximadamente 12,7 Mha para atender a demanda adicional projetada até 2023. Neste cenário, a taxa de desmatamento média anual (1,27 Mha) seria mais de duas vezes a média observada em toda a Amazônia Legal, entre 2009 e 2013 (figura 4.1.2).

Os dados acima evidenciam como o combate ao desmatamento está intrinsecamente ligado aos esforços para aumentar a eficiência produtiva do rebanho bovino brasileiro, à medida que este se desloca paulatinamente para o bioma Amazônia. Existe farta evidência de que é possível triplicar (ou mais) a produtividade dos pastos nacionais, de forma a atender à demanda global por grãos e carnes sem causar desmatamentos.

Nunca é demais frisar as vantagens comparativas da criação de gado em sistemas extensivos. Como resume a figura 4.2.12, a produção de carne bovina não só requer mais terra do que alimentos alternativos, como também mais água e mais energia. Dada a maior disponibilidade de terras, recursos hídricos e insolação, dificilmente outro país tem condições de competir na produção de carne bovina com o Brasil.



<sup>72</sup> Foram suprimidas as áreas com pluviosidade média > 2.800 mm/ano, pois análises indicam que a lotação dos pastos em áreas com pluviosidade acima deste patamar era baixa, provavelmente por serem mais propícias ao desenvolvimento de doenças e pragas e pela rápida perda de nutrientes do solo. Por outro lado, esta pluviosidade intensa favorece o cultivo da palma, reduzindo o conflito entre os dois usos da terra.

Figura 4.2.12 – Terra, água e energia requerida para produção de alimentos seletos

Fonte: HECK et ROGERS (2014)

### **4.3 – Agroenergia e a Palma: Novo Ciclo na Amazônia?**

#### **4.3.1 – Agroenergia: Vocação da Amazônia**

A eletrificação de uma região é essencial para o desenvolvimento local, daí o Governo Brasileiro promover esforços para universalizar o acesso à energia elétrica, através do Programa Luz para Todos (PLpT), gerenciado pelo Ministério de Minas e Energia (MME). Lançado em novembro de 2003, tem a missão de acabar com a exclusão elétrica no país, tendo estabelecido meta inicial de levar o acesso, gratuitamente, para mais de 10 milhões de pessoas do meio rural, até 2008. Esta meta foi alcançada em maio de 2009 e, em dezembro de 2013, o PLpT já havia chegado para cerca de 15 milhões de moradores rurais de todo o país (MME, 2014b).

Não obstante seu imenso potencial energético, a Amazônia apresenta um desafio maior do que as demais regiões, por conta da grande extensão territorial, baixa densidade demográfica, densa rede hidrográfica, inúmeras áreas alagadas e floresta compacta, que encarecem o acesso à energia. Isto também leva a Amazônia a ter a menor cobertura de domicílios atendidos com eletricidade dentre todas as regiões do Brasil (EPE, 2013). Desta forma, a implantação do PLpT iniciou pelos locais aonde é viável a extensão das redes de distribuição a partir de sistemas existentes. Para uma parte, que representa mais da metade do território, geralmente a energia vem de sistemas de geração isolada, cuja sustentabilidade requer que a fonte de energia primária seja renovável (ARAÚJO, 2009).

Em decorrência, a maioria dos vilarejos e das moradias isoladas não recebe fornecimento regular de energia elétrica, o que torna inacessível o conforto do mundo moderno e o beneficiamento da produção. Além disso, o preço elevado do combustível é um grande obstáculo para o transporte de pessoas e de mercadorias. Essa triste realidade acarreta na baixa rentabilidade da atividade produtiva e causa sérias dificuldades econômicas para muitos moradores do interior, que permanecem na pobreza e na exclusão social (DI LASCIO et BARRETO, 2009).

Nas localidades onde não existe oferta de energia elétrica são registrados também os menores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH), sendo fácil identificar que esta deficiência é o principal entrave ao desenvolvimento e ao bem estar social. Por outro lado, o fornecimento de eletricidade a partir do óleo diesel não é viável em razão dos custos operacionais excessivos (DI LASCIO et BARRETO, op. cit.). De fato, a figura 4.3.1 mostra como a geração elétrica via geradores estacionários com óleo diesel é a modalidade mais cara no país.

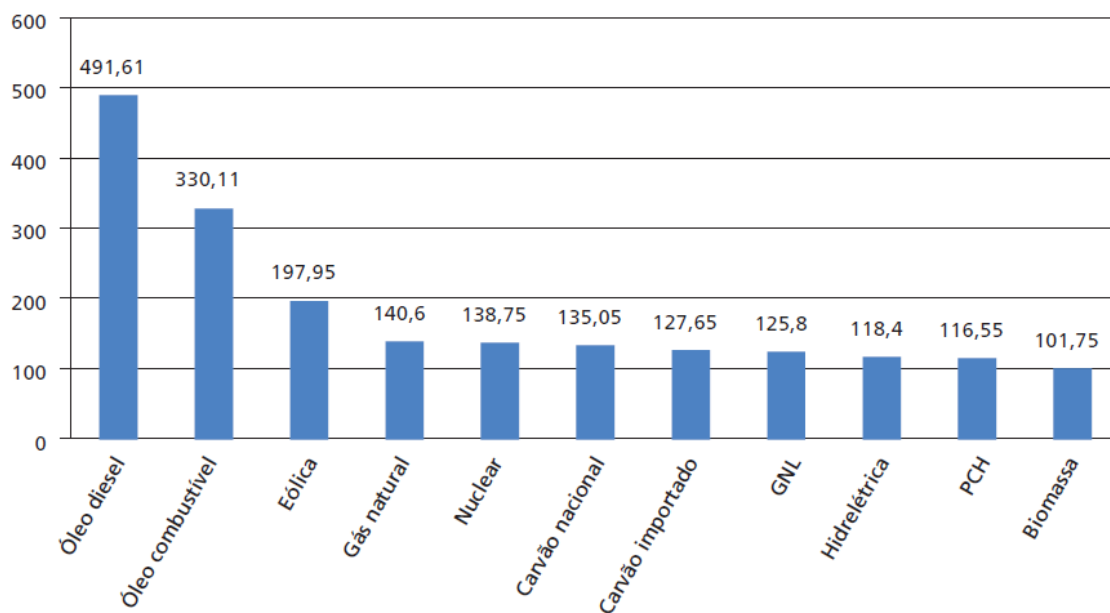


Figura 4.3.1 - Custos de produção de energia elétrica no Brasil (R\$/MWh)

Fonte: IPEA (2012)

Ou seja, sem energia não há desenvolvimento possível, e com eletricidade de termelétricas a diesel não existe equilíbrio econômico durável. Conforme será visto na seção 6.4, o diesel é, de longe, o energético mais importante para atender a demanda elétrica das comunidades isoladas da Amazônia.

Para agravar o desafio do abastecimento energético da região Amazônica, a tabela 4.3.1 evidencia a alta vulnerabilidade energética no que toca a dependência de diesel importado pelos estados da região Norte: 88% de todo diesel consumido (5,94 milhões de litros) em 2012 veio de fora<sup>73</sup>, sendo que mais de ¼ deste total é destinado a alimentar os Sistemas

<sup>73</sup> A única refinaria na Amazônia Legal é a REMAN (Refinaria de Manaus), pertencente à Petrobrás.

Isolados. Por conta do uso intensivo de combustíveis fósseis, os sistemas isolados emitem proporcionalmente mais GEE do que a sua contribuição na geração elétrica, como será visto na referida seção.

Tabela 4.3.1. Vendas, demanda e produção de diesel na Região Norte (1000 m<sup>3</sup>)

	2008	2009	2010	2011	2012
Diesel B5 vendido na Região Norte [1]	3.951	4.075	4.861	5.242	5.691
Diesel Hidroviário <sup>74</sup> vendido na Região Norte [2]	n.d	n.d.	266	276	250
Demanda Diesel pelos Sistemas Isolados [3]	776	935	1,291	1,437	1,515
% Demanda Diesel B5 por Sistemas Isolados	19.6	22.9	26.6	27.4	26.6
Produção Diesel Região Norte (REMAN) [1]	609	698	762	717	717
Importação de Diesel pela Região Norte	3.342	3.377	4.365	4.801	5.224
% Diesel Importado pela Região Norte	84,6%	82,9%	85,1%	87,0%	87,9%

Fonte: [1] ANP (2013); [2] FECOMBUSTÍVEIS (2012, 2013); [3] GTON (2009, 2010, 2011, 2012a, 2012b, 2013).

De acordo com o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (CEPEL, 2001), o potencial desta fonte renovável é de aproximadamente 143 GW, dos quais menos de 16 GW se encontram nas regiões Norte e Centro Oeste, somadas. Examinando o referido atlas, vê-se que os únicos locais na Amazônia com algum potencial aproveitável se encontram no Nordeste de Roraima (entre dezembro e fevereiro) e na região costeira do Pará e Amapá (entre setembro e novembro).

Por outro lado, o mapeamento dos recursos demonstrados no Atlas Brasileiro de Energia Solar (PEREIRA et al., 2006) mostram um elevado fluxo de radiação solar anual média na região Amazônica (cerca de 5,5 kWh/m<sup>2</sup>), com baixa variabilidade inter-sazonal e adequada aos padrões técnicos recomendados para a tecnologia de minissistemas híbridos. Os autores estimam um potencial de centenas de MWp a partir de energia fotovoltaica (FV), sugerindo que tal tecnologia fosse incorporada em sistemas híbridos diesel-FV para atendimento às comunidades isoladas, uma vez que o gerador diesel prescindiria a necessidade de armazenamento da energia produzida pelos painéis solares.

---

<sup>77</sup> Diesel hidroviário é uma formulação utilizada somente no transporte aquaviário, na qual não há mistura com biodiesel, devido ao caráter higroscópico deste último, que propicia a formação de borras devido à presença de fungos. A venda de diesel hidroviário não é contabilizada no Anuário Estatístico da ANP.

Entretanto, a intermitência intrínseca dos recursos solares impõe a necessidade da atuação de geradores com estoques de combustível (sólido, líquido ou gasoso), renovável ou não, que permitam uma atuação na base, complementar à energia intermitente.

Face à predominância da biomassa na Amazônia, seu uso sustentável para a geração de renda e produção de energia elétrica vem sendo fomentado como uma alternativa capaz de reverter esta conjuntura de vulnerabilidade energética. A opção pela biomassa tem a dupla vantagem de fixar a população local devido à melhoria das condições de sobrevivência, e, junto, com a valorização da floresta-em-pé, vir a contribuir para sua conservação (DI LASCIO et BARRETO, op. cit.). No entanto, os autores alertam sobre a existência de vários obstáculos que deverão ser superados, como optar por tecnologias capazes de funcionar nos vilarejos e nos locais isolados sem exigir custos elevados de operação e manutenção.

O uso de óleos vegetais como combustíveis substituindo o diesel, seguindo a mesma lógica do Pro Álcool, começou a ser discutida pelo governo federal em 1975, sob a coordenação do Ministério da Agricultura, dando origem ao Pro-Óleo – Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos. Previa a regulamentação de uma mistura de 30% de óleo vegetal ou derivado no óleo diesel e uma substituição integral em longo prazo. Desde então, diversos estudos foram realizados para aplicação de óleos vegetais “in natura” ou de misturas ao diesel mineral em motores de ignição por compressão (GONZALEZ et al, 2008). Segundo SILVA et al. (2011), o programa estava pautado em viabilizar a mistura do óleo de dendê<sup>75</sup> (palma) com óleo diesel, assim como o uso em motores próprios. Porém, com a queda dos preços do petróleo no mercado internacional o programa não conseguiu deslançar.

Em 2003, o Governo Federal instituiu um grupo de trabalho encarregado de apresentar estudos sobre a viabilidade de utilização de biodiesel como fonte de energia. Baseado no relatório final, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) foi oficialmente lançado em dezembro de 2004. A Lei nº 11.097/2005 estabeleceu a obrigatoriedade da adição de um percentual mínimo de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor, em qualquer parte do território nacional. Esse percentual

---

<sup>75</sup> O Instituto Nacional de Tecnologia conduziu testes em motores diesel com misturas de 5% de óleo de palma com 95% de diesel mineral, com resultados satisfatórios (VILLELA, 2009).

obrigatório é, desde 2010, 5%, ou seja, todo diesel consumido no Brasil (exceto diesel hidroviário) é B5.<sup>76</sup>

A tabela 4.2.1 mostra como, até o momento, a soja é o único insumo que possui escala, em todas as regiões do Brasil, para atender à demanda de biodiesel vinculada ao consumo doméstico de diesel mineral. No entanto, SILVA et al. (op. cit.) entendem que o lançamento do Programa de Produção Sustentável da Palma de Óleo no Brasil<sup>77</sup>, em 2010, com vistas ao fomento da agroenergia, abre a perspectiva de um novo ciclo econômico na Amazônia. Os autores lembram que Malásia e a Indonésia, maiores produtores mundiais, lidam com pesados problemas ambientais e já dão sinais de limitações de espaço para expansão dos cultivos.

Como será visto no capítulo 5, a Embrapa conduziu um amplo estudo para avaliar a adequabilidade do cultivo da palma na Amazônia Legal, sob o ponto de vista de solo e clima. Após a supressão de todas as terras situadas em Unidades de Conservação, Terras Indígenas, Áreas de Preservação Permanente, entre outros, concluiu-se que existem cerca de 32 Mha aptos para o seu cultivo em território nacional, dos quais, 29 Mha na Amazônia Legal. Conforme a seção 2.2, estes números correspondem, grosso modo, ao dobro da atual área plantada mundial. Isto está plenamente alinhado com as informações constantes na tabela 2.2.2, que mostra que o Brasil tem uma área potencialmente disponível e apropriado para palma muito superior ao de qualquer outro país.

Para HOMMA (2010b) uma política adequada para Amazônia seria reduzir as áreas de pastagens (51 Mha) pela metade, manter as atuais áreas de cultivos anuais (12,5 Mha), dobrar a área com cultivos perenes (0,66 Mha) e decuplicar as áreas de reflorestamento (0,33 Mha). Ele observa que, na mesorregião do Nordeste Paraense, a maior parte das áreas utilizadas à implantação de novas áreas de cultivo do dendezeiro ocorrem em áreas desmatadas<sup>78</sup>, que, em grande maioria, eram utilizadas como pastos.

---

<sup>76</sup> Conforme já mencionado, em 28/05/2014 foi assinada medida provisória para aumentar a mistura de 5% para 6% (B6) do biodiesel ao óleo diesel vendido nas bombas a partir de 1º de julho, e para 7% em 1º de novembro.

<sup>77</sup> Detalhes do referido programa serão mostrados na seção 5.5

<sup>78</sup> Assunto a ser tratado na seção 4.4.2



Por outro lado, o autor ressalta que a expansão da dendeicultura na região tende a reduzir a produção de outras cadeias produtivas locais (principalmente a da farinha de mandioca e de carne bovina), exercidas, em grande maioria, por pequenos produtores rurais. Estes migram para esta nova atividade produtiva, atraídos pelo desenvolvimento da cultura e valor de mercado e abandonam a produção da farinha, frutas e a pequena criação de gado. Com a redução da oferta local, é observada uma crescente valorização destes produtos.

Este fenômeno se enquadra claramente dentro da definição de mudança indireta do uso da terra (ILUC). Neste caso, pode-se pensar que a expansão da palma não é necessariamente benéfica para quem não faz parte de sua cadeia produtiva. No entanto, HOMMA (2010b) responde a esta questão: ele lembra que a área colhida de soja no mundo (105 Mha, em 2012) é muito superior ao da palma (16,4 Mha, em 2012) e ambas produzem quantidade equivalente de óleo. “Para a Amazônia, a expansão do dendezeiro teria menos riscos ambientais do que a expansão da soja”.

#### **4.3.2 - Sistemas Isolados Brasileiros**

A oferta de energia elétrica no Brasil é realizada através do Sistema Interligado Nacional de Transmissão de Energia Elétrica (SIN), além de sistemas de geração isolados dispersos no interior do Brasil. Com tamanho e características únicas em âmbito mundial, o sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil é um sistema hidrotérmico de grande porte, com forte predominância de usinas hidrelétricas, responsáveis por 75% da geração elétrica doméstica em 2012 (EPE, 2013c).

Diferentemente do SIN, os sistemas isolados, a maioria situada na região Norte, são quase todos térmicos. Tomados em conjunto, esses sistemas cobrem quase 45% do território nacional e consomem em torno de 3% da energia elétrica utilizada no País (EPE, 2013c). A distribuição espacial das referidas centrais está apresentada na figura 4.3.2.

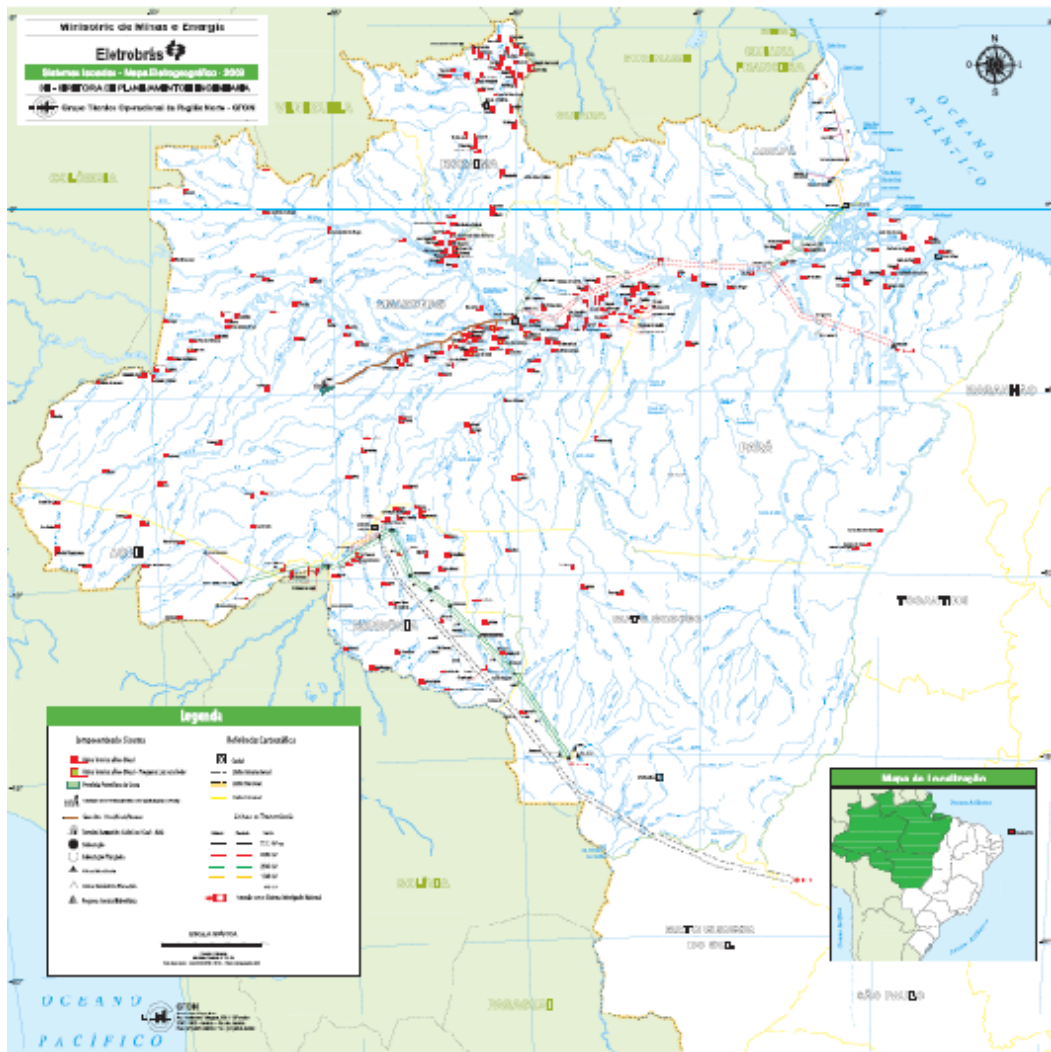


Figura 4.3.2 - Sistemas Isolados Brasileiros: Mapa Eletrogeográfico

Fonte: ELETROBRÁS (2013a)

Apesar da maior parte do potencial hidráulico remanescente do país se encontrar na região Norte (ANEEL, 2008), sistemas de transmissão HVDC (*High-Voltage Direct Current*) adotados nos novos empreendimentos hidroelétricos desta região agregam energia nova ao país, sem ofertar esta mesma energia à população local, por impossibilidade de derivações. Ou seja, se por um lado o SIN é sinônimo de otimização energética, desenvolvimento para o país e geração renovável, de outro, os sistemas isolados permanecem majoritariamente fósseis e distantes de trazerem desenvolvimento local.

O sistema elétrico brasileiro atende aproximadamente 95% da população do país, distribuída em 99% dos municípios brasileiros. O SIN é um sistema de produção e transmissão de energia elétrica com perfil hidrotérmico de grande porte, com forte

predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários. Ele é constituído pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte e é dividido em quatro subsistemas: Norte, Nordeste, Sudeste/Centro-Oeste e Sul (ANEEL, 2013).

Os Sistemas Isolados são responsáveis pelo fornecimento de energia a consumidores dos estados da região Norte: Acre, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Amapá, além de Mato Grosso e a ilha de Fernando de Noronha, um total de 1,34 milhões de clientes em uma área de quase metade do território nacional (ELETROBRÁS, 2013b). A geração nesses sistemas é predominantemente térmica, a base de óleo diesel, e caracteriza-se pelo elevado número de pequenas unidades geradoras e pela grande dificuldade de logística de abastecimento. A incorporação dos Sistemas Isolados ao SIN tem se realizado de forma gradual, mas é prejudicada pela baixa densidade demográfica, pela dificuldade de acesso e o baixo poder aquisitivo da população local.

Do ponto de vista de oferta, o SIN contribuiu com 97,7% do total de 552.498 GWh gerado no Brasil em 2012, ao passo que os sistemas isolados contribuíram com os 2,3% restantes (EPE, 2013c). A tabela 4.3.2 mostra que, pelo lado da demanda, a participação total dos sistemas isolados foi proporcionalmente menor. Esta diferença se deve, principalmente, à importação de energia elétrica pelo SIN (principalmente da usina de Itaipu) e as expressivas perdas totais dos sistemas isolados (38,6%, em 2012), comparadas às do SIN (~18%, no mesmo ano) (EPE, 2013c).

Tabela 4.3.2 - Consumo total por subsistema elétrico (GWh) – consumo cativo + livre

	2008	2009	2010	2011	2012	dif. 2012 e 2011	Part.% (2012)
Sistemas Isolados	8.283	8.075	6.837	7.207	7.823	8,5	1,7
Norte	26.723	26.484	28.519	29.897	29.771	-0,4	6,6
Nordeste	54.126	54.439	59.572	59.847	63.896	6,8	14,3
Sudeste/Centro-Oeste	233.440	229.780	250.822	261.613	269.124	2,9	60,1
Sul	65.900	65.528	69.934	74.470	77.503	4,1	17,3
BRASIL	388.472	384.306	415.683	433.034	448.117	3,5	100

Fonte: EPE (2013c)

O total previsto de geração dos sistemas isolados para o ano de 2014 é de quatro milhões MWh, 65,7% a menos do que o verificado no ano anterior. Isto se deve principalmente à interligação do Sistema Manaus ao SIN, prevista para o início de 2014 (ELETROBRAS, 2013b), resultando que a participação desses sistemas na carga do país deverá ser reduzida a menos de 1% do total. Esta nova configuração dos sistemas isolados reduzirá em 99% o consumo de gás natural, que será mantido em quatro sistemas no estado do Amazonas, e 96% no de óleo combustível, que permanecerá abastecendo dois sistemas privados no Pará. Apesar do consumo de diesel dos Sistemas Isolados sofrer uma redução em torno de 35% em relação a 2013, este combustível será responsável por 97,9% da carga gerada em 2014 (ELETROBRAS, 2013b).

O Plano Operativo Anual de 2014 para os sistemas isolados é resumido na tabela 4.3.3. Ela indica consumo de 1 milhão de m<sup>3</sup> de diesel B, resultando numa taxa média de 250 l de diesel / MWh gerado. Estão previstos 244 sistemas isolados ativos ao final de 2014, sendo que, em 2013, constavam cerca de 40 solicitações de ativação, a maioria oriunda de Roraima. Com a incorporação do Sistema Manaus ao SIN em 2014, Amapá passa a ser o maior gerador da região, com 1/3 do total, seguido de perto por Amazonas, com outro 1/3, e Pará, que participa com 13% da carga gerada. Somados, representam cerca de 80% da geração de energia e, conseqüentemente, do consumo de diesel da região, combustível que abastece cerca de 1.000 Grupos Moto-Geradores (GMG) que compõe os Sistemas Isolados da região Norte (ELETROBRAS, 2013b).

Tabela 4.3.3 - Demanda Elétrica e de Diesel Previsto em 2014 para os Sistemas Isolados

Região Norte	Sistemas Isolados ativos em 2014	Demanda Prevista	Consumo Diesel com Cobertura da CCC	Razão consumo diesel energia gerada
Estado	Unidades ativas	MWh/ano	m <sup>3</sup> /ano	m <sup>3</sup> /MWh
AP	6	1.479.072	364.734	0,2466
AM	99	1.215.481	326.965	0,2690
PA	31	486.051	137.012	0,2819
RO	26	306.795	82.444	0,2687
RR	70	266.737	58.738	0,2202
AC	9	205.761	53.484	0,2599
Total	244	3.967.164	1.025.477	0,2585

Fonte: ELETROBRAS (2013b)

No Amapá, os sistemas da capital operam geradores de médio e grande porte (até 30 MW), enquanto no interior os GMG têm potência nominal entre 1 e 2 MW. No Amazonas e Pará, que somam cerca de 800 unidades geradoras nos seus 136 sistemas, a maior parte dos grupos geradores tem potência nominal menor que 1 MW. Os sistemas de Rondônia, Roraima e Acre somam cerca de 400 GMG de baixa (<1 MW) potência nominal, sendo comum encontrar geradores a partir de 10 kW nestes estados (ELETROBRAS, 2013b).

### **Emissões de GEE dos Sistemas Isolados**

Como a maior parte da geração elétrica pelo SIN é efetuada por hidrelétricas, nas quais se assume emissões nulas, os sistemas isolados, baseado primordialmente em conversores termelétricos, representam uma fatia desproporcionalmente grande das emissões do setor elétrico. De fato, segundo EPE (2013c), os sistemas isolados tiveram uma participação de 16,2% nas emissões totais do setor elétrico em 2012, contrastando com a participação inexpressiva da geração total.

Especificamente, o referido anuário mostra um percentual crescente das emissões de GEE dos Sistemas Isolados por parte do diesel mineral, que passa a representar quase 2/3 das emissões totais, conforme a tabela 4.3.4:

Tabela 4.3.4 - Emissões de GEE na geração elétrica dos Sistemas Isolados (MtCO<sub>2e</sub>)

Combustível Fóssil	2008	2009	2010	2011	2012	dif. 2012 e 2011	Part.%(2012)
TOTAL	6,40	6,87	6,92	7,11	7,58	6,7	100,0
Óleo Combustível	2,27	2,18	2,20	1,22	0,85	-30,2	11,3
Óleo PGE	0,47	0,46	0,46	0,23	0,25	6,4	3,3
Óleo Diesel	2,04	2,47	3,44	4,51	4,91	8,9	64,8
Óleo Leve PTE	1,63	1,76	0,73	0,11	0,04	-64,7	0,5
Gás Natural			0,08	1,03	1,53	48,2	20,1
Autoprodução	8,12	6,50	9,74	10,13	10,63	4,9	

Fonte: EPE (2013c)

Comparando-se a demanda de diesel dos Sistemas Isolados (ELETROBRAS, 2009 a 2013) e as emissões deste combustível (tabela 6.4.3), percebe-se que o fator de emissão subiu de 2,63 tCO<sub>2eq</sub>/ m<sup>3</sup> em 2008 para 3,24 tCO<sub>2eq</sub>/ m<sup>3</sup> em 2012. Este aumento paulatino se deve à crescente abrangência das fontes avaliadas nos inventários da Eletrobrás.

No *Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano Base 2012* (Eletrobrás, 2013), a metodologia seguida foi a de IPCC (2006) e as diretrizes do *Greenhouse Gas Protocol* (WRI, 2004). As emissões estimadas neste inventário foram<sup>79</sup>:

- Escopo 1 (emissões diretas): fontes fixas (usinas termelétricas, grupos geradores diesel e outras fontes fixas - GLP e gás natural utilizados em cozinhas e laboratórios); fontes móveis (rodoviárias, aeroviárias e hidrovias) e emissões fugitivas (SF<sub>6</sub>, gases de refrigeração, emissões provenientes de estações de tratamento de esgoto e gás consumido em recargas de extintores de incêndio);
- Escopo 2 (emissões indiretas): energia elétrica adquirida das redes distribuidoras, perdas na transmissão e perdas na distribuição;
- Escopo 3 (emissões indiretas): emissões provenientes de contratos com produtores independentes de energia elétrica, viagens aéreas, transporte de colaboradores e logística terrestre.

Segundo MEDEIROS et al. (2011), não foram consideradas no inventário as emissões associadas ao transporte dos combustíveis até o seu destino final. Mesmo assim, o citado inventário calculou as emissões específicas da Amazônia Energia (concessionária de geração e distribuição de energia elétrica do estado do Amazonas) como sendo maior do que a de países com forte componente fóssil em suas matrizes energéticas (Tabela 4.3.5).

Tabela 4.3.5 – Intensidade de emissão média (tCO<sub>2</sub>e/MWh) do setor elétrico no mundo em comparação com as Empresas Eletrobrás

ENTIDADE	Intensidade de Emissões (tCO <sub>2</sub> /MWh)
Mundo	0,520
OCDE	0,440
Outros países	0,600
Furnas	0,029
Chesf	0,006
Amazonas Energia	0,748
ELETROBRAS (consolidado)	0,057

<sup>79</sup> Até 2009, a Eletrobrás não considerava as emissões de Escopo 3 e tampouco considerava as perdas na transmissão e distribuição (Escopo 2)

Fonte: ELETROBRÁS (2013d)

É provável que o alto valor de emissões específicas apresentado seja decorrente de um baixo rendimento das usinas termoeletricas (antigas) associada à perda de combustível durante os processos operativos (ELETROBRÁS, 2013d). As emissões das outras empresas do Grupo Eletrobrás (Furnas e Chesf) mostradas acima são muito baixas, devido à predominância de hidrelétricas em seus sistemas de geração.

### **Conta de Consumo de Combustíveis (CCC)**

A conta de consumo de combustíveis (CCC) foi criada pelo Decreto nº. 73.102, de 07 de novembro de 1973, com a finalidade de reembolsar parte do custo total de geração para atendimento ao serviço público de energia elétrica nos Sistemas Isolados. Os custos de produção de energia nos Sistemas Isolados são consideravelmente maiores que no SIN, devido ao uso de óleo diesel e óleo combustível, fato ilustrado pela figura 4.4.1, que indica como estas alternativas são as opções mais caras de geração elétricas<sup>80</sup> no país.

Desta forma, os custos da geração termoeletrica nos Sistemas Isolados são rateados por todos os consumidores do país, mediante a fixação de valores anuais para cada concessionária de distribuição, em função do seu mercado e da necessidade do uso das usinas termoeletricas. Os valores da CCC são fixados anualmente pela Aneel com base nas informações prestadas pela Eletrobrás com relação à taxa esperada de crescimento do consumo para o ano corrente e aos preços esperados dos combustíveis. A Quota da CCC é recolhida mensalmente pelas concessionárias à Eletrobrás, gestora dos recursos arrecadados para esse fim (CGU, 2013).

Para proporcionar tarifas de luz isonômicas aos consumidores dos Sistemas Isolados, o Fundo Setorial CCC aplicou R\$ 5,45 bilhões no seu custeio em 2012 (CGU, 2013). O mesmo fundo estimou custo total de geração de R\$ 4,7 bilhões em 2013, do qual 90% se destinam a combustíveis (ELETROBRÁS, 2013c).

Este custo expressivo tem que ser visto dentro de um contexto geográfico como o da região amazônica, com suas dimensões, baixas densidades demográficas e grande

---

<sup>80</sup> Hidrelétricas antigas, com investimentos já amortizados, apresentam custos de energia substancialmente mais baixos do que os expressos na figura 4.3.1, que são relativos à novos empreendimentos.

dificuldade de acesso terrestre. Em 2010, 26% da população da Região Norte vivia na zona rural, aproximadamente 4,2 milhões de pessoas (seção 4.1).

Ademais, cumpre ressaltar a complexidade das questões socioambientais envolvidas na expansão do sistema hidrelétrico na Amazônia. Por um lado, há a necessidade de se harmonizar o planejamento estratégico do setor de energia com os necessários processos de consulta pública e licenciamento ambiental; por outro, a crescente utilização de linhas de transmissão em corrente contínua e alta voltagem (HVDC<sup>81</sup>) impede o abastecimento das populações atingidas pelos próprios empreendimentos de infraestrutura de geração e transmissão da energia. Neste contexto de dependência de milhões de pessoas à energia gerada em Sistemas Isolados, a produção e uso regional de biocombustíveis para estes sistemas deve ser analisado como opção ao desenvolvimento regional.

A realidade das operações de distribuição e abastecimento de diesel nas termelétricas da Região Norte impõe graves desafios de custos e de logística ao atendimento da população. Navios chegam a Manaus a partir de vários países, mas cerca de 50% do volume total provém de São Sebastião (SP), a 5900 km da capital amazonense, conforme figura 4.3.3.



<sup>81</sup> As linhas de transmissão com tal tecnologia visam minimizar as perdas elétricas, por conta das longas distâncias das novas grandes hidrelétricas (Sto. Antônio, Jirau, Belo Monte etc.) até os principais centros de carga, localizados no Centro-Sul do país.



### Figura 4.3.3 – Logística de Abastecimento de Óleo Diesel para a Amazônia

Fonte: SOARES (2009)

De Manaus, o combustível é distribuído para os mais distantes municípios da região, por via fluvial ou mesmo rodoviária, levando ao limite a infraestrutura deficiente. Exemplo: para o abastecimento do Acre, no período de baixa vazão do rio Juruá, diesel é transportado por caminhões tanque de Manaus até Cruzeiro do Sul<sup>82</sup>, AC, via Porto Velho, 2000 km no total. A logística de distribuição dá-se por via fluvial e rodoviária, sendo que para algumas localidades é necessária a antecipação da entrega do combustível no início de cada ano, devido às restrições de navegabilidade (ELETROBRÁS, 2012).

Visando melhorar a condição de vida da população da região Norte e a economicidade na geração elétrica, o Governo tem movido esforços para aumentar a oferta de energia produzida na região. Considerando que a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL já promoveu leilão de fornecimento de energia elétrica a partir de biomassa, refletindo a vocação bioenergética da região, argumenta-se que existe uma oportunidade de redução de custos, das taxas de emissão de GEE, além de estímulo ao desenvolvimento regional, através da integração entre a produção e utilização de biodiesel para atender a demanda de diesel da região, particularmente na geração elétrica dos sistemas isolados.

#### 4.3.3 – Trajetória e Status da Palma

O dendezeiro foi introduzido na costa da Bahia a partir do século XVI, onde se formou uma faixa de palmares subespontâneos, compreendendo atualmente quase 50.000 ha intercalados com a floresta antropizada da Mata Atlântica. Nesta região, onde predominam plantas de variedades tipo *Dura*, sua exploração ainda se dá de forma extrativista e apresenta baixa produtividade de cachos (3 a 4 t/ha/ano) e baixa taxa de extração de óleo (8 a 9%) (CUNHA et al., 2010a).

Em 1949, sementes de dendê subespontâneos da Bahia são introduzidas no Instituto Agrônomo do Norte (IAN). Pouco depois, dá-se início das pesquisas com dendezeiros no IAN, com sementes provenientes do Congo Belga. Em 1955, foi estabelecido convênio entre o IAN e a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia

---

<sup>82</sup> Comunicação pessoal dada por assessor do Prefeito de Cruzeiro do Sul em 7-2013

(SPEVEA) que resultou na distribuição de 65.000 mudas e 160.000 sementes entre maio de 1955 e janeiro de 1956. Em 1959, veio ao Brasil uma missão de técnicos do IRHO (instituto francês de pesquisas em óleos e oleaginosas) (HOMMA et FURLAN Jr., 2010).

Segundo os autores, em 1964/65, material do IRHO foi introduzido em Belém para a implantação do projeto Sudam/IRHO. Material do IRHO também foi introduzido em Una, Bahia. Em 1968, teve início cultivo pela SUDAM de 3.000 ha de palma em Benevides, PA, sendo 1.500 hectares da Denpasa e 1.500 ha de pequenos produtores.

Ainda segundo HOMMA et FURLAN Jr. (op. cit.), nos anos 1970, foi organizada a Cooperativa Agrícola Mista Paraense, com 26 agricultores. Agricultores japoneses interessados na palma para aproveitar áreas dos pimentais decadentes criaram a Cooperativa Agrícola Mista da Amazônia (Coopama), em Castanhal, PA. Início da implantação da Companhia de Dendê do Amapá (Codepa), em Porto Grande, AP.

Nos anos 1980, foi criado o Programa Nacional de Pesquisa do Dendê, para enriquecer o banco de germoplasma com coleção de caiaué e dendê subespontâneos da Bahia. Instalação da PROMAK Indústria Mecânica Ltda., em Castanhal, PA, fabricante de equipamentos para extração de óleo de palma. Início das atividades da Palmasa e do Grupo Agropalma, em Moju, PA. Início das grandes perdas, devido ao alastramento do Amarelecimento Fatal (AF) no plantio da Denpasa.

Na década de 1990, deu-se o início das atividades da Maborges e Yossam. 180 famílias do município de Moju recebem energia elétrica a partir de geradores movidos a óleo de palma, experiência replicada posteriormente em Presidente Figueiredo, AM. Em 2000, foi realizado em Belém o Seminário Internacional “Agronegócio do dendê: uma alternativa social, econômica e ambiental para o desenvolvimento sustentável da Amazônia” (HOMMA et FURLAN Jr., 2010).

Uma característica dos projetos agroindustriais da palma instalados na região nordeste do estado do Pará, a partir dos anos 1960, era a predominância da muda do tipo *Tenera*, cuja produtividade é equivalente à de países com larga tradição, como a Malásia. A tabela 4.3.6 mostra a distribuição da área de palma em produção no Brasil, indicando que ela está restrita a três estados. Além disso, fica patente o abismo entre o desempenho produtivo e econômico da cultura nos estados da Bahia (extrativismo, manejo

“primitivo”) e do Pará (manejo tecnificado, “desenvolvido”), fruto da trajetória do setor dendeicultor nos dois estados. Isto traz à memória o termo “Belíndia<sup>83</sup>”, que parece apropriado para o caso. O baixo rendimento médio no estado de Amazonas, por outro lado, se deve à pouca idade dos plantios.

Tabela 4.3.6 - Área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção de cachos de frutos frescos de dendê no Brasil, em 2011

Estado da Federação	Área colhida em 2011 (ha)	Produção Total de CFF (t/ano)	Rendimento médio de CFF (t/ha/ano)	Valor Total da Produção (R\$ 1.000)	Produção da terra (R\$/ha/ano)
Amazonas	450	3.060	6,8	612	1360
Pará	53.968	1.082.348	20,1	216.469,60	4.011,08
Bahia	54.662	215.784	3,9	43.156,80	789,52
BRASIL	109.080	1.301.192	11,9	260.238,40	2.385,76

Fonte: autor, baseado em IBGE (2012)

Na seção 2.3 foi visto que o Brasil é um produtor menor de palma. Isto fica evidente, inspecionando-se os dados da balança comercial de óleo de palma + palmiste, conforme a tabela 4.3.7. Esta mostra como o balanço apresenta sistematicamente um saldo negativo, representando uma evasão de divisas de US\$ 635 milhões, entre 2004 e 2011.

Tabela 4.3.7 – Balança Comercial Brasileira de Óleo de Palma e Palmiste, 2004 a 2011

Ano	Exportação (US\$ 1000)	Importação (US\$ 1000)	Saldo (US\$1000)	Saldo (1000 t)
2004	6.778	10.637	-3.859	-38,9
2005	17.406	15.149	2.257	-36,2
2006	10.993	37.539	-26.546	-122,1
2007	2.259	65.559	-63.300	-183,6
2008	7.257	171.939	-164.683	-252,8
2009	16.004	91.883	-75.879	-235,4
2010	14.852	124.816	-109.964	-314,3
2011	53.027	246.246	-193.218	-317,7

<sup>83</sup> Termo cunhado em 1974 pelo economista Edmar Bacha, na fábula "O Rei da Belíndia", na qual argumentava que o governo estava criando um país dividido entre os que moravam em condições similares à Bélgica e aqueles que tinham o padrão de vida da Índia.

Fonte: MDIC (2012)

O saldo crescentemente negativo se deve a um aumento acelerado no consumo doméstico de óleo de palmiste e, secundariamente, do óleo de palma. No primeiro caso, a produção interna somente atende a 10% do consumo, ao passo que a produção de óleo de palma não atinge 50% da demanda doméstica. A tabela 4.3.8 mostra o desequilíbrio crescente do balanço de massa dos dois óleos vegetais, que explica o déficit da balança comercial:

Tabela 4.3.8 - Produção, exportação, importação e consumo de óleo de palma e palmiste (1000 t)

Ano	Produção	Importação	Exportação	Consumo
2002	105,8	45,3	7,4	143,7
2003	121,3	55,2	0,7	175,8
2004	129,3	52,7	13,8	168,2
2005	131,6	81,2	45	167,8
2006	138,7	147	24,9	260,8
2007	155,1	186,4	2,8	338,7
2008	178,4	262,2	9,4	431,2
2009	214,8	260,3	24,9	450,2
2010	265,6	332,6	17,3	580,9
2011		369,9	52,2	317,7

Fonte: MAPA (2013b)

Considerando uma produtividade média de 4 toneladas de óleo de palma + palmiste/hectare/ano, seria necessária a expansão da área cultivada em aproximadamente 80.000 ha para compensar, em volume, o saldo negativo apresentado em 2011. Por outro lado, APROBIO (2012) estimou que houve, em 2012, um consumo de óleo de palma e palmiste de, respectivamente, 520.000 t e 200.00 t, resultando na importação de 280.000 t do primeiro e 180.000 t do segundo. Caso se tenha como meta o equilíbrio da balança comercial de óleo de palmiste, seriam necessários o cultivo adicional de 600.000 ha de palma<sup>84</sup>. Isto resultaria num excedente de 1,54 Mt de óleo de palma, que, de acordo com os autores, poderia ser consumido internamente como biodiesel ou exportado.

---

<sup>84</sup> Considerou-se produtividade média de 20 t cachos de dendê/ha/ano e 1,5% de taxa de extração de óleo de palmiste

Segundo REIS NETO (2011), em agosto de 2010, estavam em formação (i.e., plantados mas ainda sem produção) cerca de 42.000 ha de palma, dos quais 95,9% se localizavam na Amazônia e 87,4% especificamente no Pará. Ou seja, tem se constatado uma crescente concentração da dendeicultura na Amazônia, em particular, no Pará (tabela 4.3.9).

Tabela 4.3.9 – Área com Palma de Óleo em Formação no Brasil em 2010

Região / UF	Área em Formação (ha)	% Total
NORTE	40.432	95,9
Pará	36.883	87,4
Amazonas	2.949	7,0
Roraima	600	1,4
NORDESTE	1.750	4,1
Bahia	1.750	4,1
BRASIL	42.182	100,0

Fonte: REIS NETO (2011)

O sistema de produção adotado na Amazônia preconiza a monocultura em grandes plantações. De acordo com GOMES JR. et al. (2010), a consorciação com culturas anuais pode ser feita durante o período juvenil do dendezeiro. Entretanto, sendo um sistema de produção mais complexo, demanda maior investimento e melhor conhecimento técnico do agricultor, o que poderá dificultar sua adoção.

O setor produtivo no Pará possuía, em 2006, 10 unidades de beneficiamento de óleo, 3 refinarias, uma unidade de produção de biodiesel e 55.000 ha com produção de palma, sendo caracterizado pela seguinte formas de organização (MULLER et al., 2006):

- Uma grande empresa (Agropalma) – responsável por mais de 70% da produção total de óleo de palma do país. Possui cultivos próprios, usinas de esmagamento de óleo e refinarias, permitindo a produção de produtos de maior valor agregado;
- Duas empresas de porte médio (Marborges e Yossam) - possuem produção e usinas de beneficiamento próprias,
- Produtores associados em torno da Palmasa e Dentauá;
- Produtores cooperados na Codenpa, posteriormente adquirida pela Denpasa;

- Produtores independentes, os quais fornecem sua produção como matéria prima para os demais segmentos;

A partir de 2007 entram em cena outras empresas no estado do Pará. Por conta dos novos agentes, a partir de 2010, a organização dos produtores se dá basicamente com a produção própria de matéria prima por parte das agroindústrias, a partir da aquisição ou arrendamento de terras, e do estabelecimento do modelo integrado de produção com agricultores familiares e produtores de pequeno, médio e grande portes. Neste modelo, são firmados contratos entre a integradora agroindustrial e os produtores para a compra/venda da produção e o fornecimento de crédito rural, mudas, insumos e assistência técnica (BASA, 2013).

Dada a crescente importância da cultura da palma no Nordeste do Pará, a Embrapa deu início ao projeto PalmaClass, extensão do projeto TerraClass. Ele tem como objetivo mapear e monitorar a expansão das áreas plantadas com palma no referido estado, visando observar se a mesma está em consonância com as diretrizes estabelecidas pelo Zoneamento Agroecológico do Dendê, uma das etapas cruciais para o lançamento do Programa de Palma de Óleo Sustentável, a ser tratado no capítulo 5.

No bojo do projeto PalmaClass, VENTURIERI (2011) mapeou a expansão cronológica da dendeicultura no estado do Pará, conforme a figura 4.3.4, onde se percebe que ela está confinada a uma distância menor do que 200 km de Belém.

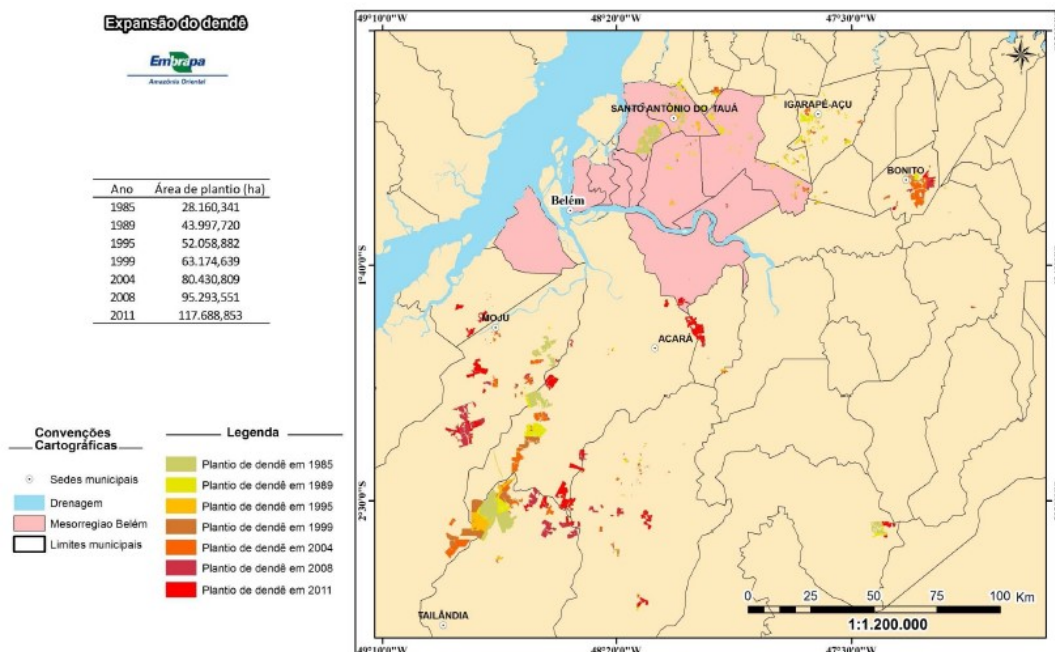


Figura 4.3.4 – Expansão da Palma no Pará, 1985 a 2011.

Fonte: VENTURIERI (2011)

A metodologia do projeto PalmaClass consiste na classificação e análise de doze imagens de satélite de alta e média resolução espacial, englobando todas as terras com dendê. É feito um georreferenciamento das propriedades e é efetuada uma modelagem para avaliar áreas com maior probabilidade de expansão (baseado no zoneamento da palma, ocorrência de doenças etc.) Junto com um trabalho de campo e entrevistas, formou-se (até o momento) um retrato acurado da localização das terras com a cultura da palma para os seguintes anos de referência: 1985, 1989, 1994, 1999, 2004 e 2008.

Verifica-se também o uso da terra nas vizinhanças (“buffer”, com raio de 5 e 10 km) de cada plantio de palma, classificando-as em florestas, vegetação secundária, pasto limpo, pasto sujo e agricultura familiar. Para cada ano referência, verifica-se a extensão e proporção de cada classe de uso da terra, de forma a poder verificar “quem cedeu área para quem” entre um período e o subsequente (VENTURIERI, 2012).

Baseado nesta análise da dinâmica de uso da terra, o autor concluiu que aproximadamente 20% da área total de expansão da palma entre 1985 e 2008 teve origem na conversão direta de floresta. No entanto, conforme a figura 4.3.5, desde 1999 tem havido forte declínio nesta conversão de uso da terra, com praticamente nenhum desmatamento direto de floresta primária para dendeicultura entre 2004 e 2008. Neste período, 68,0 % da expansão ocorreu a partir da conversão de pastos em palma.

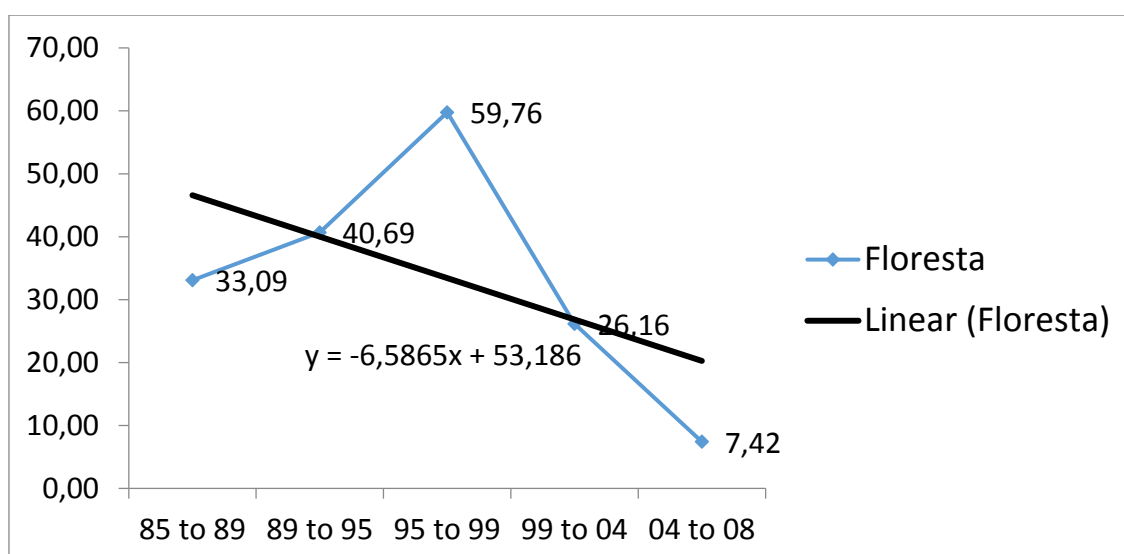


Figura 4.3.5 – Expansão do cultivo de palma no Nordeste do Pará a partir da conversão de florestas (em km<sup>2</sup>)

Fonte: VENTURIERI (2012)

Segundo o autor, a tendência é a eliminação da conversão direta de floresta no aumento da área plantada com palma, lembrando que, se a área plantada com palma na região subir para 500 mil ha, sem derrubada de floresta, o percentual da cultura que terá se estabelecido às custas do desmatamento cairá de 20% para 3%. Suas pesquisas mostram que a expansão da palma afeta diretamente a mudança do uso da terra nas áreas próximas aos plantios, influenciando as áreas de floresta, pastagens e agricultura familiar. Ele lembra que a expansão da palma utilizando áreas alteradas e indicadas pelo zoneamento da palma podem reduzir o impacto sobre a biodiversidade e os serviços ambientais. Por fim, ele alerta para o fato de que as áreas indicadas pelo zoneamento poderão ter suas características alteradas devido às mudanças climáticas antropogênicas, daí a necessidade de pesquisas para adaptar as plantas às novas condições ambientais que podem ocorrer.

Dadas as vantagens econômicas, sociais e ambientais do dendê em comparação à outros usos da terra, por que seu cultivo demorou tanto a ser fomentado? Na apresentação de um livro-referência sobre o tema (*A Cultura do Dendzeiro na Amazônia Brasileira*, 2000), Emanuel Serrão, à época chefe-geral da Embrapa Amazônia Oriental tenta explicar este paradoxo: “o dendê ... não tem apresentado uma taxa de crescimento da área cultivada condizente com sua importância econômica, talvez devido à carência de divulgação dos benefícios socioeconômicos e ambientais inseridos em seu cultivo”.

No entanto, desde 2009, o governo tem promovido um conjunto estruturado de iniciativas para a inserção da palma como alternativa energética na Amazônia, tendo já sido observada pronta resposta por parte do mercado. A escolha da Amazônia como área preferencial para a expansão desta cultura provavelmente se deve a um conjunto de fatores: i) a trajetória histórica e a organização diferenciada da cadeia produtiva da palma no Pará; ii) maior disponibilidade de terras aptas na região; iii) maiores demandas sociais a serem atendidas; iv) possibilidade de a palma se tornar uma alternativa real de fixação do homem no campo, ajudando a estancar o desflorestamento. Estas iniciativas serão apresentadas no próximo capítulo.



## **Capítulo 5 - Políticas de Fomento e Orientação à Expansão da Palma**

### **5.1 - Macro Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal (MZEE-AL)**

A Constituição Federal de 1946 criou o Plano de Valorização Econômica da Amazônia, para orientar as ações visando melhorar os “padrões sociais de vida e bem-estar econômico das populações da região e da expansão da riqueza do país”. Sua execução esteve a cargo, inicialmente, da Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), criada em 1953, e, mais tarde, da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), criada em 1966. Cerca de meio século depois, é muito diferente a Amazônia que se apresenta aos formuladores e executores de políticas públicas do presente (MMA, 2008).

Cidades cresceram e surgiram, a população se multiplicou e novos espaços foram incorporados pela sociedade. No entanto, este processo não ocorreu de forma equilibrada e sustentável. As transformações da região não foram acompanhadas por níveis de qualidade de vida satisfatórios para a maioria de seus habitantes, e seus indicadores socioeconômicos estão entre os mais baixos do país. Isto se deve à dinâmica de ocupação territorial e os métodos de apropriação dos recursos naturais, que têm levado à concentração de riqueza e exclusão social, ocasionando conflitos pelo acesso à terra, recursos minerais, madeireiros e pesqueiros, entre outros (MMA, 2008).

Grandes impactos ambientais são outra característica do processo recente de ocupação da Amazônia e sua expressão mais grave é a destruição da cobertura vegetal, apesar da redução observada nos últimos anos (seção 4.1.3). Neste contexto, em 2008 foi lançado o *Plano Amazônia Sustentável*, cujo objetivo principal é a implantação de um modelo de desenvolvimento sustentável, investindo em tecnologia e infraestrutura, viabilizando a geração de emprego e renda, com o uso sustentável dos recursos naturais e a preservação dos biomas. Um dos objetivos específicos é a promoção do ordenamento territorial, de modo a possibilitar: i) combate à grilagem; ii) resolução de conflitos fundiários e destinação das terras públicas; iii) controle sobre a exploração ilegal e predatória de recursos naturais; e iv) proteção dos ecossistemas regionais (MMA, 2008).

O cumprimento deste objetivo específico levou o Governo Federal a elaborar o *Macro Zoneamento Ecológico Econômico da Amazônia Legal* (MZEE-AL). Após amplo

processo de estudos e negociações que envolveu 16 ministérios, os 9 estados da região e entidades da sociedade civil, o MZEE-AL foi aprovado em 2010. O problema a ser enfrentado é a “inadequação das formas de ocupação e uso do território e dos recursos naturais da Amazônia, frente aos desafios da sustentabilidade e da agenda do desenvolvimento socioeconômico do país e da região” (MMA, 2010).

O objetivo geral do MZEE-AL é “estabelecer estratégias de ocupação e uso do território em bases sustentáveis que orientem, na escala regional, a formulação e espacialização das políticas públicas de desenvolvimento, ordenamento territorial e ambiental”. Para aprofundar a visão local, foi estimulada a elaboração dos Zoneamento Ecológicos Econômicos (ZEE) dos estados da Região Norte. O MZEE-AL reconhece a indicação “de estratégias distintas para as distintas Amazônias, definidas e caracterizadas em conformidade com a diversidade ambiental, econômica, territorial, cultural e social da região”, mas entende ser necessário implementar estratégias comuns, que incidam sobre toda a Amazônia. Segundo B. Becker, consultora sênior do estudo, “o MZEE-AL olha o conjunto da região e estabelece diferentes usos da terra para macrounidades regionais”.

Desta forma, o MZEE-AL orienta para diferentes usos da terra na Amazônia Legal: recuperação de áreas degradadas no arco do povoamento consolidado; nas áreas de fronteira agropecuária, onde é pertinente, a promoção da exploração madeireira manejada, bem como da produção de alimentos; atividades capazes de atribuir valor econômico à floresta em pé no coração florestal, até o momento reconhecidas nos serviços ambientais, extrativismo de ponta, turismo, energia solar. No total, o MZEE-AL identificou dez “unidades territoriais”, cada qual com estratégias específicas.

Entre as estratégias comuns preconizadas pelo MZEE-AL, destacam-se:

- Planejamento ordenado da expansão da agropecuária e conversão em bases sustentáveis dos sistemas de produção agrícola;
- Promoção da reforma agrária e da regularização fundiária;
- Organização de polos industriais;
- Produção mineral e energética com sustentabilidade e desenvolvimento regional;
- Redução de emissões de gases de efeito estufa, notadamente as provocadas por mudanças no uso do solo, desmatamento e queimadas.

Segundo BECKER (2010), o reconhecimento de um coração florestal na Amazônia é uma das maiores contribuições do MZEE-AL. Corresponde à extensão florestal disposta em diagonal desde o sul do estado do Amazonas ao Amapá, conforme a figura 5.1.1. Parte da borda oriental da floresta amazônica sul-americana, o coração caracteriza-se por estar relativamente conservado. Com exceção de Manaus e de algumas cidades antigas e estagnadas, é extremamente baixa a densidade do povoamento, e até agora, domina a circulação fluvial. Ela entende, conforme seção 2.3.3, que esforços particulares de inovação merecem ser realizados para impedir a destruição do coração florestal, sem deixar de produzir para atender as necessidades da população, da região e do país.

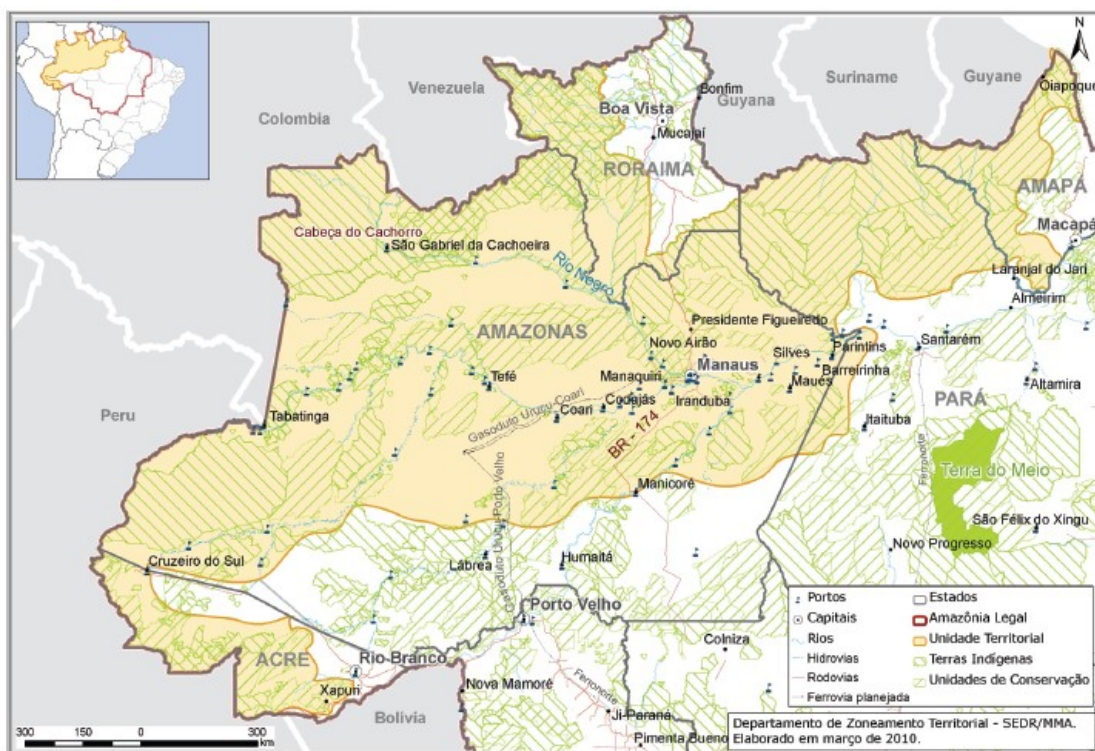


Figura 5.1.1: Unidade Territorial “Coração Florestal”

Fonte: MMA (2010)

Desta forma, a autora entende que, para o MZEE, nem todas as áreas desmatadas devem ser autorizadas para plantar a palma, mas tão somente aquelas situadas no arco do povoamento consolidado e algumas nas áreas de fronteira. Desta forma, não se deve cogitar a recuperação do projeto de palma em Tefé, AM, onde há terras desmatadas, mas que, situadas no coração florestal, estão sujeitas a “regras de uma outra escala e outros objetivos. No coração devem ser desenvolvidas atividades produtivas adequadas à uma

economia de floresta. Um projeto de dendê aí localizado, é risco quase certo de expansão do desflorestamento” (BECKER, 2010).

Por outro lado, a unidade territorial “Capitais Costeiras”, conforme a figura 5.1.2, é constituído por redes de estradas e energia (UHE Tucuruí), redes da Vale (agente de maior poder na organização territorial da região) e das capitais costeiras da região – Belém e Macapá. É a unidade mais bem servida em energia e circulação. A proposta para esta unidade visa tanto o mercado externo quanto às condições de vida da população regional, condicionada à inovação, industrialização e regulação de empreendimentos. Incentivo específico é dado às energias renováveis (MMA, 2010).



Figura 5.1.2: Unidade Territorial “Capitais Costeiras”

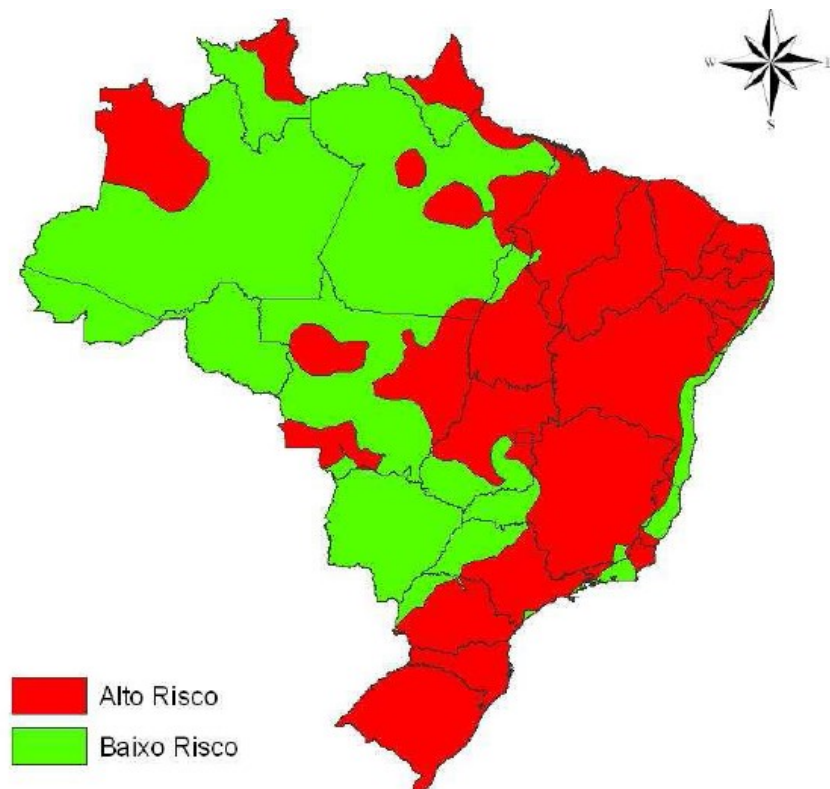
Fonte: MMA (2010)

## 5.2 - Zoneamento Agrícola de Risco Climático da Palma de Óleo (ZARC-Dendê)

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático é um instrumento de política agrícola e gestão de riscos na agricultura. O estudo é elaborado com o objetivo de minimizar os riscos relacionados aos fenômenos climáticos e permite a cada município identificar a

melhor época de plantio das culturas, nos diferentes tipos de solo e ciclos de cultivares. A partir de uma metodologia desenvolvida pela Embrapa e adotada pelo Ministério da Agricultura, são analisados os parâmetros de clima, solo e de ciclos de cultivares, de forma a quantificar os riscos climáticos envolvidos na condução das lavouras que podem ocasionar perdas na produção. Esse estudo resulta na relação de municípios indicados ao plantio de determinadas culturas, com seus respectivos calendários de plantio. Recebe revisão anual e é publicado na forma de portarias, no Diário Oficial da União e no site do MAPA. Atualmente, os estudos de zoneamentos agrícolas de risco climático já contemplam 40 culturas. Para fazer jus à financiamento e subvenção de seguro junto ao Governo, o produtor deve observar as recomendações desse pacote tecnológico. Além disso, alguns agentes financeiros já estão condicionando a concessão do crédito rural ao uso do zoneamento (MAPA, 2014).

MACEDO JR. et al. (2009) apresentaram os resultados do zoneamento de riscos climáticos da cultura do dendê no Brasil. Utilizando os parâmetros climáticos como a temperatura média anual, precipitação média anual e déficit hídrico, foi possível analisar e espacializar os dados através de um Sistema de Informações Geográficas, cujo resultado se encontra na figura 5.2.1, na qual fica claro que a região amazônica é aquela que apresenta o menor risco de cultivo.



<b>Parâmetros</b>	<b>Baixo Risco</b>	<b>Alto Risco</b>
Temperatura média anual (°C)	21 - 28	<19 e >28
Precipitação média anual (°C)	1200 - 2500	<1200 e >2500
Deficiência Hídrica (mm)	0 - 250	> 250

Figura 5.2.1 - Zoneamento de Riscos Climáticos para a Dendeicultura no Brasil

Fonte: MACEDO Jr. et al. (2009)

Segundo o método de THORNTHWAITE e MATHER (1955), foram calculados os dados de déficit hídrico, que, como será visto na seção 5.3, é o principal indicador na determinação da capacidade produtiva de cachos de frutos de palma. O principal resultado do trabalho, visto a importância dessa cultura como fonte bioenergética, foi o mapa com a malha municipal de aptidão climática, discretizado por classes de riscos. Através desses resultados, observou-se baixo risco climático para estados já produtores como a Bahia, Pará e Amazonas, além de potenciais áreas produtoras como o litoral do nordeste e parte do Rio de Janeiro (MACEDO Jr. et al., 2009). Os resultados do ZARC deram suporte ao zoneamento agroecológico do dendê, a ser discutido na seção 5.3.

O ZARC-Dendê determina que as áreas de cultivo de cada município deverão restringir-se: i) às áreas de Usos Consolidados<sup>85</sup>, delimitadas pelo Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado, quando existente; ii) às áreas das classes de aptidão preferencial e regular nos níveis de manejo<sup>86</sup> B e C, estabelecidas no Zoneamento Agroecológico da Palma (vide seção 5.3); iii) aos tipos de solos, períodos de plantio e cultivares indicados no seu anexo.

Em particular, o ZARC da palma no estado do Pará apresenta três classes de aptidão ou de potencialidade agroclimática: boa, moderada e restrita, conforme a figura 5.2.2. A primeira classe se evidencia, em geral, pela ausência de estação seca e ocorrência de deficiência hídrica anual menor que 100 mm; em termos climáticos, é a mais apropriada para o desempenho vegetativo e produtivo do dendê. Essa área abrange pequena faixa do estado do Pará (0,13%, cerca de 1.600 km<sup>2</sup>), englobando os municípios que estão situados próximos à cidade de Belém. A segunda classe, evidencia presença de estação seca de

<sup>85</sup> Termo a ser discutido na seção 5.6

<sup>86</sup> Termo descrito na seção 2.3.3

curta duração (dois ou três meses) e ocorrência de deficiência hídrica anual moderada (entre 100 mm e 350 mm). Abrange a maior porção do estado (72,1%, 902 mil km<sup>2</sup>) e os municípios das mesorregiões sudoeste paraense, baixo Amazonas e parte das mesorregiões do nordeste e sudeste paraense e Belém. A terceira classe, evidencia presença de estação seca com duração de três ou mais meses e ocorrência de deficiência hídrica anual acentuada (acima de 350 mm). Em tais condições, sem irrigação, não se recomenda o cultivo do dendê. Esta classe abrange cerca de 27,82% da área do Pará e cerca de 348 mil km<sup>2</sup> de extensão, englobando parte dos municípios da mesorregião do Marajó e parte das mesorregiões do nordeste e sudeste paraense (BASTOS et al., 2001).

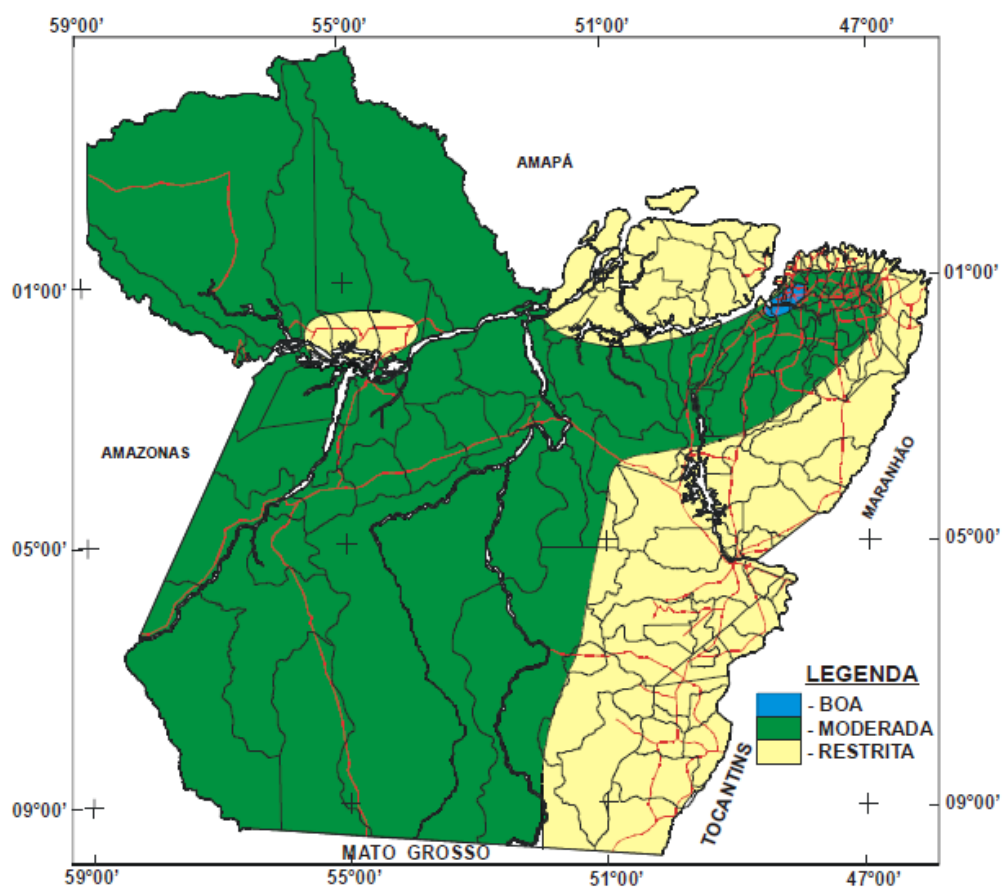


Figura 5.2.2 – Zoneamento de Riscos Climáticos do Dendê no Pará

Fonte: BASTOS et al. (2001)

Em 17 de março de 2011, foi publicada a portaria nº 83, no Diário Oficial da União, que aprovou o ZARC dendê em 117 municípios do estado do Pará. As portarias nº 82, 84, 85 e 86, publicadas no mesmo dia, aprovaram o ZARC dendê nos estados da BA, RR, AC e RO, respectivamente.

### **5.3 - Zoneamento Agroecológico do Dendzeiro para as Áreas Desmatadas da Amazônia Legal (ZAE Dendê)**

Projeto encomendado pelo Governo Federal, financiado pelo MCT e FINEP e elaborado pela EMBRAPA, teve relatório síntese publicado em abril de 2010. Seus resultados servem de esteio técnico-científico do Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo (PROPALMA), tema a ser discutido na seção 5.5.

Segundo os autores, RAMALHO FILHO et al. (2010):

“O zoneamento agroecológico é uma ferramenta fundamental para a criação de mecanismos de orientação à implementação da cadeia de produção de óleo de dendê. Para a Amazônia Legal, em particular, constitui a base técnico-científica para se buscar a sustentabilidade em bases social, econômica e ambiental, pela indicação das terras mais adequadas à produção agrícola da cultura do dendzeiro.

A aptidão das terras para uma determinada cultura é avaliada a partir da comparação entre a exigência ecofisiológica da planta e a oferta ambiental da área onde se pretende implantá-la, procurando-se atender a uma relação custo/benefício favorável. Este procedimento baseia-se no fato de que existe para cada espécie vegetal um conjunto de características de solo, relevo e clima, bem como de outros fatores ambientais, ao qual ela se adapta e nas quais a sua implantação terá o menor impacto negativo no ambiente”.

O ZAE-Dendê tem como objetivo geral avaliar e espacializar o potencial das terras para a cultura do dendzeiro na Amazônia Legal como base para o planejamento do uso sustentável das terras e em harmonia com a biodiversidade. Tem como objetivos específicos (RAMALHO FILHO et al., 2010):

- Oferecer subsídios para a reestruturação da matriz energética brasileira através da produção de biocombustível;
- Oferecer alternativas econômicas sustentáveis aos produtores rurais da região, operando em agricultura empresarial ou familiar;
- Oferecer uma base para o planejamento do uso sustentável das terras em consonância com a legislação vigente;



- Propiciar o ordenamento territorial nas áreas desmatadas consolidadas<sup>87</sup> e a consolidar da região amazônica em conformidade com o Zoneamento Ecológico – Econômico dos estados da região (ZEE);
- Fornecer bases para o planejamento de polos de desenvolvimento no espaço rural em alinhamento com as políticas governamentais sobre segurança alimentar e energia.

Através de um cruzamento de aptidão das terras com a aptidão climática, o ZAE-Dendê criou quatro classes de aptidão geral: boa, regular, marginal e inapta. Apenas nas áreas enquadradas nas duas primeiras categorias é permitido o cultivo da palma. Esta classificação foi estipulada através de uma regra pela qual a pior aptidão (do clima ou das terras) é a que determina a classe final de zoneamento.

Visando avaliar o potencial das terras sob diferentes níveis de aplicação de tecnologia agrícola e capital, tanto a aptidão das terras quanto clima foram executados para dois níveis de manejo - B e C, conforme metodologia proposta por RAMALHO FILHO et PEREIRA (vide seção 2.3.3). O primeiro<sup>88</sup> é caracterizado por uma aplicação média de capital e modesto uso de insumos e tecnologia e o segundo por alto aporte de capital e tecnologia. Foram gerados, portanto, dois mapas distintos, equivalentes a dois zoneamentos, possibilitando a implantação da dendeicultura em bases sustentáveis tanto por empresas de médio e grande porte, quanto por agricultores familiares.

Para a avaliação da aptidão das terras, o ZAE-Dendê considerou vários fatores limitativos dos solos considerados representativos das condições agrícolas das terras, tendo sido definidos quatro níveis: Nulo (N), Ligeiro (L), Moderado (M), Forte (F) e Muito Forte (MF). Nesse conjunto de regras são estipulados os graus máximos de severidade ou de limitação para cada fator das condições de produção da cultura do dendê, de forma que cada componente das unidades de mapeamento se enquadre nas quatro classes de aptidão das terras (Boa, Regular, Restrita e Inapta), sob os níveis de manejo B e C, conforme mostra a Tabela 5.3.1:

---

<sup>87</sup> Tema a ser abordado na seção 5.6.

<sup>88</sup> O cultivo de palma através de manejo tipo “A” (primitivo) não foi considerado ao longo do estudo, possivelmente devido à implantação tardia desta cultura na Amazônia, ou de que o dito manejo não deva ser fomentado.

Tabela 5.3.1: Graus máximos de limitação permissíveis, por nível de manejo, para enquadramento dos solos componentes das unidades de mapeamento nas classes de aptidão das terras do ZAE-Dendê

Classe de Aptidão	Classe Preferencial		Classe Regular		Classe Marginal		Classe Inapta	
	B	C	B	C	B	C	B	C
Fator Limitante								
Deficiência de Fertilidade	L	M	M	F	F	MF	MF	EF
Deficiência de Água	L	M	M	F	F	MF	MF	EF
Excesso água	L	L	M	M	F	F	MF	MF
Susceptibilidade à Erosão	L	M	M	F	F	MF	MF	EF
Relevo x Textura	L	M	M	F	F	MF	MF	EF
Impedimento à Mecanização	M	L	F	M	MF	F	EF	MF
Pedregosidade	L	N	M	L	F	M	MF	F
Rochosidade	N	N	L	L	M	M	F	F
Relevo	M	L	F	M	MF	F	EF	MF
Impedimento às raízes	N	N	L	L	M	M	F	F

Obs: Grau de limitação: N = Nulo; L = Ligeiro; M = Moderado; F = Forte; MF = Muito Forte

Fonte: RAMALHO FILHO et al. (2010)

A comparação das limitações dos solos da região estudada com os graus de limitação estabelecidos no Conjunto de Regras (tabela acima) resulta na classificação da aptidão das terras.

Para avaliação de aptidão climática, foi considerado que, para uma planta expressar todo seu potencial de produção, ela necessita certas condições de clima. Estas condições limitam o estabelecimento da cultura a certas regiões. Os fatores climáticos de maior importância para o cultivo do dendezeiro são: precipitação, horas de brilho solar e temperaturas máxima e mínima, conforme abaixo (RAMALHO FILHO et al., 2010):

- Precipitação - Uma adequada e constante disponibilidade de água no solo é condição extremamente importante para o desenvolvimento e produção do dendezeiro. O regime pluviométrico ideal caracteriza-se por uma precipitação média anual superior a 1.800 mm, com precipitações mensais sempre superiores a 100 mm, assegurando boa disponibilidade de água 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 dendezeiro situa-se em torno de 1600 horas/ano. Locais com luminosidade inferior a 1.500 horas/ano não são recomendáveis;
- Temperatura do ar - Fator climático importante para o crescimento e produção do dendezeiro. 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 16°C por períodos prolongados.
- Umidade relativa do ar - A umidade relativa do ar, média mensal, deve estar entre 75 a 90%.

Com os dados de temperatura e precipitação, oriundos de séries não inferiores a 10 anos, realizou-se o balanço hídrico climatológico, segundo metodologia de THORNTHWAITE et MATHER (op. cit.). Este parâmetro é muito relevante, devido à sua relação direta com a produção em toneladas de cachos por hectare/ano, conforme a figura 5.3.1:

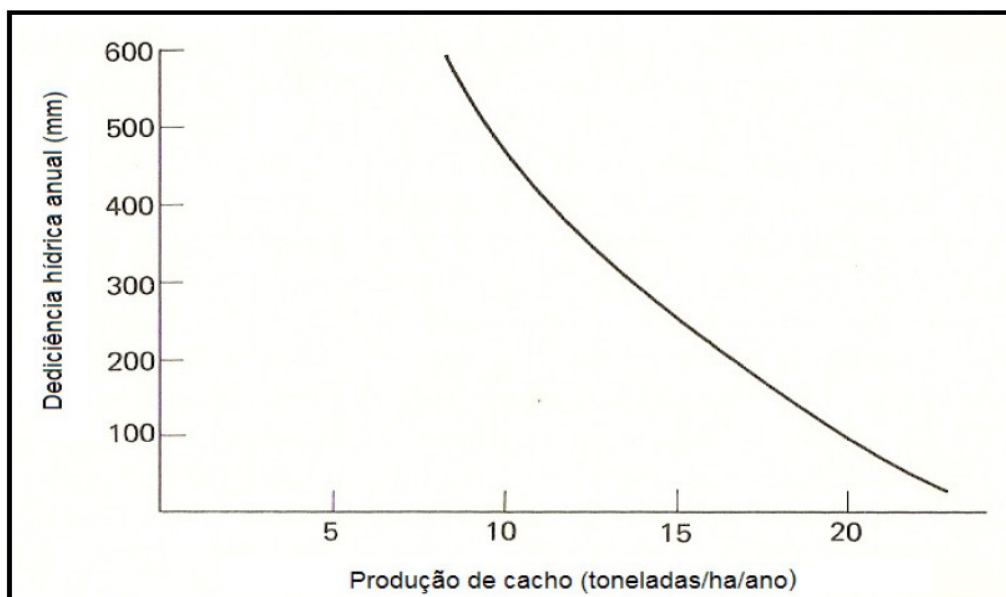


Figura 5.3.1 – Deficiência hídrica anual vs. produção anual média de cachos de palma

Fonte: IRHO (1969 apud Hartley, 1988, apud Ramalho Filho et al, 2010)

Com base nas correlações de deficiência hídrica e produtividade, o ZAE avaliou o risco climático para a Amazônia Legal. O risco climático para o cultivo do dendê foi classificado em quatro categorias, conforme se segue:

- Preferencial (P): Áreas com deficiência hídrica total anual (DH) inferior a 200 mm e com até três meses secos<sup>89</sup> consecutivos. Neste caso, o potencial de produção é de > 4,8 toneladas óleo/ha/ano (5,2 t com deficiência < 150mm);
- Regular (R): Áreas com DH entre 200 mm e 350 mm e com até três meses secos consecutivos. Potencial de produção esperado: entre 3,5 e 4,8 t óleo/ha/ano;
- Marginal (M): Áreas com DH entre 350 mm e 450 mm e com até três meses secos consecutivos.
- Inapta (I) – Áreas com DH > 450 mm e/ou com mais de três meses secos consecutivos.

Utilizando-se planilhas e técnicas de geoprocessamento e interpolação, os autores geraram um mapa definitivo de aptidão climática para a cultura da palma para a Amazônia Legal, conforme a figura 5.3.2:

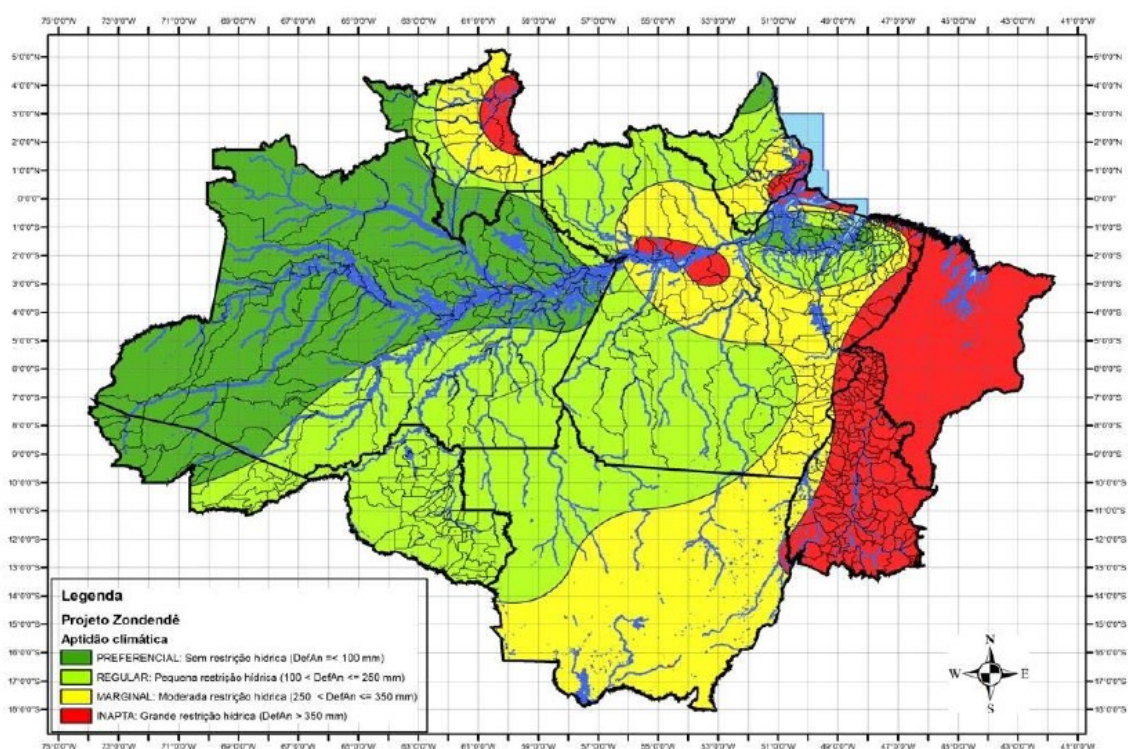


Figura 5.3.2 – Mapa de Aptidão Climática para a Cultura da Palma na Amazônia

Fonte: RAMALHO FILHO et al. (2010)

<sup>89</sup> Meses secos são aqueles que apresentam pluviosidade < 50 mm

Examinando-se o mapa acima, pode-se constatar que praticamente toda a área considerada preferencial para a palma se encontra dentro dos limites do chamado “coração florestal”, conforme figura 5.1.1. Ou seja, áreas que, segundo o MZEE-AL, não deveriam ser destinadas às atividades econômicas que tivessem grande potencial de expansão territorial e, conseqüentemente, degradação florestal. A notável exceção é uma área em torno de Belém, em consonância com a figura 5.2.2.

Segundo MAPA (2010), “a área efetivamente autorizada para plantio de palma de óleo no Brasil corresponde às áreas aptas para a cultura e antropizadas até 2007 (PRODES - INPE), excluídas todas aquelas com restrições legais e ambientais”. Houve recortes, de forma a suprimir da análise todas as áreas que satisfizessem os seguintes critérios:

- Áreas cobertas com vegetação nativa;
- Áreas protegidas (Unidades de conservação, parques nacionais, estaduais e municipais)
- Áreas indígenas (MMA/Ibama, Funai);
- Áreas sem aptidão climática ou com alto risco de degradação (ecossistemas sensíveis);

Após a efetuação dos citados recortes e a análise de aptidões, o resultado final obtido para a Amazônia Legal indica existirem 29,65 Mha e 28,93 Mha de terras aptas para o cultivo do dendê com a adoção do nível de manejo B e C, respectivamente. Isto corresponde a 5,87% e 5,72% da área desmatada da Amazônia Legal até 2007. A tabela 5.3.2 mostra as áreas das classes de zoneamento para produção de dendê, por estado da Amazônia Legal, considerando o manejo tipo B. Ela indica como o estado do Pará concentra 43% do total das áreas aptas de toda a Amazônia Legal, o que é esperado, dada a sua extensão territorial e percentual relativamente alto de área desmatada. Também fica evidente que 86% de toda área da região foi excluída da análise, por conta dos recortes citados acima.

Vale frisar que, se for adotado o critério, proposto por BECKER (2010), de vedação da palma no “Coração Florestal” da Amazônia (fig.5.1.1), a área efetivamente disponível seria ainda menor. Inspeção visual mostra que a maior parte das áreas aptas no estado do Amazonas, p.ex., se encontram na dita região, ao contrário do Pará.

Tabela 5.3.2 - Áreas das classes do ZAE Dendê na Amazônia Legal, nível de manejo B

Classe	Preferencial (P)		Regular (R)		Marginal (M)		Inapta (I)		Área Excluída		Área Estudada do Estado
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>
AC	416.037	2,53	1.087.772	6,63	913,32	0,01	306.879	1,87	146.026	88,95	164.158
AM	1.461.375	0,94	889.466	0,57	8.337	0,01	415.517	0,27	1.531.447	98,22	1.559.164
AP	20.334	0,14	137.844	0,97	11.205	0,08	125.232	0,88	139.868	97,94	142.813
GO	0	0,00	0	0,00	0	0,00	131.224	9,19	12.952	90,73	14.276
MA	0	0,00	246,96	0,00	109.515	0,39	10.090.105	36,19	176.691	63,37	278.840
MT	203.959	0,23	6.779.357	7,51	786.999	0,87	12.806.582	14,18	697.591	77,23	903.283
PA	2.327.674	1,87	10.448.374	8,37	345.718	0,28	9.926.744	7,96	1.017.253	81,53	1.247.772
RO	2.720.638	11,5	2.755.935	11,60	550.294	2,32	1.834.577	7,72	158.976	66,91	237.591
RR	187.409	0,84	218.712	0,98	207.898	0,93	144.684	0,65	216.715	96,63	224.283
TO	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2.949.021	10,63	248.133	89,41	277.537
TOTAL	7.337.426		22.317.707		2.020.879		38.730.565		4.345.652		5.049.717
% A.M.L.		1,45		4,42		0,40		7,67		86,06	

Fonte: ZAE-Dendê (RAMALHO FILHO et al. (2010)

Apesar da tabela acima mostrar 2,33 Mha de áreas preferenciais no estado do Pará para nível de manejo B, apenas 1,67 Mha se enquadram nesta classificação para o manejo C. Exame dos mapas do referido ZAE indica que a diferença se encontra, principalmente, no nordeste do estado, região que apresenta a maior área preferencial contígua de toda a Amazônia Legal. A figura 5.3.3 ilustra a extensão total da área considerada preferencial, pelo ZAE-Dendê, no Nordeste do Pará. A área cheia representa aquela na qual apenas o manejo tipo B é considerado preferencial. A área clara com listras representa a área considerada preferencial tanto para o manejo tipo B quanto C.

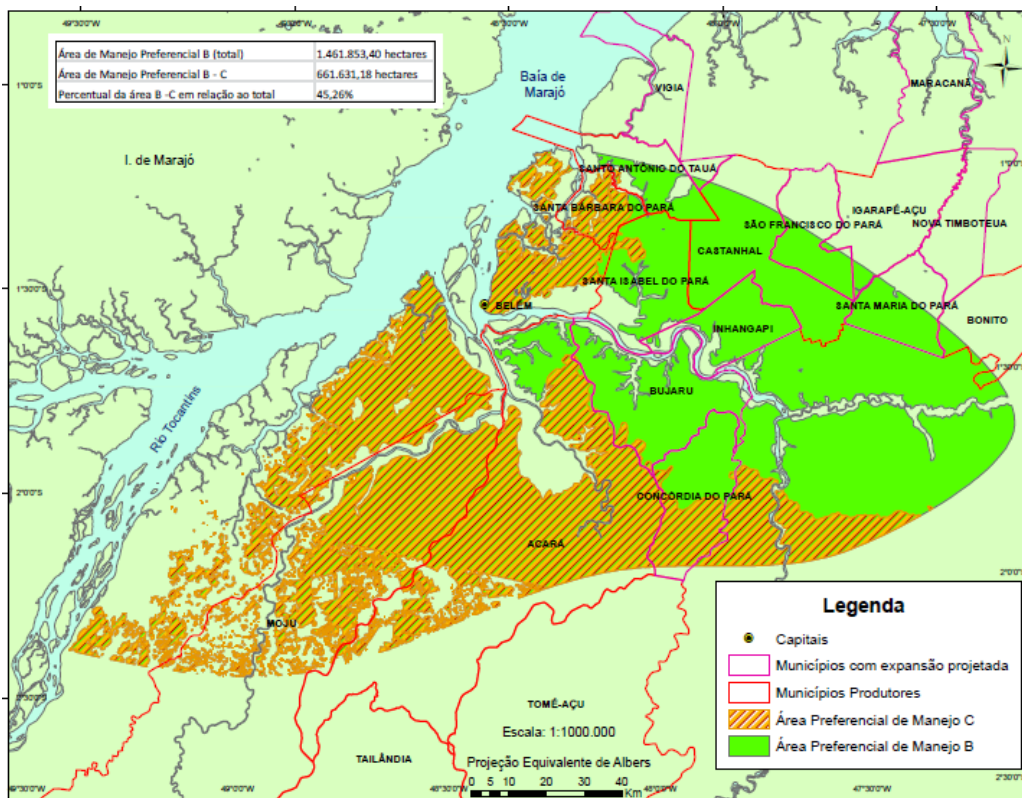


Figura 5.3.3 – Área preferencial para plantio de dendê no Nordeste Pará: manejo B e C

Fonte: VOMMARO (2013), a partir de RAMALHO FILHO et al., 2010

De acordo com VOMMARO (2013), a extensão total da área preferencial, conforme a figura acima e para os referidos manejos é:

- Manejo tipo B: 1.461.853 hectares
- Manejo tipo C: 800.222 hectares

Segundo RAMALHO FILHO et al. (2010), os fatores limitantes do solo mais frequentemente responsáveis pelas diferenças, para as lavouras em geral, entre a aptidão das terras avaliada para o nível de manejo B do nível de manejo C são: i) deficiência de fertilidade; ii) susceptibilidade à erosão; e iii) impedimentos à mecanização.

No entanto, no caso particular da palma, a correção química do solo não exerce grande influência, em vista de uma menor exigência desta cultura por nutrientes para o seu desenvolvimento. O impedimento à mecanização é um fator de importância fundamental para o nível de manejo C, mas não tem tanta influência no nível de manejo B, pois este não se baseia na mecanização intensa, em vista da baixa dependência da cultura da palma

à mecanização plena. No caso da susceptibilidade à erosão, o raciocínio é o mesmo, não havendo grande diferença no nível de Manejo B para o nível de manejo C, pois a palma, como cultura perene que oferece grande proteção ao solo, não incorre no aumento da exposição do solo à erosão e, assim, a vantagem comparativa do nível C, ao contar com técnicas de alta eficiência para prevenir e controlar a erosão não tem efetividade no caso dessa cultura (RAMALHO FILHO et al., 2010).

De fato, examinando-se a tabela 5.3.1, conclui-se que a diferença entre as duas áreas se deve à um ou mais dos seguintes fatores, para os quais existe maior tolerância para o uso do manejo tipo B: i) impedimento à mecanização; ii) relevo; iii) pedregosidade. Quanto ao primeiro item, A. Veiga, diretor industrial da MARBORGES, empresa possuidora de plantios em Moju (dentro da área preferencial), confirmou que a pluviosidade excessiva dificultava a entrada de tratores para a coleta de cachos, pois os mesmos afundavam e atolavam na lama produzida, na época de chuvas mais intensas. Ao ser perguntado qual a alternativa adotada pela empresa, ele retrucou que eram utilizados burros/mulas com cestos para tal tarefa.

Cabe também ressaltar a importância do ZAE-Dendê como ferramenta fundamental para nortear o processo de expansão do cultivo da palma para as áreas mais apropriadas. Segundo VENTURIERI et al. (2012), mais de 2/3 de todos os dendezaís do Pará estão localizados em áreas consideradas “regulares”, por conta de menor possibilidade de afecção pelo Amarelecimento Fatal (seção 5.4), um empecilho para a obtenção de maiores produtividades, a menos que a irrigação seja empregada para minimizar a deficiência hídrica. Por outro lado, pode-se argumentar que o uso de irrigação reduz a atratividade da palma como alternativa sustentável de uso da terra na Amazônia.

Por fim, o ZAE-Dendê está alinhado ao ZEE da Amazônia Legal (e os ZEEs estaduais) tendo, portanto, papel complementar ao mostrar o potencial de terras situadas nas zonas “consolidadas”, “a consolidar” e indicadas para desenvolvimento por zoneamentos cujos escopos são mais gerais no uso das terras da região (RAMALHO FILHO et al., 2010). Este assunto será tratado na seção 5.5.

#### **5.4 - Desenvolvimento de Híbrido Imune ao Amarelecimento Fatal (AF)**



O cultivo da palma, como toda monocultura extensiva desenvolvida na região tropical úmida, também está sujeito a infestação acentuada de doenças e pragas, se constituindo, muitas vezes, como fator limitante à expansão das culturas (VENTURIERI et al., 2009).

Durante pesquisa de campo do autor em 2008, Alexandre Veiga, diretor da Marborges S.A., afirmou que era consenso entre os produtores de palma que o AF era a doença mais importante das Américas e a principal barreira para a expansão da dendeicultura na Amazônia, opinião compartilhada por BARCELOS (2013). Veiga comentou que o horizonte de produção de palma, normalmente em torno de 20 a 25 anos, fora encurtado pela Marborges, para fins de investimento, para 12 anos. Ou seja, esperava-se que um pé de dendê teria vida média de apenas 15 anos antes de sofrer corte devido ao AF. Como o retorno do investimento numa agroindústria de óleo de dendê normalmente ocorre após aproximadamente oito anos da instalação do cultivo (MACEDO et al., 2010), a rentabilidade ficava comprometida. A figura 5.4.1 mostra o aspecto de palmeiras afetadas pelo AF.



Figura 5.4.1 - Danos causados pelo Amarelecimento Fatal

Fonte: VENTURIERI et al. (2009)

Doença semelhante a esta, conhecida como “pudrición del cogollo” (PC) e cujo agente causal é um complexo de fungo *Thielaviopsis paradoxa*, *Phytophthora sp.* e *Pythium sp.* (BOARI, 2010), ocorre na Colômbia, Equador e alguns países da América Central.

No Brasil há registros da ocorrência de AF na EMADÉ (Tefé, AM), COPALMA (Macapá, AP) e DENPASA (Belém, PA), que teve 5.000 ha de dendzeiros totalmente dizimados. Segundo VAN SLOBBE (1988 apud BOARI, 2010), plantas de palma com AF foram eliminadas e mudas sadias foram replantadas no mesmo local. Após cerca de oito meses, as novas plantas manifestaram os sintomas de AF, mostrando a inviabilidade do replantio na área onde foi detectada a doença.

Diversos ensaios para identificar um agente causal para o AF foram realizados desde 1986 (BOARI, op. cit.). Segundo a autora, pesquisas no ramo biótico (para verificar se a doença era propagada por insetos, fitoplasmas, fungos, bactérias, vírus, viroides, nematoides) não foram bem sucedidas na indicação de um possível agente patógeno. Assim, alguns estudos se voltaram para uma possível origem abiótica do AF, com pesquisas concentradas nas propriedades físicas do solo e condições de absorção de nutrientes pela planta. Pesquisadores indicaram que a falta de certos micronutrientes poderia evoluir para um aumento nos sintomas do AF, mas testes realizados em parcela com alta incidência da doença, na DENPASA, constataram altos teores de nutrientes nas folhas, principalmente P, K, S, Ca e Mg, apontando a improbabilidade da causa do AF ter origem na deficiência ou desequilíbrio nutricional.

Após dezenas de anos de estudos, os pesquisadores levantaram fatos importantes sobre a doença, entre eles (BOARI, op. cit.):

- Palmeiras de todas as idades são suscetíveis ao AF;
- Não há correlação com o tipo de solo nem com o excesso de água no solo;
- Há evidências de que a matéria orgânica exerce um efeito positivo na recuperação das plantas afetadas, dependendo do cruzamento;
- Aparentemente, há uma correlação positiva com a chuva, mas não foram verificadas ocorrências de AF em regiões de déficit hídrico, no caso brasileiro.

Quanto à este último ponto, VENTURIERI et al. (2009) concluíram que a variável balanço hídrico apresentou elevada correlação negativa ( $p=0,0002$ ) com o surgimento da síndrome do AF. Em regiões com leve deficiência hídrica não são observados casos da doença. Baseado nesta correlação, VENTURIERI et al. (2013) cruzaram o mapa do ZAE-Dendê com áreas livre de AF e identificaram o chamado “Arco de Produção de Palma

com Variedades Tenera<sup>90</sup> (APPT)”, uma área de 1,14 Mha própria para expansão da palma no Nordeste do Pará com esta variedade. Também verificaram que 98% da área do APPT se encontra em áreas ditas “regulares” e os restantes 2% em áreas preferenciais.

Assim, pode-se concluir que a EMBRAPA recomenda, dentro do nível de manejo B, uma área total de 2,57 Mha de terras para cultivo de palma nas cercanias de Belém, dos quais 1,46 Mha em áreas preferenciais (figura 5.3.3), para aproveitamento com variedade interespecíficas (a ser visto a frente) e 1,11 Mha de terras “regulares”, com leve deficiência hídrica. Isto permite o uso da variedade *Tenera*, de mais fácil manejo.

A figura 5.4.2 mostra os focos de ocorrência de AF (em amarelo) e os limites do APPT, que circundam a área “preferencial” da palma (manejo tipo C), mostrada na figura (em marrom). Os autores calcularam que cerca de 40% da área em questão é utilizada para agropecuária, 24% em pecuária e 32% é constituída por vegetação secundária.

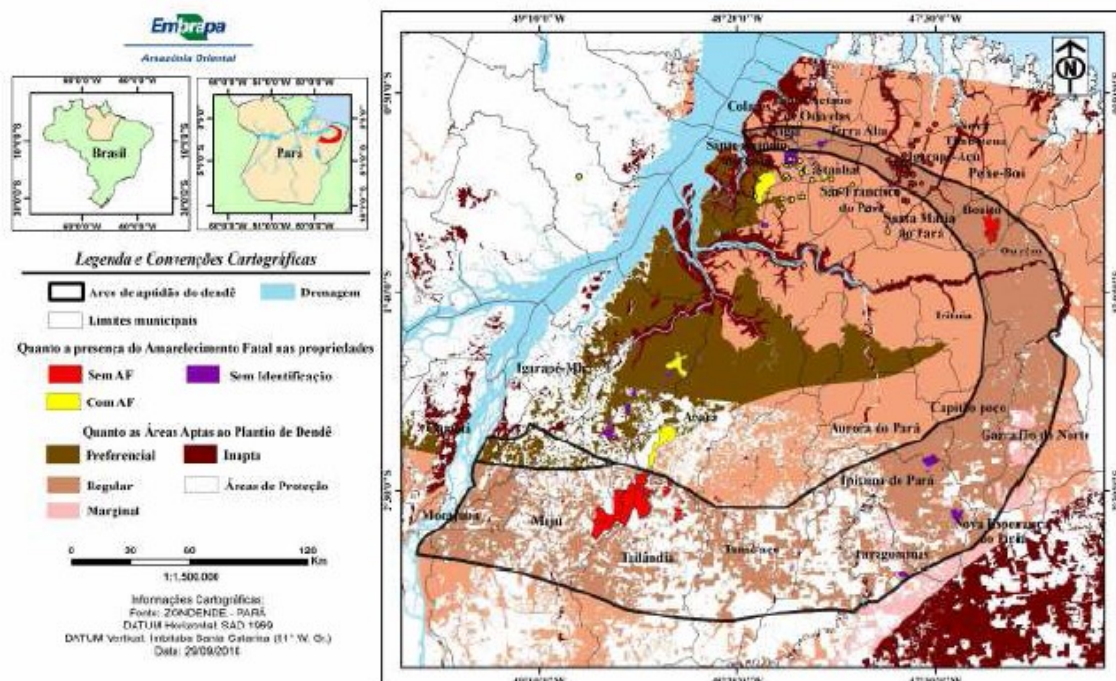


Figura 5.4.2 – Arco de Produção de Palma com Variedades Tenera

Fonte: VENTURIERI et al. (2013)

<sup>90</sup> Em plantios comerciais da palma africana, predominam cultivares do tipo *Tenera*, um híbrido intraespecífico, resultado do cruzamento entre plantas de palma tipo dura e pisífera.

No gênero *Elaeis*, além da *E. guineensis*, ou palma de óleo africana, existe a espécie *E. oleifera*, ou caiaué, nativa do continente americano. Apesar de ser encontrada na Amazônia Brasileira em maior quantidade do que em todo o restante da América Tropical (RAMOS et al. (2006), a produtividade do caiaué é muito inferior ao da palma africana, que vem sendo submetido ao processo sistemático de melhoramento há quase um século (KRUG et al, 2013). No entanto, a palma americana vem despertando crescente atenção dos pesquisadores, por apresentar rusticidade e resistência às diversas enfermidades que atingem a palma africana, como o fungo *Ganoderma* sp. e à fusariose.

No entanto, HARTLEY (1988 apud BOARI, 2010) salientou a importância da *E. oleifera* por apresentar resistência em áreas com AF, daí sua indicação para programas de cruzamento genético com *E. guineensis*, para dar origem a um híbrido interespecífico.

Segundo YOKOYAMA (2011), os primeiros cruzamentos ocorreram no final de 1981, no município de Manicoré, AM. Em decorrência dos casos de AF surgidos inicialmente nos cultivos da DENPASA, em 1991, 20 híbridos interespecíficos foram enviados pela Embrapa Amazônia Ocidental (Estação Experimental do Rio Urubu) para a citada empresa, pioneira na dendeicultura, Os híbridos foram plantados com o primeiro objetivo de testar sua resistência ao AF e, posteriormente, de acompanhar seu comportamento no campo, observando os aspectos vegetativos, fitossanitários e sua potencialidade produtiva (RAMOS et al., op. cit.)

Baseado nestes testes, a Embrapa apresentou, em 13/10/2010, o híbrido interespecífico (HIE) *BRS Manicoré*, uma cultivar desenvolvida a partir do cruzamento entre a palma africana e americana. “A cultivar foi testada durante 20 anos em áreas onde normalmente ocorre o AF, provocado por uma praga”, explica Ronaldo Andrade, gerente-geral da Embrapa Transferência de Tecnologia. Segundo ele, após esse período, o híbrido Manicoré não apresentou nenhum sintoma de amarelecimento, tornando-o ideal para o cultivo em regiões preferenciais indicadas pelo ZAE do dendê na Região Norte. Outras vantagens deste novo cultivar interespecífico (YOKOYAMA, 2011):

- Teor de ácidos graxos insaturados mais elevado: 64% no *BRS Manicoré* vs. 50% do *Tenera* (53% vs. 40% de ácido oleico), tornando-a mais propícia para a indústria alimentícia e para a produção de biodiesel;

- Produtividade mais elevada - até 30 t cachos/ ha/ano. Para tal, é mandatório que seja realizada polinização assistida, caso contrário ela cai para < 5 t/ha/ano;
- Reduzida taxa de crescimento anual do caule - facilita a extração dos frutos, tornando o ciclo de colheita mais longo. Segundo CUNHA et LOPES (2010), o crescimento vertical do tronco da cultivar *BRS Manicoré* varia entre 17 a 24 cm/ano, inferior ao das cultivares tradicionais de dendezeiro (45 a 60 cm/ano);
- Taxa de extração do óleo superior em até 20% à do *Tenera*;
- Menor suscetibilidade ao ataque de insetos desfolhantes, tais como *Rhyncophorus palmarum*; *Brassolis sophorae*; *Castnia daedalus* e outros.

Ainda segundo YOKOYAMA (op. cit.), já existem 30.000 ha de mudas híbridas na Colômbia, 10.000 ha no Equador e 2.553 ha no Brasil, restritas ao estado do Pará. Segundo CUNHA et LOPES (op. cit.), o início da colheita do *BRS Manicoré* ocorre 30 meses após o plantio definitivo (vs. 42 meses do *Tenera*). Também, a execução da prática de polinização assistida demanda um polinizador para cada 10 ha a 30 ha de plantio, dependendo do ciclo de polinização, da altura das plantas e das condições do terreno. YOKOYAMA (op. cit.) estimou o custo da polinização assistida em R\$ 550/ha/ano, ou R\$ 2,04/ton. cacho/ano.

Segundo BARCELOS (2011), Embrapa e Denpasa disponibilizaram ao mercado cerca de 4,8 milhões de sementes pré-germinadas e mudas do HIE *BRS Manicoré* em 2013 e o mesmo em 2014. Considerando uma média de 170 sementes/ha (o espaçamento utilizado leva a 143 plantas/ha, mas perdas devem ser consideradas), a produção seria suficiente para o plantio de 28.200 ha anuais. A meta prevista é 21 milhões de sementes anuais a partir de 2018, capaz de atender uma expansão de até 127.000 ha/ano. Levantamento do autor junto à produtores das Américas (Costa Rica, Equador, Colômbia e Brasil) indica a disponibilidade total de aproximadamente 58 milhões de sementes/mudas (*Tenera* e híbridos interespecíficos) em 2013 e 2014, suficiente para 330.000 hectares anuais. 86% das mudas/sementes são produzidas hoje fora do Brasil, mas, segundo o autor, esforços da Embrapa farão com que o país seja autossuficiente até meados de 2017.

Em Março de 2014, existiam 27 cultivares *Tenera* e 2 híbridos registrados no *Registro Nacional de Cultivares* do MAPA: *BRS Manicoré* e a *Marborges Inducoari 1*, respectivamente mantidas pela EMBRAPA e Marborges Agroindústria S.A.

## 5.5 – Programa Produção Sustentável de Óleo de Palma no Brasil (PROPALMA)

As iniciativas descritas nas seções anteriores fazem parte de um arcabouço de conhecimentos sobre a palma que propiciou as bases técnicas-científicas para o lançamento, pelo Governo Federal, do *Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo no Brasil* (PROPALMA), oficialmente lançado em 6 de Maio de 2010, em Tomé-Açu, Pará. Segundo DROUVOT et DROUVOT (2011), o programa é uma continuidade do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), no que toca o fomento à agricultura familiar. O PROPALMA é estruturado em torno dos temas abaixo (BRASIL, 2010a), alguns discutidos aqui, os demais em outras seções:

- Zoneamento Agroecológico da Palma de Óleo
- Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação
- Ampliação da Oferta de Assistência Técnica
- Aprimoramento dos Instrumentos de Crédito
- Regularização Ambiental
- Regularização Fundiária
- Câmara Setorial

No dia seguinte, 7 de Maio de 2010, foi publicado o Decreto nº 7172, que “aprova o zoneamento agroecológico da cultura da palma de óleo e dispõe sobre o estabelecimento pelo Conselho Monetário Nacional de normas referentes às operações de financiamento ao segmento da palma de óleo, nos termos do zoneamento”. Segundo o artigo 1º, fica aprovado o Zoneamento Agroecológico da Palma no Brasil (ZONDENDÊ), a partir da safra 2010/2011 (BRASIL, 2010b).

No anexo do decreto, dividiu-se em dois grandes grupos as áreas em todo o território nacional consideradas pelo zoneamento da palma como sendo de baixo risco climático:

- Grupo I - as áreas antropizadas aptas dos Estados do Acre, Amazonas, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia e Roraima;
- Grupo II - as áreas antropizadas aptas dos Estados de Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Pernambuco, Rio de Janeiro e Sergipe.

Também no anexo, detalhou-se a extensão da área preferencial e regular para o cultivo da palma em todos os municípios com terras aptas nos estados supracitados. No caso dos estados da Amazônia Legal (Grupo I), foram apresentadas tabelas para manejo tipo B e C, conforme descrito na seção 5.3. No caso dos estados do Grupo II, as tabelas somente contemplavam a extensão em cada município, considerando o manejo tipo C.

Segundo MAPA (2010), o ZONDENDÊ identificou um total de 232,8 Mha de área aptas para o cultivo da palma, do ponto de vista de solo e clima, em todo o território nacional. Ao se superpor os critérios de restrição (unidades de conservação, parques nacionais, estaduais e municipais), as áreas indígenas e os ecossistemas sensíveis), o somatório das terras disponíveis caiu para 31,8 Mha. “Ou seja, para proteger a floresta e garantir a sustentabilidade da produção de palma de óleo, fica proibida a utilização de 86,4% das áreas aptas e de 96,3% da área total do território brasileiro”. Ademais, como o zoneamento utiliza imagens de 2007, “o mapa das áreas antropizadas fica congelado naquele ano e qualquer nova área não poderá ser incorporada à produção”.

Na visão da Casa Civil (CAMPELO, 2011), “a maior parte das áreas aptas encontra-se no bioma Amazônia, em especial em regiões com forte pressão de desmatamento e vulneráveis do ponto de vista ambiental”. Também entende ser “necessária a atuação do Estado para impedir a expansão sobre a floresta e garantir que a produção se desenvolva em bases sustentáveis”.

O PROPALMA se alinha com o Plano Nacional sobre a Mudança do Clima, em particular, com o compromisso nacional voluntário de redução do desmatamento em 80% até 2020. Em consonância com os ditames do ZAE-Dendê, ele restringe a expansão da produção apenas às áreas já desmatadas no passado, proibindo a derrubada da vegetação nativa para o plantio do dendezeiro, além de direcionar a expansão da atividade produtiva para a recuperação de áreas degradadas.

Para promover a regularização fundiária, as regiões do ZAE foram priorizadas para fins do *Programa Terra Legal* (CAMPELO, op. cit.), tratado na seção 5.8. Com relação à regularização ambiental da palma, a citada autoridade entende que isto é da alçada de legislação estadual e do ZEE da região em questão, se houver.

## **A Agricultura Familiar e Crédito Agrícola**

MAPA (2010) aponta a importância da palma para o fortalecimento da agricultura familiar. Observa que seu cultivo cria empregos (1 para cada 10 ha plantados, “3 vezes mais do que a pecuária”), assegura a permanência das famílias de agricultores na terra e aumenta sua renda. Cita o caso da região nordeste do Pará, densamente povoada, na qual a maioria dos municípios tem menos de 30% de floresta primária. Um diagnóstico feito pelo Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) mostra que cerca de metade das famílias tem renda inferior a R\$ 415,00 mensais, provenientes principalmente da mandioca e da extração do açaí, e que boa parte das unidades produtivas possui áreas de reserva legal alterada e metade possui menos de 30% de suas APPs. Por outro lado, 10 hectares plantados com palma podem gerar renda líquida mensal superior a R\$ 1.500,00 a partir do início da colheita do fruto. Como a produção aumenta com o passar da idade, a renda esperada também cresce (assunto a ser discutido na seção 6.5).

Desta forma, a orientação é que sejam desenvolvidos projetos em áreas com potenciais de produção, priorizando a regularização fundiária, a ampliação da oferta de assistência técnica, o cadastramento das propriedades e a consequente recomposição da RL e das APPs, para a concessão do licenciamento ambiental (MAPA, 2010).

Para o PROPALMA, foram criados três diferentes linhas de financiamento, conforme a tabela 5.5.1. O longo prazo de carência reflete o fato de a palma ser um cultivo permanente, que só começa a produzir, em média, após três anos do plantio definitivo.

Tabela 5.5.1 – Instrumentos de Financiamento do PROPALMA

	PRONAF-ECO	PROPFLORA	PRODUSA
Público	Agricultores familiares	Produtores rurais e cooperativas	Produtores rurais e cooperativas
Finalidade	Investimento, custeio e remuneração da mão de obra familiar	Investimento e custeio associado ao investimento	Investimento e custeio associado ao investimento
Limite do financiamento	R\$ 6.500 por hectare, limitado a R\$ 65.000 por beneficiário	até R\$ 300 mil	até R\$ 400 mil para projetos em áreas degradadas
Juros	taxa efetividade 2% ao ano	6,75% ao ano	5,75% ao ano para projetos em áreas degradadas
Prazo para pagamento	até 14 anos	até 12 anos	até 12 anos
Carência	até 6 anos	até 6 anos	até 6 anos



Fonte: CAMPELO (2010)

As linhas de crédito específicas para investimentos na implantação de lavouras de palma de óleo no Brasil se dão a agricultores familiares através do PRONAF-ECO <sup>(91)</sup> e para pequenos/médios produtores através do Programa ABC, ambos regulados pelo *Manual de Crédito Rural*, do Banco Central (BACEN, 2013). Os bancos mais atuantes neste setor na Amazônia são o Banco do Brasil (BB) e Banco da Amazônia (BASA), os quais, visando diminuir os riscos financeiros destas operações, realizam convênios formais de cooperação técnica com as empresas integradoras para financiar os produtores integrados às mesmas (BASA, 2013).

O PRONAF-ECO Dendê é uma linha de crédito de investimento para implantação da cultura do dendê, com custeio associado para a manutenção da cultura até o 4º ano. O mutuário precisa observar o ZARC-Dendê e apresentar contrato ou instrumento similar de fornecimento da produção proveniente das culturas do dendê para indústria de processamento. Nele, tem que estar expressos os compromissos desta com a compra da produção, com o fornecimento de mudas de qualidade e com a prestação de assistência técnica. Esta linha se aplica para a implantação de até 10 ha por beneficiário, incluídos o valor de Assistência Técnica (R\$ 50/ha/ano do 1º ao 4º ano) e custeio da mão-de-obra (até R\$ 600/ha/ano, do 1º ao 4º ano) (BACEN, 2013).

O BASA, maior operador do PRONAF-ECO Dendê na Amazônia, indica que no Pará foram realizados, desde 2010, 1.610 contratos para 15.300 hectares plantados, num total de R\$ 124,8 milhões em liberações para integrados das empresas Agropalma, Biopalma VALE, P BIO, ADM do Brasil e Marborges Agroindustrial (BASA, 2013).

Foi visto na seção 4.2.2 que o Programa ABC objetiva reduzir as emissões de GEE das atividades agropecuárias, aumentando a produção agropecuária em bases sustentáveis, adequando as propriedades rurais à legislação ambiental, ampliando a área de florestas cultivadas e recuperando áreas degradadas. A linha ABC-Dendê fornece crédito para investimento na implantação, melhoramento e manutenção de florestas de palma em áreas produtivas degradadas, incluindo a elaboração de projeto técnico, georreferenciamento das propriedades rurais e despesas técnicas e administrativas relacionadas ao processo de

---

<sup>91</sup> Pronaf Eco: Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar, Linha de Crédito para Investimento em Energia Renovável e Sustentabilidade Ambiental

regularização ambiental. Com limite de crédito de R\$1.000.000,00 e taxa de juros de 5% a.a., o ABC-Dendê oferece prazo de até 12 anos, com carência de até 6 anos, sendo considerado apropriado para lavouras de até 100 ha de palma de óleo (BACEN, 2013).

### **5.6 - Zoneamento Ecológico Econômico da Zona Leste e Calha Norte do Estado do Pará (ZEE-ZL Pará)**

Segundo MMA (s.d.), o zoneamento ecológico-econômico (ZEE) é executado de forma compartilhada entre a União, os estados e os municípios. Segundo a lei complementar nº 140/2011, cabe à União a elaboração do ZEE de âmbito nacional e regional, cabendo aos estados elaborar o ZEE de âmbito estadual. O Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Pará foi instituído pela lei estadual nº 6.745/2005, que norteou a inserção do estado no MZEE-AL. Derivado deste marco, o Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Leste e Calha Norte (ZEE-ZL Pará) foi estabelecido pela lei estadual nº 7.398/2010, como a base do planejamento estadual no estabelecimento de políticas públicas, programas e projetos para a gestão e o ordenamento territorial.

O ZEE-ZL Pará abrange 804 mil km<sup>2</sup> (64,4% do território do estado) e 114 municípios. Ele é composto por três principais unidades de gestão do território denominadas “Áreas de Gestão”, subdivididas em “Zonas de Gestão”, as quais possuem as seguintes características gerais (PARÁ, 2010):

- Áreas de Uso Consolidado e/ou a Consolidar: caracteriza-se por ser uma área onde o uso de recursos naturais pode garantir, via progresso técnico, melhor qualidade de vida à população. São subdivididas nas seguintes Zonas de Gestão:
  - 1) Zona de Consolidação I: áreas com potencialidade socioeconômica média e alta, com contingente populacional compatível com o nível de suporte da área. O desenvolvimento humano permite fortalecer o potencial, adensando as cadeias produtivas, consolidando as atividades que demonstrem capacidade competitiva de atender o mercado interno e externo, com atenção ao desenvolvimento tecnológico e cuidados ambientais.
  - 2) Zona de Consolidação II: áreas com estabilidade natural de média a alta, mas que apresentam baixa potencialidade socioeconômica em função de deficiências sociais, técnicas, produtivas e institucionais, indicando a

necessidade de adensamento da estrutura produtiva, buscando maiores níveis de valor agregado e investimentos na infraestrutura física e social.

- 3) Zona de Consolidação III: áreas com estabilidade natural moderadamente vulnerável/estável, que requerem ações de manutenção das atividades produtivas existentes e fortalecimento das atividades sustentáveis para consolidação das economias locais.

Nas zonas de consolidação I, II e III não são recomendadas atividades que impliquem novos desmatamentos de vegetação primária ou secundária em estágios médios e avançados de regeneração e conversão de novas áreas para uso do solo. Cabe ao Conselho Estadual de Meio Ambiente determinar, mediante resolução, os critérios técnicos para a classificação dos estágios sucessionais da vegetação secundária.

- Áreas de Uso Controlado: são compostas por Zonas Ambientalmente Sensíveis, áreas com elevada vulnerabilidade natural, limitada oferta de recursos naturais, de proteção estratégica dos recursos hídricos e minerais e vulneráveis à pressão antrópica. Compreende áreas de várzeas, igapó, manguezais, caracterizadas por fragilidade natural, porém passíveis de utilização, mediante a adoção de tecnologias e intensidade de produção compatíveis com sistemas tradicionais de exploração e que devem ser mantidos e estimulados, promovendo formas de sustentabilidade das populações existentes.

Nestas áreas, o uso intensivo da terra deve ser desestimulado em favor de atividades que beneficiem as populações locais existentes e que não demandem a exploração intensiva dos recursos naturais ou a supressão da cobertura vegetal nativa.

- Áreas de Usos Especiais: compostas por Zonas de Usos Especiais, formadas por áreas legalmente protegidas, relativas às terras indígenas, de domínio das Forças Armadas, territórios quilombolas e Unidades de Conservação existentes e propostas.

A figura 5.6.1 mostra o mapa gerado a partir das análises efetuadas no âmbito do ZEE-ZL Pará. Pode se observar que as áreas de gestão de Usos Especiais ocupam mais de metade do território afetado. Também é possível ver que as zonas de consolidação estão concentradas na região leste do estado.

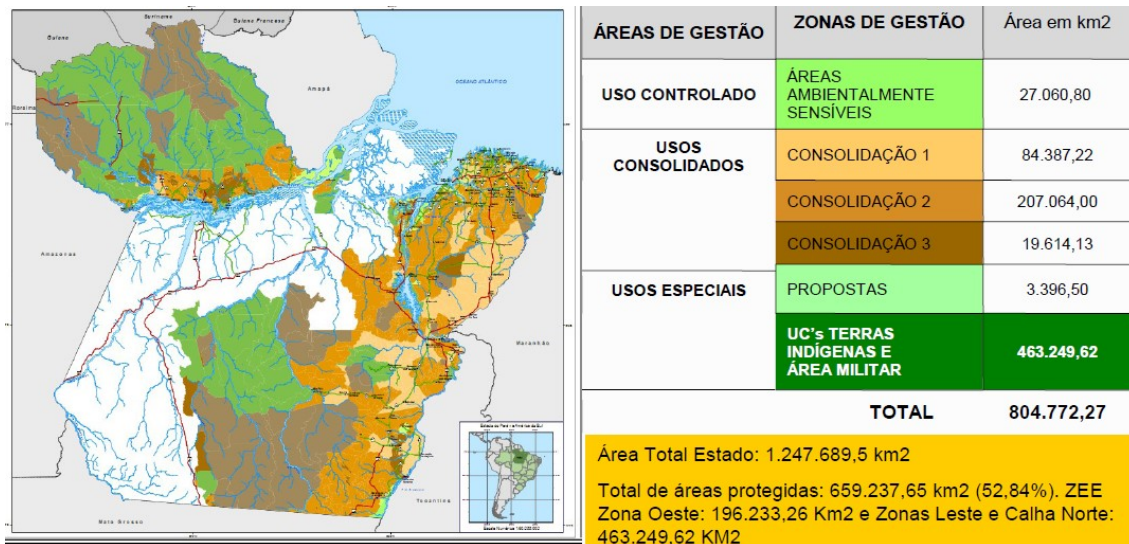


Figura 5.6.1 - Mapa de Gestão Territorial do ZEE-ZL do Pará.

Fonte: PARÁ (2012)

Foi visto na seção 5.3 que o ZAE-Dendê identificou que a região que apresenta a maior área preferencial contígua de toda a Amazônia Legal para um manejo visando a agricultura familiar (manejo tipo “B”) está localizada nas cercanias de Belém, uma das áreas mais populosas e historicamente antropizadas da Região Norte. Esta região, retratada na figura 5.3.2, abrange áreas pertencentes a 28 municípios na mesorregião de Belém e Nordeste do estado do Pará, localizada entre as coordenadas geográficas 0°45’S e 1°39’S - 46°16’W e 48°15’W.

Estes municípios apresentam, em relação a outras áreas da Amazônia, uma frente de colonização antiga, influenciados fortemente pela migração provocada pela construção da antiga Estrada de Ferro de Bragança e pelo boom da borracha, conforme seção 4.1. A consequência desse crescimento populacional foi o desenvolvimento dos núcleos urbanos, o adensamento da rede viária e dos diversos tipos de produção agrícola. Em face de um processo de colonização de mais de um século e um grande desenvolvimento demográfico, a vegetação dessa região foi intensamente antropizada.

Isto é evidenciado na figura 5.6.2, que mostra, em hachurado, as áreas preferenciais (manejo B) para o cultivo de palma na referida região, superposta num mapa do ZEE ZL Pará. Pode-se observar que a área mais promissora, em termos de produtividade agrícola, fica totalmente em áreas de consolidação (tipos I e II). Por inspeção visual, também percebe-se que a área APPT (figura 5.4.2) também se encontra em áreas de consolidação.

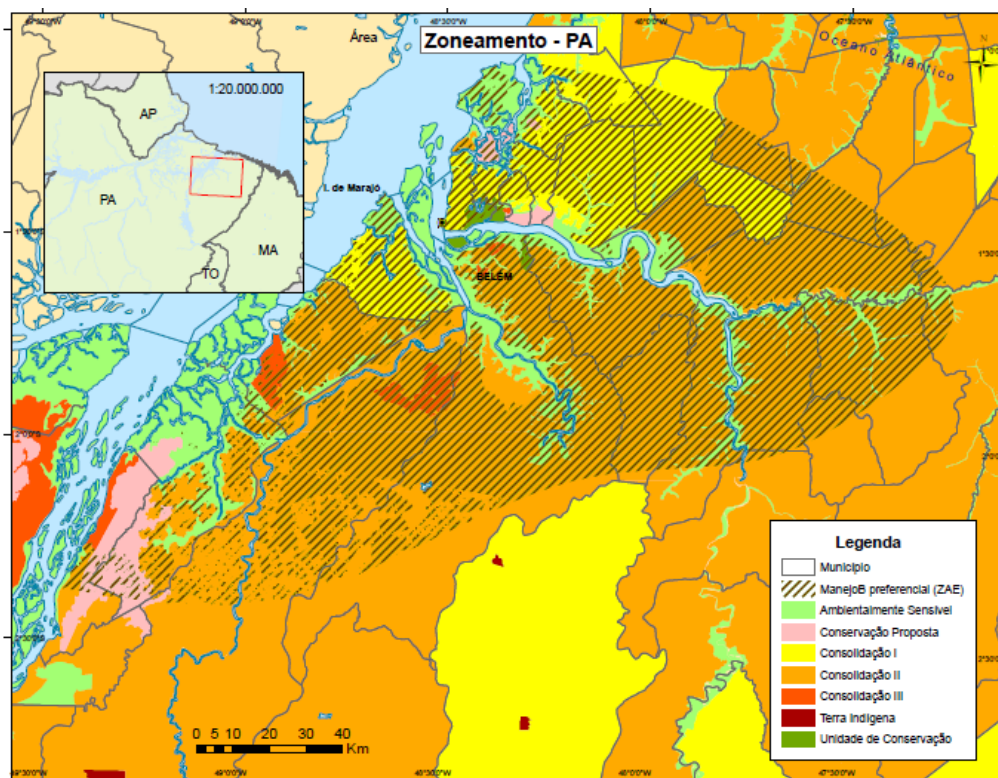


Figura 5.6.2 – Área preferencial no Nordeste do Pará (ZAE-Dendê) - Manejo B

Fonte: VOMMARO (2013)

Por que é relevante que uma área planejada para cultivo esteja em área consolidada? A lei 12.651/2012, que instituiu o Novo Código Florestal, define o conceito de área rural consolidada (Art. 3, inciso IV): “área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio”.

Em 24 de abril de 2013, o Governo Federal promulgou um decreto<sup>92</sup> que reduziu a área de reserva legal de 80%, válido em todo território coberto pelo bioma Amazônico, para 50%, em áreas consolidadas do estado do Pará, assim viabilizando maior uso da terra para atividades econômicas, como o cultivo de palma:

“Art. 1º: Fica autorizada a redução da área de Reserva Legal para até cinquenta por cento da área de imóvel situado nas Zonas de Consolidação I, II e III, definidas no inciso I do **caput** do art. 4º da Lei Estadual nº7.398, de 16 de abril de 2010, do Estado do Pará, que dispõe sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Leste e Calha Norte do Estado do Pará. Parágrafo

<sup>92</sup> Não há referência explícita ao número do referido

único. A redução da área de Reserva Legal de que trata o **caput** tem por finalidade exclusiva a regularização, mediante recomposição, regeneração ou compensação, devendo ser excluídas da redução as áreas prioritárias para conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos e os corredores ecológicos.

Art. 2º: Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação”.

### **5.7 – Pesquisas e Assistência Técnica para apoio à Agricultura Familiar**

Um dos focos do PROPALMA é a Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação na cadeia da palma. Isto compreende os seguintes eixos (CARVALHO, 2013):

- Melhoramento genético, obtenção de novos cultivares e busca de soluções para anomalias, em especial do Amarelecimento Fatal;
- Ampliação da oferta de sementes e mudas com genética definida para o Brasil;
- Revitalização, modernização e expansão da infraestrutura e facilidades físicas para produção de plantas matrizes e conhecimento;
- Parcerias internacionais com institutos de excelência em palma de óleo;
- Pesquisas para avaliar efeitos da espécie;
- Pesquisas sobre a viabilização de cultivos intercalares ou associados, nas diferentes fases do cultivo.

DURÃES (2011) adiciona que os projetos de P, D&I em palma, coordenados pela Embrapa, terão uma duração estimada em 10 a 12 anos e envolverão cerca de R\$ 60 milhões para as atividades acima contempladas, além do estabelecimento de acordos de cooperação técnica e operacional com a iniciativa pública e privada.

Por conta da necessidade de ampliar a oferta de assistência técnica, a Embrapa, MAPA, MDA, entidades estaduais de assistência técnica e empresas produtoras de palma de óleo realizaram, entre 2010 e 2011, uma capacitação de 160 técnicos de extensão rural, com carga horária de 236 horas (CARVALHO, op. cit.). Os técnicos foram capacitados para orientar tanto sobre aspectos da produção agrícola e estratégias produtivas, quanto no acesso a financiamentos. O PROPALMA também estimula a revisão de cursos e currículos de nível técnico e nível superior, além da ampliação da oferta de cursos técnicos na região Norte, voltados para a produção e manejo sustentável da palma (CAMPELO, op. cit.)

É sabido que as palmáceas nativas das zonas tropicais incluem as oleaginosas com maior potencial de produção de óleo do planeta, como a palma e a macaúba. Entretanto, elas se caracterizam por terem seus óleos degradados (os triglicerídeos se quebram em ácidos graxos livres por enzimas presentes nos frutos, as lipases) a partir do momento em que os cachos de frutos são cortados dos pés. Este é um fator relevante a ser considerado por empreendedores que estão em processo de instalação de extensas áreas de cultivos de palma na Amazônia, seja para fins alimentícios quanto energéticos.

Dadas as restrições impostas pelo Zoneamento Agroecológico da Palma, além de questões fundiárias e de reserva legal, não será viável a instalação dos cultivos em áreas contíguas. Isto levará a um aumento da distância média dos cultivos até as plantas de processamento (extração de óleos). Assim, à medida que os cultivos se expandirem, a tendência será de se produzir óleo com taxas crescentes de ácidos graxos livres, em função do aumento do tempo médio para a chegada dos cachos de frutos às plantas de extração de óleo<sup>93</sup>.

Desta forma, processos que permitam, de forma custo-efetiva, transformar tanto óleos quanto a borra (sem valor econômico no Brasil) em biodiesel será estratégico para as pretensões do Brasil em se tornar um produtor competitivo<sup>94</sup> deste biocombustível, dada a malha de transporte deficiente na Região Norte. Em particular, agricultores familiares, por terem menor disponibilidade de meios mecanizados de coleta e transporte, estão mais sujeitos a sofrer deságio no preço recebido pelo cacho, pelo fato dos mesmos apresentarem óleo de maior acidez.

Este fato é percebido por BECKER (2010):

“Outro problema é o tempo rápido exigido entre a coleta e o processamento e o alto custo dos investimentos de processamento nas plantações, o que necessariamente beneficia os grandes e penaliza os pequenos produtores. Como contornar o problema? A organização de cooperativas é uma solução que muitos apontam... Parte integrante dessa forma de organização é a indústria não só

---

<sup>93</sup> Tipicamente, quando um cacho de dendê demora 24 horas entre seu corte e seu processamento na usina extratora, o teor de ácidos graxos livres encontrado no óleo é de 2 a 3%. Se ele é processado após 48 horas de seu corte, a acidez pode chegar a 5% (comunicação pessoal do Dr. Marcos Enê, EMBRAPA CPATU).

<sup>94</sup> Comunicação pessoal do Eng<sup>o</sup> Roberto Vidal, do Centro de Pesquisas da Petrobrás, indica que um aumento em 5% na eficiência de conversão de óleo vegetal em biodiesel é suficiente para custear uma planta de biodiesel, em 20 anos.

processadora do óleo, mas também do **biodiesel**, porque sem indústria não há condição de autonomia e sobrevivência”.

Estudos da EMBRAPA mostram a disparidade entre a produtividade no transporte dos cachos colhidos auferida por agentes que dispõem de frota veicular versus pequenos agricultores, usuários de energia humana e animal. Segundo CUNHA et al. (2010b), o rendimento médio (homem/dia) na colheita e retirada dos cachos de frutos frescos (CFF) até a borda da parcela é a seguinte:

Retirada dos cachos até a bordadura da parcela - Processo manual:

- Carrinho de mão: 200 a 800 kg (plantio jovem); 600 a 2.200 kg (plantio adulto)
- Junta de bois+carroça+cesto 500 kg: até 2.300 kg (1 condutor+2 carregadores)

Retirada dos cachos até a bordadura da parcela - Processo mecanizado:

Trator agrícola 30 HP + carroceria basculante 3 ton.: 20.000 kg (1 motorista + 2 carregadores)

Outra alternativa é a retirada de cachos e transporte direto até a usina (7 a 10 km):

- Trator agrícola 60 HP + carreta 3-4 ton. (plantio > 5 anos e áreas bastante planas) = 12.000 a 18.000 kg. (1 condutor/motorista + 2 carregadores)

Recentemente, a Universidade de Tsinghua (Beijing, China), com quem a COPPE estabeleceu convênio técnico-científico, desenvolveu uma técnica inovadora de produção de biodiesel por uma rota enzimática, na qual as enzimas, utilizadas como catalizadores, realizam simultaneamente as reações de transesterificação (óleos/gorduras + álcool -> biodiesel + glicerol) e esterificação (ácidos graxos livres + álcool -> biodiesel + água).

A inovação do processo chinês está no aumento da vida útil das enzimas, que promete reduzir dramaticamente os custos de produção. Caso comprovem a viabilidade técnica e econômica desta hipótese, a rota tem potencial de ser largamente empregada no aproveitamento de óleos de palmáceas em geral: dendê, macaúba, inajá, tarumã e outras nativas. Cabe assinalar que SALUN (2010) menciona o esforço de pesquisa de biodiesel enzimático que vem sendo desenvolvido pela Embrapa Agroenergia, fruto da percepção das muitas vantagens desta em relação à rota catalítica.



## 5.8 – Outras Ações de Fomento à Palma no Pará

### Programa Terra Legal

As políticas de desenvolvimento sustentável da Amazônia têm esbarrado na indefinição de direitos fundiários na região. Até 2010, metade das terras estavam distribuídas em área protegidas, assentamentos da reforma agrária e terras militares. A outra metade era constituída por terras públicas sem destinação ou devolutas, terras públicas ocupadas informalmente e títulos de terras privadas (BRITO et BARRETO, 2011).

Com a Lei nº 11.952/2009, o Governo Federal lançou o *Programa Terra Legal*, no qual o MDA tem a missão de acelerar a regularização (mediante alienação e concessão de direito real de uso de imóveis) de ocupações informais em terras da União na Amazônia Legal. As ocupações devem ter até 15 módulos fiscais e não mais do que 1.500 ha.

BRITO et BARRETO (op. cit.) verificaram que, até maio de 2011, o programa alcançou 87.992 posses cadastradas, num total de 10,3 Mha. Segundo os autores, a maioria das posses cadastradas estava concentrada no Pará (47% de cadastros, em 46% da área). No entanto, apenas 611 títulos foram emitidos no período (54% dos títulos no Pará), sendo que os 335 títulos emitidos no segundo ano representam apenas 1,4% da meta de 23.001 títulos anunciada pelo programa em 2010. Entre os problemas identificados, a falta de verificação prévia de territórios ocupados por populações tradicionais e a defasagem do valor da terra (conforme instrução normativa 01/2010), que pode ser incentivo à novas ocupações. Além disso, somente 53% dos títulos emitidos no Pará possuíam Cadastro Ambiental Rural<sup>95</sup> (CAR), necessário para fins de regularização ambiental.

Segundo JACOB et SILVA (2011), 16 municípios do polo dendeicultor do Nordeste do Pará, onde se encontram  $\frac{3}{4}$  da área plantada, tem ações do Programa Terra Legal em andamento (vide figura 5.8.1), com um total de 9,496 requerimentos cadastrados no Programa, um total de 376 mil ha requeridos.

---

<sup>95</sup> O Cadastro Ambiental Rural é um registro eletrônico, obrigatório para todos os imóveis rurais, que tem por finalidade integrar as informações ambientais referentes à situação das Áreas de Preservação Permanente - APP, das áreas de Reserva Legal, das florestas e dos remanescentes de vegetação nativa, das Áreas de Uso Restrito e das áreas consolidadas das propriedades e posses rurais do país.

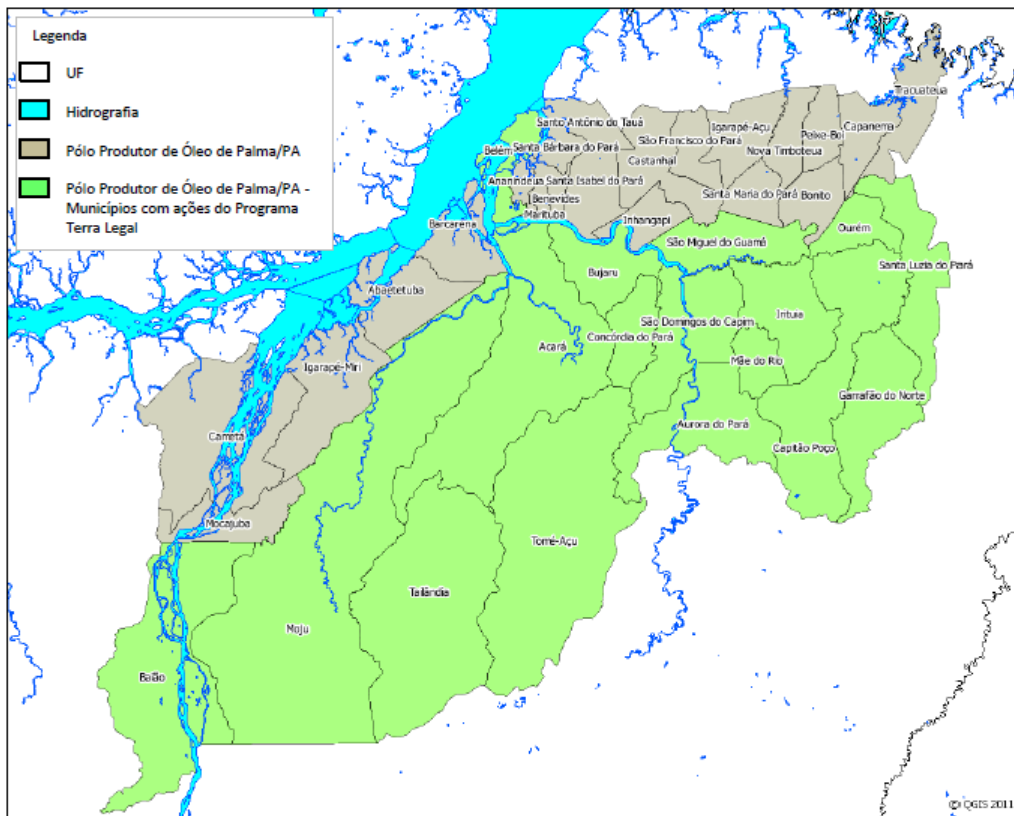


Figura 5.8.1 – Municípios do Polo Dendeicultor do Pará dentro do Programa Terra Legal

Fonte: MACHADO (2013)

### **Programa Estadual de Produção de Óleo de Palma do Pará**

O programa estadual foi lançado em 2010 e possui os seguintes eixos de ação e objetivos (SAGRI-PA, 2013):

- Regulação: apoiar a construção dos instrumentos legais e mercadológicos; pesquisa, produção, beneficiamento e certificação da cadeia do dendê;
- Produção: promover o desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva do dendê e estabelecer mecanismos de incentivos financeiros e fiscais;
- Tecnologia: fomentar a pesquisa, o desenvolvimento científico e a inovação tecnológica;
- Extensão: fortalecer a assistência técnica e extensão rural (ATER) na cultura do dendê e buscar a formação e qualificação de recursos humanos;
- Logística: executar obras necessárias ao desenvolvimento da cadeia sócio produtiva do dendê;

- Ordenamento territorial: implementar ações de ordenamento fundiário e ambiental, visando o desenvolvimento social e ambientalmente sustentável;
- Inclusão social: integrar os pequenos produtores rurais à cadeia do dendê em condições de competitividade e segurança e promover ações intersetoriais para o desenvolvimento socioeconômico da cultura no Estado.

Em termos práticos, entre as ações, além do ZEE (já finalizado), estão sendo investidos R\$ 84 milhões em obras rodoviárias e R\$ 91,4 milhões em pontes, visando melhorar a infraestrutura viária da região. Entre as ações prioritárias, destacam-se a implantação de unidades de produção de sementes, pois as empresas do Pará importaram, entre 2009 e 2011, 15,6 milhões de sementes de palma, destinadas ao plantio de 80.000 ha, a um custo de US\$ 14,6 milhões. Também estão sendo implantados 7.000 ha no modelo de produção integrada, envolvendo 700 agricultores familiares (SAGRI, 2013).

#### **Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Palma de Óleo:**

Segundo MAPA (s.d.), o conceito de Câmara Setorial está “relacionado com a ideia de um agrupamento de representantes dos organismos, órgãos e entidades, públicas e privadas, que compõem os elos de uma cadeia produtiva do agronegócio, que tem por substrato um ou mais produtos”.

Criada através do Decreto nº 7.171, de 07 de maio de 2010, a Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Palma de Óleo é a principal instância de articulação entre os setores governamental e produtivo; é um foro consultivo vinculado ao MAPA, com a missão de articular agentes públicos e privados para identificar oportunidades ao desenvolvimento da cadeia produtiva da palma, permitindo na sua composição a representação dos elos da cadeia produtiva (produtores, trabalhadores, empresários, exportadores); sociedade civil organizada (consumidores, organizações não governamentais) e governos (parlamentares e técnicos governamentais). Até o final de 2013, houve 13 reuniões ordinárias e 4 reuniões extraordinárias da referida câmara setorial. Vários estudos apresentados nestas reuniões foram utilizados nesta tese.

Foram discutidos neste capítulo as diversas iniciativas implantadas pelo Governo Federal, ministérios e agências, além do governo do Pará, no sentido de estimular o crescimento da cultura da palma na Amazônia, visto as inúmeras vantagens que esta apresenta,

comparado a outros usos da terra.

No próximo capítulo, serão abordados temas relacionados especificamente à implantação da palma no nordeste do Pará, área prioritária para a expansão desta cultura no Brasil. Serão analisadas as perspectivas de crescimento da cultura, em função dos novos projetos anunciados. Também serão calculadas as emissões de GEE do biodiesel de palma, visando mensurar seu poder mitigador das mudanças climáticas, além das possibilidades de cogeração dos seus resíduos, para atender às demandas dos sistemas isolados.

Da mesma forma, serão investigadas as possibilidades de geração de emprego e renda para a agricultura familiar local. Limitações à expansão da palma, seja pela oferta (estoque de terras e m.d.o. disponível), seja pela demanda (impactos ambientais, restrições de mercado, desvantagens competitivas etc.) são comentadas. Por fim, visto o longo ciclo econômico da cultura, um modelo climático é empregado para avaliar possíveis restrições climáticas futuras à implantação da palma no Nordeste do Pará.

## Capítulo 6 – Expansão da Palma no Nordeste do Pará

### 6.1 – Status e Perspectivas do Setor Produtivo

O capítulo 4 mostrou como pecuária e culturas anuais (soja e milho, principalmente) constituem no uso predominante da terra na região amazônica. Foi também visto que as culturas permanentes são aquelas mais apropriadas para os solos em climas tropicais úmidos, por conta da capacidade diferenciada em proteger a terra contra erosão, que, por sua vez, contribui para o êxodo rural. Cultivos perenes também apresentam maior eficiência no uso de fertilizantes, muito necessário para os solos pobres e intemperizados, típico dos trópicos. Portanto, ao se pensar em expandir a cultura da palma, deve-se priorizar áreas que não já estejam ocupadas com outros cultivos permanentes, pois não haveria vantagem ambiental evidente.

Foi exposto no capítulo 2 que as lavouras temporárias, principalmente os grãos, são os produtos agrícolas mais consumidos no mundo. Este fato indica que as restrições às culturas permanentes estão ligadas aos mercados também restritos. A palma é uma exceção, pois ela compete num mercado em ascensão (óleos vegetais para fins alimentares) e também no crescente mercado de biocombustíveis líquidos, para o qual não existe, para efeitos práticos, um limite. De todos os insumos bioenergéticos usados hoje em larga escala, o óleo de palma é o único proveniente de cultura estritamente permanente.

A tabela 6.1.1 mostra as principais lavouras do estado do Pará. As vantagens econômicas das culturas permanentes são evidentes: todas elas (pimenta-do-reino, banana, laranja, dendê, cana-de-açúcar<sup>96</sup> e café) são mais rentáveis no uso da terra (R\$/ha) do que quaisquer lavouras temporárias. No entanto, apesar de representar 41,3% de toda a renda agrícola no estado em 2011, as lavouras permanentes representam apenas ¼ da área plantada do estado, num padrão semelhante a de outras partes do mundo.

Tabela 6.1.1 – Área plantada, valor da produção e produção média das principais lavouras<sup>97</sup> no estado do Pará, em 2011

---

<sup>96</sup> Cana-de-açúcar é uma cultura semiperene.

<sup>97</sup> Foram consideradas apenas lavouras com área plantada igual ou superior a 10.000 hectares.

Lavouras temporárias e permanentes	Área colhida (ha)	% total área colhida	Quantid. produzida (t)	Rendim médio (kg/ha)	Valor produção (1.000 R\$)	Valor produção (1.000 R\$/ha)	% Total valor produção
<b>TOTAL</b>	<b>1.051.117</b>	<b>100</b>	...	...	<b>3.518.546</b>	<b>3,3</b>	<b>100</b>
Culturas Permanentes	255 425	24,3	...	...	1.452.917	5,7	41,3
Culturas Temporárias	795 692	75,7	...	...	2.065.629	2,6	58,7
Pimenta-do-reino	16 557	1,6	33.349	2.014	340.835	20,6	9,7
Banana	40 710	3,9	545.493	13.399	271.399	6,7	7,7
Laranja	12 056	1,1	201.458	16.710	64.686	5,4	1,8
<b>Dendê (coco)</b>	<b>53 968</b>	<b>5,1</b>	<b>1.082.348</b>	<b>20.055</b>	<b>262.458</b>	<b>4,9</b>	<b>7,5</b>
Cana-de-açúcar	12 592	1,2	715.152	56.794	52.044	4,1	1,5
Cafê (beneficiado)	10 490	1	10.251	977	40.168	3,8	1,1
Coco-da-baía	23 388	2,2	229.080	9.794	87.143	3,7	2,5
Cacau (em amêndoa)	85 041	8,1	63.799	750	306.876	3,6	8,7
Mandioca	294 049	28	4.647.552	15.805	1.021.088	3,5	29
<b>Soja (em grão)</b>	<b>105 888</b>	<b>10,1</b>	<b>317 093</b>	<b>2 994</b>	<b>229 333</b>	<b>2,2</b>	<b>6,5</b>
Milho (em grão)	210 532	20	541 128	2 570	294 235	1,4	8,4
Feijão (em grão)	52 760	5	38 013	720	65 106	1,2	1,9
Arroz (em casca)	102 797	9,8	209 491	2 037	112 704	1,1	3,2

Fonte: IBGE (2012)

O cultivo de dendê não é a cultura com maior renda média da terra. Segundo IBGE (2012), das 34 lavouras cultivadas no Pará em 2011, a palma é o 14º em termos de renda média. No entanto, apenas a banana e pimenta-do-reino são produzidos numa área comparável ao da palma, denotando escassez de mercado para outras culturas perenes.

Apesar da área preferencial para plantio de palma (figura 5.3.2) no Nordeste do Pará compreender partes de 28 municípios (VOMMARO, 2013) e o cultivo da oleaginosa nesta região estar hoje espalhada por 31 (VENTURIERI et al., 2013), a tabela 6.1.2 mostra como apenas nove municípios concentravam 96,3% da produção do estado em 2012. Em particular, a palma representa quase toda a renda agrícola de Tailândia e Bonito. Também representa quase 20% da renda agrícola do Pará, que, por sua vez, foi responsável por 99,8% da produção da região Norte e 83% da produção nacional de cachos de cocos (frutos frescos) no referido ano. Por fim, vê-se que a referida cultura ainda não é relevante, em termos de renda, no cenário agrícola brasileiro.

Tabela 6.1.2 – Área de colheita, quantidade e valor de produção de cachos de palma, em 2012: Brasil e Pará (total e principais municípios produtores)

Unidade	Área destinada à colheita (ha)	Toneladas produzidas	Valor produção (R\$1000)	Valor da produção (%)
BRASIL	113.135	1.240.992	322.296	0,84
Região Norte	59.192	1.036.639	273.727	11,78
Pará	58.795	1.034.361	272.950	18,48
Tailândia	19.387	405.055	117.466	97,98
Moju	13.288	153.356	33.738	44,26
Acará	7.000	175.000	42.648	68,46
Bonito	4.200	84.000	21.840	96,20
Igarapé-Açu	4.200	46.200	13.467	22,33
Santo Antônio do Tauá	2.900	40.600	10.252	43,39
Tomé-Açu	2.600	49.400	11.861	19,39
Concórdia do Pará	2.000	28.000	7.372	27,85
Castanhal	1.000	18.000	5.049	21,83
Outros	2.220	34.750	9.258	

Fonte: IBGE (2014)

Em contraste com os dados do IBGE, a Embrapa (vide figura 4.4.2) e a Associação Brasileira de Produtores de Palma (ABRAPALMA), entendem que a atual área plantada com palma no Pará já excede 120.000 ha. A tabela 6.1.3 indica que, em 2012, o setor produtivo paraense já contava com 140.000 ha plantados, com capacidade de processar 340.000 t de óleo/ano, gerando 11.000 empregos diretos (1 vaga a cada 12,7 ha cultivados) e com previsão de aumentar a área plantada em 135% até 2015. Em adição aos 330.000 ha anunciados por projetos empresariais, ABRAPALMA (2013) menciona a existência de projetos com Agricultura Familiar envolvendo cerca de 3.000 famílias e 30.000 ha de área plantada com palma. Segundo esta associação, nos projetos empresariais, 65% das terras alocadas são estaduais (da alçada do Instituto (Estadual) de Terras – ITERPA) e 35% das terras são federais (INCRA). No caso dos projetos de agricultura familiar 50% das terras são federais e estaduais, cada.

Tabela 6.1.3 – Produção de dendê no Pará em 2012 e expansão projetada para 2015

EMPRESA	Área plantada 2012 (ha)	% área plantada 2012	No. Unidades Extratoras 2012	Capacidade instalada 2012 (1000 t de óleo/ano)	Empregos diretos (08/2012)	Área projetada em 2015 (ha)	% área projetada - 2015
Agropalma	45.000	32,1	5	201	5.314	50.000	15,2
Biopalma	42.000	30,0	1	40	2.618	80.000	24,3
Yossan	16.000	11,4	-	-	-	20.000	6,1
Denpasa	6.000	4,3	1	12	290	10.000	3,0
Marborges	5.000	3,6	1	20	1.120	10.000	3,0
Dentaua	4.000	2,9	2	39	941	6.000	1,8
PBIO+GALP	4.000	2,9	-	-	119	75.000	22,8
ADM	3.000	2,1	-	-	172	50.000	15,2
Palmasa	3.000	2,1	1	28	340	8.000	2,4
Outros	12.000	8,6	-	-	-	20.000	6,1
<b>TOTAL</b>	<b>140.000</b>	<b>100,0</b>	<b>11</b>	<b>340</b>	<b>10.914</b>	<b>329.000</b>	<b>100,0</b>

Fonte: ABRAPALMA apud SAGRI (2013)

Roberto Yokoyama, diretor-presidente da ABRAPALMA, estimou<sup>98</sup> haver, em meados de 2013, aproximadamente 180.000 ha plantados com palma no Pará. Afirmou que os maiores entraves à expansão do setor dendeicultor eram a regularização fundiária e ambiental, a cargo de instituições como ITERPA e INCRA, insuficientemente aparelhados para as demandas que tem se apresentado.

No contexto empresarial, o segmento de bioenergia se sobressai, representado pelos consórcios Biopalma/VALE e Petrobras Biocombustível (PBIO)/GALP, com 1/3 da área plantada em 2012. A tabela mostra que estas empresas deverão deter cerca de 47% da área total prevista em 2015, tornando-se as maiores produtoras de óleo de palma no Brasil, seguidas da Agropalma e ADM, voltadas principalmente ao mercado alimentício, com 30,4% da área projetada para 2015.

A Vale já demonstra interesse em utilizar biodiesel em sua frota de locomotivas pelo menos desde 2005, quando pesquisadores da Universidade Norte Fluminense (UENF) e UFRJ propuseram a instalação de uma usina de biodiesel em Vitória, ES, utilizando soja como insumo (SILVA, 2006). No mesmo ano, a empresa contratou a COPPE/UFRJ para realizar um comparativo no desempenho de dois trens, um com diesel e outro com B20 (éster metílico de palma), realizando o percurso da Estrada de Ferro Vitória a Minas

<sup>98</sup> Comunicação pessoal, em 25/07/2013.



(EFVM). O desempenho do B20 em trens se mostrou plenamente satisfatório, de forma que a empresa decidiu investir na produção de palma no Norte do país.

A Biopalma, subsidiária da Vale em parceria com o Grupo MSP, tem como finalidade atender a demanda da mineradora, sócia majoritária, para uso na frota de locomotivas da Estrada de Ferro Carajás (EFC), além de equipamentos e máquinas pesadas da mina de Carajás. Segundo ANTT (2012), a Vale tem controle de quatro (EFVM, EFC, Ferrovia Centro Atlântica – FCA e Ferrovia Norte Sul – FNS) das concessões ferroviárias do Brasil, com consumo de diesel das quatro totalizando 522 Mm<sup>3</sup>, em 2011.

Para atender a demanda por B20, a Biopalma terá implantado, em 2014, 60 mil ha de plantio próprio de palma, além de 20 mil ha com a agricultura familiar, onde seriam engajadas 2.000 famílias com projetos de plantio de até 10 ha. A primeira usina de extração de óleo, com capacidade de processamento de 120 t CFF/hora, já está em funcionamento. Em 2015, dirigentes projetam a inauguração de uma usina de biodiesel em Acará, com capacidade para produzir 200.000 t/ano, suficiente para atender com B20 toda a demanda da empresa no Norte<sup>99</sup> (HERMAN, 2013).

Segundo MME/EPE (2013), a Vale é a maior consumidora individual de diesel do país, responsável por cerca de 2,5% do consumo nacional - 1,6 Mt em 2011 (HERMAN, op. cit.) Como o uso de B20 implicaria no uso de 320 mil toneladas de biodiesel, será necessário um adicional de 20.000 ha com palma (considerando 4t óleo/ha/ano) para perfazer a demanda da empresa. Para isso, a empresa está estabelecendo parceria com aproximadamente 2.000 famílias, dentro do seu *Programa de Agricultura Familiar*. Com isto, a Vale terá quase 25% da produção com agricultura familiar, bem acima dos 15% exigidos pelo MDA, dentro dos preceitos do Selo Combustível Social.

Como a Vale possui 70% da Biopalma, ela terá direito à mesma proporção do óleo produzido, o qual será convertido em biodiesel, ao passo que o Grupo MSP pretende comercializar sua parte em outros mercados. A Biopalma também pretende processar e vender óleo de palmiste, além de utilizar resíduos de processamento dos cachos de frutos para cogeração, com vistas a gerar 11 MW (a ser visto na seção 6.4) (HERMAN, op. cit.).

---

<sup>99</sup> Estudo conduzido pela COPPE mostra que, devido ao elevado ponto de cristalização do biodiesel de dendê, o uso deste não é recomendado em regiões com temperaturas mais amenas, como aquelas observadas na região serrana de Minas Gerais. Desta forma, os planos por parte da Vale em utilizar tal biocombustível na frota de trens da Estrada de Ferro Vitória a Minas ficaram para uma segunda etapa (BASA, 2012).

Por se tratar de uma empresa privada, pode-se concluir que a Vale avaliou que o custo de produzir biodiesel localmente era inferior ao preço que ela pagava pelo fornecimento de óleo diesel, a maior parte do qual refinado no Sudeste e enviado ao Norte por navios, num longo trajeto até São Luís, de onde é transportado por via férrea até Carajás.

Como a Ferrovia Norte-Sul, gerida pela Vale, deverá ser estendida até Belém, cortando a Estrada de Ferro Carajás em Açailândia (vide figura 6.1.1), ela passa pela região onde se localizam boa parte dos projetos em instalação da Vale. Desta forma, a logística de transporte será facilitada, por haver também rota de cabotagem regular no porto de Belém.



Figura 6.1.1: Encontro da Estrada de Ferro Norte-Sul e Estrada de Ferro Carajás

A Petrobrás, através de sua subsidiária, Petrobrás Biocombustível (PBIO), planeja investir US\$ 2,9 bilhões até 2017 para ampliar a produção de biocombustíveis. Segundo a *homepage* da empresa, o objetivo até 2020 é ter participação de 21% no mercado de biodiesel e de 15% no de etanol.

Em função do déficit na produção regional de diesel (vide tabela 4.4.1) e da proximidade geográfica da Região Norte com a Europa, a PBIO, anunciou em 2010 a instalação de dois grandes projetos agroenergéticos, a base de dendê, no estado do Pará: o Projeto Pará e o Projeto Belém. A tabela 6.1.4 mostra os principais detalhes dos dois projetos:

Tabela 6.1.4 – Projetos da Petrobrás Biocombustível no Pará

	Total	Projeto Pará	Projeto Belém
Investimentos Totais Brasil	R\$ 884 M	R\$ 330 M	R\$ 554 M
Agricultores familiares	2.260	1.260	1.000
Empregos diretos	7.000	2.000	5.000
Área plantada	74 mil ha	24 mil ha	50 mil ha
Produção de óleo de palma	420 mil t/ano	120 mil t/ano	300 mil t/ano
Produção de biodiesel no Brasil		120 mil m3/ano	250 mil t/ano (*)

Fonte: Apresentação Final II RSPO Latin America Conference (8/2010)

O Projeto Belém é conduzido pela Belém Bioenergia Brasil S/A, consórcio constituído pela Petrobras e a portuguesa Galp Energia. Tem como objetivo a produção de óleo de palma no Brasil e exportação para Portugal, onde uma refinadora tem por meta a produção anual de 250 mil toneladas de diesel “verde” (hidrocarboneto de biomassa) até o fim de 2014, com meta de comercialização no mercado europeu.

O Projeto Pará previa a implantação de uma usina de biodiesel no Pará, com capacidade de produzir 120 milhões de litros de biodiesel por ano, para abastecer a região norte do país. Com investimentos estimados em R\$ 237 milhões na área agrícola e R\$ 93 milhões na industrial, o projeto contemplava a instalação de dois polos de extração do óleo de palma, incluindo esmagadoras e unidade de cogeração de energia elétrica.<sup>100</sup>

No entanto, devido às exigências de titularidade de terras, houve dificuldades em conseguir estabelecer parcerias com um número apropriado de agricultores familiares, de forma que o Projeto Pará foi encerrado<sup>101</sup> em 2012 (BARROS, 2014). De acordo com a autora, a Petrobras Biocombustível assinou em abril de 2013 um protocolo de intenções com a Vale para projetos conjuntos na área de biodiesel e de logística. Existem indícios de que as empresas estão em tratativas para um acordo pelo qual a segunda empresa forneceria à primeira óleo de palma para a PBIO produzir biodiesel, um “resgate de outro programa de biodiesel voltado à agricultura familiar”.

<sup>100</sup> Comunicação pessoal do diretor-presidente da PBIO, em reunião em 11/ 2013.

<sup>101</sup> Não foi possível confirmar a veracidade desta informação. No entanto, em reunião ocorrida em 11/2013 na PBIO sobre projetos de biodiesel de palma, o diretor-presidente somente fez menção ao Projeto Belém.

A ADM, grande conglomerado do agronegócio norte-americano, também anunciou intenção de expandir a produção de dendê no Nordeste do Pará, embora a finalidade de seu uso ainda não tenha sido divulgado<sup>102</sup>. Segundo ABOISSA (2014), dirigentes da empresa anunciaram ao governador do Pará a intenção da ADM em substituir, ao longo do tempo, a soja pela palma, direcionando a primeira para uma área mais nobre. "A palma hoje é considerado o melhor óleo para o consumo humano", frisaram. A empresa também está investindo na aquisição de porto no estado, devido à sua localização privilegiada, mais próximo da Europa, Oriente Médio, Canal do Panamá e Golfo do México. Por isso, entendem que o maior crescimento do Brasil acontecerá no Pará (ABOISSA, 2014).

Segundo a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado do Pará – SECTI, a empresa *Guanfeng Group*, da província de Shandong, China, já está investindo US\$ 50 milhões em beneficiamento da palma para a produção de bicompostível, no município de Moju, nordeste do Pará. Segundo o secretário de Desenvolvimento, Ciência e Tecnologia do estado, “hoje a China já é nosso maior parceiro comercial” (SECTI-PA, 2010).

Também estão em curso iniciativas de plantio de palma no Amazonas (FELDA) e em Roraima (Brasil Biofuels, Oleoplan), mas projetos nos estados do Amapá, Rondônia e Mato Grosso ocorrem em ritmo ainda lento. Mesmo assim, MME/EPE (2013) vem perspectivas da palma ter uma contribuição expressiva na oferta de insumos para biodiesel no fim do período decenal (2013-2022), à frente inclusive da gordura animal.

Examinando a tabela 2.3.2, com a expansão da área plantada com dendê projetada para 2015, o Brasil provavelmente se tornará o 5º maior produtor mundial, atrás de Indonésia, Malásia, Tailândia e Nigéria, à frente da Colômbia, maior produtor das Américas. Mesmo assim, a produção prevista para esta área ainda não atenderia à demanda da indústria brasileira para os fins tradicionais e o crescente mercado voltado à agroenergia.

---

<sup>102</sup> A Archer Daniels Midland (ADM) anunciou em 2/11 planos p/ investir na produção de óleo de palma no Brasil. Investimentos incluirão 12.000 ha de produção de palma no Pará, dos quais 6.000 ha serão de propriedade e operados por 600 famílias de produtores agrícolas. A construção de uma fábrica de processamento, em São Domingos do Capim (~ 140 km de Belém) começará em 2013, com expectativa para o início das operações em 2016. ([www.adm.com/pt-BR](http://www.adm.com/pt-BR)).

## **6.2 – Geração de Emprego e Renda e a Agricultura Familiar**

### **6.2.1 – Aspectos da Agricultura Familiar e o PNPB**

Dados levantados na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD 2006 (apud Censo Agro 2006 IBGE) indicam que, apesar de utilizarem individualmente poucos trabalhadores, os pequenos estabelecimentos de área inferior a 200 ha são muito mais intensivos em mão de obra que os outros grupos de tamanho. Isso se verifica pela relação entre o número de trabalhadores por unidade de área. Os pequenos estabelecimentos utilizam 12,6 vezes mais trabalhadores/ ha que os médios (área entre 200 ha e inferior a 2 000 ha) e 45,6 vezes mais que os grandes estabelecimentos (área superior a 2 000 ha). Assim, se por um lado os pequenos estabelecimentos detinham apenas 30,31% das terras, responderam por 84,36% das pessoas ocupadas em 31.12.2006.

HOMMA et al. (2012c) afirmam existir dois tipos de agricultura na Amazônia: um baseado em técnicas agrícolas avançadas e, no outro extremo, a agricultura itinerante, com base no corte e queima. Os autores entendem ser necessário que restrições sejam superadas para que a agricultura permaneça na mesma área espacial e evitar constante incorporação de novas áreas. Consideram que um agricultor familiar típico na Amazônia corta 2 hectares de floresta densa e a cultiva por 2 anos, para então deixá-la de pousio para cortar uma nova área. Assim, ele precisa de 12 hectares e 12 anos para voltar para o sítio original e cortar novamente a vegetação. Se melhorias tecnológicas permitissem cultivar a área por 3 anos, ele, então, precisaria de 10 hectares e 15 anos para voltar ao sítio original, reduzindo o desmatamento em 17%.

Este uso “extrativista” e ineficiente de terra provavelmente é o principal responsável pelo desmatamento excessivo observado em vários assentamentos do INCRA, conforme observado por BRANDÃO et al. (2012) (vide seção 4.1). De qualquer forma, o cultivo itinerante, conforme é praticado hoje, necessita ser superado.

De acordo com VILLELA (2009), o PNPB procurou priorizar a agricultura familiar, de forma a atender aos requisitos sociais do programa. O mecanismo central de inclusão social do programa de biodiesel é o Selo Combustível Social (SCS), uma identificação concedida pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário às indústrias do setor que adquirem matéria-prima de agricultores familiares enquadrados nos critérios do

PRONAF. Com este selo, a indústria tem acesso a melhores condições de financiamento público junto ao BNDES e instituições financeiras credenciadas – Banco da Amazônia (Basa), Banco do Nordeste do Brasil (BNB) e Banco do Brasil. O SCS também confere redução nas alíquotas de PIS/PASEP e Cofins, conforme a tabela 6.2.1, que mostra o estímulo dado aos cultivos da mamona e palma, nas regiões Norte e Nordeste:

Tabela 6.2.1 - Selo Biocombustível Social – redução do PIS/PASEP e Cofins

Modalidade de produtor (indústria)	Valor devido por matéria prima e redução percentual por região (em R\$/litro biodiesel)	
	Qualquer matéria-prima, qualquer região	Palma e mamona nas regiões NO e NE
Sem o selo	R\$ 0,22 (redução de 67%)	R\$ 0,15 (redução de 77,5%)
Com o selo	R\$ 0,07 (redução de 89,6%)	100% redução

Fonte: IPEA (2010)

A tabela 6.2.2 mostra características das cadeias produtivas da mamona, palma e soja, três das oleaginosas contempladas pelo PNPB. Nela, fica evidenciada a razão pela qual o Governo Federal tentou promover a mamona e a palma no PNPB: devido à dificuldade em mecanizar a produção, os dois cultivos demandam o uso intensivo de mão-de-obra. Também mostra como a palma é imbatível em termos de produtividade de uso da terra.

Tabela 6.2.2 – Distinções na Cadeia Produtiva da Mamona, Palma e Soja

Aspecto	Mamona	Palma	Soja
Ciclo produtivo	anual	25-30 anos	anual
Produtividade óleo	baixa	alta	baixa
Duração safra	3 meses	12 meses	3 meses
Requerimento água	baixa	elevada	média
Requerimento solo fértil	baixa	baixa	média
Possibilidade mecanização	baixa	baixa	completa
Disponibilidade coprodutos	baixa	média	boa
Organização cadeia produtiva	baixa	média	excelente
Empregos gerados (por 1000 ha)	500 [1]	200 <sup>103</sup> [1]	18 [2]
Relação produtividade / ocupação da terra (t óleo/ ha.ano.família)	0,24 [1]	1,00 [1]	0,03 [3]

<sup>103</sup> Segundo técnicos da empresa Brasil Biofuels, uma família pode manejar uma área com 10 ha de palma (1430 plantas), caso não tenha que cuidar de roçado próprio. Caso isto seja necessário, estima-se que só seria possível cuidar de uma área com 5 ha.

Fontes: NOGUEIRA (2009), [1] IPEA (2010), [2] IBGE (2010), [3] CONAB (2013)

Segundo IPEA (2010), a certificação é concedida aos produtores que comprarem matéria-prima da agricultura familiar em percentual mínimo de:

- 15%, para as aquisições provenientes das regiões Norte e Centro-Oeste; e
- 30% para as aquisições provenientes das regiões Sul, Sudeste e Nordeste.

É também exigido que se façam contratos negociados entre as indústrias e os agricultores familiares, constando, pelo menos: prazo contratual, valor de compra e critérios de reajuste do preço contratado, condições de entrega da matéria-prima, salvaguardas de cada parte, identificação e concordância de entidades sindicais rurais. Exige-se ainda das indústrias que assegurem assistência e capacitação técnica aos agricultores familiares.

Esta lista de exigências para obtenção do SCS tem causado distorções: segundo IPEA (2010), ele se tornou um mecanismo de incentivo para a indústria, mas não de inclusão da agricultura familiar. Em 2009, 92% das indústrias contavam com o selo, segundo o instituto, que se fez possível por meio da compra de soja de agricultores do Centro-Oeste, classificados como familiares e que plantavam soja antes mesmo do advento do biodiesel.

Para uma grande escala de produção, a redução de encargos em 89,6% para o uso da soja como oleaginosa (ver tabela 6.5.1) é um grande estímulo. Por outro lado, pode não ser vantajoso para as indústrias terem de levar assistência técnica a sistemas familiares no Nordeste, para alcançarem uma redução de 100%.

De fato, conforme visto na seção 3.4, o óleo de soja e o sebo bovino são as matérias primas dominantes do PNPB, por serem os únicos insumos com escala suficiente para atender à demanda associada ao uso de B5 em todo o território nacional. Devido à excessiva viscosidade e baixa produtividade na obtenção de seu óleo, a mamona deixou de ser prioridade do programa, mas, conforme o capítulo 5, houve uma intensidade redobrada na promoção do uso da palma para a geração de emprego e renda, principalmente na região Norte, onde está localizada a maior parte das áreas aptas.

Conforme lembram FAIRHURST et MUTETER (1999), apesar de ser primariamente uma cultura de larga escala, a palma foi adaptada com sucesso para atender as necessidades dos pequenos agricultores e provou ser uma poderosa ferramenta para a

redução da pobreza nos países em desenvolvimento. Citam que cerca de 2,5 e 1,3 Mha foram desenvolvidos como projetos de pequenos produtores, na Indonésia e na Malásia, respectivamente, trazendo melhoria nos padrões de vida para 12 milhões de pessoas.

### **6.2.2 – Potencial de Geração de Emprego e Renda com a Palma**

A parceria estabelecida para financiar grupos de agricultores familiares no cultivo do dendzeiro no Pará está relacionada com o sucesso do grupo Agropalma no plantio e processamento industrial do óleo de palma. Conforme VILLELA (2009), em 2002, o Governo do Pará, Prefeitura do Moju, Agropalma e o Banco da Amazônia (BASA) firmaram um “Convênio de Cooperação Técnica” com as bases do “Projeto piloto da cultura do dendê no município de Moju”, onde se estabeleceram os fundamentos para deslançar o cultivo do dendê com a inserção da mão de obra da agricultura familiar.

Decorridos quase doze anos do primeiro financiamento envolvendo agricultores familiares nos projetos integrados com palma, no estado do Pará, é possível fazer um balanço da experiência, principalmente, quanto aos aspectos socioeconômicos. Segundo BASA (2012), os agricultores que aderiram ao referido projeto são migrantes nordestinos (maranhenses, paraibanos e cearenses) que vieram em busca de terras e melhores condições de vida. Antes de trabalharem com o dendê, viviam com uma renda média mensal de meio salário mínimo, obtida a partir de uma agricultura de subsistência com o cultivo de milho, arroz, feijão e mandioca, além de um extrativismo predatório da madeira, como complemento de renda. Caracterizam-se pelo baixo nível de escolaridade.

A tabela 6.2.3 apresenta informações sobre a receita obtida pelos agricultores no ano de 2011, para os quatro projetos desenvolvidos em parceria com a Agropalma. Na comunidade de Soledade, cuja produção se encontrava no sexto ano, percebe-se que os agricultores receberam, em 2011, uma renda anual média de R\$ 53.132,80 por família, ou seja, R\$ 4.427,73 por família/mês, por conta da venda de sua produção de cachos.

Tabela 6.2.3 – Características dos Projetos e Receita Total e Mensal dos Agricultores familiares assistidos pela Agropalma



Ano Início	Comunidade	Nº famílias	Área (ha)	Valor total recebido (R\$/ano)	Média por família (R\$/mês)
2002	Soledade	50	500	2.656.640,00	4.427,73
2004	Arauaí I	50	500	1.736.646,00	2.894,41
2005	Arauaí II	50	500	1.456.835,00	2.428,06
2006	Calmaria II	35	210	496.441,00	1.182,00

Fonte: BASA (2012)

Ainda de acordo com BASA (2012), o salto em renda obtido com o cultivo do dendzeiro propiciou avanços no padrão de vida, como a aquisição de bens de consumo duráveis e melhorias em suas moradias. Boa parte desses agricultores, hoje, possui motocicletas e alguns já adquiriram carro para os afazeres diários e no transporte da família. Segundo NAHUM et MALCHER (2012), organizações de classe, bem como movimentos sociais, Confederação Nacional dos Trabalhadores da Agricultura (CONTAG), Federação dos Agricultores/as Familiares do Brasil, Movimento dos Pequenos Agricultores, Via Campesina, Central Única dos Trabalhadores, “cada com suas explicações e justificativas, posicionam-se a favor da dendeicultura”.

GLASS (2013) levantou o número de agricultores familiares que foram contemplados com financiamento do Pronaf Eco Dendê, entre 2010 e 2012, conforme tabela 6.2.4.

Tabela 6.2.4 – Agricultores Familiares Integrados à Palma, entre 2010 e 2012

Município	Número de Famílias	Área (ha)
Acará	42	420
Aurora do Pará	3	30
Baião	1	10
Bujaru	1	10
Cametá	3	30
Castanhal	1	10
Concórdia do Pará	16	160
Garrafão do Norte	20	200
Igarapé-Açu	3	30
Irituia	11	110
Mocajuba	1	10
Mojú	115	1150
São Domingos do Capim	143	1.430
Tailândia	95	950
Tomé-Açu	126	1.260
TOTAL	581	5.810

Fonte: GLASS (2013)

No entanto, GLASS (2013) afirma que 50% da renda bruta dos produtores do projeto Arauaí é retido: 25% pelo BASA, para quitação do financiamento; e 25% para o pagamento do adubo, fornecido pela Agropalma. Apesar do tempo limitado para quitação do empréstimo (entre 14 e 20 anos, segundo a autora), os custos de adubação são perpétuos, daí a necessidade crucial de se pensar em alternativas que otimizem a absorção dos mesmos, caso do uso, por exemplo, de biocarvão.

SANTOS et al. (2013) conduzem um estudo profundo, em fase de conclusão, da avaliação socioeconômica de investimentos em cultivo de palma por produtores familiares do Projeto Arauaí I, em Moju, estado do Pará (vide tabela 6.2.3). Entre outros, visam calcular as diferenças de custos de produção entre agricultores familiares e empresariais; as diferenças de custo entre a óleo de palma produzido na Amazônia e na Malásia/ Indonésia. Por fim, também tencionam avaliar os custos de produção de óleo a partir de híbridos interespecíficos vs. Tenera. Seguem abaixo alguns resultados preliminares<sup>104</sup>:

- Receita Bruta Anual: R\$ 60.614,93
- Despesas Totais Descontadas: R\$ 30.645,83
- Renda Familiar Anual: R\$ 37.794,10
- Renda Familiar Mensal: R\$ 3.194,51
- Renda Familiar Mensal: 4,65 Salários Mínimos
- Remuneração da MO Familiar (p/ dia de trabalho): R\$ 385,91
- Custo de Produção: R\$ 133,24 / tonelada cacho de dendê
- Preço de venda: R\$ 250,00 / tonelada cacho de dendê
- Valor Presente Líquido: R\$ 202.358,06
- Taxa Interna de Retorno: 19,37%
- Período de Recuperação de Capital: 9 anos

Os autores concluem que o investimento é viável economicamente e com alta rentabilidade. Reconhecem o alto valor de investimento e estimam que o período de recuperação de capital seja adequado para uma cultura de ciclo longo.

---

<sup>104</sup> Considerando taxa de desconto = 4,0%

TAGORE (2013) vê dificuldades na inclusão de agricultores familiares do Pará na cadeia da palma: de 576 agricultores cadastrados pela empresa Eco Dendê no Pará para participar do PROPALMA, apenas 146 foram inseridos. Os problemas apresentados foram: inadimplência (32%); questões técnicas (25%); desistência (24%) e questões fundiárias (9%). TAGORE (2013) também alega problemas de infraestrutura (“Custo Amazônia”) e baixo IDHM. Indica que, da projeção governamental de 13.000 famílias inseridas no PROPALMA até 2013, apenas 1.450 de fato o foram, até meados do referido ano.

Apesar das dificuldades a serem superadas, é apropriado estimar o potencial real de expansão da agricultura familiar com a cultura da palma, tal a renda que ela pode proporcionar. Considerações sobre o potencial da palma na Amazônia e no Brasil serão discutidos na seção 6.6. Nesta seção, serão apresentados alguns limitantes para a expansão da palma nas mesorregiões de Belém e Nordeste do Pará, conforme seção 5.6.

Foi visto que a figura 5.6.2 delinea a área preferencial para a palma no Nordeste do Pará, conforme o ZAE-Dendê. Utilizando dados do Censo IBGE 2010, estimou-se a população total e rural nos municípios englobados na referida área, baseado no manejo tipo B (perfil de agricultura familiar). Para avaliar o potencial de geração de emprego e renda no campo, foi estimada a população economicamente ativa rural da área do recorte e dos municípios afetos. A tabela 6.2.5 mostra o perfil da população da citada região:

Tabela 6.2.5: Perfil da população dos municípios afetos e recorte da Área preferencial da palma no Nordeste do Pará (Manejo-B - ZAE-Dendê)

População total dos municípios afetos	População rural dos municípios afetos	População economicamente ativa (PEA) nos municípios	PEA rural estimada nos municípios	PEA rural estimada no recorte
3.159.200	563.999	1.423.772	231.083	96.462

Fonte: VOMMARO (2013)

A população rural economicamente ativa da região, corresponde, grosso modo, a 30.000 famílias. Elas seriam capazes, em tese, de manejar até 300.000 hectares de plantios de palma. A população dos municípios afetos à área (que estariam contidos, em boa medida, na área apta para variedades Tenera – APPT) poderia manejar entre 700.000 e 800.000 ha de palma. Como as duas áreas totalizam 2,57 Mha, faz sentido o entendimento de

VENTURIERI <sup>105</sup> de que a falta de mão-de-obra deverá limitar a expansão da cultura da palma a um máximo de 500.000 ha no Nordeste do Pará, particularmente quando se utilizam sementes híbridas, que demandam m.d.o. especializada.

HOMMA (2006) lembra que a população rural do estado do Pará caiu, em termos absolutos, em 300.000 pessoas entre os dois últimos censos demográficos (no caso, entre 1990 e 2000). MACEDO et al. (2010) reproduzem o comentário de um especialista:

“...quem plantar dendê vai ter problema sério... com mão-de-obra... não tem mão-de-obra, é escassez total... a gente contrata dois mil e demite mil em uns 90 dias, 120 dias... a rotatividade é muito grande, as pessoas não se adaptam... nós estamos buscando gente no Piauí, Maranhão, em todo lugar no Pará é muito sério a mão-de-obra.”

Os dados socioeconômicos e de produção agrícola confirmam a antropização desta região, ao mesmo tempo em que revelam certa subutilização da capacidade produtiva regional, que se reflete em indicadores sociais desfavoráveis na comparação com a realidade brasileira, assim como padrões de produção que estão também abaixo de outras regiões mais desenvolvidas na produção agropecuária. Este fato é evidenciado por JACCOUD et VILLELA (2013), que mostram que, apesar do IDHM do Brasil, em 2010, ter atingido um valor relativamente alto (0,73, patamar médio da América Latina), o estado do Pará atingiu 0,65 no mesmo ano, abaixo da média mundial. Os autores também mostram como, no mesmo ano, o índice ponderado dos 33 municípios paraenses produtores de dendê era de apenas 0,58, apesar do expressivo avanço obtido, já que o mesmo equivalia a 0,33, em 1990.

### **6.2.3 – Interdependência da Agroindústria e a Agricultura Familiar da Palma**

Segundo FURLAN Jr. et al. (2006), no Brasil a cultura da palma tem sido desenvolvida por grandes empresas, pois as usinas de processamento dos cachos sempre foram de grande capacidade (em torno de 18 tCFF/ hora). Mais recentemente, YOKOYAMA<sup>106</sup> afirmou que os sistemas de extração de óleo de palma fabricados no Brasil (particularmente, pela Oyamota, PA) tem capacidade mínima de processamento de 12 tCFF/ hora, num regime normal de 2.900 horas/ ano. De fato, segundo MACEDO et al.

---

<sup>105</sup> Comunicação telefônica em 3/9/2012.

<sup>106</sup> Comunicação telefônica em 25/7/2013.

(2010), esta é a capacidade instalada da Codenpa, Dentauá, Palmasa, Marborges e Yossam. Estes autores também registram a existência de dois fornecedores de usinas de extração de óleo de palma no país: Máquinas Piratininga (licenciada da Stork, firma holandesa) e Asvotec (licenciada da Dewecker, firma belga), ambas sediadas em SP.

Cabe observar que, para produzir 34.800 tCFF/ ano (12 x 2.900), são necessários cerca de 1.740 ha de palma, considerando 20 tCFF/ha\*ano. Além disso, FURLAN Jr. et al. (2006) observam que a rápida acidificação dos frutos torna necessária a instalação da planta de extração de óleo próxima ao local de plantio. Esta peculiaridade também estimula o surgimento de grandes empreendimentos agroindustriais, compreendendo extensas áreas de cultivo integradas a plantas industriais de processamento primário (MACEDO et al, 2010). Por fim, LIMA et CASTRO (2010b) estimam que o custo para a implantação de uma usina de óleo de palma é de US\$ 500 mil por tonelada de cacho processado. Ou seja, uma extratora de 12 tCFF/ hora custa em torno de US\$ 6 milhões.

Os investimentos de capital requeridos e a envergadura do empreendimento mínimo para adequação ao porte do maquinário disponível no mercado dificultam sobremaneira as possibilidades de pequenos agricultores se apropriarem dos lucros da verticalização da cadeia produtiva da palma, conforme sugerido por BECKER (2012). No entender deste autor, entre outros, falta uma cultura de cooperativismo no setor agrícola da região (com exceção da CAMTA, fundada por imigrantes japoneses que se instalaram em Tomé-Açú, PA, há décadas atrás).

Refletindo sobre esta questão, VEIGA (2008) deu pistas das dificuldades encontradas com a mão-de-obra local. Ele relatou uma viagem de uma comitiva de empresários paraenses à Malásia, capitaneada pelo então governador do estado, Almir Gabriel. Após visita às instalações do setor dendezeiro do país, VEIGA (op. cit.) teria perguntado ao governador o que ele achava sobre o fato da Malásia adotar a palma como mola mestra da reforma agrária no país e se isto era passível de ser reproduzido no estado do Pará. O governador replicou, dizendo achar que a cultura do povo paraense, historicamente voltada ao extrativismo, era inadequada para um cultivo que demandava trabalho intenso, ininterrupto. O autor entende que a ascendência indígena de boa parte da população nortista, em parte, justifica a percepção de rebeldia ao trabalho duro.

VEIGA (op. cit.) complementou a resposta, observando que as três etnias dominantes na Malásia, a malaia, chinesa e indiana, se complementam. Os malaios são muçulmanos praticantes: disciplinados, austeros e abstêmios; os chineses são empreendedores natos, responsáveis pelo sucesso econômico de Singapura. Por fim, os indianos têm reputação por serem excelentes trabalhadores, com grande tolerância para atividades extenuantes.

Por outro lado, MACEDO et al. (2010) lembram que “tanto empresas capitalistas como empresas familiares utilizam mão-de-obra de forma intensiva, em todo o processo produtivo”. Os autores se referem a detalhes prosaicos que mostram a importância do fator humano no setor da palma, principalmente no campo. Por exemplo, indicam que o pequeno produtor é mais eficiente na coleta de frutos. Segundo o testemunho de um produtor, “aqui no Brasil, nas empresas quem passa cortando, não passa catando. O pequeno produtor tem a ajuda dos filhos e da mulher para recolher esses frutos soltos, o que importa é o volume final. Com três minutos, junta-se 2 kg de frutos”.

Desta forma, parece existir uma interdependência entre o empreendedor capitalista da palma e os trabalhadores locais, que dificilmente se tornarão industriais, mas que são imprescindíveis à cadeia como um todo. Dada a longevidade da cultura, normalmente as agroindústrias celebram contratos de longo prazo com os produtores familiares, sendo que estes são remunerados pelos cachos e frutos à uma base de 10% do valor da tonelada de óleo, cuja cotação, evidentemente, flutua ao sabor do mercado (MACEDO et al, 2010).

Segundo especialistas entrevistados por MACEDO et al. (op. cit.), todas as empresas integradas caminham na direção de associações com os produtores familiares, tal como a Agropalma (tabela 6.5.3). De fato, a seção 6.1 mostra que grandes empreendimentos – Biopalma, PBIO/GALP, ADM – também estabeleceram arranjos produtivos com agricultores familiares.

Para os pequenos produtores obterem os mesmos altos rendimentos das agroindústrias, é imprescindível o apoio técnico fornecido pelas mesmas. A tabela 6.2.6 mostra as tecnologias utilizadas para a produção de palma pelas empresas capitalistas e familiares, onde fica patente a dependência das segundas em relação às primeiras:

Tabela 6.2.6 – Tecnologias na produção da palma: empresa familiar e empresa capitalista

Etapas Processo Produtivo	Tecnologias empregadas	
	Empresa Familiar	Empresa Capitalista
Aquisição sementes	Não realiza [1]	Adquire sementes pré-germinadas [2]
Pré-Viveiro	Não realiza	Utiliza pré-viveiro para produção mudas [3]
Viveiro	Não realiza	Segue recomendações de pesquisa [4]
Preparo Terreno	Limpeza manual. Destoca, abertura e nivelamento com máquinas pesadas [5]	Aproveita áreas desmatadas, usando ao máximo a matéria orgânica existente. Preparo realizado mecanicamente.
Plantio	Seguem recomendações técnicas definida pela pesquisa	Seguem recomendações técnicas definida pela pesquisa
Coroamento Plantas	Coroamento manual e, eventualmente, químico	Coroamento misto até 3o ano. Após, somente químico
Roçagem leguminosa	Feita manualmente, às vezes com roçadeiras costais	No início, usam roçagem mecânica. Na fase adulta, empregam mdo p/ roçagem manual
Controle fitossanitário	Seguem orientações técnicas empresas capital. associadas	Constituem equipe permanente, treinada para a atividade
Adubação	Seguem orientações técnicas empresas capital. associadas	Estabelece política adubação, em função idade dos plantios, nível produtividade e estado nutricional das plantas
Poda plantas	Seguem orientações técnicas empresas capital. associadas	Aproveita períodos do ano com menor produtividade e utiliza equipe de colheita para realizar atividade
Colheita cachos	Seguem recomendações técnicas definida pela pesquisa	Seguem recomendações técnicas definida pela pesquisa
Coleta cachos	Transporta cachos até bordadura via tração animal	Transporta cachos até bordadura via carretas basculantes e microtratores
Transporte cachos p/ usinas	Empresa capitalista disponibiliza transporte até usina	Realizam transporte mecanizado dos cachos

[1] Adquire as mudas prontas das empresas capitalistas associadas, negociando pagamento com a produção de cachos.

[2] Compra em larga quantidade, para efetuar seleção das mudas para serem levadas ao local definitivo.

[3] Seguem recomendações técnicas de manejo, seleção e eliminação das mudas.

[4] Em relação aos tratos culturais, seleção e eliminação das mudas, para garantir precocidade e boa produtividade no local definitivo.

[5] Maquinário provido pela empresa associada.

Fonte: MACEDO et al. (2006)

Para finalizar, é imperativo assegurar um convívio harmonioso entre as partes. PEARCE (2012) testemunha um *mea culpa* de um defensor do agronegócio em convenção para investidores: “agricultura exclusivamente em escala industrial desloca e aliena as pessoas, cria poucos postos de trabalho e causa tensão social”. Na mesma linha, MACEDO et al. (2010) reproduz a fala de um produtor:

“Uma das alternativas de segurança é trabalhar com a agricultura familiar. Não há como fugir da responsabilidade social, não há como criar uma empresa altamente lucrativa e um cinturão de pobreza em volta. É necessário criar oportunidades. Tradicionalmente, o governo vem e faz o assentamento, dá lotes, o pessoal vem para dentro da casa, mas daí a pouco estão todos passando

fome porque não tem o que fazer. Não tem alguma atividade que dê dinheiro. Nesta região, principalmente, tem terra e mão-de-obra, é preciso aproveitar”.

Para além da palma, HOMMA (2006) faz a seguinte observação: com a redução absoluta e relativa da população rural, a agricultura familiar terá que intensificar a sua agricultura, daí, entre outros, a importância de desenvolver plantios racionais das plantas da biodiversidade amazônica que apresentem potenciais de mercado e com estoques reduzidos. “Como nunca vai ser possível inventar uma máquina que vá sangrar a seringueira, efetuar a colheita do cacau, do cupuaçu, da pupunha, do açaí, da pimenta-do-reino, entre outros, estas atividades podem ser mercado cativo da agricultura familiar”.

### **6.3 – Cogeração de Resíduos da Palma**

Existem muitas estratégias de aumento na eficiência da conversão da energia química da biomassa em formas mais apropriadas às demandas modernas, como a geração de eletricidade, por exemplo. UNEP (2014) entende que usos estacionários de biomassa (cogeração de calor e energia, digestão anaeróbia etc.) parecem ser formas mais eficazes de produção de energia e de redução das emissões de GEE do que o uso no setor de transportes, embora não tenha explicado as razões para tal afirmação.

Uma alternativa de aumento considerável na oferta de bioenergia sem aumentar a área de cultivo é a utilização de resíduos orgânicos como fonte energética. Segundo SMIL (1999b), mais de metade de toda a biomassa seca das colheitas agrícolas do planeta se encontra na forma de palhas, pontas, galhos, folhas e brotos de cereais, oleaginosas, tubérculos, castanhas, frutas etc. Consequentemente, de acordo com o autor, não seria inapropriado dizer que a agricultura é um processo que produz, principalmente, fitomassa não comestível.

De fato, segundo VEIGA et al. (2000), a palma produz aproximadamente 33,3 toneladas de biomassa seca / ha\*ano, correspondentes a 13,25 tC/ha\*ano. Deste total, apenas 39% corresponde aos cachos de frutos. Por outro lado, de cada tonelada de cachos de frutos frescos, os óleos de palma e palmiste correspondem a cerca de 20% e 1,5%, respectivamente. No processo de extração dos óleos, são gerados subprodutos, como a torta de palmiste (3,5%), cachos vazios (22%), fibras da polpa (12%), cascas da amêndoa (5%) e efluentes líquidos – POME (50%) (MACEDO et al., 2010). A tabela 6.3.1 mostra a oferta potencial de energia (PCI) para cogeração no processo de extração dos óleos da



palma, utilizando todos os resíduos gerados e considerando o teor médio de água presente em cada uma das fontes<sup>107</sup>. Também é apresentada a energia de fato aproveitada para queima em caldeira, oriunda das cascas e fibras (KALTNER et FURLAN Jr., 2000).

Tabela 6.3.1: Potencial de Geração de Energia a partir de Resíduos Industriais de Plantas de Extração de Óleo de Palma (por tCFF)

Biomassa	kg/t CFF	PCI (kJ/kg matéria seca)	% H <sub>2</sub> O	Energia (MJ)
Fibra polpa	140	11.350	40	1.589
Casca amêndoa	80	18.840	10	1.507
Cacho fruto vazio	230	8.160	50	1.877
Biogás (POME)	14 Nm <sup>3</sup>	13.818 (60% CH <sub>4</sub> )	-	193
TOTAL Max.				5.166
TOTAL Utilizado				3.096

Fonte: BASIRON et WENG, 2004.

O uso exclusivo destas se deve à elevada disponibilidade de biomassa residual. Os cachos de frutos vazios (CFV) são, em geral, retornados ao cultivo para ciclagem de nutrientes, mesmo destino do POME (VEIGA, 2008). Além disso BARCELOS (2010) vê restrições no uso energético de CFV<sup>108</sup>:

“Deve ser considerado que os mesmos saem do processo com elevado teor de umidade (60 a 75%), requerendo uma reprensagem para reduzir tal umidade, ou mesmo um reprocessamento para recuperação do óleo residual, podendo se obter mais 1% de óleo no processo, algo já adotado em algumas usinas e tendo como resultado uma biomassa aceita pelas caldeiras convencionais (<50% de umidade), apesar do elevado teor de sílica no final da queima, requerendo uma manutenção diferenciada da caldeira”.

Por outro lado, o POME, uma suspensão coloidal contendo 95 a 96% de água e o restante sólidos em suspensão (SULAIMAN et al., 2011), normalmente é descartado. Segundo VEIGA (2008), a Marborges devolve os efluentes para o campo, servindo de irrigação nos meses de relativa escassez de chuva. No entanto, segundo SULAIMAN et al. (op. cit.), a excessiva demanda biológica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio

<sup>107</sup> Conforme comentário de BARCELOS (2010), que segue no texto, o teor de água dos cachos vazios é ainda maior, quando estes são retirados da extratora.

<sup>108</sup> A Indonésia já implantou UTEs funcionando exclusivamente com queima de CFV (*10 MW Riau Palm Oil Residue Power Project*). Logo, sabe-se que existe no mercado maquinário específico para comportar o uso de tal fonte de biomassa.

(DQO) do POME tem causado problemas ambientais nos corpos hídricos da Malásia, dada a envergadura desta agroindústria no país. A utilização do POME como energético demandaria a retenção dos efluentes e a captura do metano resultante da fermentação anaeróbica num ambiente hídrico deficitário em oxigênio. O efluente tratado pode ser utilizado como fertilizante. Entretanto, não há registro de empreendimento nacional que dê tal destinação ao POME. Mesmo na Malásia, líder no setor da palma, somente agora surgem usinas que pretendem aproveitar o biogás deste efluente (SULAIMAN et al., op. cit.). Desta forma, o uso energético do POME não será aqui considerado.

Por conta da alta disponibilidade de resíduos, as usinas de extração de óleo de palma do Pará atendem sem problemas às próprias demandas de calor e vapor de processo. Segundo VEIGA (2008), a Marborges S.A. queimava todas as cascas (5,5% da massa do cacho) e  $\frac{1}{4}$  das fibras (12,5% da massa do cacho) para fornecer a energia (térmica) necessária ao funcionamento da planta. Utilizando os valores de PCI da tabela 6.3.1, pode-se mostrar que a demanda de energia primária da usina extratora era de 1380 MJ/ tCFF processado.

Foi observado na ocasião que a empresa não possuía um gerador elétrico acoplado à turbina de vapor, optando pela conveniência do fornecimento de eletricidade pela concessionária local (CELPA), devidamente conectada ao SIN. Segundo dirigentes da empresa, a falta de escala de produção de biomassa residual não justificava o investimento em autogeração elétrica. De fato, QUEIROZ et al. (2012) mencionam que a Dentauá, empresa de porte semelhante à Marborges, também só utiliza a energia de biomassa residual para prover vapor de processo.

Esta prática se deve ao fato de não ser possível projetar uma turbina a vapor (tecnologia de geração elétrica mais utilizada, como será visto a frente) com eficiência aceitável para potências menores do que 100 kW (LORA et al., 2012). Segundo os autores, turbinas a vapor são normalmente empregadas para potências elétricas superiores a 2 MW<sup>109</sup>. Consulta ao Banco de Informações de Geração (ANEEL, 2014) mostra que somente a Agropalma, maior produtora de palma do Brasil, tem uma UTE<sup>110</sup>, no caso, com

---

<sup>109</sup> Comunicação pessoal de COELHO (6/2014) indica existir sistemas comerciais a partir de 200 kW.

<sup>110</sup> O Banco de Informação de Geração da ANEEL descreve a UTE da Agropalma como sendo movida à base de óleo de palmiste. Como este é o produto de mais alto valor agregado da palma, é improvável que tal informação esteja correta.

capacidade registrada de geração (autoconsumo) de 2,7 MW, localizada em Tailândia, PA.

A única outra empresa do setor dendeicultor que dispõe de usina com capacidade de cogeração é a VALE/Biopalma. Segundo a assessoria de imprensa da empresa, esta inaugurou, em Moju, uma unidade de extração de óleo com capacidade de processar 120 tCFF / hora. A queima das cascas de amêndoas e das fibras da polpa permitem acoplar um gerador de 11 MW à turbina de vapor empregada. Destes, 3,5 MW médios serão consumidos pela própria planta, permitindo a exportação de 7,5 MW médios. Ou seja, o processamento de uma tonelada de cachos de frutos permitirá a exportação de 62,5 kWh.

As figuras 6.3.1, 6.3.2 e 6.3.3 mostram resíduos de palma comumente queimados em caldeiras para atendimento das demandas energéticas (calor/vapor) das esmagadoras de óleo de dendê:



Figura 6.3.1 - Cachos de frutos vazios



Figura 6.3.2 - Torta de Palmiste



Figura 6.3.3 - Fibra da polpa

Fonte: autor (visita de campo à Marborges Industrial S.A., em 29/01/2008)

Segundo LORA et al. (2012), a biomassa sólida se caracteriza como um combustível de baixa densidade ( $\sim 500 \text{ kg/m}^3$ ) quando comparado aos carvões ( $1.300 \text{ kg/m}^3$ ). Além disso o poder calorífico inferior também é menor (14 a 21 MJ/kg vs. 23 a 28 MJ/kg do carvão mineral), devido à alta umidade e o alto teor de oxigênio da biomassa (reduzindo, por consequência, o teor de carbono). A baixa densidade energética leva a uma alta dispersão espacial, que, por sua vez, afeta o porte do sistema, devido aos altos custos e dificuldades logísticas em manter um alto fluxo de combustível para manter uma usina em operação. Assim, termelétricas a biomassa possuem capacidades típicas máximas da ordem de 25 a 50 MW, ou seja, uma ordem de grandeza abaixo de térmicas a combustíveis fósseis (WALTER et NOGUEIRA, 2008).

Por outro lado, PALACIO et al. (2012) elencam uma série de benefícios na utilização de cogeração por parte das indústrias de processamento de biomassa:

- Econômicos: reduz os riscos associados a incrementos na tarifa de energia elétrica, além de permitir a venda de excedentes ao sistema elétrico;
- Operacionais: incrementa a eficiência na conversão da energia primária. Melhora a qualidade da eletricidade e a confiabilidade no seu fornecimento, além de aumentar a automação da operação;
- Ambientais: diminui o impacto associado à redução na demanda por combustíveis fósseis, pois minimiza a energia primária necessária para produzir determinada quantidade de energia útil.

De acordo com a sequência de produção de energia térmica e elétrica, os sistemas de cogeração podem ser classificados como superiores (*topping*) e inferiores (*bottoming*). Nos ciclos superiores, a energia primária é convertida em eletricidade num acionador primário e, na sequência, a energia residual é aproveitada como calor útil. Nos ciclos inferiores, a energia primária é inicialmente utilizada num processo industrial e o calor residual é convertido em eletricidade. Dada a alta qualidade desta, o ciclo inferior raramente é utilizado, a não ser em processos nos quais o calor residual seja de elevada temperatura (PALACIO et al., 2012).

Para a adequada integração entre os sistemas consumidores de energia em uma planta de cogeração, é necessário conhecer profundamente as necessidades energéticas do processo produtivo, tanto os aspectos qualitativos quanto quantitativos. Para o dimensionamento dos equipamentos de cogeração, é preciso saber as quantidades de trabalho mecânico, energia elétrica, calor ou frio requeridos pelo processo produtivo. A qualidade da energia requerida também é fundamental para a determinação da configuração adequada ao processo. Por exemplo, deve-se considerar a temperatura (água ou vapor) e as pressões (vapor) requeridas, bem como as quantidades e a proporção Trabalho (W) / Calor (Q) (MME/EPE, 2007).

Quanto a este ponto, PALACIO et al. (op. cit.) observam que a escolha da tecnologia para cogeração é baseada no princípio de que a relação calor / eletricidade deve coincidir, aproximadamente, com os valores deste indicador demandado pelo processo produtivo. O melhor aproveitamento, segundo os autores, é obtido quando se satisfaz a demanda térmica do ciclo (nas temperaturas requeridas), ao mesmo tempo em que se tem excedentes de energia elétrica para exportar à rede. Isto se deve à grande dificuldade em se transportar vapor e água quente a longas distâncias.

No caso da Marborges, VEIGA (2008) informou que o consumo de eletricidade da usina era de 30 kWh/tCFF. Como o consumo de energia térmica da fábrica foi calculado em 1380 MJ/tCFF, a razão eletricidade / calor é de 1:12,8, considerando que 1 kWh = 3,6 MJ. Esta alta relação calor / eletricidade no ciclo de extração do óleo de palma favorece as turbinas a vapor, que demandam tal característica (PALACIO et al., 2012).

Considerando apenas o aproveitamento dos resíduos sólidos da indústria da palma, seja para geração de calor quanto eletricidade, as rotas tecnológicas disponíveis se originam

de processos de conversão termoquímicos, uma vez que as rotas bioquímica (fermentação) e físico-química (extração) são mais apropriadas para geração de combustíveis líquidos. Dentre as rotas termoquímicas – combustão direta, gaseificação e pirólise, a primeira é a mais empregada na atualidade, principalmente para a produção de vapor em turbinas de ciclo Rankine (MME/EPE, 2007).

Isto é corroborado por LORA et al. (2012). Eles fazem ampla revisão das principais tecnologias existentes para a geração de eletricidade em pequena escala a partir da combustão de biomassa: i) ciclo orgânico de Rankine; ii) turbina a gás com queima externa; iii) motor Stirling; iv) motor a vapor de pistão; v) motor a vapor de rosca; e vi) turbina a vapor. Entre as alternativas, somente a última é utilizada em escala comercial. Turbinas a vapor apresentam um custo de investimento em torno de 500 a 850 euros/kW<sub>e</sub>, entre 10 e 30% do custo das demais tecnologias, além de ser um conversor mais eficiente para potências acima de 2 MW.

WALTER et NOGUEIRA (2008) alertam para o fato de que, em função da baixa capacidade de potência das térmicas a biomassa, opta-se pela redução da pressão e da temperatura do vapor gerado, visando reduzir os custos, mas isto implica em rendimento térmico inferior ao de UTEs convencionais. No caso das térmicas a biomassa, a eficiência varia entre 20 e 25%, e valores ainda menores quando existe cogeração.

As alternativas de cogeração tipicamente utilizadas pela indústria agroenergética são (MME/EPE, 2007):

- a) Ciclo a vapor com turbinas de contrapressão, empregado de forma integrada a processos produtivos através da cogeração;
- b) Ciclo a vapor com turbinas de condensação e extração, que podem operar de forma integrada a processos produtivos através da cogeração ou isoladamente.

### **Ciclo a vapor com turbinas de contrapressão**

A geração termelétrica e o atendimento energético em processos produtivos que dispõem de biomassa combustível são tradicionalmente realizados por sistemas com ciclos de cogeração a vapor em contrapressão, cujos usos finais da energia são mecânico e térmico. Nestes sistemas, a biomassa é queimada diretamente em caldeiras e a energia térmica resultante é utilizada na produção do vapor. Este vapor aciona turbinas de trabalho

mecânico de processo e/ou turbinas para geração de energia elétrica. Ao sair das turbinas, após a realização de trabalho, o vapor residual é encaminhado para atender as necessidades térmicas do processo produtivo. Segundo PALACIO et al. (2012), este tipo de turbina é utilizado na faixa de 1 a 100 + MW de potência. Trabalha com uma faixa de relação calor / eletricidade de 3:1 até 8+:1. A eficiência de geração elétrica varia entre 10 e 20%, com eficiência global de até 80%.

Conforme MME/EPE (2007), esta tecnologia é madura, amplamente dominada pela indústria nacional, que se mostra capaz de entregar a maior parte dos equipamentos constituintes. Entretanto, a referida publicação ressalta a forte ressalva a ser feita no que toca a utilização destes sistemas:

“A geração de energia elétrica nestes ciclos tem como restrição fundamental o consumo de energia térmica do processo de produção ao qual está integrado, em outras palavras, o consumo de vapor de escape demandado. Como estes ciclos não possuem condensadores é no processo produtivo que o vapor de escape retorna à sua condição de líquido condensado e pode então ser bombeado para retornar à caldeira para completar o ciclo. Assim, a quantidade de vapor gerado na caldeira fica limitada pela demanda térmica do processo produtivo e a geração de energia elétrica fora da cogeração fica impossibilitada”.

### **Ciclo a vapor com turbinas de condensação e extração**

Nesta alternativa tecnológica, o vapor, ao final do trabalho realizado na turbina é, total ou parcialmente, condensado. A parcela de vapor necessária ao atendimento dos requisitos mecânicos e térmicos do processo produtivo, quando integrado em cogeração, é fornecida por sua extração em pontos intermediários da expansão na turbina (MME/EPE, 2007).

Neste tipo de sistema, existe um condensador na exaustão da turbina, que confere duas grandes vantagens em relação ao sistema anterior:

- Maximiza a geração de energia elétrica, com o vapor gerado se expandindo até pressões muito baixas (tipicamente, na ordem de 0,1 atmosfera);
- Elimina o vínculo de produção entre o sistema de geração de energia elétrica e uma demanda térmica do processo produtivo, permitindo que a instalação opere integrada em cogeração ou em geração elétrica pura, como uma termelétrica tradicional; a disponibilidade de biomassa é o fator determinante desta condição.





<b>Parâmetro</b>	<b>Valores</b>
Temperatura de operação (°C)	530
Pressão de operação (MPa)	8,5
Produção de vapor (kgVapor/ton.Biomassa)	3.000
Eficiência das caldeiras - Base PCSu (%)	85
Extração de vapor em co-geração (kgVapor/ton.Biomassa)	1.150
<b>Geração de energia elétrica</b>	
Co-geração (kWh/ton.Biomassa)	340
Geração pura (kWh/ton.Biomassa)	530
Eficiência das turbinas (%)	75,0
<b>Eficiência da geração termelétrica</b>	
Co-geração (%)	12,7
Geração pura (%)	20,0
Escala até (MW)	100

Fonte: MME/EPE (2007)

Um trabalho pioneiro na avaliação do potencial de produção e exportação energética de usinas de óleo de palma foi conduzido na Malásia por HASAIN et al. (2003). Outro trabalho de mesma natureza, relacionado a usinas na Colômbia (maior produtor de palma das Américas) foi analisado (ARRIETA et al., 2007). Segundo os citados trabalhos, a eficiência média dos sistemas de cogeração analisados, expressos como a razão entre a soma da energia elétrica e térmica gerada na turbina, dividido pela energia do combustível queimado na caldeira, oscilava em torno de 70%, valor próximo ao da tabela 6.3.2.

Os dois trabalhos também estimam que a relação eletricidade / calor nos processos da usina de óleo de dendê giram em torno de 1:18,2, maior do que aquele observado na Marborges (visto acima). Nas usinas da Malásia, a demanda média de energia elétrica foi de 30,2 kWh/tCFF, ao passo que, nas usinas colombianas, este valor era próximo de 20 kWh/tCFF processado. ARRIETA et al. (2007) citaram valores encontrados na Tailândia que variavam entre 20 e 25 kWh/tCFF. Conforme já mencionado, VEIGA (2008) afirmou que a usina de extração de óleo de dendê da Marborges consumia 30 kWh/ tCFF processado, consistente com os dados relativos às usinas asiáticas e colombianas.

ARRIETA et al. (2007) também avaliaram que, com a utilização de turbinas de extração e condensação (trabalhando com vapor a 2MPa e 350°C), era possível exportar 160 kWh/ tCFF quando a planta de extração se encontrava fechada e entre 70-80 kWh/ tCFF quando em regime de cogeração, valores 3 a 4 vezes maior do que aqueles estimados caso turbinas de contrapressão fossem empregadas. Estes resultados foram obtidos com uma

combinação de resíduos diferente do usual: além do total de cascas e fibras, o trabalho colombiano contabilizou a energia de biogás (5 m<sup>3</sup>/ tCFE, gerado a partir do POME), mas apenas 60% do total de CFV, devido ao valor deste último como fertilizante natural.

O uso de POME e CFV justifica o valor mais elevado de energia elétrica exportada das usinas colombianas em relação à da VALE, que, conforme mostrado no início desta seção, irá exportar 62,5 kWh/ tCFE a partir apenas das cascas e fibras. Em tese, todos os resíduos da palma poderiam ser empregados em cogeração (apesar de que a queima do biogás do POME seria mais apropriada em turbinas ciclo de Brayton ou motores de combustão interna ciclo Otto); logo, cabe verificar o máximo de eletricidade passível de ser exportada por uma indústria de palma, particularmente em uma região carente deste vetor energético, assunto a ser tratado na seção 6.4.

Considerando que 1 tCFE disponibiliza 5.166 MJ de energia primária (tabela 6.3.1), e que o consumo de energia térmica da planta de extração é de 1.380 MJ (VILLELA, 2009), sobram 3786 MJ para atender tanto a demanda interna de energia elétrica quanto eventual exportação. Considerando que este montante está disponível para geração pura de eletricidade, será utilizado o fator de 20% (tabela 6.3.2) como coeficiente de rendimento na transformação da energia (química) do resíduo de biomassa em energia elétrica. Logo:

Geração elétrica máxima = 3786 MJ/ tCFE \* 1 kWh/3,6 MJ \* 0,2 = 210,3 kWh/ tCFE.

Se for descontada a demanda de energia elétrica da própria usina (30 kWh/ tCFE), conclui-se que, com o uso de um sistema de cogeração com as características da tabela 6.3.2 (disponíveis comercialmente), é possível exportar até 180 kWh/ tCFE.

Se for considerada a prática do mercado brasileiro (e mesmo mundial) de só utilizar as fibras e cascas, 1 tCFE disponibilizará aproximadamente 3.100 MJ. Subtraindo o consumo térmico da usina (1380 MJ), sobram 1720 MJ. Logo:

Geração elétrica típica = 1720 MJ/ tCFE \* 1 kWh/3,6 MJ \* 0,2 = 95,6 kWh/ tCFE.

Se for descontada a demanda de energia elétrica da própria usina (30 kWh/ tCFE), é possível exportar 65,5 kWh/ tCFE, muito próximo do valor anunciado pela VALE. Partindo da premissa de que a potência mínima de um sistema de cogeração de biomassa seja de 2 MW (conforme LORA et al., 2012), cabe estimar o tamanho do plantio necessário para garantir a biomassa que alimente tal sistema.

Considerando uma UTE que funcione 8.000 horas/ ano (91,3% de fator de capacidade), a geração de 2 MW médios equivalem a 16.000 MWh/ ano. Isto irá demandar, no mínimo, (16.000 / 0,18) tCFF/ ano, aproximadamente 90.000 tCFF/ ano. Dada uma produção anual média de 20 tCFF/ha no Pará (IBGE, 2012), pelo menos 4.500 ha serão demandados para atender a referida usina no referido regime de trabalho.

Para o cenário na qual apenas as fibras e cascas são aproveitadas, a alimentação de uma usina com as características acima irá demandar (16.000 / 0,065) tCFF, equivalente a 246.000 tCFF/ ano. Isto irá demandar uma área de 12.300 ha. Não à toa, examinando a tabela 6.1.3, fica evidente porque somente empresas como a Agropalma, Vale, Petrobrás Biocombustíveis (e, talvez, a Yossam) possuem a envergadura necessária para justificar a construção de usinas de extração de óleo de palma com sistema de cogeração.

#### **6.4 – Biodiesel para os Sistemas Isolados da Amazônia**

Segundo EERE/DOE (2009), a mistura de 20% de biodiesel e 80% diesel mineral (B20) é uma combinação apropriada para uso em motores diesel, sem necessidade de modificação ou ajustes. As razões alegadas são as seguintes:

- Minimiza o impacto do custo do biodiesel para o usuário final;
- Reduz o incremento nas emissões de NO<sub>x</sub> (1-4%);
- Reduz a emissão de material particulado, CO e HC em mais de 10%, cada;
- Não cria maiores problemas com o entupimento de filtros e com a deposição que resulta da interação entre o biodiesel e sedimentos e lodo que se depositam em tanques de armazenamento de diesel.
- Controla o aumento do ponto de fluidez, com o uso de aditivos.
- Apresenta poucos problemas de compatibilidade de materiais. Misturas mais ricas em biodiesel podem causar mais problemas com peças de borracha.

Cabe observar que a maioria dos testes com biodiesel já efetuada foi com motores veiculares (CHIARAMONTI et TOND, 2003). Entretanto, existem especificidades no funcionamento de sistemas estacionários que dão margem a um possível limite mais amplo para o uso de biodiesel sem necessidade de alteração no motor. Devido à rotação

fixa (1500 ou 1800 rpm) no regime de trabalho, fabricantes<sup>111</sup> acreditam que grupos geradores sejam mais tolerantes ao uso de misturas mais ricas (até B50) em biodiesel.

Caso haja viabilidade técnica e econômica do uso disseminado de B50 em sistemas estacionários na Amazônia, por exemplo, isto poderia representar uma redução de quase 50% na demanda por diesel dos mesmos, proporcionando uma redução expressiva nas emissões de CO<sub>2</sub>, mesmo desconsiderando-se as emissões poupadas pela redução do transporte de diesel. Estas, por sinal, carecem de estudos mais profundos para seu efetivo cálculo. SANTOS (2008) reportou dificuldades em obter dados que pudessem permitir uma estimativa apropriada.

Foi citado na seção 3.4 que, dado o crescente aumento nas importações de diesel e a alta capacidade ociosa da indústria de biodiesel, o setor produtivo discute com o governo um aumento próximo da mistura obrigatória para B7 em todo o território nacional, além do uso de B20 em sistemas de transportes públicos e frotas cativas privadas. Considerando que o consumo esperado de diesel B para 2014 nos Sistemas Isolados não deva sofrer variação significativa nos próximos anos<sup>112</sup>, a tabela 6.4.1 apresenta o volume de biodiesel necessário para produzir as misturas B5, B7, B20 e B50.

Tabela 6.4.1 - Sistemas Isolados na Região Norte: cenários de consumo de Biodiesel

Região Norte	Consumo de Diesel B (m <sup>3</sup> /ano)	Consumo (m <sup>3</sup> /ano) estimado de Biodiesel			
		B5	B7	B20	B50
Estado					
AP	364.734	18.237	25.531	72.947	182.367
AM	326.965	16.348	22.888	65.393	163.483
PA	137.012	6.851	9.591	27.402	68.506
RO	82.444	4.122	5.771	16.489	41.222
RR	58.738	2.937	4.112	11.748	29.369
AC	53.484	2.674	3.744	10.697	26.742
Total	1.025.477	51.274	71.783	205.095	512.739

<sup>111</sup> Comunicação pessoal do Sr. Waldir Coelho, gerente da Cummins do Brasil

<sup>112</sup> As medidas de maior impacto na demanda dos Sis. Isol. são as conexões das capitais do Norte ao SIN. Com a ligação de Manaus em 2014, só fica faltando a conexão de Macapá, com carga substancialmente menor do que a capital amazonense. Não há previsão de conexão de Boa Vista ao SIN.

Fonte: autor

Desconsiderando o existente excedente de óleo de soja (fig. 4.3.8), estima-se que 80 mil ha<sup>113</sup> de cultivos desta seriam, em tese, necessários para abastecer a demanda de B5 dos sistemas isolados, cerca de 0,27% da área estimada para plantios de soja no Brasil na safra 2013/14, de 29 Mha (CONAB, 2013). Por outro lado, foi visto na seção 6.2 que SILVA (2006) estimou uma produtividade média anual de óleo de dendê superior a 4 t/ha/ano ao longo de 25 anos, ciclo típico desta oleaginosa. Logo, utilizando índices médios de produtividade nacionais de óleo de soja e da palma de óleo, respectivamente 0,64 m<sup>3</sup>/ha e 4,44<sup>114</sup> m<sup>3</sup>/ha, a palmeira rende 6,9 vezes mais matéria prima para biodiesel que a soja em cada hectare cultivado.

Num cenário de uso de B20, teor máximo tecnicamente aceitável de biodiesel na atualidade, seriam necessários 319 mil ha de soja ou 51 mil ha de dendê para atender a demanda prevista de biodiesel em 2014 para os sistemas isolados da Amazônia. Considerando o consumo de diesel da região Norte registrado em 2012 (tabela 4.4.1), haveria a necessidade de 283 mil ha de palma para propiciar o biodiesel demandado para a referida mistura, alcançando 385 mil ha, caso se considere a demanda projetada para a região em 2022 (MME/EPE, 2013). Para fins comparativos, viu-se na seção 6.1 que a VALE e o consórcio PBIO/GALP ENERGIA possuem empreendimentos que deverão somar, em 2015, cerca de 150 mil ha implantados com dendê destinados a produção de biodiesel.

Segundo MME/EPE (2013), praticamente todas as usinas produtoras de biodiesel e as bases de distribuição de combustíveis são atendidas por rodovias federais. Por isso, o transporte de B100 das usinas para as bases (onde o biodiesel é misturado ao diesel A (puro) numa proporção volumétrica de 5% e 95%, formando o diesel B5, ou diesel “B”) é quase todo efetuado em caminhões de 30 mil a 45 mil litros.

Diesel B é consumido em todo o território nacional no transporte ferroviário, rodoviário, industrial, agrícola, com exceção do transporte hidroviário, já visto. O processo da

---

<sup>113</sup> Segundo CONAB, a produtividade média da soja no Brasil, entre 2009 e 2013, foi de 2.900 kg/ha, com teor médio de óleo de 20%. Considerando densidade do óleo bruto de 0,9t/m<sup>3</sup>, tem-se 0,64 m<sup>3</sup>/ha.

<sup>114</sup> Considerando 1 m<sup>3</sup> de óleo de palma = 900 kg

mistura é trivial, mas existem requisitos especiais de armazenamento do biodiesel, para evitar ingresso de água, que propicia a formação de fungos e outros microrganismos.

Apesar de existir farta capacidade produtiva, as usinas de biodiesel estão concentradas principalmente nas regiões Centro-Oeste e Sul, sendo que as regiões Sudeste e Norte são importadoras líquidas do biocombustível, devendo aumentar o déficit para os próximos anos, como pode ser visto na tabela 6.4.2:

Tabela 6.4.2 – Capacidade de processamento e consumo obrigatório de biodiesel nas regiões do Brasil: 2013 e 2022

Região	2013 (milhões litros)			2022 (milhões litros)		
	Capacidade Instalada	Obrigatório	Balanço	Capacidade Instalada	Obrigatório	Balanço
Norte	188	351	(163)	206	449	(243)
Nordeste	741	437	304	741	661	80
Sul	1.948	542	1.406	3.030	790	2.240
Sudeste	852	1.161	(309)	941	1.566	(625)
Centro-Oeste	3.196	382	2.814	3.726	558	3.168
<b>Brasil</b>	<b>6.925</b>	<b>2.873</b>	<b>4.052</b>	<b>8.644</b>	<b>4.025</b>	<b>4.619</b>
	100%	41%	59%	100%	47%	53%

Fonte: MME/EPE (2013)

O Plano Decenal de Expansão de Energia 2022 (MME/EPE, 2013) também observa que o modal rodoviário, apesar de ter maior custo econômico, energético e ambiental do que os modais ferroviário e hidroviário (tabela 6.4.3), é aquele mais utilizado para transporte de biocombustíveis em geral, por falta de escala.

Tabela 6.4.3 – Comparação entre modais de transporte de carga

Variável	Modais		
	Hidroviário	Ferrovário	Rodoviário
Custo frete (R\$/km)	0,23	0,74	3,5
Eficiência Energética (kg/hp)	4.000	500	150
Equipamento p/ transportar 1000 t	Empurrador + 1 chata	Locomotiva + 10 vagões	40 cavalos mecânicos + 40 semirreboques
Vida útil dos equipamentos	50 anos	30 anos	10 anos

Fonte: MME/EPE (2013)

Entretanto, dada a vasta área de drenagem da bacia amazônica, é mandatório que o modal hidroviário seja privilegiado no que diz respeito ao transporte de cargas, em geral, e biodiesel, em particular. Para aumentar a atratividade deste modal, seria importante aumentar a demanda de biodiesel, até o limite de B20 em toda a região amazônica, com foco inicial no abastecimento dos Sistemas Isolados.

Para dar suporte a tal cenário, faz-se necessário verificar a disponibilidade de estrutura de tanques para estoques nos estados, o que determinará as opções disponíveis para produzir eventuais misturas de B20 ou superiores. Segundo ANP (2013), existe capacidade de estocagem de 694 mil m<sup>3</sup> de combustíveis líquidos na região Norte<sup>115</sup>, o dobro daquela necessária para B100 na região. Amazonas possui 50,6% da capacidade de estocagem regional, seguido do Pará, com 26,5% e Rondônia, com 10,7%.

As principais opções para o abastecimento da região passam por Manaus e Belém/Barcarena, que possuem 71% da capacidade regional de estocagem de combustíveis líquidos. A estrutura estadual de estocagem é centralizada, sendo que a REMAN possui 77% da capacidade no AM, enquanto no Pará o complexo Belém/Barcarena detém 78%, contra 5% no eixo da BR163 (Cuiabá – Santarém); as capitais do AC, AP, RO e RR possuem praticamente 100% das respectivas capacidades estaduais. No MT<sup>116</sup>, a capital e a região Sudeste do estado detêm 96% da tancagem estadual, contra 4% no eixo da BR163 (Sinop) (ANP, 2013).

### **Biodiesel de Soja ou Palma?**

O perfil dos equipamentos geradores da Região Norte é de pequeno e médio portes, com até 1.500 kW de potência nominal e com consumo anual menor que 375m<sup>3</sup> de óleo diesel/ano (ELETROBRAS, 2013b). Uma possível alternativa para o fornecimento de biodiesel a estes sistemas seria a descentralização da sua cadeia produtiva, isto é, buscar

---

<sup>115</sup> Este número considera a refinaria REMAN, em Manaus, que possui autorização para estocar biocombustíveis.

<sup>116</sup> Apesar de Mato Grosso estar na região Centro-Oeste, ele faz parte da Amazônia Legal e parte do bioma Amazônico se encontra em seu território.

oportunidades regionais para a produção de óleo vegetal e do biodiesel a partir de matéria prima agroindustrial regional.

Para atender a toda a demanda por B20 dos sistemas isolados de toda região Norte com biodiesel de soja, seria necessário identificar as principais rotas utilizadas para escoar o grão e óleo na região. Os portos de Santos/SP, Manaus/AM, Vitória/ES, Paranaguá/PR, Santarém/PA e São Francisco do Sul/SC, foram responsáveis pelo escoamento de 99% da produção de grãos de soja de MT (maior produtor nacional) entre 2009 e 2011, sendo a participação de Manaus em 12,6% e de Santarém em 5,8% (LAVORENTE, 2011).

O biodiesel produzido em MT, a partir de soja e gordura animal, teria, neste cenário simplificado, três principais opções para chegar aos sistemas isolados da Amazônia, considerando a estrutura atual de transporte e estocagem de combustíveis. A 1ª opção representaria a rota majoritariamente adotada no modelo atual, com escoamento rododiferroviário da produção de grãos, óleos e biodiesel para as usinas, distribuidoras e portos no centro-sul do país, de onde são transportadas via modal marítimo para os sistemas de abastecimento nas principais capitais da região norte, notadamente Belém e Manaus. A 2ª seria através do embarque rodoviário para Porto Velho-RO e daí realizar sua distribuição via modal fluvial para as distribuidoras em Manaus e Belém; esta rota, entretanto, já apresenta gargalos de logística no escoamento de soja em grãos via Manaus-AM, Itacoatiara-AM e Santarém-PA. A 3ª opção a considerar é o eixo da BR163, rodovia ainda em pavimentação entre Cuiabá-MT e Santarém-PA, de onde o modal fluvial via o Rio Amazonas poderia distribuir o biodiesel na região. Entretanto, esta rodovia ainda fica intransitável de 6 a 8 meses por ano, em função das obras e das chuvas.

O abastecimento de B5 e B20 para os Sistemas Isolados de RO e AC em 2014 poderia ser obtido com, respectivamente, cerca de 6,4% e 25,4% da área de soja em Rondônia prevista para a safra 2013/14 (CONAB, 2014). Rondônia possui um crescente parque de usinas de biodiesel e também é grande produtor de gordura bovina, mas possui inexpressiva produção de dendê e outras oleaginosas regionais. AC, AM, RR e AP não contam, atualmente, com cadeias estruturadas de produção e uso de óleos vegetais para suprimento local, dependendo do contexto geográfico para seu abastecimento.

Logo, apresentando capacidade nominal para atender aos sistemas isolados, a produção de biodiesel (B100) de soja do MT e RO apresenta limitações de infraestrutura de



transporte, estocagem e de tancagem para sua mistura ao diesel, passíveis de resolução apenas em médio prazo.

Por outro lado, o Pará possui 26,5% da capacidade de tancagem de combustíveis líquidos da região e acesso fluvial ininterrupto de Belém não somente a Manaus, que possui 50% da capacidade de tancagem regional, mas também às capitais do AP, RO e AC.

Lembrando, os 50.000 ha com dendê necessários para abastecer a mistura B20 para os sistemas isolados da região Norte (tabela 6.4.5) representam, aproximadamente, 1/3 de sua área de cultivo no Pará em 2012. Também equivale a 1/3 do que se planeja implantar pelo setor agroenergético até 2015 (tabela 6.1.3).

Como o empreendimento da Vale visa oferecer B20 para consumo de maquinários e ferrovias dos seus ativos na região Amazônica, deverá haver uma diminuição no consumo de diesel na região Norte, porém não haverá impacto sobre a oferta de biodiesel para os sistemas isolados da região. Já o projeto Belém Bioenergia é voltado para exportação do óleo bruto para processamento em Portugal, voltado ao mercado ibérico e, desta forma, com pouco impacto sobre o consumo regional de diesel B.

Em suma, a palma tem pleno potencial para impactar o mercado regional de biodiesel, compondo o fornecimento de B20 para os sistemas isolados e outros usos de diesel na região Norte. Entretanto, faltam investimentos regionais voltados para estes mercados, visto as incertezas do Projeto Pará (PBIO), que visava justamente endereçar tal demanda.

## **6.5 – Limites da Expansão Sustentável da Palma**

### **6.5.1 – Impactos dos biocombustíveis na Amazônia**

Segundo IPCC (2014a), o processo de mitigação e adaptação às mudanças climáticas podem trazer sinergias, benefícios significativos e também compensações. Quanto ao último, o relatório afirma (com média confiança) que, na América Central e do Sul, a energia renovável a partir de biomassa pode afetar a mudança do uso da terra e desmatamento, e podem ser afetados pelas alterações climáticas. Especificamente, expõe que a expansão da cana, soja e palma de óleo pode ter algum efeito sobre o uso da terra, levando ao desmatamento de partes da Amazônia.

Conforme já visto, a palma ainda é um cultivo menor no Brasil, tendo tido pouco impacto direto ou indireto no desmatamento da Amazônia, ao contrário do que ocorre na Indonésia e Malásia e mesmo em alguns países do continente americano. Por outro lado, a tabela 5.3.2 indica haver 29,6 Mha de área apta (manejo B) para o cultivo da oleaginosa, dos quais aproximadamente 12,8 Mha no estado do Pará (RAMALHO FILHO et al., 2010).

YUI et YEH (2013) criticam o trabalho dos citados autores brasileiros, que constitui a base do ZAE-Dendê, por considerarem apenas fatores ligados ao solo e clima, desconsiderando fatores sociais e políticos, tais como questões fundiárias. A seguir, os pesquisadores estrangeiros propõem um modelo para avaliar três diferentes cenários (restrição fraca, mediana e forte) de crescimento da dendeicultura no estado do Pará, entre 2010 e 2040. O modelo leva em consideração fatores “atratores”, como a distância das terras aptas às estradas pavimentadas, por onde a produção seria escoada, fatores desencorajadores (terras indígenas, unidades de conservação – cenário restrição mediana) e “máscaras”, ou recortes (terras indígenas, unidades de conservação – cenário restrição forte, tal como no ZAE-Dendê).

A seguir, YUI et YEH (2013) calculam as emissões de CO<sub>2</sub> referentes às mudanças diretas do uso da terra, considerando os três cenários acima. Apresentam as emissões na produção de biodiesel de palma como sendo 84g CO<sub>2</sub>/ MJ (cenário 1), 60g CO<sub>2</sub>/ MJ (cenário 2) e 14g CO<sub>2</sub>/MJ (cenário 3), concluindo que nos dois primeiros cenários as emissões são maiores do que a do diesel mineral (vide seção 6.2).

Esta conclusão certamente choca um leitor desavisado e poderá ser utilizado para criticar o programa de expansão da palma no país. No entanto, uma leitura atenta indica que os autores acima consideraram, nos três cenários, que a expansão da palma no Pará até 2040 seria de 22,5 Mha. Eles não citam em que circunstâncias este número foi gestado, nem tentam argumentar o quão plausível ele é. Para este autor, ele não tem qualquer credibilidade: é quase duas vezes maior do que o total de áreas aptas encontrado no ZONDENDÊ (que norteia a expansão legal do cultivo) para o Pará. Logo, é evidente que parte da expansão, nestes cenários, ocorrerá em áreas florestadas, ilegalmente, ocasionando emissões elevadas de GEE.

Além disso, a expansão assumida é 40% maior do que a totalidade das áreas de cultivo da palma no mundo (tabela 2.3.2), cujo plantio comercial já tem um século de história.

Citam no resumo que a produção resultante de biodiesel seria de 110 bilhões litros/ ano (em 2040), apesar de a IEA projetar demanda mundial de 71 bilhões litros/ano em 2035 (tabela 3.4.3). Fica a pergunta: qual a serventia na modelagem de cenários, se as premissas nas quais estes estão calcados são inverossímeis?

LAPOLA et al. (2010) fazem uma análise aparentemente mais balanceada dos possíveis impactos na Amazônia, por conta da expansão de cultivos agroenergéticos no Brasil até 2020, para atendimento às projeções do Plano Decenal de Expansão de Energia. Entretanto, existem algumas inconsistências: primeiramente, o PDE utilizado como base é referente ao período 2006-2015. Além disso, os autores assumem que toda a expansão na oferta de biodiesel se dará via uso de óleo de soja. Já foi exposto na seção 4.3 que a produção de soja está calcada na demanda por farelo para ração animal, sendo que o óleo excedente é parcialmente convertido em biodiesel, havendo espaço para aumento na oferta deste sem necessidade de aumento na produção do grão. Na seção 3.4, mostrou-se como o PDE 2013-2022 assume que não haverá aumento no teor de mistura de biodiesel ao diesel, resultando num aumento de apenas 14% na demanda nacional no período. Esta demanda adicional em 2022 poderia ser facilmente atendida com o excedente de óleo de soja da safra 2013/14, conforme mostrado na figura 4.3.8.

E, no entanto, LAPOLA et al. (2010) projetam que até 2020 haverá a necessidade de se expandir o plantio da soja em 108.100 km<sup>2</sup> (10,8 Mha), causando o desmatamento de 180.000 ha de florestas (mesmo reconhecendo a eficácia da moratória da soja) e 200.000 ha de cerrado. Concluem que o “tempo de retorno de carbono” (vide seção 3.1) desta oleaginosa, incluindo mudanças diretas e indiretas da terra, totaliza 246 anos. Resultados como este mostram a temeridade de se fazer projeções baseados em premissas e dados incorretos e que envolvem conceitos difusos como ILUC.

LAPOLA et al. (2010) acertam quando dizem que o uso de óleo de palma, plantada no Pará, seria muito mais apropriado, devido à sua maior eficiência produtiva (t óleo/ ha). Afirmam que seriam somente necessários 4.200 km<sup>2</sup> (420.000 ha) de palma para atender a demanda de biodiesel no Brasil em 2020, causando um desmatamento direto de 300 km<sup>2</sup>, resultando num tempo de retorno de carbono de apenas sete anos. Apesar da coerência do retrato amplamente favorável à palma, cabe observar que este cálculo está evidentemente incorreto, pois a produtividade desta sabidamente não é  $108,1/4,2 = 25,7$  vezes a da soja, tampouco  $73/4,2 = 17,4$  vezes maior do que o girassol e  $31,7/4,2 = 7,5$

vezes superior ao do pinhão manso (*Jatropha curcas*). Em nota, este trabalho tem sido amplamente citado, inclusive por YUI et YEH (2013).

Poucos outros estudos internacionais foram encontrados que mencionam o impacto das emissões de biocombustíveis produzidos na Amazônia. Quase todos (ARIMA et al., 2011; WALKER, 2011) fazem menção aos efeitos indiretos neste bioma a partir da expansão da cana-de-açúcar e da soja em outros biomas, mostrando a falta de percepção dos analistas internacionais quanto ao surgimento de um polo dendeicultor no Nordeste do Pará. Por sinal, ambos os trabalhos também citam LAPOLA et al. (2010).

Nas seções 3.1.3 e 6.2 viu-se o quanto o uso prévio da terra é crucial na mitigação das emissões de GEE de biocombustíveis. Logo, no que toca a palma, o limite superior de sua expansão está expresso nos resultados do ZONDENDÊ (31,8 Mha no Brasil, 29,6 Mha na Amazônia Legal). Entretanto, se for desconsiderada a área apta correspondente ao estado do Amazonas<sup>117</sup>, por se encontrar, em boa medida, dentro do “coração florestal” (figura 5.1.1), os valores caem, respectivamente, para 29,5 Mha e 27,3 Mha.

Por outro lado, o zoneamento da palma não considerou a reserva legal (RL) exigida em toda propriedade rural. Exame visual permite concluir que praticamente todas as terras consideradas aptas para a palma no Pará se encontram mapeadas no Zoneamento Ecológico Econômico da Zona Leste e Calha Norte do Estado do Pará (figura 5.6.1) e estão localizadas em áreas de consolidação I e II. De acordo com o decreto de 24/4/2013, a RL nestas áreas é reduzida para 50% (seção 5.6). Assim, desconsiderando a possibilidade de compensação de RL em outras propriedades, a área efetivamente demandada para o plantio de toda a área apta de palma no estado é de 25,6 Mha.

Utilizando o mesmo raciocínio, avalia-se que os demais estados do bioma amazônico teriam, na melhor das hipóteses<sup>118</sup>, uma demanda do dobro da área efetivamente passível de ser utilizada para o cultivo de palma. No caso específico de Mato Grosso, percebe-se, por inspeção visual, que cerca de metade das áreas aptas para a palma se encontram no

---

<sup>117</sup> O estado do Acre também se encontra quase totalmente dentro do “coração florestal”. Entretanto, examinando-se os mapas do ZAE-Dendê do estado, verifica-se que quase todas as áreas aptas estão nas cercanias de Rio Branco, fora desta unidade territorial do MZEE-AL. O mesmo raciocínio vale para os estados de Roraima, Pará e Amapá. Os demais estados da Amazônia Legal estão fora do coração florestal.

<sup>118</sup> Cada estado teria que ter seu respectivo ZEE aprovado por lei estadual e um decreto lei federal específico aprovando a redução de RL para as áreas consolidadas daquele estado.

bioma amazônico, o restante se encontrando no Cerrado (cuja RL = 35%). TO e MA tem área apta muito reduzida, não tendo maior impacto nesta estimativa. Assim, baseando-se na tabela 5.3.2, conclui-se que, considerando o melhor cenário em termos de RL, a área necessária para permitir o plantio de todo o potencial da palma na Amazônia Legal (descontada a área no “coração florestal”) é de aproximadamente 52,4 Mha.

Outro limitante a ser considerado é o estoque de terras antropizadas existentes na Amazônia. Considerando o que foi exposto ao longo deste trabalho, a classe de uso de terra que deve ser preferencialmente considerada para instalação de cultivo da palma é o pasto (de preferência, sujo). Foi mostrado na seção 4.3 o grande potencial (> 200%) de aumento da produtividade da pecuária extensiva no Brasil, apenas com piqueteamento e rotação do gado, sem maiores demandas, em termos de tecnologia ou aportes energéticos.

Afora questões relacionadas à biodiversidade, terras com reflorestamento, vegetação secundária ou em processo de regeneração apresentam estoques de carbono potencialmente superior ao da palma (> 35 tC/ha), daí não deverem ser utilizadas. Apesar de o projeto TerraClass não prever uma classe de uso da terra para culturas permanentes, estas, que ocupam 0,25 Mha no Pará (tabela 6.1.1), tampouco deveriam ser consideradas, pois apresentam, grosso modo, as mesmas vantagens agronômicas e sociais que a palma.

Do ponto de vista de variação de estoques de C (biomassa e solo), terras com cultivos anuais poderiam ser consideradas. Além disso, existe amplo potencial de aumento de produtividade: HOMMA et al. (2012c) lembram que praticantes de agricultura itinerante produzem, no máximo, 1.500 kg arroz/ha, sendo que poderiam produzir 5.000 kg/ha, com uso de tecnologias avançadas. Entretanto, isto demanda, entre outros, forte aporte energético (principalmente, sob a forma de fertilizantes), de modo que, do ponto de vista de balanço energético, a intensificação da agricultura anual não é tão atraente quanto a da pecuária de corte. Além disso, o deslocamento de agricultura, num primeiro momento, pode proporcionar aumento no preço de alimentos chave da população mais carente (caso da farinha de mandioca no Pará), dando margem a questionamentos relacionados à ILUC.

Na seção 4.3, BARRETO et SILVA (2013) mostram ser possível atender a demanda de carne projetada pelo MAPA para 2023 apenas com a adoção das referidas técnicas em uma área de 6,7 Mha de pastagem na Amazônia. Segundo a tabela 4.1.7, sobrariam 32,8 Mha na AL com áreas de pasto para outros usos. Destes, 21,2 Mha são apropriados para

intensificação da pecuária de corte (BARRETO e SILVA, 2013). Os autores lembram que pastos em áreas com muita pluviosidade anual (> 2.800 mm/ano) são impróprias para tal intensificação, mas tem potencial de serem preferenciais para a palma (ZAE-Dendê).

Num exercício hipotético, caso se intensificasse 1/3 da área própria de pasto (7,1 Mha) de forma a triplicar a sua lotação (cabeças/ ha), a capacidade de produção de carne se manteria a mesma e haveria a disponibilização de 14,1 Mha para outros usos. No caso da palma, deve-se priorizar pastos em áreas preferenciais, que tem maior probabilidade de serem inaptas para intensificação pecuária. Evidentemente, para se estabelecer um teto na capacidade técnica de substituição entre os citados usos, seria necessário efetuar uma correspondência espacial entre as terras aptas para a palma com aquelas contendo pasto.

No Pará, existem 12,2 Mha com pastos (tabela 4.1.7), dos quais 9,3 Mha são aptos para intensificação (BARRETO e SILVA, 2013) e 2,3 Mha são preferenciais para a palma (tabela 5.3.2). Sempre considerando um aumento de 200% na capacidade de lotação dos pastos, seria possível deslocar 5,0 Mha de pastos para a palma, 0,3 Mha para outros cultivos perenes e a área restante ainda poderia suprir (*pro rata*) a expansão projetada na demanda por carne para 2023 (22% total Brasil) por MAPA (2013). Com 5 Mha de palma destinados a produção de biodiesel, a oferta mundial deste dobraria (tabela 3.4.1), além de gerar pelo menos 800 mil empregos diretos (VEIGA et al., 2000).

O TerraClass 2010 (INPE, 2013b) ainda não divulgou a classificação das terras desmatadas em nível municipal. Dados do TerraClass 2008 (INPE, 2011) referentes ao uso da terra nos 37 municípios que compõe o polo dendeicultor do Pará (figura 5.8.1), indicam 59.166 km<sup>2</sup> de extensão total e 10.573 km<sup>2</sup> (1,06 Mha) de área de pastos. Conforma mencionado, por questões agronômicas, ela deveria ser preferencialmente destinada à palma. A figura 6.5.1 mostra como, por conta da alta pluviosidade<sup>119</sup> que caracteriza a citada região, a produção de gado bovino tem menor potencial de aumento de produtividade, ao contrário do sudeste do PA e RO (BARRETO et SILVA, 2013).

Rondônia é o 2º estado da Amazônia Legal, em termos de área preferencial para a palma e possui o 3º maior rebanho bovino. Entretanto, como sua lotação média é de quase 2,5

---

<sup>119</sup> Apesar de a figura 5.2.1 indicar que existe alto risco climático para a palma quando a precipitação média anual > 2.800 mm/ano, parece que isto não foi considerado no ZAE-Dendê. Como será visto na seção 6.7, a pluviosidade registrada na estação climatológica de Belém, epicentro da área preferencial da palma no Nordeste do Pará, supera 2.900 mm/ano (média entre 1961 e 1990).

cabeças/ha, há pouco espaço para intensificação de seu rebanho, ao contrário de Pará, cuja lotação é  $< 1,5$  cabeças/ha (BARRETO et SILVA, 2013). Mato Grosso é o maior produtor de soja e grãos do país (CONAB, 2014), sendo ali mais provável o deslocamento de pastos por culturas anuais. Os demais estados da AL não possuem extensão relevante de pastos que possam sofrer intensificação da pecuária para a instalação de palma.

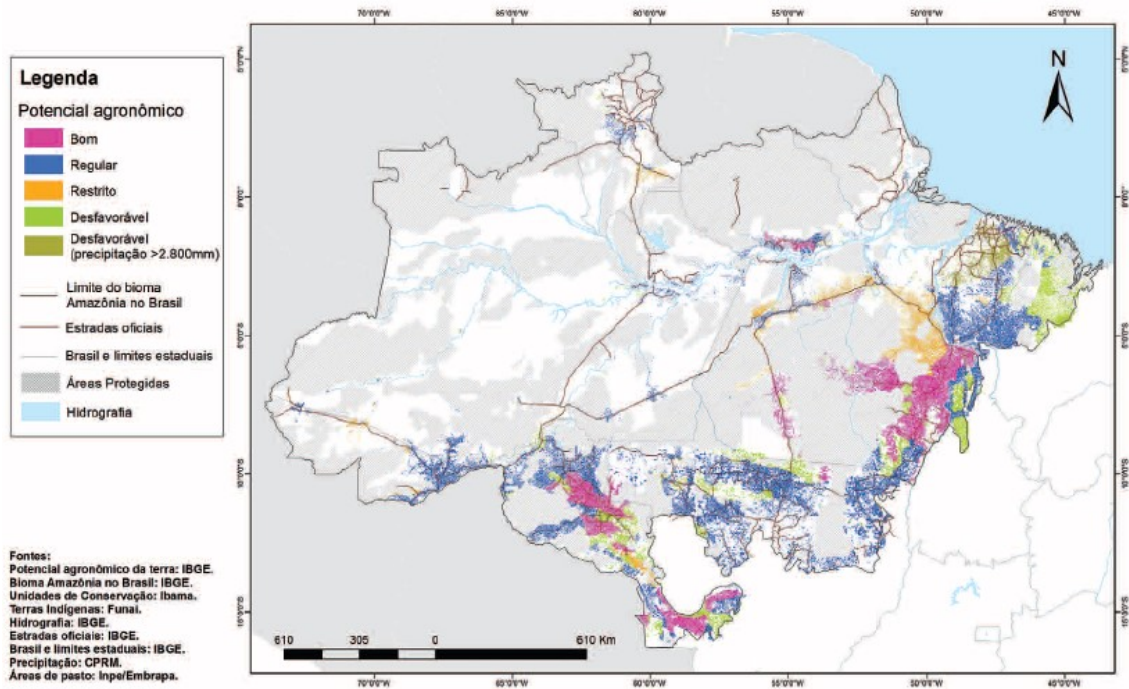


Figura 6.5.1 – Potencial agrônomo de terras com pasto no bioma Amazônia

Fonte: BARRETO et SILVA (2013)

### 6.5.2 – Limitantes Locais para a Expansão da Palma

Na seção 3.1 foram discutidos os impactos dos efluentes líquidos gerados no processamento da palma, o POME. Também foi registrado o impacto ambiental que estes efluentes têm causado nos corpos hídricos da Malásia, especificamente no que toca a deficiência de oxigênio (DBO e DQO) que eles acarretam.

Pode-se argumentar que a extensão territorial da Amazônia é muito superior ao do citado país asiático, que também possui uma agroindústria vastamente maior. Entretanto, possivelmente devido à concentração espacial da produção de palma nacional em um território relativamente pequeno, GLASS (2013) relata que já se começa a detectar a contaminação por agrotóxicos de igarapés que alimentam os inúmeros rios – como o Pará,

Tocantins, Moju, Acará, Capim, - da região dendeicultora do Nordeste do Pará. Ela cita casos específicos de pequenos produtores que vivem às margens de plantios de palma e que reclamam de problemas de saúde humana e da de animais domésticos. Esta percepção é corroborada pela procuradora da Vara Agrária do Ministério Público do Pará. Em audiência pública<sup>120</sup>, esta apresentou, entre os principais desafios da expansão da palma, a “utilização de agrotóxicos não registrados, com possível contaminação da água” (INSTITUTO PEABIRU, 2014). Outros desafios apresentados:

- Ausência de licenciamento ambiental da maior parte dos empreendimentos;
- Liberação de Pronaf para atividades sem clareza da observância da regularidade;
- Ausência de regras que garantam a soberania alimentar, ou seja, a permanência do cultivo de roça e alimentos.
- Ausência de monitoramento da atividade quanto à área e quanto aos impactos ambientais, por parte da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (Sema).

Do ponto de vista agrônomo, o maior desafio é o uso inadequado de fertilizantes. De acordo com FRANZINI et SILVA (2012), o fósforo (P) é o nutriente que mais limita o desenvolvimento de plantas em argissolos e latossolos intemperizados, ácidos e de baixa fertilidade, típicos das regiões tropicais. Particularmente, é o elemento que mais impacta na produtividade da palma no Pará: além de sua importância intrínseca (elemento presente nas moléculas de ATP, “moeda” energética das células), apresenta efeito sinérgico com outros nutrientes, como o nitrogênio. Segundo os autores, as recomendações técnicas mínimas para a fertilidade do solo não são adotadas em grande parte dos cultivos de palma de óleo no Brasil, principalmente na implantação e renovação de palmares.

Entre as recomendações não adotadas, destacam-se a análise de solo<sup>121</sup> como ferramenta de recomendação de fertilizantes e correção da acidez para aumentar a disponibilidade de alguns nutrientes no solo e aumentar a eficiência dos fertilizantes. Os fertilizantes fosfatados são normalmente aplicados na superfície do solo, podendo resultar em aumentos exagerados de P na camada superficial do solo em detrimento das camadas mais profundas do solo, onde há predomínio de raízes absorventes de nutrientes. Além disso,

---

<sup>120</sup> Realizada em 10 de abril de 2014, na sede do Ministério Público Estadual, em Belém.

<sup>121</sup> De fato, VILLELA (2009) menciona o uso da análise foliar como prática comumente adotada pelo setor dendeicultor paranense, prática desaconselhada por FRANZINI et SILVA (2012).



por não existirem produtores de fertilizantes na região Amazônica, seus preços são afetados pela precariedade da infraestrutura de transporte na região e pela longa distância dos fornecedores (ROCHA et CASTRO, 2012).

### 6.5.3 – (Des)vantagens Competitivas do Brasil

O fato de o Brasil possuir potencial imbatível de expansão na produção de óleo de palma não implica numa garantia de supremacia do setor produtivo nacional na oferta desta commodity. No que toca a produção de biodiesel para o mercado doméstico, o óleo de palma só é potencialmente vantajoso contra o óleo de soja na região Norte, por conta do acesso precário. Segundo MME/EPE (2013), esta região deverá consumir 8,5 Mm<sup>3</sup> em 2022. Considerando um teor máximo de mistura de 20% de biodiesel (não previsto pelo PDE 2022), isto significa demanda de 1,7 Mm<sup>3</sup>/ano, equivalente a 1,45 Mt/ano, demandando apenas 365 mil ha de palma plantada (produtividade média de 4 t/ha\*ano).

Segundo ENÊ<sup>122</sup>, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, o setor produtivo nacional da palma estima uma área plantada de 1 Mha (no Nordeste do Pará) nos próximos 15 anos. Como metade desta área basta para eliminar o déficit da balança comercial de óleo de palma (seção 4.4) e atender a demanda adicional de biodiesel para 2022 (acima), deve-se perguntar se o Brasil terá competitividade para ofertar o excedente no mercado externo.

Foi visto acima que, dadas as áreas aptas para a palma e o potencial de intensificação da pecuária da Amazônia, é plausível uma expansão de 5 Mha na região, o que aumentaria a oferta em 20 Mt/ano, num futuro de médio-longo prazo (2030-2050), dado o longo ciclo da cultura. Para o mercado, a expansão da demanda mundial por óleo de palma absorverá em breve tal oferta: M. Frayne, *chairman* da EPO, maior empresa britânica do setor, avalia que serão necessários 6 Mha adicionais de palma até 2020 (PEARCE, 2012). Curiosamente, ele entende que somente a África possui terras para atender tal demanda.

O óleo de palma é hoje responsável por 63% das exportações e importações globais de óleos vegetais (USDA, 2014). Conforme seção 2.3.1, mesmo desconsiderando o mercado de biocombustíveis, CORLEY (2008) projetou (cenário “médio”) demanda global de 240 Mt de óleos vegetais em 2050, sendo 120 Mt de palma, o dobro daquela observada em 2013 (USDA, 2014). IEA (2013) projeta 175% de aumento na demanda global por

---

<sup>122</sup> Comunicação telefônica em Novembro de 2011.

biodiesel, entre 2010 e 2035, um acréscimo de quase 50 bilhões de litros (45 Mt). Ou seja, num horizonte até 2050, estima-se um mercado potencial de até 100+ Mt/ano adicionais para o óleo de palma, metade para usos gerais e a outra para biocombustíveis.

Apesar de um futuro aparentemente alvissareiro, não é evidente que o óleo de palma venha a aumentar ainda mais seu protagonismo no mercado de óleos comestíveis e biodiesel. O aprofundamento desta questão está fora do escopo deste trabalho. Entretanto, uma questão adicional se coloca: é certo que o Brasil tenha vantagens competitivas contra os protagonistas estabelecidos do setor de óleo de palma, Malásia e Indonésia, no processo de luta pelo acesso ao crescente mercado desta *commodity*?

Em *A vantagem competitiva das nações*, PORTER (1993) expõe que um país é bem sucedido internacionalmente numa determinada indústria em consequência da combinação de atributos que modelam o ambiente no qual as empresas competem e que promovem (ou restringem) a concepção da vantagem competitiva. As empresas obtêm êxito quando o ambiente nacional é dinâmico e desafiador, de forma a estimular e pressionar as firmas a se aperfeiçoarem e ampliarem suas vantagens ao longo do tempo. A vantagem de um país se resume a quatro atributos:

- Condições de fatores (de produção) – Insumos necessários à competição em determinada indústria: i) Fatores básicos: m.d.o. não especializada, terra cultivável, recursos naturais, clima e localização; ii) Fatores adiantados: capital, infraestrutura de comunicações, m.d.o. qualificada, institutos de pesquisa.
- Condições de demanda – Natureza da demanda interna para os produtos ou serviços da indústria. A qualidade e tamanho da demanda interna determinam o caráter da melhoria e da inovação nas empresas, afetando o comportamento e a motivação de investimentos, impulsionando a internacionalização.
- Indústrias correlatas e de apoio – Presença ou ausência, no país, de fornecedores internacionalmente competitivos. Trazem como benefício acesso eficiente, rápido e, às vezes, preferencial, aos insumos. Estreitas relações entre fornecedores e indústria induzem inovação e aperfeiçoamento. A presença de indústrias competitivas relacionadas leva, com frequência, a novas indústrias competitivas.
- Estratégia, estrutura e rivalidade das empresas – Condições que determinam a maneira pela qual as empresas são criadas, organizadas e dirigidas, somadas à

natureza da rivalidade interna, que afeta o desempenho no processo de inovação (rivais locais pressionam-se mutuamente para reduzir custos, melhorar qualidade, criar novos produtos e processos).

PORTER (1993) também identifica a existência de dois outros fatores determinantes das vantagens competitivas, o acaso e o governo. O “acaso” são ocorrências fortuitas que pouco têm a ver com as circunstâncias de um país e que, em grande parte, estão fora do alcance das firmas e do governo. Acontecimentos ocasionais, como descontinuidades tecnológicas, modificações nos mercados financeiros ou nas taxas de câmbio, guerras, entre outros, são importantes por criarem rupturas.

O governo também influencia os quatro determinantes (e pode ser por eles influenciado), positiva ou negativamente. Ele pode intervir por meio de subsídios, políticas para os mercados de capital, políticas de educação, regulamentações, política fiscal, leis antitruste, entre outros. O governo pode aumentar as possibilidades de obter vantagem competitiva, mas falta-lhe o poder de criar a vantagem competitiva, pois os determinantes subjacentes estão presentes nas indústrias. Logo, as políticas governamentais bem-sucedidas apenas as reforçam (PORTER, 1993).

ROCHA et CASTRO (2012) analisaram a competitividade do setor dendeicultor nacional *vis à vis* os mercados da Malásia e Indonésia, maiores produtores mundiais, e Colômbia, maior produtor das Américas. O objetivo foi identificar os principais fatores limitantes à expansão dos sistemas produtivos de palma na Amazônia. Na comparação, foram aplicados modelos teóricos e o histórico da evolução do agronegócio de palma nestes países – extraindo desse contexto os fatores impulsores e restritivos da evolução da atividade no Brasil. Como referencial teórico, além de PORTER (1993), os autores utilizaram atributos dos modelos de desenvolvimento de ALVES (2002) para mostrar a situação das seguintes variáveis nos citados países, entre 1960 e 2010: i) políticas públicas; ii) investimentos em pesquisa; iii) infraestrutura; iv) estratégias de competitividade; v) fornecimento de insumos; vi) recursos naturais; vii) apoio aos pequenos produtores; viii) condições de financiamento.

Na análise das variáveis acima, ROCHA et CASTRO (op. cit.) evidenciam as limitações da dendeicultura nacional, a falta (até recentemente) de desenvolvimento de políticas públicas e de estratégias competitivas de longo prazo. Os poucos investimentos históricos

nas áreas de pesquisa e infraestrutura, bem como inadequação dos financiamentos e falta de apoio ao pequeno produtor, têm comprometido a expansão dessa atividade produtiva.

Para finalizar a análise, ROCHA et CASTRO (op. cit.) utilizaram um método de escores sobre a importância dos fatores do modelo empregado no desenvolvimento dos sistemas produtivos de dendê no Brasil. A tabela 6.5.1 mostra como cada uma das variáveis do modelo foi pontuada, conforme o grau de relevância, como impulsora do desenvolvimento da dendeicultura em cada país. Utilizou-se uma escala de 1 a 4, na qual 1 significa quase nenhuma influência, 2 significa pouca influência, 3 significa boa influência e 4 muita influência. Vê-se claramente como a Malásia se encontra à frente dos demais competidores, exceto no item “recursos naturais”, visto ser o país de menor extensão territorial e aquele com menores possibilidades de expansão física da cultura. A Indonésia vem em segundo lugar: é o segundo país mais extenso do grupo e aquele que apresenta os custos de produção de óleo de palma mais competitivos (figura 2.3.5).

Tabela 6.5.1 - Grau de relevância das variáveis dos modelos de desenvolvimento agroindustrial em relação ao desenvolvimento da dendeicultura.

Modelos de desenvolvimento agroindustrial	Grau de relevância da variável em relação ao desenvolvimento da dendeicultura			
	Indonésia	Malásia	Colômbia	Brasil
Investimentos em pesquisa	3	4	3	2
Estratégias de competitividade	4	4	2	1
Infraestrutura	3	4	2	1
Fornecimento de insumos	3	3	3	1
Políticas públicas	3	4	2	1
Recursos naturais	2	2	3	4
Condições de financiamento	3	4	2	1
Apoio aos pequenos produtores	3	4	2	1

Fonte: ROCHA et CASTRO (2012)

Pela tabela acima, fica evidente que, comparado aos principais atores, a (grande) única vantagem do Brasil, no que toca a palma, é a disponibilidade de terras para expansão sustentável da cultura. No entanto, considerando os impactos anunciados das mudanças climáticas nas culturas agrícolas, é imperioso que se avalie a manutenção da aptidão das

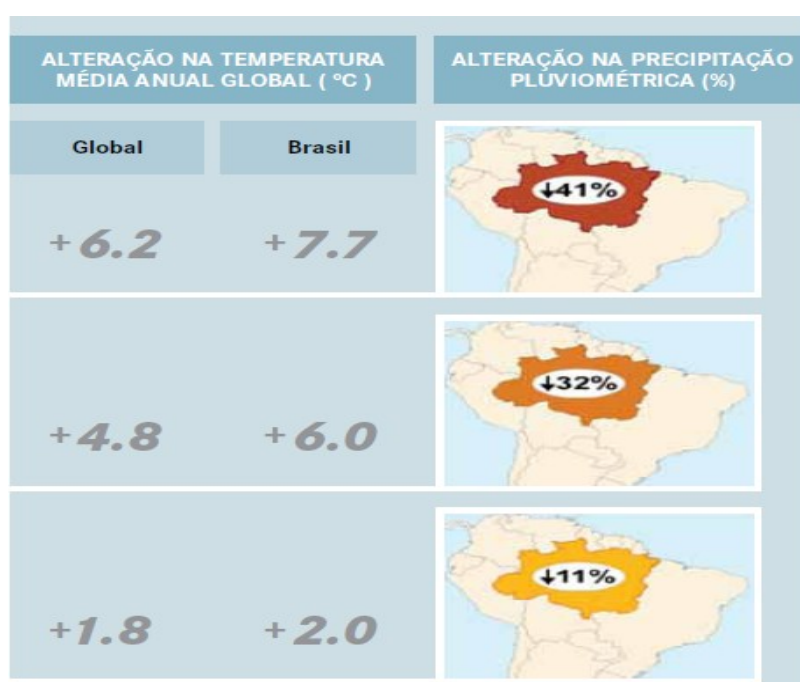
condições edafo-climáticas da palma, particularmente, no polo dendeicultor do Nordeste do Pará, assunto a ser tratado na seção 6.6.

## 6.6 – Cenários Climáticos para a Palma

### 6.6.1 – Impactos das Mudanças Climáticas na Amazônia

Segundo MARENGO et al. (2011), simulações efetuadas pelo INPE sugerem que, caso o desmatamento atinja mais de 40% da extensão original da Floresta Amazônica, pode haver um aquecimento de mais de 4 °C na Amazônia Oriental (Pará e Amapá) e as chuvas de julho a novembro poderiam diminuir em até 40%. Os autores frisam que estas mudanças ocorreriam à parte de qualquer mudança decorrente do aquecimento global.

MARENGO et al. (2011) registram que os modelos climáticos globais projetados pelo Hadley Center e o modelo climático regional do INPE indicam grandes aumentos de temperatura do ar e reduções da pluviosidade na Amazônia, com mudanças mais acentuadas após 2040. A figura 6.6.1 mostra como diferentes cenários de emissões (de cima para baixo, os cenários de emissões são os SRES A1FI, A1B e B1 do IPCC) indicam uma alteração (variação de temperatura e precipitação projetada para 2080, relativas ao período de 1961-1990) superior de temperatura no Brasil em relação ao mundo em geral, além de uma redução na precipitação pluviométrica (valores expressam o percentual máximo de mudança na precipitação).



## Figura 6.6.1 – Impacto de Diferentes Cenários de Emissões na Amazônia

Fonte: MARENGO et al. (2011)

Seja por conta do desmatamento ou das mudanças climáticas, a redução na precipitação pode trazer consequências dramáticas, dado o papel fundamental da Amazônia no clima da América do Sul, por seu efeito sobre o ciclo hidrológico do subcontinente. A diminuição na precipitação poderia produzir impactos econômicos importantes no Brasil, pois mais de 70% da energia elétrica brasileira provém de usinas hidrelétricas.

Para observar como as mudanças climáticas ocorrem em nível de país ou região, é necessário aumentar a resolução espacial, passível de ser obtido por modelos climáticos regionais, “aninhados” em modelos climáticos globais. Estes fornecem as condições de fronteira dos modelos regionais, daí o resultado destes dependerem substancialmente do desempenho do modelo global original (MARENGO et al., 2011). Segundo os autores, o modelo regional Eta-CPTEC do INPE proporciona uma resolução de 40 km. Também lembram que, apesar dos contínuos refinamentos dos modelos computacionais utilizados nas projeções do clima, sempre existirão incertezas quanto à eventos climáticos futuros, por conta dos seguintes fatores: i) incerteza sobre as emissões futuras de GEEs; ii) incertezas sobre a relação entre emissões e concentrações de GEEs; iii) variabilidade natural do tempo, pelo fato do sistema atmosférico ser caótico por natureza; iv) incertezas da modelagem, reflexo de um conhecimento limitado sobre o sistema climático.

### **6.6.2 – Impactos das Mudanças Climáticas sobre a Palma**

IPCC (2014) corrobora conclusões expostas na seção 3.1 ao afirmar que a produtividade dos cultivos em geral possui forte sensibilidade negativa para temperaturas diurnas em torno de 30 °C, ao longo da temporada de crescimento. Como a temperatura média em quase toda a Amazônia já é elevada, dado o seu clima tropical úmido, é possível que o aquecimento global antropogênico leve a um aumento deste parâmetro e à redução da pluviosidade a um ponto que torne inviável o crescimento da palma na região, conforme indica a figura 6.6.1.

Como se trata de um cultivo perene, é crucial avaliar a trajetória de temperatura e precipitação (fator decisivo na aptidão da cultura da palma) numa escala temporal de décadas e com a menor resolução espacial possível.

## Balanço Hídrico

Na seção 5.3, foi visto que o balanço hídrico climatológico é de extrema relevância na produtividade da palma (figura 5.3.1), daí o ZARC- Dendê e, posteriormente, o ZAE-Dendê terem estabelecido, para fins de avaliação de risco climático da cultura, quatro classificações (preferencial, regular, marginal e inapta), conforme a deficiência hídrica média anual observada no local em questão, resultando na figura 5.3.2. Os requerimentos para a boa produtividade da palma são precipitações anuais superiores a 2000 mm, deficiência hídrica total anual (DH) inferior a 200 mm e com pelo menos 100 mm de precipitação mensal (HARTLEY, 1970 apud TEIXEIRA et al., 2010).

A água potencialmente disponível no solo para absorção pelas raízes poderá ser “perdida” por percolação abaixo da zona de absorção das raízes devido à evaporação direta da superfície do solo ou à evapotranspiração<sup>123</sup> (ETP) das plantas de cobertura, invasoras ou consorciadas. A potencial competição pela água por parte das plantas intercalares em um dendezeiro é minimizada, tendo em vista o intenso sombreamento nas entrelinhas de um palmar adulto (TEIXEIRA et al., 2010).

O balanço hídrico de uma área cultivada é dado pelo balanço de massa entre as entradas (chuva e irrigação) e saídas de água (ETP, escoamento superficial e perda por percolação profunda). Para a estimativa do balanço hídrico, deve-se avaliar a capacidade de armazenamento de água no solo, considerando a profundidade na qual o sistema radicular poderá absorver água sem reduções significativas de produtividade.

A Capacidade de Água Disponível (CAD) de um solo é a fração da água presente no solo que se encontra em condições de ser absorvida pelas raízes. Em geral, é o armazenamento possível de água, calculado pela diferença entre a umidade na Capacidade de Campo<sup>124</sup> (CC) e a umidade no Ponto de Murcha Permanente<sup>125</sup> (PMP), considerando a profundidade efetiva do sistema radicular (TEIXEIRA et al., 2010).

---

<sup>123</sup> ETP – combinação dos processos de evaporação e transpiração, definindo a perda total de água do sistema solo-planta para a atmosfera.

<sup>124</sup> CC - consiste na umidade do solo após este ter sido saturado e o fluxo da água ter praticamente cessado pela gravidade. Em geral, varia entre 15% e 45%, para solos arenosos e argilosos, respectivamente.

<sup>125</sup> PMP - a umidade na qual as plantas não conseguem mais absorver água do solo devido à elevada energia com que esta se apresenta. Varia entre 7% e 25%, para solos arenosos e (muito) argilosos.

De acordo com GONÇALVES et al (2010), para a determinação da deficiência hídrica da palma no ZAE-Dendê, foi realizado o balanço hídrico climatológico segundo a metodologia proposta por THORNTHWAITE et MATHER (1955), utilizando-se uma CAD de 125 mm. Segundo SINIMBU (2010), existe evidência empírica de que os latossolos amarelos, onipresente no Nordeste do Pará, apresentam as seguintes CADs: i) solo argiloso = 150 mm; solo “médio” = 120 mm; solo arenoso = 100 mm. Desta forma, a escolha de CAD = 125 mm parece adequada, pelo menos para a citada região.

ROLIM et SENTELHAS (1999), pesquisadores da ESALQ/USP, desenvolveram um programa (em Microsoft Excel) para o cálculo do Balanço Hídrico Normal. Calcula-se a evapotranspiração mensal de um determinado local, inserindo a latitude (para cálculo de declinação solar e horas de insolação), temperatura média mensal (°C) e pluviosidade média mensal (mm), além da CAD (mm) do solo do local. Para o cálculo de ETP, tal como no ZAE-Dendê, utilizam-se as equações de THORNTHWAITE et MATHER (1955), mostradas abaixo, onde  $T_n$  é a temperatura média do mês n em °C; “I” é um índice que é função das temperaturas médias mensais; e “a” é um fator que é função do índice I (FERNANDES, 2006):

$$ET_p = 16. (10.T_n/I)^a \quad \text{se } 0 < T_n < 26,5 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{Eq. 6.6.1}$$

$$ET_p = - 0,43. T_n^2 + 32,24. T_n - 415,85 \quad \text{se } T_n > 26,5 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{Eq. 6.6.2}$$

$$I = \sum (0,2. T_n)^{1,514} \quad \text{Eq. 6.6.3}$$

$$a = 6,75. 10^{-7}. I^3 - 7,71. 10^{-5}. I^2 + 1,7912. 10^{-2}. I + 0,49239 \quad \text{Eq. 6.6.4}$$

Para o cálculo do balanço hídrico em Belém, PA, foram obtidas, na base do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a temperatura média mensal e a precipitação média mensal observada na estação climatológica da cidade, durante a normal climatológica (entre 1/1961 e 12/1990), reproduzidos na tabela 6.7.1. Inserindo-se os dados, o software de ROLIM et SENTELHAS (1999) calculou a ETP mensal (última coluna na tabela 6.6.1) empregando a equação 6.6.1 ( $T_n < 26,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ ), resultando na figura 6.6.2, na qual fica evidente que o balanço hídrico apresentado é compatível com a classificação de área “preferencial” para o cultivo de palma. De fato, o citado software calculou deficiência hídrica total anual (DH) de apenas 36,7 mm para a média do período considerado.



Tabela 6.6.1 – Parâmetros climatológicos de Belém, PA (média entre 1961 e 1990)

Meses	Temperatura média (°C)	Precipitação mensal média (mm)	N horas brilho solar [1]	ETP [1]
Jan	25,6	385,5	12,08	144,22
Fev	25,4	412,5	12,06	126,50
Mar	25,5	447,1	12,03	141,63
Abr	25,6	353,4	11,99	138,49
Mai	25,8	305,5	11,95	146,63
Jun	26,0	155,3	11,92	145,49
Jul	25,7	155,5	11,92	144,25
Ago	26,0	126,4	11,94	150,52
Set	26,0	144,8	11,97	146,10
Out	26,4	114,6	12,01	159,85
Nov	26,5	118,2	12,05	157,27
Dez	26,2	203,0	12,08	156,45

Fonte: INMET, [1] ROLIM et SENTELHAS (1999)

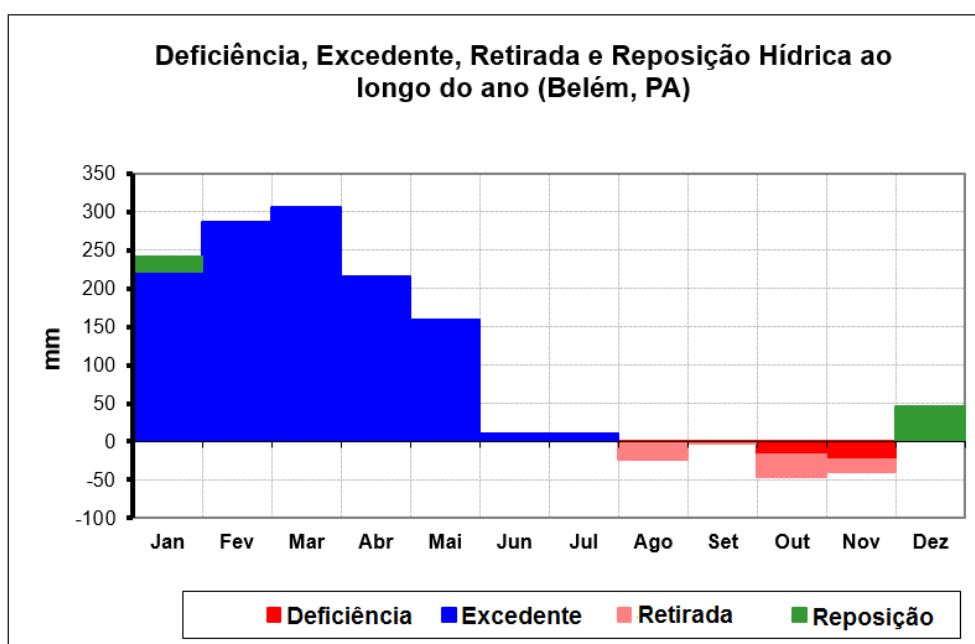


Figura 6.6.2 – Balanço Hídrico Mensal de Belém, PA – CAD de 125 mm

Fonte: autor, baseado em ROLIM et SENTELHAS (1999)

Dada a necessidade de se projetar a aptidão da palma nas próximas décadas, VENTURIERI (s. d.) avaliou a influência das mudanças climáticas no seu zoneamento para o estado do Pará. Utilizando resultados dos modelos elaborados pela Embrapa Informática para os cenários A2 e B2 (conforme ALVES et MARENGO, 2010) em

sobreposição às áreas aptas do ZAE-Dendê, o autor calculou as “novas” áreas de alto risco climático, por conta de aumento de temperatura e/ou redução de precipitação. A tabela 6.6.2 mostra a evolução das áreas de alto risco para a palma até 2040.

Tabela 6.6.2 – Projeções de Risco Climático para a Palma no Pará, 2020 a 2040

Projeção Zoneamento Palma em Cenário A2					Projeção Zoneamento Palma em Cenário B2				
Ano	Classe	Hectares	%	Total	Ano	Classe	Hectares	%	Total
<b>2020</b>	Alto risco	6.863.519	49,6	13.845.862	<b>2020</b>	Alto risco	5.524.132	39,9	13.845.862
	Baixo risco	6.982.342	50,5			Baixo risco	8.321.730	60,1	
<b>2030</b>	Alto risco	7.992.043	57,7	13.845.862	<b>2030</b>	Alto risco	7.191.644	51,9	13.845.862
	Baixo risco	5.853.819	42,3			Baixo risco	6.654.218	48,1	
<b>2040</b>	Alto risco	9.542.673	68,9	13.845.862	<b>2040</b>	Alto risco	7.729.608	55,8	13.845.862
	Baixo risco	4.303.188	31,1			Baixo risco	6.116.254	44,2	

Fonte: VENTURIERI (s. d.)

Em nota, é preciso considerar que o modelo climático regional avaliado por ALVES et MARENGO (2010), é o HadRM3P, “aninhado” no HadCM3 (Hadley Center). Este se caracteriza por ser um dos MCGs mais pessimistas (maior aumento de temperatura e redução de precipitação) no que toca as projeções para a América do Sul (IPCC, 2007), daí inclusive as previsões sombrias expressas na figura 6.6.1.

De forma a avaliar cenários de aptidão climática da palma para o Nordeste do Pará, este autor entendeu ser necessário primeiro identificar o MCG mais apropriado para tal tarefa, ou seja, qual aquele mais bem calibrado para prever a precipitação da região. Decidiu-se aqui por efetuar uma comparação na eficácia de 18 diferentes resultados (“runs”) de MCGs em reproduzir a precipitação média mensal de fato observada na estação climatológica de Belém (por esta cidade ser o epicentro do polo dendeicultor e possuir dados mais completos), entre 01/1950 e 12/1999.

As figuras 6.6.3 e 6.6.4 indicam que o modelo *GISS Modeler R* (run 4) teve o melhor desempenho, apresentando a maior aderência à precipitação de Belém na segunda metade do século XX, tanto do ponto de vista de raiz do erro quadrático médio (REQM<sup>126</sup>), quanto da correlação. A última coluna (EXP) expressa o resultado do *GISS Modeler R*, após sofrer tratamento, conforme metodologia proposta em CORREA et al. (2013). Ao contrário dos dados obtidos por estes autores, vê-se que o tratamento não propiciou, neste caso, uma melhora substancial dos resultados, daí ele ser desconsiderado aqui.

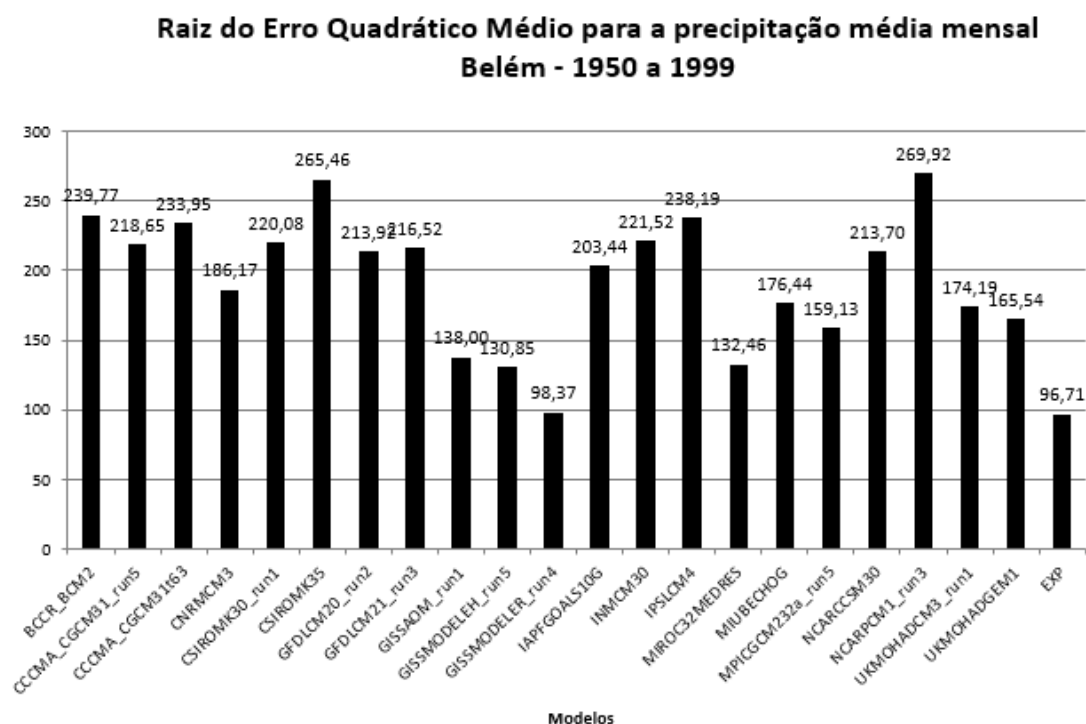


Figura 6.6.3 – REQM de MCGs p/ a precipitação média mensal de Belém – 1950 a 1999

<sup>126</sup> Para cada um dos 600 meses que compõe o intervalo utilizado, calculou-se o quadrado da diferença, mês a mês, entre o valor observado na estação de Belém e aquele “previsto” por cada modelo. Ao final, foram somados todos os termos para cada modelo e obteve-se a raiz quadrada, expressa na figura 6.7.3.

### Correlação Linear para a precipitação média mensal em Belém - 1950 a 1999

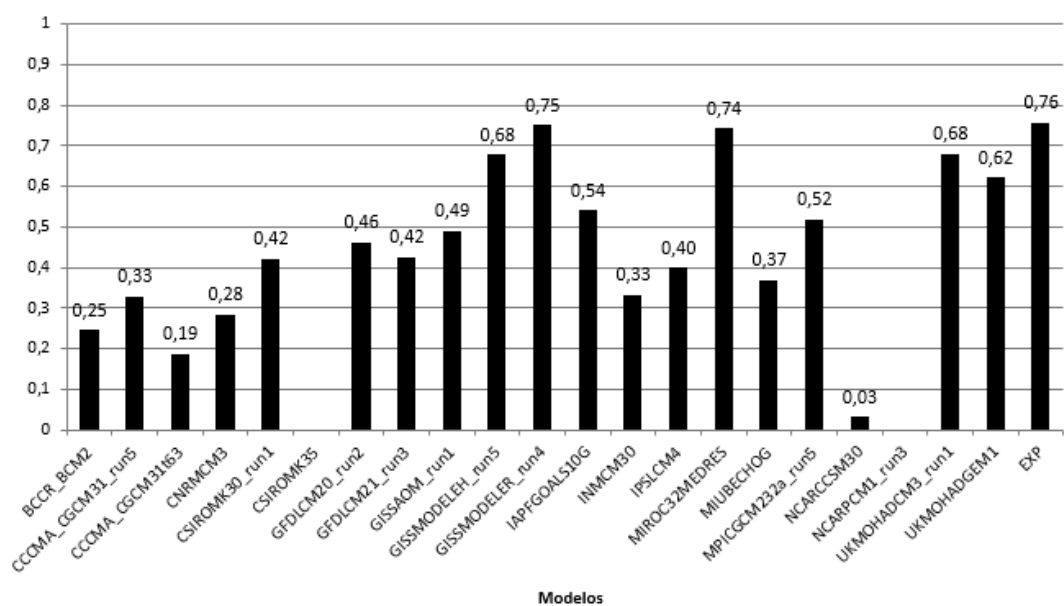


Figura 6.6.4 – Correlação MCGs p/ a precipitação média mensal de Belém – 1950 a 1999

A tabela 6.6.3 mostra a evolução da temperatura e precipitação média mensal esperada em Belém, para 2040 a 2080, baseado nos resultados obtidos do MCG *GISS ModelerR* run 5. Nos referidos anos, observa-se um padrão estável tanto da temperatura média mensal quanto da precipitação total anual. Entretanto, a temperatura média se estabiliza num patamar superior ao daquele observado entre 1961 e 1990 (tabela 6.6.1), de forma que há um aumento na evapotranspiração, daí a necessidade do uso da equação 6.6.2 (pois  $T_n > 26,5\text{ }^\circ\text{C}$ ). Por outro lado, a precipitação média observada na normal climatológica foi de 2.920 mm/ano, aproximadamente a mesma esperada para as décadas avaliadas. Desta forma, espera-se um aumento no estresse hídrico nas próximas décadas, conforme pode ser visto nas figuras 6.6.5 a 6.6.9, que mostram o balanço hídrico esperado para 2040 a 2080, respectivamente. Em todos os casos, considerou-se CAD = 125 mm.

Tabela 6.6.3 – Temp. e precipitação projetada para Belém: 2040, 2050, 2060, 2070 e 2080

Meses	2040		2050		2060		2070		2080	
	T (°C)	P(mm)	T (°C)	P(mm)	T (°C)	P(mm)	T (°C)	P(mm)	T (°C)	P(mm)
Jan	28,1	318,4	27,8	457,2	27,7	427,7	28,3	387,8	28,4	396,1
Fev	28,4	448,5	28,1	420,6	27,6	445,3	28,0	342,8	28,1	416,8
Mar	27,9	480,0	28,3	458,5	27,9	439,0	28,3	489,9	28,1	567,1
Abr	28,4	376,2	28,6	377,1	28,2	347,3	28,5	378,1	28,3	469,5
Mai	28,9	220,2	28,7	227,9	28,7	193,6	28,6	392,2	28,8	284,6
Jun	29,1	116,3	28,4	120,7	28,9	155,8	28,9	125,1	28,8	116,5
Jul	29,7	66,3	29,0	57,4	28,9	86,7	29,2	53,6	29,4	95,9
Ago	29,6	65,2	29,4	135,8	29,8	94,7	29,2	109,3	30,0	47,4
Set	29,8	112,1	30,4	64,9	30,4	100,7	29,4	108,5	29,2	125,9
Out	29,7	125,2	29,6	139,9	29,4	167,2	29,7	139,6	29,9	134,5
Nov	29,1	204,8	29,2	164,3	29,2	210,1	29,4	281,7	29,0	100,5
Dez	28,3	415,9	28,2	323,1	28,6	299,2	28,4	337,7	28,8	196,0
[1]	28,9	2949,1	28,8	2947,4	28,8	2967,4	28,8	3146,4	28,9	2950,9

Fonte: GISS Modeler R

Dada a capacidade limitada de armazenamento de água pelo solo, o aumento na ETP pode impactar na produtividade da palma nas próximas décadas, mesmo em áreas onde hoje ela é considerada preferencial. De fato, em todas as décadas consideradas, houve um aumento na deficiência hídrica anual em relação à média de 1961-1990. DHs obtidas: 207 mm (2040); 169 mm (2050); 105 mm (2060); 152 mm (2070); 224 mm (2080).

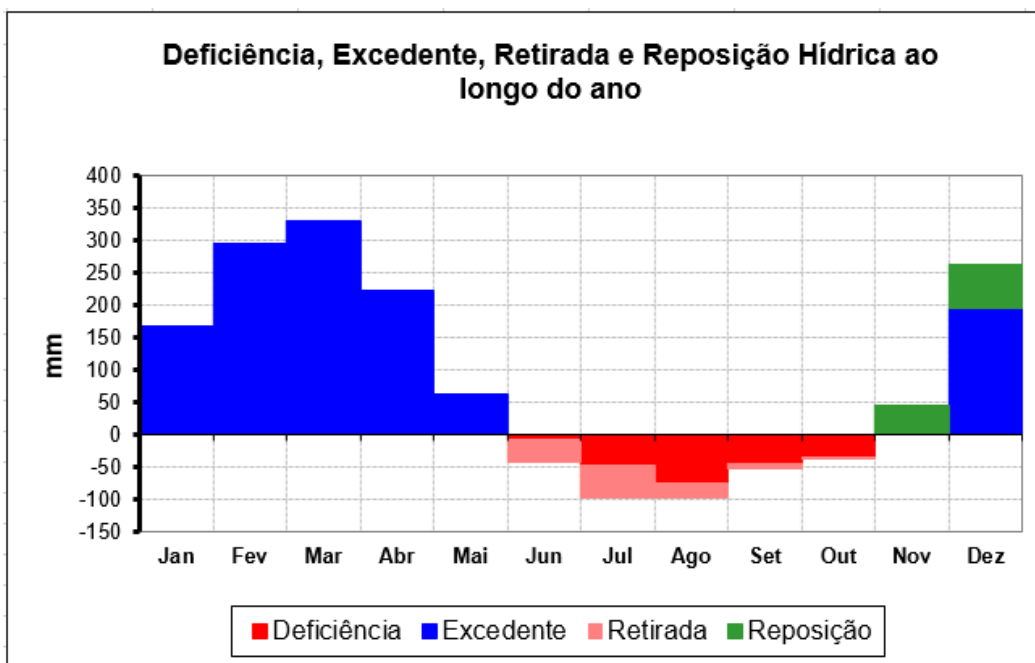


Figura 6.6.5 – Balanço Hídrico Projetado para Belém em 2040

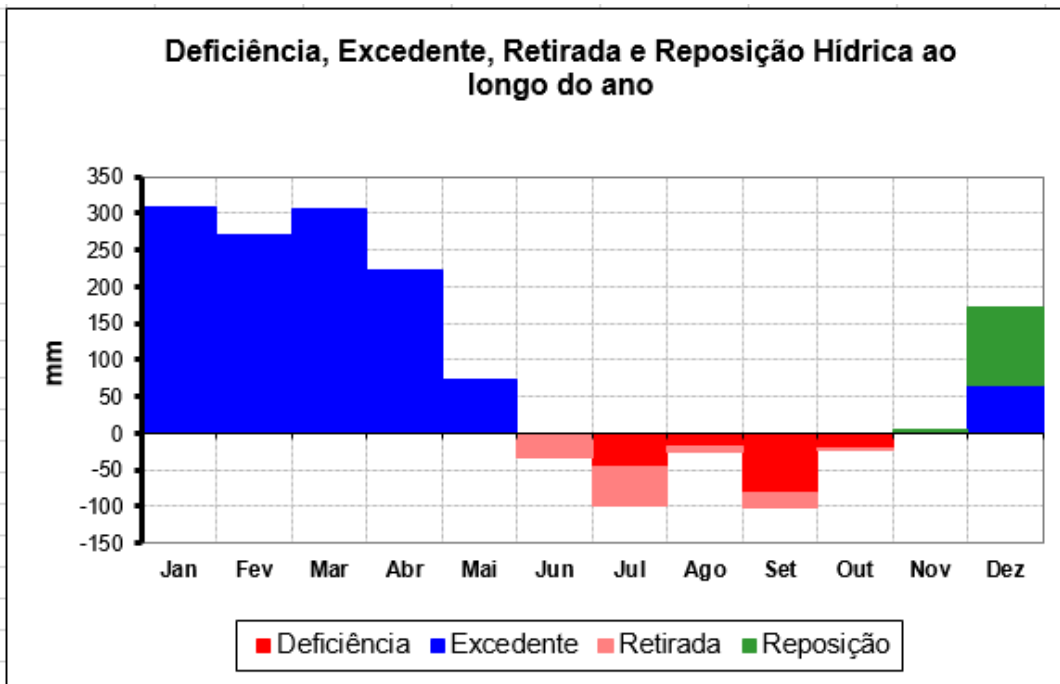


Figura 6.6.6 – Balanço Hídrico Projetado para Belém em 2050

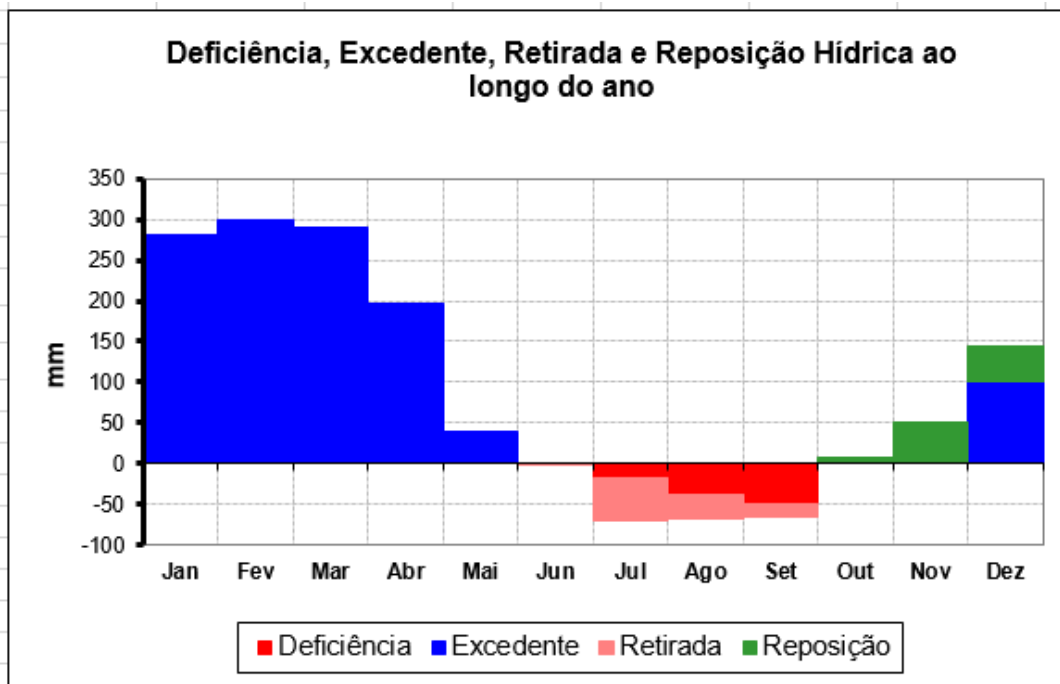


Figura 6.6.7 – Balanço Hídrico Projetado para Belém em 2060

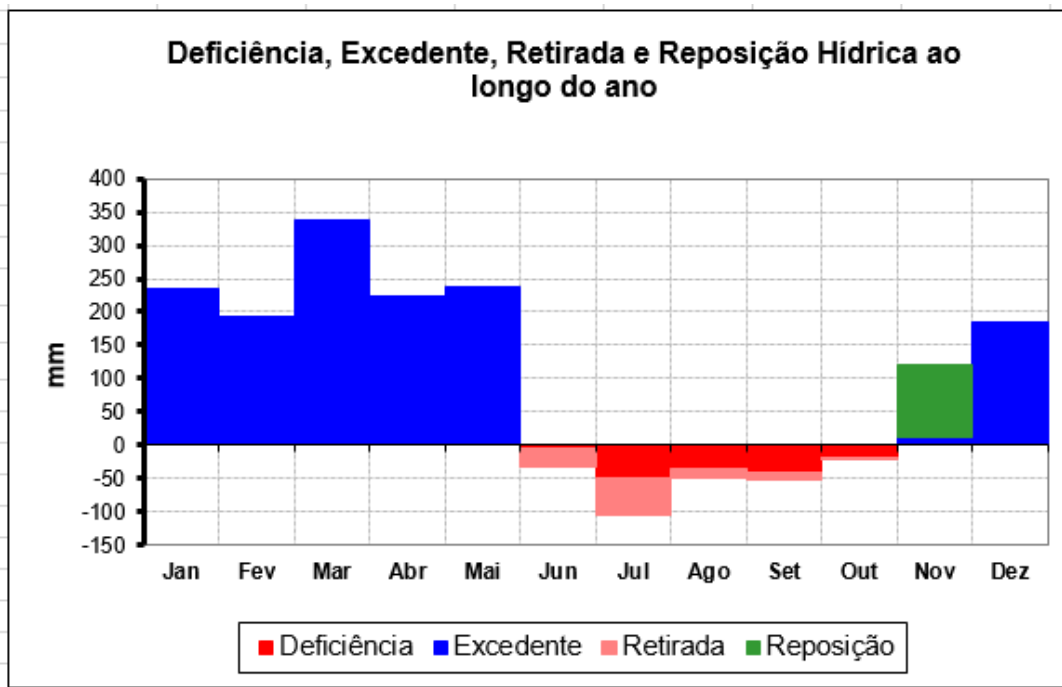


Figura 6.6.8 – Balanço Hídrico Projetado para Belém em 2070

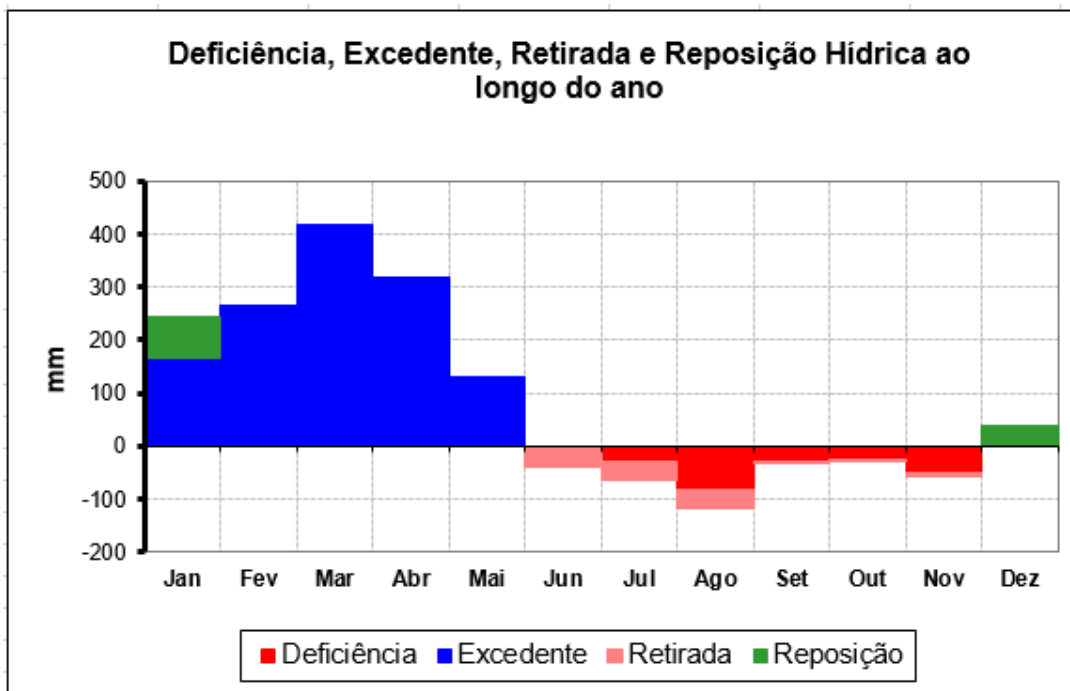


Figura 6.6.9 – Balanço Hídrico Projetado para Belém em 2080

Fonte: autor, baseado em ROLIM et SENTELHAS (1999)

Apesar do aumento da temperatura média e, por consequência, da evapotranspiração, a deficiência hídrica esperada é marginalmente maior do que a máxima tolerada (200 mm total/ano) para uma área ser considerada preferencial. Assim, os resultados do modelo *GISS ModelerR* indicam que possivelmente não será necessária a irrigação dos cultivos de palma de óleo nas vizinhanças de Belém, ao longo das décadas de 2040 a 2080. Por outro lado, se houver um aumento generalizado na temperatura da região, áreas consideradas “regulares” (p.ex., a APPT, conforme figura 5.4.2), muito provavelmente demandarão um complemento de água, de forma a manter boa produtividade, conclusão compartilhada por VENTURIERI (s. d.).

Além disso, não se considerou aqui outros efeitos advindos do aumento da temperatura, como a intensificação de pragas e pestes, e a perda de eficiência fotossintética, muito embora SINIMBU (2010) tenha descrito a palma de óleo como sendo “uma planta C<sub>3</sub> com comportamento de C<sub>4</sub>”, no que toca a sua produtividade e tolerância às altas temperaturas.

### **6.6.3 – Irrigação para a Palma**

A irrigação nos palmares foi estudada durante doze anos na Costa do Marfim (PRIoux et al., 1992). Os resultados mostraram que, nas áreas irrigadas, foram obtidas produções médias de 22 tCFF e 5 tCPO/ ha\*ano, mostrando um ganho maior que 20% em relação à testemunha não irrigada (TEIXEIRA et al., 2010).

No Brasil, são poucos os estudos de produção de palma de óleo irrigada. Na região de Acará (PA), foi conduzido um estudo no qual se verificou um aumento no número de cachos nas parcelas irrigadas que não se refletiram em aumento significativo da produção (VEIGA et al., 2001). Estão em andamento estudos feitos pela Embrapa, com resultados ainda incipientes, mas promissores, do cultivo de palma de óleo sob condições irrigadas nos cerrados do Brasil Central e de Roraima. (TEIXEIRA et al., 2010).

Atualmente, a Embrapa tem uma pesquisa em andamento em relação à expansão do dendê em áreas de cerrado. Ela consiste em experimentos irrigados, localizados em Planaltina, DF, e em Porto Nacional, TO. Segundo ROCHA et CASTRO (2012), a produtividade tem surpreendido, com a vantagem de não apresentar doenças e pragas comuns nas regiões produtoras tradicionais. As boas perspectivas geradas pelos resultados motivaram a articulação de uma rede de pesquisa para ampliar os estudos, com proposta de criação



de unidades de observação em diversos estados. Esse projeto terá participação do Ministério do Desenvolvimento Agrário, e a perspectiva é de que, no futuro, seja levado para as áreas irrigadas da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) e do Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS) (ROCHA et CASTRO, 2012).

Está além do escopo deste trabalho tecer considerações sobre a sustentabilidade da expansão da palma com o uso de irrigação, além do que já foi exposto na seção 2.2.2, exceto pelo fato de que existem amplas evidências de que a demanda por água, para as mais diversas finalidades, tende a aumentar, particularmente com o agravamento do aquecimento global. Nem o Brasil escapa deste destino, conforme se nota nas atuais discussões acerca dos baixos níveis dos reservatórios das hidrelétricas e dos mananciais da cidade de São Paulo. Dito de outra forma, o uso de irrigação tende a ser crescentemente incompatível com processos sustentáveis, embora o Brasil, em tese, disponha de farta riqueza hídrica.



## Capítulo 7 – Conclusões e Sugestões de Pesquisa

### Acirramento na luta por terras no mundo

Segundo PEARCE (2012), a aquisição de terras em larga escala por empresas estatais e privadas tem aumentado substancialmente desde a crise dos preços dos alimentos, em 2007/08. Segundo o autor, este fenômeno está em curso em todos os continentes, América Latina, Europa Oriental, Austrália, Sudeste Asiático e, principalmente, África subsaariana. Nos países de baixa governança (a maioria), autoridades governamentais são cooptadas para facilitar a tomada e venda, para grupos estrangeiros (em geral), de terras ditas “desocupadas”, mas, em geral, habitadas ou utilizadas por povos locais. Estes, em muitas partes do mundo, tem sido expulsos violentamente, acirrando conflitos fundiários.

As causas principais desta corrida moderna por terras se deve à cristalização de um sentimento neomalthusiano de insegurança alimentar, causado por um aumento continuado da população mundial, aliado a um padrão de consumo alimentar mais intenso em recursos (terra, água, fertilizantes). Mais recentemente, a insegurança energética tem aberto, para muitos países, as possibilidades para o uso de bioenergia. Esta se caracteriza por ter baixa densidade espacial de potência, intensificando a busca por terras (e recursos associados – água, sol, biomassa), cada vez mais escassas e menos produtivas.

Do ponto de vista de preservação dos ecossistemas naturais, não há outra saída, dentro do modelo produtivo em vigor no mundo, que não a intensificação da produtividade agropecuária. As maiores oportunidades de crescimento na eficiência se encontram na África, pouco impactada pela “revolução verde”, conjunto de técnicas que triplicou o rendimento médio global de grãos, desde os anos 1950. No entanto, a necessidade de se “tecnificar” a agricultura, de forma a preservar os campos e florestas naturais, incorre num dilema: é possível conciliar os direitos históricos de habitantes rurais locais, que, em geral, trabalham em sistemas de cultivos de subsistência com baixa produtividade, com as demandas crescentes - alimentos, energia, matérias primas - de um mundo cada dia mais urbano?

Mesmo desconsiderando a maior parte do bioma amazônico, o Brasil é o país que, em tese, mais possui área disponível para expansão agrícola. Tem um setor agropecuário pujante e possui tecnologia de agricultura tropical reconhecido em todo o mundo. No

entanto, demandas de diversos setores (ruralistas, mineradoras, ambientalistas, indigenistas, comunidades quilombolas, movimentos pró reforma agrária, setor elétrico), além de um caótico sistema fundiário, colocam em cheque a noção disseminada de uma nação abundante em terras disponíveis para todos os propósitos. Além de embates entre ambientalistas e “progressistas” em temas contenciosos - Código Florestal, hidrelétricas na Amazônia etc. - esta recente percepção de escassez tem levado a uma diminuição progressiva das áreas protegidas (UCs, TIs).

As demandas nacionais são apenas um dos fatores que tem estimulado a expansão da fronteira agrícola para dentro do Cerrado e Amazônia. Nas três últimas décadas, um surto na demanda externa por carne, capitaneado pela China, levou a um redesenho da agricultura do hemisfério ocidental, levando à soja à condição de cultura mais importante do continente americano e do Brasil, em particular. Demandas crescentes deste e outros grãos por parte da China e, em breve a Índia, outro país-continente com capacidade decrescente de acompanhar à demanda alimentar interna, impulsionam a expansão da fronteira agrícola nacional. A crescente demanda doméstica e global por bioenergia só agrava o problema.

Neste contexto, não há como pensar na introdução maciça de uma cultura na Amazônia, principalmente uma com tanto potencial sócio-econômico como a palma, a menos que se indique os locais adequados para tal e que se avalie os impactos decorrentes do deslocamento dos usos correntes da terra. Um ponto é inquestionável: é preciso preservar os ecossistemas florestais e direcionar as culturas agrícolas para terras já antropizadas.

Segundo INPE (2013a), mais de metade da área desmatada na Amazônia Legal contém pastagens. Representando aproximadamente  $\frac{1}{4}$  da extensão territorial nacional, este é o uso predominante da terra no país. Felizmente, existe ampla margem para aumento de produtividade na pecuária (de corte e leiteira). Métodos de rotação e piqueteamento podem triplicar a capacidade de estocagem de gado nos pastos, com requisitos energéticos externos relativamente baixos, ao se otimizar o ciclo fotossintético da fitomassa.

Também existe uso deficiente e ineficiente disseminado de fertilizantes, que demandam ações vigorosas do governo em promover a indústria doméstica (já começa a fazê-lo, com relação a N). Para preservar a agricultura familiar, é imperioso que se amplie a extensão rural, ensinando, entre outros, práticas agroecológicas (plantio direto, FBN, biocarvão),

de forma a se aumentar a produtividade agrícola, particularmente, na Amazônia, onde ainda se adota práticas que literalmente remontam ao Neolítico.

### **Possíveis cenários expansão da palma: demanda interna**

Foi visto neste trabalho (seção 4.3) que o Brasil é grande importador de óleo de palma e de palmiste, apresentando forte déficit na balança comercial, mesmo os referidos óleos sendo aqui utilizados somente para fins alimentícios e químicos. Também foi visto que a região Norte apresenta expressivo déficit energético, particularmente, no que toca o uso de diesel. Este é, em boa medida, utilizado para alimentar sistemas isolados de energia elétrica. Dada a possibilidade técnica de emprego de misturas de 20% de biodiesel, produzidos localmente, ao diesel mineral (B20), seria possível reduzir a insegurança energética da citada região, ao mesmo tempo gerando empregos, renda e mitigando as emissões de GEE. Cálculos efetuados indicam as seguintes áreas de cultivo suficientes para atender às demandas regionais e nacionais:

- Área com palma para atender a demanda de B20, em substituição ao óleo diesel (B5), em sistemas isolados da região Norte (valores de 2014): ~50.000 ha;
- Área com palma para atender a demanda de B20 em substituição ao óleo diesel para atender toda a demanda da região Norte (projeção 2022): ~385.000 ha;
- Área com palma para equilibrar balança comercial (óleo de palma): 80.000 ha;
- Área palma para equilibrar balança comercial (óleo de palmiste): 600.000 ha.

Resumindo, com 600.000 ha, seria possível atender a demanda interna alimentar & oleoquímica atual, além de 20% demanda de diesel previsto para a Região Norte em 2022. Foi visto que é improvável que a soja, insumo dominante no biodiesel, seja deslocada pela palma nas demais regiões do Brasil. O excedente de óleo ora existente é mais do que suficiente para atender ao aumento projetado de biodiesel para 2022, segundo a EPE.

### **Cenários de expansão da palma: demanda externa**

Projeções da Agência Interacional de Energia (IEA), indicam um crescimento de 175% na demanda global de biodiesel, entre 2011 e 2035, um aumento de 36 Mt. Ante a (improvável) hipótese de que todo o biodiesel fosse produzido a partir de dendê, seriam necessários uma expansão de 9 Mha da cultura para atendê-la.

No entanto, cabe registrar que o óleo de palma tem paulatinamente conquistado mercado vis a vis os demais óleos vegetais, visto a sua produtividade diferenciada, que resulta em custos inferiores de produção. Assim, mesmo desconsiderando o recente fenômeno da substituição de gorduras trans pelo óleo de palma, com consequências imprevistas, projeta-se um aumento de 100% (60 Mt) na demanda global deste óleo, até 2050. Para tal, será necessária a expansão da área cultivada em 15 MHa, a se considerar a atual produtividade média (4 toneladas óleo palma / hectare / ano).

Ante a demanda projetada, haveria, em tese, a necessidade de se aumentar em 150% a área cultivada mundial. Entretanto, apesar de a palma não ter apresentado ganhos significativos de produtividade média nas últimas décadas, existe ainda um potencial expressivo de aumento de produtividade: alguns indivíduos apresentam eficiência três vezes maior do que a média “tecnificada” mundial e o potencial teórico da espécie é mais de quatro vezes isto.

Também é importante ressaltar as incertezas inerentes de se fazer projeções de longo prazo (de quase qualquer fenômeno). Especificamente, no caso dos cenários da IEA, tem se observado avanços e retrocessos nas iniciativas de regulação dos biocombustíveis nos dois maiores mercados (EUA e UE), visceralmente atreladas à esquemas de certificação, evolução na discussão sobre ILUC e outros. Soja deverá continuar a ser produzido em função da demanda por farelo proteico para ração animal, criando excedentes de óleo, que terá vantagens inerentes (por se tratar de coproduto) frente à outros óleos vegetais.

Dada a incipiência do setor dendeicultor nacional, competição frente à Indonésia, Malásia, Colômbia e mesmo países da África também limitarão a expansão da oferta nacional de óleo de palma para o mercado externo. Quanto? Muito cedo para dizer, pois o Brasil é um importador líquido deste óleo e sua produção de biodiesel (soja e sebo) tem sido voltada, até o momento, para o mercado doméstico. Logo, é de suma importância avaliar com cuidado os desdobramentos do projeto Belém Bioenergia, indicador muito relevante para avaliar o sucesso em atender o mercado externo de biodiesel, particularmente o maior e mais exigente de todos, a União Europeia.

### **Cenários de expansão da palma: oferta**

Considerando aspectos agronômicos, o Pará apresenta mais de 1/3 das áreas de pastos

com potencial bom e regular, próprios para intensificação (2,5 Mha, fora de Áreas Protegidas), principalmente no sudeste do estado. Também é o estado que apresenta a maior extensão de áreas preferenciais para a palma (tanto manejo B quanto C). Especificamente, as mesorregiões de Belém e Nordeste do estado compreendem o polo dendeicultor, responsável por 90% da produção nacional de óleo de palma, e que apresenta o maior potencial para expansão desta oleaginosa. Este polo pode ser, grosso modo, dividido em duas regiões de aptidão agrônômica:

- Área “preferencial” no Nordeste do Pará: 1,4 Mha. Ela hoje é recomendada com o uso de híbridos interespecíficos (*Elaeis Guineensis* vs. *Elaeis Oleifera*), “cafuzos” como o *BRS Manicoré*, por apresentar imunidade ao Amarelecimento Fatal (AF), pior doença da espécie. Possivelmente, com o aumento médio da temperatura atmosférica e, conseqüentemente, da deficiência hídrica, será possível a instalação de variedades intraespecíficas *Tenera* no futuro.
- Área APPT Nordeste Pará (considerando RL 50%): 1,1 Mha. Por apresentar menor pluviosidade, esta área é predominantemente considerada “regular” pelo ZAE-Dendê, mas tem se mostrado fora do alcance do AF. Hoje ela é apta para a produção de palma com variedades *Tenera* (mais baratas, disponíveis e de manejo mais fácil) em sequeiro, mas, pelo provável agravamento da deficiência hídrica, que compromete o rendimento das plantas, deverá demandar irrigação no futuro.

Complementando, os 37 municípios que compreendem o polo dendeicultor do Pará tem 5,6 Mha de extensão e apresentam 1 Mha de pastagens, boa parte em áreas com intensa pluviosidade, o que as torna pouco aptas para intensificação do gado bovino.

O sudeste do estado apresenta o maior estoque de pastos aptos para intensificação da pecuária bovina, que apresenta bom potencial de salto de eficiência, visto a baixa capacidade média encontrada no estado (menos de 1,5 cabeças /ha).

Rondônia apresenta > 2 Mha de áreas preferenciais para a palma e 1 Mha de pastos com boa condição agrônômica que permita intensificação. Entretanto, há pouca expectativa de um salto de eficiência, dada a alta capacidade média (~2,5 cabeças/ha) atual do rebanho bovino do estado. Por estar localizado na Amazônia Ocidental, tem pouco potencial de exportação, devendo concentrar eventual oferta para os estados vizinhos (AC, AM, MT). Ademais, a agricultura anual está bem estabelecida no estado, oferecendo uma produção

de soja e grãos equivalente ao do Pará, cujo território é 426% maior.

Mato Grosso possui razoável estoque de pastos com baixa produtividade média (< 1,5 cabeças/ha). No entanto, a soja, milho, algodão e outras culturas bem mais relevantes do que a palma, na atual conjuntura, estão bem estabelecidas no estado, com perspectivas de crescimento. Além disso, apresenta apenas 200.000 ha considerados “preferenciais” para a palma. Com perspectivas crescentes de aumento disseminado da temperatura da atmosfera, a tendência é de intensificação da evapotranspiração das plantas, aumentando a deficiência hídrica destas e provavelmente inviabilizando o uso de amplo estoque de áreas “regulares” para a palma, a menos que irrigação seja empregada.

Amazonas contém 1,4 Mha de áreas preferenciais para a palma, mas, de forma geral, elas se encontram dentro do “coração florestal”, conforme definido pelo Macrozoneamento da Amazônia Legal. Assim sendo, deve-se evitar usá-las para a cultura da palma, visto o potencial de indução ao desmatamento observado na Indonésia e Malásia, nas últimas décadas.

Acre e Roraima apresentam, respectivamente, cerca de 400.000 e 200.000 ha de área preferencial para a palma. Devido à baixa população (~700.000 e 450.000 habitantes) e ao isolamento em relação à quase todo o resto do país, estes estados tem pouco potencial para atender à alguma demanda de óleo (para fins alimentares ou energéticos) fora do âmbito estadual. Os demais estados da Amazônia Legal tem potencial irrisório de plantio de palma em áreas consideradas preferenciais.

De uma forma geral, investimentos em infraestrutura na Amazônia se fazem urgentes, caso contrário, a palma não se expandirá além do Nordeste do Pará. Por fim, a oferta também estará limitada à disponibilidade de m.d.o. braçal, a cada dia mais escassa, devido à urbanização da Amazônia e do Brasil, em geral.

O ZONDENDÊ detectou a existência de aproximadamente 2,2 Mha de áreas preferenciais para a palma em estados fora da Amazônia Legal, considerando nível de manejo tecnificado (“tipo C”). Estas áreas se encontram em Alagoas (~ 200.000 ha), Pernambuco (~75.0000 ha), Sergipe (~20.000 ha), ES (~620.000 ha), RJ (~100.000 ha) e Bahia (> 1 Mha). Este último estado, sem dúvida, é o que apresenta as melhores condições de contribuir para a produção nacional de óleo de palma, após o Pará. Entretanto, isto



demandará a reinvenção de quase todo o setor dendeicultor ora estabelecido, pois sua produtividade atual é apenas 1/5 da paraense.

Em síntese, existem indicadores que apontam para o estabelecimento sustentável de, ao menos, um milhão de hectares com palma de óleo no Brasil. Cálculos mostrados neste trabalho indicam que o processamento de cachos de frutos nesta área pode produzir 20 milhões de toneladas de cachos de frutos frescos/ ano. Esta biomassa representa:

- 4 milhões de toneladas de óleo ou biodiesel/ ano. Este volume anual atende a demanda doméstica de óleo de palma e palmiste, hoje totalmente voltada para usos não-energéticos, de maior custo de oportunidade. Do ponto de vista de eficiência econômica da sociedade, o segundo melhor uso do excedente de óleo de palma parece ser a adoção de B20 na região Norte, com biodiesel produzido, misturado ao diesel e distribuído a partir do polo dendeicultor do Pará, nas cercanias de Belém. O restante pode ser exportado, caso do consórcio Belém Bioenergia S.A.
- 4,5 milhões de toneladas de resíduos (cascas e fibras)/ ano. Este volume possibilita, via cogeração, (considerando fator de capacidade de 0,92, adoção de turbinas a vapor comerciais etc.), a exportação de 160 MW médios anuais. A utilização de cachos vazios permite mais do que duplicar a potência média anual, mas demanda pré-tratamento.

É fundamental que sejam efetuados estudos que contemplem aspectos econômicos da palma no Brasil, não abordados nesta tese.

Também são necessários estudos que elaborem indicadores apropriados, de forma a reduzir as incertezas concernentes aos limites da expansão sustentável da palma no Brasil, em particular, na Amazônia Oriental.

### **Sugestões de pesquisa e de atuação governamental**

Investimentos em P&D em Biotecnologia para:

- Conferir resiliência à palma contra AF e outras pragas;
- Aumentar produtividade (t óleo/ha) e vida útil palma;
- Identificar cultivares com maior resistência à déficit hídrico;

- Aprofundar o entendimento dos mecanismos de funcionamento do biocarvão, a extensão de suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Conforme os resultados, adicionar o seu uso em revisão futura do Plano ABC.

Também devem ser promovidas pesquisa em Sistemas Agroflorestais, conforme diretrizes do Plano ABC, de forma a avaliar o comportamento e a rentabilidade do cultivo da palma em consórcio com outras culturas típicas da região, amenizando a resistência da população local em abraçar uma cultura nova em detrimento de outras de uso tradicional.

Devido à lacuna de investimentos observados nas duas ou três últimas década, é preciso investir maciçamente em extensão rural, pois a palma é uma cultura pouco conhecida no Brasil, daí os ATERs possuírem pouca prática. Além disso, o uso de híbridos interespecíficos, p. ex., *BRS Manicoré*, demanda m.d.o. especializada.

Da mesma forma, é necessário intensificar o plantel de extensionistas que dominem técnicas de intensificação de pecuária bovina, como a rotação e piqueteamento (Voisin). O boi, por ser um ruminante, é capaz de processar a celulose, fitomassa mais abundante do planeta. Assim, justifica-se a sua criação em pastos abertos, com mínima suplementação nutricional, pois, apesar de ser um conversor pouco eficiente, ele faz uso de energia química (fitomassa produzida a partir de luz solar) indisponível ao ser humano.

No que toca o potencial de uso energético do óleo de palma, deve-se considerar a submissão de Projeto de Lei que estimule a produção local (polo dendeicultor) de biodiesel. Este poderia ser misturado com diesel (em Belém, para diesel proveniente de fora; em Manaus, para diesel produzido na REMAN) e efetuada a distribuição de B20 pela região Norte (pelo menos, aos estados afetos à bacia do Rio Amazonas).

Também devem ser fomentados estudos de longo prazo de misturas de biodiesel mais ricas do que o B20, inicialmente em sistemas estacionários. Caso bem sucedido, isto proverá o suporte técnico para a oferta de leilões de energia elétrica de biomassa na região Norte (com o uso de B20+ em motogeradores diesel). Também devem ser ampliados os estudos de cogeração de resíduos, considerando o uso adicional de cachos vazios.

Como solução energética, de mitigação das emissões de GEEs e de melhoria na qualidade dos efluentes líquidos, deve-se também orientar o uso de técnicas de captura do biogás oriundo do POME.

Possivelmente, a ação de maior impacto para diminuir o caos fundiário ora existente na Amazônia é a disseminação do Cadastro Ambiental Rural (CAR). Afinal, num ambiente de insegurança fundiária, “quem investe em casa alugada?” O sucesso do cadastramento é uma condição básica para vencer as inúmeras dificuldades de investimento em uma região tão carente, em tantos os aspectos.

No que toca a garantia do sucesso das iniciativas governamentais para orientar a expansão da palma exclusivamente em terras antropizadas, é vital dar continuidade ao Projeto PalmaClass. Ele pode assegurar o baixo impacto ambiental do referido processo de expansão da palma, conferindo transparência ao mesmo. Ele pode ser um trunfo para a conquista da certificação de sustentabilidade da cadeia produtiva nacional desta oleaginosa, colocando o Brasil em condições robustas de disputar o mercado externo dos óleos da palma.



## Referências

ABOISSA. “ADM do Brasil investe na produção de óleo de palma no Pará”. Aboissa News - Palm & Lauric Oil. São Paulo, SP, 2 de abril de 2014.

ABRAPALMA. Associação Brasileira dos Produtores de Palma. “Regularização Fundiária, Reforma Agrária”. In: *1º Workshop do Programa de Produção Sustentável de Óleo de Palma no Brasil*. Belém, PA, Março de 2013.

AFP. Agência France-Presse. “UE fracassa em fixar novo teto para biocombustíveis no transporte”. 12 de dezembro de 2013.

AGUS, F., HENSON, I.E., SAHARDJO, B.H., HARRIS, N., Van NOORDWIJK, M., KILEEN, T.J. 2013a. “Review of emission factors for assessment of CO2 emission from land use change to oil palm in Southeast Asia”. In: T.J. Killeen & J. Goon (eds.) *Reports from the Technical Panels of the Second RSPO GHG Working Group*, Roundtable on Sustainable Palm Oil – RSPO, Kuala Lumpur, Malaysia, 2013a.

AGUS, F., GUNARSO, P., SAHARDJO, B.H., HARRIS, N., van NOORWDWIJK, M. & KILEEN, T.K. “Historical CO2 Emissions from land use and land cover change from the oil palm Industry in Indonesia, Malaysia and Papua New Guinea”. In: T.J. Killeen & J. Goon (eds.) *Reports from the Technical Panels of the Second RSPO GHG Working Group*, Roundtable on Sustainable Palm Oil – RSPO, Kuala Lumpur, Malaysia, 2013b.

ALBUQUERQUE, P.E.P., DURÃES, F.O.M. “Uso e Manejo de Irrigação”. Embrapa Informação Tecnológica. ISBN 978-85-7383-349-2, 2008.

ALIAS, D.A.T. “FELDA’s Model: “Uplifting Socio-Economic Status of the Settlers’ Community”. Diretor Geral da FELDA. Apresentação realizada em 28 de abril de 2009.

ALVES, L., MARENGO, J. “Assessment of regional seasonal predictability using the PRECIS regional climate modeling system over South America”. *Theor Appl Climatol*, vol. 100:337–350. DOI 10.1007/s00704-009-0165-2, 2010.

ALVES, B. et al. “Emissões de Óxido Nitroso e Óxido Nítrico do Solo em Sistemas Agrícolas”. In: Lima, M., Boddey, R., Alves, B., Machado, P., Urquiaga, S. (eds),

*Estoques de Carbono e Emissões de Gases de Efeito Estufa na Agropecuária Brasileira*, 1ª ed., cap.5. Embrapa. Brasília, DF, 2012.

AMARAL, D.F. “Biodiesel no Brasil: Conjuntura Atual e Perspectivas”. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais – ABIOVE. São Paulo, novembro de 2010.

AMARAL, D.F. “Tratamento dos efeitos indiretos da produção de biocombustíveis no ISO PC 248”. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais – ABIOVE. Rio de Janeiro, maio de 2012.

AMARAL, D.F. “Mercado de Biodiesel no Brasil: Avaliação e Perspectivas”. *V Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio*. Ourinhos, Paraná, 17-10-2013.

AMCHAM Brasil. “Contencioso do Algodão”. Disponível em <http://www.amcham.com.br/o-que-fazemos/aproximacao-publico-privada/contencioso-do-algodao>. Acesso em 14-02-2014.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. “Atlas de Energia Elétrica do Brasil”, 3ª ed. ISBN: 978-85-87491-10-7. Brasília, 2008.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Banco de Informação de Geração. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em 13 de Março de 2014.

ANP. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. “Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2013”. ISSN 1983-5884. Rio de Janeiro, RJ, 2013.

ANSEEUW, W., WILY, L.A., COTULA, L., TAYLOR, M. “Land Rights and the Rush for Land: Findings of the Global Commercial Pressures on Land Research Project”. ILC – The International Land Coalition, ISBN 978-92-95093-75-1. Roma, 2012.

ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. “1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas do Transporte Ferroviário de Cargas”. Brasília, DF, 2012.

APROBIO. Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil. “Biodiesel e Palma: Demandas e Oportunidades”. *Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Palma de Óleo*. Realizada em 20/12/2012.

ARAÚJO, J.M. Prefácio. In: Di Lascio, M.A., Barreto, E.J. “Energia e Desenvolvimento Sustentável para a Amazônia Rural Brasileira: Eletrificação de Comunidades Isoladas”. Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2009.

ARIMA, E., RICHARDS, P., WALKER, R., CALDAS, M. “Statistical confirmation of indirect land use change in the Brazilian Amazon”. *Environmental Research Letters* 6, 024010, doi:10.1088/1748-9326/6/2/024010, 2011.

ASSAD, E., PINTO, H.S. “Aquecimento Global e a Nova Geografia da Produção Agrícola Brasileira”. Publicação produzida a partir do estudo *Aquecimento Global e Cenários Futuros da Agricultura Brasileira*. São Paulo, Agosto de 2008.

BAFFES, J., HANIOTIS, T. “Placing the 2006/08 Commodity Price Boom into Perspective”. Policy Research Working Paper 5371. The World Bank Development Prospects Group. Julho de 2010.

BAFFES, J., DENNIS, A. “Long-Term Drivers of Food Prices”. Policy Research Working Paper 6455. The World Bank Development Prospects Group. Maio de 2013.

BACEN. Banco Central do Brasil. “Manual de Crédito Rural”. Disponível em <http://www4.bcb.gov.br/NXT/gateway.dll?f=templates&fn=default.htm&vid=nmsGero pMCR:dvGeropMCR>. Acesso em 10 de maio de 2013.

BARCELOS, E. Mensagem eletrônica enviada à Milton Steagall (diretor presidente da Brasil Biofuels), em 12 de fevereiro de 2010.

BARCELOS, E. “Disponibilidades de Sementes de Palma de Óleo no Mercado”. Apresentação realizada na 5ª Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Palma de Óleo. Brasília, DF, 6 de novembro de 2011.

BARCELOS, E. “Painel 5: Pesquisa, Desenvolvimento, Inovação e ATER”. In: *1º Workshop do Programa de Produção Sustentável de Óleo de Palma no Brasil*. Belém, PA, Março de 2013.

BARRETO, E., PINHO, J, TIAGO, G, RENDEIRO, G., NOGUEIRA, M., GONZALEZ, W. “Tecnologias de Energias Renováveis: Soluções Energéticas para a Amazônia”, 1ª ed. Ministério das Minas e Energia. ISBN 978-85-98341-06-4. Brasília, DF, 2008.

BARRETO, P., PEREIRA, R., ARIMA, E. “A Pecuária e o Desmatamento na Amazônia na Era das Mudanças Climáticas”. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – IMAZON. ISBN 978-85-86212-26-0. Belém, PA, 2008.

BARRETO, P., SILVA, D.S. “Como Desenvolver a Economia Rural sem Desmatar a Amazônia?”. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – IMAZON. ISBN 978-85-86212-49-9. Belém, PA, 2013.

BARROS, J. “Petrobras e Vale Buscam Acordo no Setor de Palma”. Valor Econômico. Janeiro de 2014.

BASA. Banco da Amazônia, S.A. “Contexto Amazônico: A Experiência do Banco da Amazônia com Projetos Integrados de Dendê Familiar”. Ano 5, nº 22, junho de 2012.

BASA. Banco da Amazônia, S.A. “Estrutura, mecanismos e capacidade para operacionalizar o crédito agrícola da agricultura familiar na palma de óleo”. I Workshop Programa de Produção Sustentável da Palma de Óleo no Brasil. Belém,PA, fevereiro de 2013.

BASIRON, Y., BALU, N, CHANDRAMOHAN, D. “Palm Oil: The Driving Force of World Oils and Fats Economy”. *Oil Palm Industry Economic Journal* vol. 4(1), 2004.

BASIRON, Y., WENG, C. “The Oil Palm and its Sustainability”. *Journal of Oil Palm Research*. Vol 16, n.1, pp. 1-10, Junho de 2004.

BASTOS, T., MULLER, A., PACHECO, N., SAMPAIO, M., ASSAD, E., MARQUES, F. “Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do dendezeiro no estado do Pará”. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.9, n.3, Passo Fundo, RS, 2001.

BECKER, B. “Amazônia: Geopolítica na Virada do III Milênio”. 2ª ed. Editora Garamond. ISBN 85-7617-042-6. Rio de Janeiro, 2007.



BECKER, B. “Recuperação de áreas desflorestadas da Amazônia: será pertinente o cultivo da palma de óleo (Dendê)?” *Confins (Revista Franco-Brasileira de Geografia)*, Nº 10, 2010.

BERGSMA, G., VROONHOF, J., DOMBURG, V. *A Greenhouse Gas Calculation Methodology for Biomass-based Electricity, Heat and Fuels –The View of the Cramer Commission*. Utrecht, 2006.

BERNARD, E., PENNA, L., ARAÚJO, E. “Downgrading, Downsizing, Degazettement, and Reclassification of Protected Areas in Brazil”. *Conservation Biology*, Volume 00, No. 0, 1–12. DOI: 10.1111/cobi.12298. Abril de 2014.

BLACK, M., KING, J. “The Atlas of Water: Mapping the World’s most critical resource”. Editora Earthscan. ISBN: 978-1-84407-827-1. Londres, UK, 2009.

BLAS, J. “UN Warns of Food ‘Neo-Colonialism’”. *Financial Times*. Disponível em <http://www.ft.com/cms/s/0/3d3ede92-6e02-11dd-b5df-0000779fd18c.html#axzz2spULgNMm>. Acesso em 08-02-2014. Agosto de 2008.

BOARI, A. J. “O Desafio das Pesquisas com a Etiologia do Amarelecimento Fatal da Cultura da Palma de Óleo”. In: Ramalho Filho et al., *Zoneamento Agroecológico, Produção e Manejo para a Cultura da Palma de Óleo na Amazônia*, parte II, cap. 10. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, 2010.

BODDEY, R. et al. “Estoques de Carbono nos Solos do Brasil”. In: Lima, M., Boddey, R., Alves, B., Machado, P., Urquiaga, S. (eds.), *Estoques de Carbono e Emissões de Gases de Efeito Estufa na Agropecuária Brasileira*, 1ª ed., cap.2. Brasília, 2012.

BOLLE, W. “A Travessia Pioneira da Amazônia (Francisco de Orellana, 1541-152)”. In: Bolle, W., Castro, E., Vejmelka, M. (orgs), *Amazônia: Região Universal e Teatro do Mundo*, 1 ed., cap. 1. Editora Globo. São Paulo, 2010.

BOTELHO, T. “Sustentabilidade dos Biocombustíveis no Brasil: Cenário da Certificação”. In: Villela, A., Pinguelli Rosa, L., Freitas, M. (org.), *A Energia de Biomassa do Brasil*, 1 ed., cap. 5. Rio de Janeiro, 2014.

BRANDÃO, A., BARRETO, P., SOUZA Jr., C.S. “Ofício nº 45/2012, ref. Inquérito Civil Público nº 1.23.000.002382/2011-17”. Instituto do Homem e Meio Ambiente. IMAZON. Belém, 7 de Maio de 2012.

BRASIL. “Programa de Produção Sustentável de Óleo de Palma no Brasil”. Folheto explicativo. Disponível em [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/camaras\\_setoriais/Palma\\_de\\_oleo/1\\_reuniao/Programa.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Palma_de_oleo/1_reuniao/Programa.pdf). Acesso em 14 de abril de 2013. Publicado em 6 de maio de 2010(a).

BRASIL. “Decreto nº 7.172, de 7 de Maio de 2010”. Presidência da República, Casa Civil - Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7172.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7172.htm). Acesso em 14 de fevereiro de 2013. Publicado em 7 de maio de 2010(b).

BRINKMANN. “Greenhouse Gas Emissions from Palm Oil Production: Literature review and proposals from the RSPO Working Group on Greenhouse Gases”. Hoevelaken, Holanda, 9 de outubro de 2009.

BRITO, B., BARRETO, P. “A regularização fundiária avançou na Amazônia? Os dois anos do Programa Terra Legal”. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – IMAZON. ISBN 978-85-86212-39-0. Belém, PA, 2011.

BROWN, L. “Full Planet, Empty Plates: The New Geopolitics of Food Scarcity”. Ed. W.W. Norton & Company. New York, EUA, 2012.

BROWN, L. “Can the World Feed China?” Earth Policy Institute Plan B Update. Fevereiro de 2014.

BLACK, M., KING, J. “The Atlas of Water”. 2ª ed. Earthscan, London, UK, ISBN: 978-1-84407-827-1, 2009.

BUENO, E. “Brasil: Uma História – A Incrível Saga de um País”. 1ª ed., Editora Ática. ISBN 86-08-08213-4. São Paulo, 2003.

BUTLER, R. “In Brazil, Palm Oil Plantations Could Help Preserve Amazon”. Disponível [http://e360.yale.edu/feature/in\\_brazil\\_palm\\_oil\\_plantations\\_could\\_help\\_preserve\\_amazon/2415/](http://e360.yale.edu/feature/in_brazil_palm_oil_plantations_could_help_preserve_amazon/2415/). Acesso em 18-01-2014. Publicado em 14 de Junho de 2011.

BYERLEE, D. “Are We Learning from History?” In: Kugelman, M., Levenstein, S.L. (eds). *The Global Farms Race: Land Grabs, Agricultural Investment, and the Scramble for Food Security*. Island Press. Washington, DC, 2012.

CAMPELO, T. “Programa de Produção Sustentável de óleo de Palma no Brasil”. *II RSPO Latin American Conference*, Belém, PA, 2011.

CARVALHO, C. “Embrapa: Perspectivas e visão para Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação em Palma de Óleo”. In: *1º Workshop do Programa de Produção Sustentável de Óleo de Palma no Brasil*. Belém, PA, Março de 2013.

CASTAGNA, A.A., ARONOVICH, M., RODRIGUES, E. “Pastoreio Racional Voisin: Manejo Agroecológico de Pastagens”. Programa Rio Rural – Manual Técnico nº 10. Niterói, RJ, Julho de 2008.

CEPEL. Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. “Atlas do Potencial Eólico Brasileiro”. Brasília, 2011.

CGU. Corregedoria Geral da União. “Prestação de Contas Exercício 2012”. Disponível em <http://www.cgu.gov.br/Publicacoes/PrestacaoContasPresidente/2012/Arquivos/Parte-III/3.4.3.pdf>. Acesso em 30-03-2014.

CHAN, K.Y., XU, Z. “Biochar: Nutrient Properties and Their Enhancement”. In: Lehmann, J., Joseph, S. (eds), *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*, 1ª ed., cap.5. Editora Earthscan, Londres, UK, 2009.

CHIARAMONTI, D., TOND, G. “Stationary Applications of Liquid Biofuels”. *ETA Renewable Energies*. PTA contract NNE5-PTA-2002-006, lot 36. Firenze, Itália, Dezembro de 2003.

CLEMENT, C. et al. “Diversidade Vegetal em Solos Antrópicos da Amazônia”. In: Teixeira, W.G., Kern, D.C., Madari, B.E., Lima, H.N., Woods, W. (eds), *As Terras Pretas*

*de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas*. 1 ed., cap.9. Manaus, Amazonas, 2009a.

COELHO, S. et al. “Land and Water: Linkages to Bioenergy”. In: Davis, G., Goldemberg, J. (pres.), *Global Energy Assessment 2013: Toward a Sustainable Future*, cap. 20. ISBN 9781 10700 5198. Cambridge, Reino Unido, 2012.

CONAB. COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO. “Série Histórica de Área Plantada: Soja”. Disponível em [www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/SojaSerieHist.xls](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/SojaSerieHist.xls). Acesso em 27-02-2014. Publicado em 2013a.

CONAB. COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO. “Série Histórica de Área Plantada: Milho (Total)”. Disponível em [www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/MilhoSerieHist.xls](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/MilhoSerieHist.xls). Acesso em 27-02-2014. Publicado em 2013b.

CONAB. COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO. “Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos”. V.1 - Safra 2013/14, 5º Levantamento. Fevereiro de 2014.

COOPER, G. “The role of biofuels in a regional low carbon fuel standard”. Renewable Fuel Association. Disponível em [www.ethanolrfa.org/resource/reports](http://www.ethanolrfa.org/resource/reports), 2009

CONNOR, D.J., HERNANDEZ, C.G. “Crops for Biofuel: Current Status and Prospects for the Future”. In: Howarth, R.W., Bringezu, S. (eds.) *Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use*. Proceedings of the Scientific Committee on Problems of the Environment International Biofuels Project Rapid Assessment, September 2008. Gummersbach, Alemanha. ISBN: 1441488294, 2009.

CORREA, E., FIRMO, H., FERNANDES, L., HORA, M. “Desenvolvimento de Tecnologias, Processos e Metodologias de Integração da Gestão de Recursos Hídricos, Potencial Hidráulico e Clima (Hidro-Clim) – o caso das bacias dos rios Tocantins e Madeira”. Relatório da Fundação COPPETEC para Furnas Centrais Elétricas S.A. Rio de Janeiro, RJ, maio de 2013.

CORSI, M., ANDREUCCI, M.P., GOULART, R.C.D. “Não se Administra Aquilo que não se Controla”. *JC Maschietto*, ano 5, nº 5, setembro de 2007.

COSTA, M.L, BEHLING, H., SUGUIO, K., KAEMPF, N., KERN, D. “Paisagens Amazônicas sob a Ocupação do Homem Pré-Histórico: uma Visão Geológica”. In: Teixeira, W.G., Kern, D.C., Madari, B.E., Lima, H.N., Woods, W. (eds), *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas*. 1 ed., cap. 1. Manaus, Amazonas, 2009.

CPI. CLIMATE POLICY INITIATIVE. “Production and Protection: a First Look at Key Challenges in Brazil”. *CPI Report*. Dezembro de 2013.

CUMMINS, J. “Phosphorus Starvation Threatens the World”. ISIS Report 22/01/14. Disponível em [http://www.isis.org.uk/Phosphorus\\_Starvation\\_Threatens\\_the\\_World.php](http://www.isis.org.uk/Phosphorus_Starvation_Threatens_the_World.php). Acesso em 02-01-2014, 2014.

CUNHA, R. et LOPES, R. “BRS Manicoré: Híbrido Interespecífico entre o Caiuá e o Dendezeiro Africano Recomendado para Áreas de Incidência de Amarelecimento-Fatal”. *Embrapa Comunicado Técnico 85*. ISSN 1517-3887. Manaus, AM, Setembro de 2010.

CUNHA, R. et al. “Material Genético Utilizado para a Produção Sustentável da Cultura da Palma de Óleo na Amazônia”. In: Ramalho Filho et al., *Zoneamento Agroecológico, Produção e Manejo para a Cultura da Palma de Óleo na Amazônia*, parte II, cap. 3. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, 2010(a).

CUNHA, R. et al. “Práticas de manejo sustentável na manutenção do plantio da palma de óleo na Amazônia”. In: Ramalho Filho et al., *Zoneamento Agroecológico, Produção e Manejo para a Cultura da Palma de Óleo na Amazônia*, parte II, cap. 5. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, 2010(b).

DALE, B. “Thinking clearly about biofuels: ending the irrelevante ‘net energy’ debate and developing better performance metrics for alternative fuels”. *Biofpr – Biofuels, Biorproducts and Biorefining* vol. 1, pg 14-17, 2007.

DALGAARD, R. J., SCHMIDT, N., HALBERG, P., CHRISTENSEN, M., THRANE, PENGUE, W.A. “LCA of soybean meal. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 13 (3): 240-254”, 2008.

DE SCHUTTER, O. “How not to think of land-grabbing: three critiques of large-scale investments in farmland.” *Journal of Peasant Studies* 38: 249–279, 2011.

DENEVEN, W. “As Origens Agrícolas da Terra Mulata na Amazônia”. In: Teixeira, W.G., Kern, D.C., Madari, B.E., Lima, H.N., Woods, W. (eds), *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas*. 1 ed., cap.7. Manaus, Amazonas, 2009a.

DEININGER, K., BYERLEE, D. “Rising Global Interest in Farmland: Can it yield sustainable and equitable benefits?” The International Bank for Reconstruction and Development/ The World Bank. Washington, EUA. ISBN: 978-0-8213-8591-3, 2011.

DELLA VEDOVA, B. “Bio-Fueling a Trade War”. *Wall Street Journal*, 3/8/2009.

DERPSCH, R., FRIEDRICH, T. “Global Overview of Conservation Agriculture Adoption”. Disponível em <http://www.fao.org/ag/ca/doc/derpsch-friedrich-global-overview-ca-adoption3.pdf>. Acesso em 08-02-2014. Publicado em 2009.

DI LASCIO, M.A., BARRETO, E.J.F “Energia e Desenvolvimento Sustentável para a Amazônia Rural Brasileira: Eletrificação de Comunidades Isoladas”. ISBN 978-85-62491-00-9. Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2009.

DOBBS, R., OPPENHEIM, J., THOMPSON, F., ZORNES, M. “Resource Revolution: Meeting the world’s energy, materials, food, and water needs”. *McKinsey Global Institute. McKinsey Sustainability & Resource Productivity Practice*. Novembro de 2011.

DONNAN, S. “WTO Approves Global Trade Deal”. *Financial Times*, 7/1/2013.

DORNBURG, V., MARLAND, G. “Temporary storage of carbon in the biosphere does have value for climate change mitigation: a response to the paper by Miko Kirschbaum”. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 13(3), pp. 211-217, 2008.

DORNBURG, V., D. et al. “Bioenergy revisited: Key factors in global potentials of bioenergy”. *Energy & Environmental Science*, 3, pp. 258-267, 2010.

DROUVOT, C.M., DROUVOT, H. “O Programa de Produção Sustentável do Dendê na Amazônia: a mobilização dos grupos de interesse no reflorestamento das áreas degradadas”. In: *6º Congresso do Instituto Franco-Brasileiro de Administração de Empresas*. Franca, SP, 23 e 24 de Maio de 2011.

DURÃES, F. “Requerimentos de PD&I na Agroindústria de Palma de Óleo no Brasil: O papel da Embrapa”. *Agroenergia em Revista*, ano II, número 2, 2011.

EBB. European Biodiesel Board. “Statistics: The EU Biodiesel Industry”. Disponível em <http://www.ebb-eu.org/stats.php>. Acesso em 23 de janeiro de 2014.

EDWARDS et al. “Well-to-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context”. Relatório para o European Commission/ Joint Research Centre (JRC), Maio de 2006.

EERE/DOE. US Department of Energy. “Biodiesel Handling and Use Guidelines, 4<sup>th</sup> edition”. 2009.

EIA. Energy Information Administration. “Annual Energy Outlook 2013 with Projections to 2040”. DOE/EIA-0383(2013). Abril 2013(a).

EIA. Energy Information Administration. “International Energy Outlook 2013”. DOE/EIA-0484(2013). Julho 2013(b).

EINHORN, B. “An African Setback for the Palm Oil Industry”. Bloomberg Businessweek. Disponível em <http://www.businessweek.com/articles/2013-05-31/an-african-setback-for-the-palm-oil-industry>. Acesso em 8-02-2014. Maio de 2013.

ELETROBRÁS. Grupo Técnico Operacional da Região Norte. Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados 2009. Rio de Janeiro, 2008.

\_\_\_\_\_, Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados 2010. Rio de Janeiro, 2009.

\_\_\_\_\_, Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados 2011. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_, Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados 2012. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_\_, Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados 2013. Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_, Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados 2014. Rio de Janeiro, 2013(b).

ELETROBRÁS. “Mapas Eletrogeográficos 2009”. Disponível em <http://www.eletronbras.com/elb/data/Pages/LUMIS79364694PTBRIE.htm>. Acessado em 27/12/2013. Rio de Janeiro, 2013(a).

ELETROBRÁS. Fundo Setorial CCC. Plano Anual de Custos 2013. Disponível em <http://www.eletronbras.com/elb/data/Pages/LUMIS59C70657PTBRIE.htm>. Acesso em: 10/10/2013. Rio de Janeiro, 2013(c).

ELETROBRÁS. “Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano Base 2012”. Rio de Janeiro, 2013(d).

EPA. Environmental Protection Agency. “Renewable Fuel Standard Program (RFS2) Regulatory Impact Analysis”. EPA-420-R-10-006. Fevereiro de 2010.

EPA. Environmental Protection Agency. “EPA Proposes 2014 Renewable Fuel Standards, 2015 Biomass-Based Diesel Volume”. EPA-420-F-13-048. Novembro 2013.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. “Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis – Ano 2012”. EPE-DPG-SDB-Bios-NT-01-2013. Abril de 2013(a).

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. “Balanço Energético Nacional 2013 – Ano base 2012”. Rio de Janeiro, RJ, 2013(b).

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. “Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2013”. Rio de Janeiro, RJ, 2013(c).

EPI. Earth Policy Institute. “Data for Plan B Update 121”. Disponível em [http://www.earth-policy.org/data\\_center/C24](http://www.earth-policy.org/data_center/C24). Acesso em 26-02-2014. Publicado em Fevereiro de 2014.



ERNST & YOUNG. “Biofuels and Indirect Land Use Change: The Case for Mitigation”. Disponível em <http://www.endseurope.com/docs/111005a.pdf>. Acesso em 10-02-2014, Publicado em Outubro de 2011.

ESWARAN, H., LAL, R., REICH, P.F. “Land Degradation: An Overview”. In: Bridges, E.M., I.D. Hannam, L.R. Oldeman, F.W.T. Pening de Vries, S.J. Scherr, and S. Sompatpanit (eds.). *Responses to Land Degradation*. Proc. 2<sup>nd</sup> International Conference on Land Degradation and Desertification, Khon Kaen, Thailand. Oxford Press, New Delhi, India, 2001.

EURACTIV. “EU governments fail to agree limits on food-based biofuels”. Disponível em <http://www.euractiv.com/energy/eu-governments-fail-agree-limits-news-532316>. Acesso em 5-2-2014. Publicado em 12 de Dezembro de 2013.

EUROSERVER. “Biofuels Barometer”. Disponível em [www.euroserver.org/downloads.asp](http://www.euroserver.org/downloads.asp). Acesso em 10-02-2014. Publicado em Julho de 2013.

EVERS, M.; STAMPF, O.; TRAUFFETTER, G. “A Superstorm for Global Warming Research”. Der Spiegel Online, publicado em 4 de Junho de 2010.

FABRINI, J. E. “O campesinato frente à expansão do agronegócio e do agrocombustível”. In: *Geografia agrária, território e desenvolvimento*. São Paulo, 2010.

FAIRHURST, T.H., MUTERT, E. “Introduction to Oil Palm Production”. *Better Crops International*. Vol.13, ed. 1, maio 1999.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura. “Renewable biological systems for alternative sustainable energy production”. *FAO Agricultural Services Bulletins*, 1997.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura. “FAO Statistical Yearbook 2012”. Roma, 2012a.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura. “FAO State of Food and Agriculture 2012”. ISBN 978-92-5-107317-9, 2012b.



FRAZÃO, L.A., PAUSTIAN, K., CERRI, C. E., CERRI, C.C. “Soil carbon stocks and changes after oil palm introduction in the Brazilian Amazon”. *GCB Bioenergy*, doi: 10.1111/j.1757-1707.2012.01196.x, 2012.

FRENKEN, K., GILLET, V. “Irrigation water requirement and water withdrawal by country”. FAO AQUASTAT 2012. Disponível em [http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water\\_use\\_agr/index.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use_agr/index.stm). Acesso em 3-2-2014.

FRIEDMAN, S. “Farms Here, Forests There: Tropical Deforestation and US Competitiveness in Agriculture and Timber”. David Gardiner & Associates. Disponível em <http://assets.usw.org/our-union/pulp-paper-forestry/farms-here-forests-there-report-5-26-10.pdf>. Acesso em 13-10-2013. Publicado em 2010.

FRIENDS OF THE EARTH. “Africa: Up for Grabs - The Scale and Impact of Land Grabbing for Agrofuels”. Disponível em [www.foeeurope.org](http://www.foeeurope.org). Acesso em 08-02-2014. Junho de 2010.

FRITSCHÉ, U.; FEHRENBACH, H.; MIEHE, A. “GBEP Workshop on Indirect Land Use Change: Status of and Perspectives on Science-Based Policies - Workshop Summary”. Global Bioenergy Partnership. N. York, Maio de 2009.

FRITSCHÉ, U. “The ILUC Factor: A Simplified Approach to Assess GHG Implications of Indirect Land Use Change from Bioenergy”. *IEA Bioenergy Workshop: The Impacts of ILUC*. Rotterdam, Holanda, Maio de 2009.

FURLAN Jr., J. et al. *BIODIESEL: Porque tem que ser dendê*. EMBRAPA, 1ª ed. Belém, PA, 2006.

GARDNER, T. “Biofuel Reform Bill Would End Corn Ethanol Mandate”. *Reuters*, 12 de dezembro de 2013.

GBEP. Global Bioenergy Partnership. “The Global Bioenergy Partnership Sustainable Indicators for Bioenergy, 1<sup>st</sup> Edition”. Dezembro de 2011.

GERMAN, L.A., HECHT, S.B., RUIVO, M.L. “A Etnociência Comparativa das Terras Pretas Amazônicas”. In: Teixeira, W.G., Kern, D.C., Madari, B.E., Lima, H.N., Woods,

W. (eds), *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas*. 1 ed., cap.8. Manaus, Amazonas, 2009a.

GIDDINGS, L.V., STEPP, M., CAINE, M. “Feeding the Planet in a Warming World: Building Resilient Agriculture through Innovation”. *The London School of Economics and Political Science*. Abril de 2013.

GINGOLD, B., STOLLE, F. “Indonesia’s Ambitious Forest Moratorium Moves Forward”. *World Resources Institute*. Washington, USA, 9 de junho de 2011.

GLASS, V. “Expansão do dendê na Amazônia brasileira: elementos para uma análise dos impactos sobre a agricultura familiar no nordeste do Pará”. *Reporter Brasil*. São Paulo, 2013.

GLEICK, P. “China and Water”. In: Gleick, P. (ed) *The World’s Water 2008-2009*, 1 ed, cap.5. Island Press. Washington, USA. ISBN 978-1-59726-505-8, 2009.

GOH, C. et al. “Impacts of sustainability certification on bioenergy markets and trade”. Strategic Inter-Task Study: Monitoring Sustainability Certification of Bioenergy. *IEA Bioenergy*. Fevereiro de 2013.

GOMES Jr., R.A et. al. *Bases técnicas para a cultura da palma de óleo integrado na unidade produtiva da agricultura familiar* (editor técnico). Embrapa Amazônia Oriental. Belém, PA, 2010.

GONÇALVES, A., BASTOS, T., BARROS, A., RAMALHO FILHO, A., MOTTA, P. “Procedimento metodológico da Avaliação da Aptidão Climática para a cultura da palma de óleo nas áreas desmatadas da Amazônia Legal”. In: Ramalho Filho et al., *Zoneamento Agroecológico, Produção e Manejo para a Cultura da Palma de Óleo na Amazônia*, parte I, cap. 3. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, 2010.

GONZÁLEZ, W.A. et al. “Biodiesel e Óleo Vegetal in Natura: Soluções Energéticas para a Amazônia”. In: Barreto (coord.), *Tecnologias de Energias Renováveis*, 1ª ed. Ministério de Minas e Energia. ISBN 978-85-98341-06-4. Brasília, DF, Novembro de 2008.

GOOVAERTS, L. et al. “Examining Sustainability Certification of Bioenergy”. Strategic Inter-Task Study: Monitoring Sustainability Certification of Bioenergy. *IEA Bioenergy*. Fevereiro de 2013.

GNANSOUNOU, E., PANICHELI, L., DAURIAT, A., VILLEGAS, J.D. “Accounting for indirect land-use changes in GHG balances of biofuels: Review of current approaches”. Ecole Polytechnique Federal de Lausanne. Lausanne, Março de 2008.

GRIMM, N., FAETH, S., GOLUBIEWSKI, N., REDMAN, C., WU, J., BAI, X., BRIGGS, J. “Global change and the ecology of cities”. *Science* 319, 756–760, 2008.

GROENINGEN, K.J., OSENBURG, C.W., HUNGATE, B. “Increased soil emissions of potent greenhouse gases under increased atmospheric CO<sub>2</sub>”. *Nature*, Vol. 475, 14 de Julho de 2011.

GTON. Grupo Técnico Operacional da Região Norte. “Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados para 2009”. Eletrobrás. Rio de Janeiro, RJ, Janeiro de 2009.

GTON. Grupo Técnico Operacional da Região Norte. “Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados para 2010”. Eletrobrás. Rio de Janeiro, RJ, Fevereiro de 2010.

GTON. Grupo Técnico Operacional da Região Norte. “Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados para 2011”. Eletrobrás. Rio de Janeiro, RJ, Fevereiro de 2011.

GTON. Grupo Técnico Operacional da Região Norte. “Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados para 2012”. Eletrobrás. Rio de Janeiro, RJ, Janeiro de 2012(a).

GTON. Grupo Técnico Operacional da Região Norte. “Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados para 2013”. Eletrobrás. Rio de Janeiro, RJ, Dezembro de 2012(b).

GTON. Grupo Técnico Operacional da Região Norte. “Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados para 2014”. Eletrobrás. Rio de Janeiro, RJ, Outubro de 2013.

GUNARSO P., HARTOYO M.E., AGUS, F. & KILEEN, T. J. “Oil palm and land use change in Indonesia, Malaysia and Papua New Guinea”. In: T.J. Killeen & J. Goon (Eds.) *Reports from the Technical Panels of the Second RSPO GHG Working Group, Roundtable on Sustainable Palm Oil – RSPO*, Kuala Lumpur, Malaysia, 2013.

GUTIÉRREZ-VÉLEZ et al. “High-yield oil palm expansion spares land at the expense of forests in the Peruvian Amazon”. *Environmental Research Letters* 6, 044029 (5pp), 2011.

HAMELINK, C. “Biofuels and Food Security: Risks and Opportunities”. *Ecofys Project nº BIENL13469*. Agosto de 2013.

HANSEN, J. “Global Warming 20 Years Later: Tipping Points Near”. Apresentação no National Press Club, Washington, D.C., EUA, Junho de 2008

HANSON, C., GINGOLD, B., McLEISH, M., PRASODJO, R. “FAQ: Saving Indonesia’s Forests by Diverting Palm Oil to Degraded Lands”. World Resources Institute. Washington, DC, 2 de junho de 2011.

HARRISON, P. “EU ambassadors mull raising the bar on biofuels”. *Reuters*. 7 de Maio de 2008.

HART et CABI. “Biofuels and Land Use Change: A Science and Policy Review”. Hart Energy Consulting. Disponível em [http://api.ning.com/files/B2Z-YwjdJzwBDqVfYkGftyKQzcHgFb-0e3RKYuh6JAhWni0LGch2riLmNBdAb37VfBtuk50A0\\*moFVEEC627ADiEpqIOnJe2w/BiofuelsLUCReview.pdf](http://api.ning.com/files/B2Z-YwjdJzwBDqVfYkGftyKQzcHgFb-0e3RKYuh6JAhWni0LGch2riLmNBdAb37VfBtuk50A0*moFVEEC627ADiEpqIOnJe2w/BiofuelsLUCReview.pdf). Acesso em 18-10-2013. Outubro de 2010.

HARTEMINK, A. “Plantation Agriculture in the Tropics: Environmental Issues”. *Outlook on Agriculture*, vol.34, n. 1, pp. 11-21, 2006.

HARVEY, M.; PILGRIM, S. “The new competition for land: Food, energy, and climate change”. *Food Policy* 36 S40–S51, 2009.

HECK, S., ROGERS, M. *Resource Revolution: How to Capture the Biggest Business Opportunity in a Century*. ISBN 978-0-544-11456-2. Melcher Media. New York, EUA, 2014.

HERMAN, P. “Os Planos da Vale”. *Revista BiodieselBR*. Julho de 2013.

HLPE. HIGH LEVEL PANEL OF EXPERTS. “Biofuels and food security. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security”. Roma, Junho de 2013.

HOLLAND, A. “The Arab Spring and World Food Prices”. *American Security Project*, 2012. Disponível em <http://americansecurityproject.org/wp-content/uploads/2012/11>. Acesso em 01/02/2014.

HOLMGREN, P. “Global Land Use Area Change Matrix”. Contribuição ao *Global Environmental Outlook 4*. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2006.

HOMMA, A. et al. “Bases para uma Política de Desenvolvimento da Cultura do Dendezeiro na Amazônia”. In: Viegas, I., Muller, A. (eds), *A Cultura do Dendezeiro na Amazônia Brasileira*, 1 ed., cap. 1. Belém, Pará, 2000.

HOMMA, A.K.O. “Agricultura familiar na Amazônia: a modernização da agricultura itinerante”. In: Sousa, I.S.F. (Ed.). *Agricultura familiar na dinâmica da pesquisa agropecuária*, 1ª ed., cap.2. Embrapa Informação Tecnológica. ISBN 85-7383-379-3. Brasília, 2006.

HOMMA, A., COSTA, N., GARCIA, A., SANTOS, J. “Linha do Tempo do Baixo Amazonas Paraense: (Re)Territorialização de um Espaço de Várzeas”. Embrapa Amazônia Oriental, *Documentos 366*. Belém, Pará, Setembro de 2010(a).

HOMMA, A. “Agroenergia: a entrada de um novo ciclo na Amazônia?” In: Gomes Jr., R A. (ed.). *Bases técnicas para a cultura da palma de óleo integrado na unidade produtiva da agricultura familiar*. Embrapa Amazônia Oriental, 2010. Belém, PA, 2010(b).

HOMMA, A.; VIEIRA, I. “Extrativismo vegetal ou plantio: qual a opção para a Amazônia?”. *Estudos Avançados* 26 (74), 2012(a).

HOMMA, A.; VIEIRA, I. “Colóquio sobre Dendezeiro: Prioridades de Pesquisas Econômicas, Sociais e Ambientais na Amazônia”. *Amazônia: Cia. & Desenv.* Belém, v. 8, n. 15, jul./dez. 2012(b).

HOMMA, A., ALVES, A.R., ALVES, S. M., FRANCO, A. A., PENA, H.W.A. “Environmental Sustainability in Agriculture and Food Security in the Brazilian Amazon”. *ISEE 2012 Conference*. Rio de Janeiro, RJ, 16 a 19 junho de 2012(c).

HOMMA, A.K.O. “História da Agricultura na Amazônia: da Era Pré-Colombiana ao Terceiro Milênio”. 2ª ed. ISBN 978-85-7035-153-1. Embrapa. Brasília, 2013.

HUSAIN, Z., ZAINAL, Z., ABDULLAH, M. “Analysis of biomass-residue-based cogeneration system in palm oil mills”. *Biomass and Bioenergy*, vol. 24, pg. 11-124, 2003.

IAC. Instituto Agrônomo de Campinas. “Plantio direto: caminho para a agricultura sustentável”. Disponível em [www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/PlantioDireto/PlantioDireto.htm](http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/PlantioDireto/PlantioDireto.htm). Acesso em 04 de dezembro de 2011. Publicado em 2005.

IBAMA. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente. “Reservas Extrativistas”. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/resex/resex.htm>. Acesso em 22 de Janeiro de 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “Censo Agropecuário 2006: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação”. ISSN 0103-6157, 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “Produção Agrícola Municipal 2011”. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2010/default.shtm>. Acesso em 10 de Abril de 2013. Publicado em 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “Censo Demográfico 2010: Características da População e dos Domicílios”. Disponível em [http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd\\_2010\\_caracteristicas\\_populacao\\_domicilios.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf). Acesso em 10 de Abril de 2013. Publicado em 2011. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “Produção Agrícola Municipal 2012”. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp?o=18&i=P>. Acesso em 10 de Março de 2014.



ICONE. Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais. “European Commission Public Consultation on Indirect Land Use Change: Responses to the Consultation Document”. Outubro de 2010.

IEA. International Energy Agency. *Key Energy Statistics 2013*. OECD. Paris, 2013a.

IEA. International Energy Agency. *World Energy Outlook 2013*. OECD. Paris, 2013b.

IEA BIOENERGY. “Gasification of Wood: Repotec Technologies”. Workshop *Electricity from Biomass – from small to large scale*. Jeju, Coréia do Sul, 11 a 13 de novembro de 2013.

IER. Institute for Energy Research. “EPA Ignores Reality with 2014 Ethanol Mandate”. Disponível em <http://www.instituteforenergyresearch.org/2013/11/15/epa-ignores-reality-with-2014-ethanol-mandate/>. Acesso em 15-02-2014. Publicado em 15 de novembro de 2013.

IFA. International Fertilizer Industry Association. “Energy Efficiency and CO<sub>2</sub> Emissions in Ammonia Production: 2008-2009 Summary Report”. A/09/122, 2009.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. “Dados Municipais do Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia - TerraClass 2008”. Outubro de 2011.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. “Projeto PRODES: Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite”. Disponível em <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>. Acesso em 15-01-2014. Publicado em 2013(a).

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. “TerraClass: Levantamento de Informações de uso e Cobertura da Terra na Amazônia – 2010”. Disponível em [http://www.inpe.br/cra/projetos\\_pesquisas/sumario\\_terraclass\\_2010.pdf](http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/sumario_terraclass_2010.pdf). Acesso em 15-01-2014. Publicado em 2013(b).

INSTITUTO PEABIRU. “Necessidade de regras para empreendimentos ligados a produção de óleo de palma é tema de audiência pública”. Disponível em <http://peabiru.org.br/2014/04/11/necessidade-de-regras-para-empreendimentos-ligados-a-producao-de-oleo-de-palma-e-tema-de-audiencia-publica/>. Acesso em Abril de 2014.

IPCC. Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. “IPCC Special Report: Land Use, Land-Use Change and Forestry”. ISBN: 92-9169-114-3, 2000.

IPCC. Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. “IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 4”, 2006.

IPCC. Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. “Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation - Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”. ISBN: 978-1-107-02340-6, 2012.

IPCC. Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis - Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. ISBN 978-1-107-66182-0, 2013.

IPCC. Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. WGII AR5 Final Draft, 2014(a).

IPCC. Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. WGIII AR5 Final Draft, 2014(b).

IPEA Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. “Biocombustíveis no Brasil: Etanol e Biodiesel”. Comunicados do IPEA, nº 53, 2010.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. “Infraestrutura e Planejamento no Brasil: Coordenação Estatal da Regulação e dos Incentivos em Prol do Investimento – o Caso do Setor Elétrico”. Relatório de Pesquisa. Brasília, DF, 2012.

JACOB, A.A., SILVA, M.A. “Terra Legal Amazônia”. Departamento de Planejamento, Monitoramento e Avaliação da Regularização Fundiária na Amazônia Legal/MDA. In: 3ª Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Palma de Óleo. Brasília, DF, 12 de Maio de 2011.

JOSEPH, K. “Argentina Biofuels Annual 2013”. USDA Foreign Agricultural Service. *Global Agricultural Information Network Report Number: XXXXX*. Junho de 2013.

KALTNER, F.J., FURLAN Jr., J. “Processamento Industrial de cachos de Dendê para Produção de Óleos de Palma e Palmiste”. In: Viegas, I., Muller, A. (eds), *A Cultura do Dendezeiro na Amazônia Brasileira*, 1 ed., cap. 13. Belém, Pará, 2000.

KERN, D., KAMPF, N., WOODS, W., DENEVAN, W., COSTA, M.L., FRAZÃO, F.J.L. “Evolução do Conhecimento em Terra Preta de Índio”. In: Teixeira, W.G., Kern, D.C., Madari, B.E., Lima, H.N., Woods, W. (eds), *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas*. 1ª ed., cap. 6. Manaus, Amazonas, 2009(a).

KERR, R. “Do We Have the Energy for the Next Transition?” *Science*, Agosto de 2010.

KINDERGAN, A. “The World's Biggest Producers Of Palm Oil Are Running Out Of Land.” *The Financialist*. Disponível em <http://www.businessinsider.com/palm-oil-2013-5>. Acesso em 11-12-2013, 2013.

KRUG, C. et al. “Plano Estratégico da Embrapa Amazônia Ocidental para a Cultura do Dendezeiro”. *Embrapa Amazônia Ocidental Documentos 102*. ISSN 1517-3135. Manaus, AM. Maio de 2013.

KUPFER, E. “Amazônia: Do Cacau à Borracha, da Borracha à Alta Tecnologia”. In: Bolle, W., Castro, E., Vejmélka, M. (orgs), *Amazônia: Região Universal e Teatro do Mundo*, 1 ed., cap. 8. Editora Globo. São Paulo, 2010.

LAMBIN, E., MEYFROIDT, P. “Global land use change, economic globalization and looming land scarcity”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 108, nº. 9, 2011.

LAKHANI, N. “Honduras and the dirty war fuelled by the west's drive for clean energy”. *The Guardian*. Janeiro de 2014.

LAPOLA, D. et al. “Indirect land-use changes can overcome carbon savings from biofuels in Brazil”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 107, nº 8, fevereiro de 2010.

LAVORENTE, G. B. “Caracterização das vias de exportação de soja do estado do Mato Grosso”. ESALQ/LOG/USP. Disponível em

<http://log.esalq.usp.br/home/uploadfiles/arquivo3871.pdf>. Acesso em 12-11-2013.  
Piracicaba, SP, Outubro de 2011.

LEHMANN, J. In: Lehmann, J., Joseph, S. (eds), *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*, 1ª ed., Prefácio. ISBN: 978-1-84407-658-1. Editora Earthscan, Londres, UK, 2009.

LEHMANN, J., JOSEPH, S. “What is Biochar?” In: Lehmann, J., Joseph, S. (eds), *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*, 1ª ed., cap.1. Editora Earthscan, Londres, UK, 2009.

LIMA, S., CASTRO, A. “O Agronegócio do Biodiesel e suas Matérias Primas”. In: Castro, A., Lima, S., Silva, J. (eds), *Complexo Agroindustrial de Biodiesel no Brasil: Competitividade das Cadeias Produtivas de Matérias-Primas*, 1ª ed., cap. 2. Embrapa Agroenergia. ISBN 978-85-63276-01-8. Brasília, 2010(a).

LIMA, S., CASTRO, A. “A Agroindústria de Óleo Vegetal para a Produção de Biodiesel”. In: Castro, A., Lima, S., Silva, J. (eds), *Complexo Agroindustrial de Biodiesel no Brasil: Competitividade das Cadeias Produtivas de Matérias-Primas*, 1ª ed., cap. 6. Embrapa Agroenergia. ISBN 978-85-63276-01-8. Brasília, 2010(b).

LISKA, A., PERRIN, R. “Indirect land use emissions in the life cycle of biofuels: regulations vs Science”. *Biofuels, Bioproducts & Biorefinery*. DOI: 10.1002/bbb.153. Março 2009.

LOMBORG, B. “The Great Biofuels Scandal”. *The Telegraph*. Disponível em <http://www.telegraph.co.uk/earth/energy/biofuels/10520736/The-great-biofuels-scandal.html>. Acesso em 10-02-2014. Publicado em 16 de Dezembro de 2013.

LONG, S.P., AINSWORTH, E.A., LEAKY, A.D.B., NOSBERGER, J., ORT, D.R. “Food for Thought: Lower-Than-Expected Crop Yield Stimulation with Rising CO<sub>2</sub> Concentrations”. *Science*, Vol. 312, n.5782. Junho de 2006.

LOPES, P.R.C. “Uso Adequado do Solo. Manejo do Solo e Práticas Conservacionistas”. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido – EMBRAPA. Petrolina, PE, 1992

LORA, E., ROCHA, M., VENTURINI, O., COBAS, VLADIMIR, SATOME, C. “Biomassa in natura: combusto e acionadores primários”. In: E. Lora e O. Venturini (eds.) *Biocombustíveis*, 1ª edição, cap.2. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2012.

LOUREIRO, F.E., MELAMED, R., FIGUEIREDO NETO, E.J. (org.) “Fertilizantes: Agroindústria & Sustentabilidade”. ISBN: 978-85-61121-47-1. CETEM/MCT, 2009.

LUIZÃO, F.J., P.M. FEARNESIDE, C.E.P. CERRI, LEHMANN, J. “The maintenance of soil fertility in Amazonian managed systems” In: M. Keller, M. Bustamante, J. Gash & P. da Silva Dias (eds.) *Amazonia and Global Change. Geophysical Monograph Series, Volume 186*, American Geophysical Union (AGU), Washington, DC, EUA. ISBN 978-0-87590-476-4. 2009.

MACEDO, I., LEAL, M., SILVA, J. “Greenhouse Gas (GHG) Emissions in the Production and use of Ethanol in Brazil: Present Situation”, 2002.

MACEDO, I., LEAL, M., SILVA, J. “Balanço das emissões de gases do efeito estufa na produção e no uso do etanol no Brasil”. Abril de 2004.

MACEDO, J., ROCHA, A.C., LIMA, S., ROCHA, M., LIMA, W. “Sistema Produtivo de Dendê para a Produção de Biodiesel”. In: Castro, A., Lima, S., Silva, J. (eds), *Complexo Agroindustrial de Biodiesel no Brasil: Competitividade das Cadeias Produtivas de Matérias-Primas*, 1ª ed., cap.8. Embrapa Agroenergia. ISBN 978-85-63276-01-8. Brasília, 2010.

MADARI, B. et al. “Matéria Orgânica dos Solos Antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio): Suas Características e Papel na Sustentabilidade da Fertilidade do Solo”. In: Teixeira, W.G., Kern, D.C., Madari, B.E., Lima, H.N., Woods, W. (eds), *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas*. 1ª ed., cap. 13. Manaus, Amazonas, 2009a.

MAKOYE, K, “Complex land rights feed ‘grabbing’ complaints in Tanzania”. *Thomson Reuters Foundation*. Disponível em <http://www.trust.org/item/20140417110316-z13bv>. Acesso em 18/04/2014. Publicado em 17 de abril de 2014.

MALAVOLTA, E., MORAES, M.F. “O Nitrogênio na Agricultura”. In: Loureiro, F., Melamed, R., Figueredo Neto, J. (eds), *Fertilizantes: Agroindústria e Sustentabilidade*. CETEM, 1 ed., cap. 7, 2010.

MANN, H., SMALLER, C. “Foreign land purchases for agriculture: what impact on sustainable development?” *Sustainable Development Innovation Briefs*, United Nations, Department of Economic and Social Affairs (DESA), Issue 8, New York, EUA, 2010.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. “Programa de Produção Sustentável de Óleo de Palma no Brasil”. Folheto explicativo. Disponível em [http://www.sebrae.com.br/setor/agroenergia/livreto\\_palma.pdf](http://www.sebrae.com.br/setor/agroenergia/livreto_palma.pdf). Acesso em 14 de abril de 2013. Publicado em 6 de maio de 2010(a).

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. “Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)”. ISBN 978-85-7991-062-0. Brasília, 2012.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. “Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023”. Brasília, DF, 2013(a).

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. “Anuário Estatístico da Agroenergia 2012”. ISBN 978-85-7991-070-8. Brasília, DF, 2013(b).

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. “Zoneamento Agrícola de Risco Climático”. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola>. Acesso em 05-03-2014.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. “Agronegócio Brasileiro em Números”. Disponível em [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Sala%20de%20Imprensa/Publica%C3%A7%C3%B5es/graficos\\_portugues\\_corrigido2.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Sala%20de%20Imprensa/Publica%C3%A7%C3%B5es/graficos_portugues_corrigido2.pdf). Acesso em 20-01-2014.

MARENGO, J. et al. “Riscos das Mudanças Climáticas no Brasil: Análise Conjunta Brasil - Reino Unido sobre os Impactos das Mudanças Climáticas e do Desmatamento na Amazônia”. *INPE & Met Office Hadley Center*. Maio de 2011.

MATTHEWS, J. “Opinion: is growing biofuel crops a crime against humanity?” *Biofuels, Bioproducts, Biorefinery*. 2:97-99. Janeiro de 2008.

McFERRON, W. “EU Uncertainty Threatens Biofuel Output Target, Agra CEAS Says”. *Bloomberg*, 9 de dezembro de 2013.

MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. “Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil”. Brasília, 2013.

MDA. Ministério de Desenvolvimento Agrário.

MDIC. Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. “Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior via Internet”. Disponível em <http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/index.php?area=5>. Acesso em 15 de abril de 2012.

MIN, T. “Asia Palm Sector: A year of two halves”. *Credit Suisse: Asia Pacific/Malaysia Equity Research Agricultural Products & Agribusiness*. Disponível em <http://pt.scribd.com/doc/127279020/Asia-Palm-Oil-Sector-A-Year-of-Two-Halves-CS-20-Feb>. Acesso em 24/5/2013.

MIRANDA, E. E.; OSHIRO, O. T.; VICTORIA, D. C.; TORRESAN, F. E.; CARVALHO, C. A. “O alcance da legislação ambiental e territorial”. *Revista Agroanalysis*. Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, SP, p. 25 - 31, 2008.

MITCHELL, D. “A Note on Rising Food Prices”. Policy Research Working Paper 4682. The World Bank Development Prospects Group. Julho de 2008.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. “Plano Amazônia Sustentável: Diretrizes para o desenvolvimento sustentável da Amazônia Brasileira”. Brasília, Maio de 2008.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. “MacroZEE da Amazônia Legal: Estratégias de Transição para a Sustentabilidade”. Brasília, 2010.

MME/EPE. Ministério das Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. “Plano Nacional de Energia 2030: Geração Termelétrica - Biomassa. Brasília, 2007.

MME/EPE. Ministério das Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. “Plano Decenal de Expansão de Energia 2022”. Brasília, 2013.

MME. Ministério das Minas e Energia. “Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis”. Edição nº 72. Janeiro 2014 (a).

MME. Ministério das Minas e Energia. “Informativo Luz para Todos – número 42”. Janeiro 2014 (b).

MONTGOMERY, D.R. “Soil Erosion and Agricultural Sustainability”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104(33), 13268–13272. 2007.

MOORE, F. C., 2008. Earth Policy Institute. Compilação em 16 de Abril de 2008, baseado em "Clashes Over Food Prices Trouble Political Leaders," *Reuters*, 2 Abril 2008, Julian Borger, "Feed the World? We Are Fighting a Losing Battle, UN Admits," *The Guardian*, 26 Fevereiro 2008.

MORRIS, D. 2006. “The Carbohydrate Economy, Biofuels and the Net Energy Debate”. The Institute for Local Self-Reliance (ILSR)

MULLER, A., FURLAN Jr., J. “O Dendezeiro como planta de reflorestamento Produtivo”. Carta resumo do seminário “Agronegócio do dendê: uma alternativa social, econômica e ambiental para o desenvolvimento sustentável da Amazônia” (EMBRAPA e IICA, 2000.

MULLER, A.A et alli. “A Embrapa Amazônia Oriental e o agronegócio do dendê no Pará”. Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, 257. Belém, PA, 2006.

NAE. Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. “Cadernos Temáticos – Biocombustíveis”. Brasília, 2005.

NAHUM, J.S., MALCHER, A. “Dinâmicas territoriais do espaço agrário na Amazônia: a dendeicultura na microrregião de Tomé-Açu (PA)”. *Confins*, vol. 16, nº 16, 2012.

NASSAR, A. et al. “Impacts on Land Use and GHG Emissions from a Shock on Brazilian Sugarcane Ethanol Exports to the United States using the Brazilian Land Use Model (BLUM)”. ICONE. São Paulo, 9/ 2009



NBB. National Biodiesel Board. “Production Statistics”. Disponível em <http://www.biodiesel.org/production/production-statistics>. Acesso em 14 de janeiro de 2014.

NEPSTAD, D., STICKLER, C., ALMEIDA, O. “Globalization of the Amazon Soy and Beef Industries: Opportunities for Conservation”. *Conservation Biology*, Vol. x, n<sup>o</sup> x. DOI 10.1111/j.1523-1739.2006.00510.x. Março de 2006.

NEWCROP. “*Elaeis guineensis* Jacq”. Center for New Crops and Plant Products, *Purdue University*, West Lafayette. Disponível em [http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke\\_energy/Elaeis\\_guineensis.html](http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Elaeis_guineensis.html). Acesso em 12-12-2103, 1996.

NEWMAN, P. “The environmental impact of cities”. *Environment and Urbanization* 18(2), 275–295, 2006.

NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration. “NOAA: Gulf of Mexico ‘dead zone’ predictions feature uncertainty”. Disponível em [http://www.noaanews.noaa.gov/stories2012/20120621\\_deadzone.html](http://www.noaanews.noaa.gov/stories2012/20120621_deadzone.html). Acesso em 05-02-2014, 2012.

NOGUEIRA, L.A.H. “Biodiesel in Brazil: perspectives and GHG emissions” Center for Clean Air Policy. ECLAC, Santiago, Chile, Março de 2009.

NOGUEIRA, L.A.H. “Does Biodiesel make Sense?” *Energy* doi:10.1016/j.energy.2010.08.035, 2010.

NOGUEIRA, L.A.H., MOREIRA, J.R.; SCHUCHARDT, U., GOLDEMBERG, J. “The Rationality of Biofuels”. *Energy Policy* vol. 61, pg. 595-598, 2013.

OECD-FAO. “Agricultural Outlook, 2013-2022: Highlights”. Roma, 2013.

OILWORLD. “2012/13 Is Characterized by a Pronounced Slowdown of the Production and the Consumption Growth of Oils & Fats”. *Oil World Statistics Update*. 22 de março de 2013.

ONU. Organização das Nações Unidas. “World Population Prospects: The 2012 Revision, Highlights and Advance Tables. Working Paper ESA/P/WP.228. *United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division*, 2013.

ONU. Organização das Nações Unidas. “World Urbanization Prospects: The 2011 Revision”. *United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division*, 2012.

ORSKOV, E. R. “Letter to the editor”. *Ecological Economics* 29: 3, 1999.

ORLOVICIN, N. “Um Novo Paradigma para o Mercado de Óleo de Soja: A determinação dos preços do óleo de soja e as mudanças recentes no contexto mundial de oferta e demanda”. *FC Stone Intl. Commodity Insight*, 2014.

PAGE, S.E., MORRISON, R., MALINS, C., HOOIJER, A., RIELEY, J.O., JAUHAINEN, J. “Review of Peat Surface Greenhouse gas Emissions from Oil Palm Plantations in Southeast Asia”. International Council on Clean Transportation. *ICCT White Paper number 51*. Washington, DC, Setembro de 2011.

PALACIO, J., ANGARITA, E., LORA, E., VENTURINI, O. “Cogeração a partir de Resíduos na indústria de biocombustíveis: sucroalcooleira e de biodiesel”. In: E. Lora e O. Venturini (eds.) *Biocombustíveis*, 1ª edição, cap. 13. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2012.

PALERMO, G. “Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e Medidas Mitigatórias da Pecuária: Potencialidades da Intensificação e do Confinamento do Gado Bovino de Corte Brasileiro”. Dissertação de Mestrado, UFRJ/COPPE/PPE. Rio de Janeiro, 2011.

PARÁ. Governo do Estado do Pará. “Zoneamento Ecológico-Econômico das Zonas Leste e Calha Norte do Estado do Pará”. Secretaria de Estado de Projetos Estratégicos -Núcleo de Gerenciamento do Programa Pará Rural. ISBN 978-85-64183-00-1. Belém, PA, 2010.

PARÁ. Governo do Estado do Pará. “A indicação de redução da reserva legal, para fins de recomposição, pelo ZEE da Zona Leste e Calha Norte do Estado do Pará”. Brasília, DF, 22 de março de 2012.

PARÁ. Governo do Estado do Pará. “Programa de Dendê: Estado do Pará”. In: *1º Workshop do Programa de Produção Sustentável de Óleo de Palma no Brasil*. Belém, PA, Março de 2013.

PARK, S. “South Korea to Expand Overseas Farming on Rising Food Costs,” *Bloomberg*, 9 de julho 2011.

PASHLEY, A. “Biodiesel Output Seen by Oil World Rising to 24.7 Million Tons” *Bloomberg*, 3 de setembro 2013.

PATERNIANI, E. “Agricultura Sustentável nos Trópicos”. *Estudos Avançados* 15 (43), 2001.

PEARCE, F. “The Land Grabbers: The new fight over who earns the Earth”. ISBN: 978-0-8070-0341-1. Beacon Press. Boston, USA, 2012.

PELKMANS, L. et al. “Recommendations for improvement of sustainability certified markets”. Strategic Inter-Task Study: Monitoring Sustainability Certification of Bioenergy. *IEA Bioenergy*. Fevereiro de 2013.

PEREIRA, E.B., MARTINS, F.R, ABREU, S. L., RUTHER, R. “Atlas Brasileiro de Energia Solar, 1ª ed.” INPE. ISBN 85-17-00030-7. São José dos Campos, SP, 2006.

PIRES, A., SCHECHTMAN, R. “Análise de Preços de Combustíveis e de Políticas Internacionais para Promoção de Biocombustíveis”. Disponível em [http://www.sindalcool.com.br/download/CD/Estudos\\_Etanol/AN%C3%81LISE%20DE%20PRE%C3%87OS%20DE%20COMBUST%C3%8DVEIS%20E%20DE%20POL%C3%8DTICAS%20INTERNACIONAIS.pdf](http://www.sindalcool.com.br/download/CD/Estudos_Etanol/AN%C3%81LISE%20DE%20PRE%C3%87OS%20DE%20COMBUST%C3%8DVEIS%20E%20DE%20POL%C3%8DTICAS%20INTERNACIONAIS.pdf). Acesso em 13/02/2014. Publicado em 2009.

PITT, J. “[What the New York Times Misses About the Colorado River](http://newswatch.nationalgeographic.com/2014/01/08/the-new-york-times-and-the-colorado-wheres-the-river/)”. National Geographic Newswatch, 8 de janeiro de 2014. Disponível em <http://newswatch.nationalgeographic.com/2014/01/08/the-new-york-times-and-the-colorado-wheres-the-river/>. Acesso em 02-04-2014.

PORTAL BRASIL. “Municípios do Pará Aderem ao Programa Terra Legal Amazônia”. Disponível em <http://www.brasil.gov.br/governo/2011/07/municipios-do-para-aderem>

[ao-programa-terra-legal-amazonia](#). Acesso em 07-03-2014. Publicado em 04 de julho de 2011.

PORTER, M. E. “A vantagem competitiva das nações”. 8ª ed. Ed. Campus, Rio de Janeiro, 1993.

PLUMER, B. “Drought helped cause Syria’s war. Will climate change bring more like it?”. *Washington Post*. 10 de setembro de 2013.

QUEIROZ, A.G., FRANÇA, L., PONTE, M.X. “The life-cycle assessment of biodiesel from palm oil (“dendê”) in the Amazon”. *Biomass & Bioenergy* 36, pg. 50-50, 2012.

RAMALHO FILHO, A., BEEK, K.J. “Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras”. 3ª ed. rev. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. ISBN 85-85864-01-X, 1995.

RAMALHO FILHO, A., PEREIRA, L.C. “Aptidão Agrícola das Terras do Brasil: Potencial de terras e análise dos principais métodos de avaliação”. Embrapa Solos, Doc. nº 1. ISSN 1517-2627, 1999.

RAMALHO FILHO et al. “Zoneamento Agroecológico, Produção e Manejo para a Cultura da Palma de Óleo na Amazônia”, 1ª ed. Ramalho Filho et al. (eds). ISBN 978-85-85864-34-7. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, 2010(a).

RAMALHO FILHO et al. “Zoneamento Agroecológico do Dendezeiro para as áreas desmatadas da Amazônia Legal”. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, 2010(b).

RAMOS, E.J.A., VEIGA, A.S., FURLAN JR., J. “Potencial Produtivo de Híbridos Interespecíficos entre Dendezeiro e Caiuezeiro nas Condições do Nordeste Paraense”. *Embrapa Amazônia Oriental Documentos 247*. Belém, PA, Dezembro de 2006.

REDEAGRO. Rede de Conhecimento do Agro Brasileiro. “Uso da terra no Brasil”. Infográfico. Disponível em [http://redeagro.org.br/images/stories/uso\\_da\\_terra\\_no\\_brasil.pdf](http://redeagro.org.br/images/stories/uso_da_terra_no_brasil.pdf). Acesso em 13-01-2014, 2012.

REINHARDT, G. et al. *Rainforest for Biodiesel?* WWF Germany, Frankfurt am Main, Abril de 2007.

REIS NETO, S. “Acompanhamento da Safra Brasileira: Palma Safra 2010, Segundo Levantamento”. Companhia Nacional de Abastecimento. Agosto de 2011.

REN21. Renewable Energy Technologies. “Renewables 2013: Global Status Report”. ISBN 978-3-9815934-0-2. Paris, 2013a.

REN21. Renewable Energy Technologies. “Renewables Global Futures Report”. Paris, 2013b.

RENNER, J. “Area Equipped for Irrigation at Record Levels, but Expansion Slows”. Vital Signs. Worldwatch Institute, 2012.

RFUK. Rainforest Foundation UK. “Seeds of Destruction: Expansion of Industrial Oil Palm in the Congo Basin: Potential Impacts on Forests and People”. Disponível em <http://www.rainforestfoundationuk.org/files/Seeds%20of%20Destruction,%20February%202013.pdf>. Acesso em 08-02-2014. Fevereiro de 2013.

ROCHA, M., CASTRO, A. “Fatores limitantes à expansão dos sistemas produtivos de palma na Amazônia”. Embrapa, Texto para Discussão 43. Brasília, DF, 2012.

RODRIGUEZ, M. “Hidden cost of Colombian Biofuel”. *BBC News*. Disponível em <http://news.bbc.co.uk/go/pr/ft/-/2/hi/business/8084735.stm>. Acesso em 08-02-2014. Outubro de 2009.

ROSENTHAL, E. “As Biofuel Demand Grows, so do Guatemala’s Hunger Pangs”. *New York Times*. Disponível em: [http://www.nytimes.com/2013/01/06/science/earth/in-fields-and-markets-guatemalans-feels-squeeze-of-biofuel-demand.html?pagewanted=all&\\_r=0](http://www.nytimes.com/2013/01/06/science/earth/in-fields-and-markets-guatemalans-feels-squeeze-of-biofuel-demand.html?pagewanted=all&_r=0). Acesso em 08-02-2014. Janeiro de 2013.

RUDORFF, B. et al. “The Soy Moratorium in the Amazon Biome Monitored by Remote Sensing Images”. *Remote Sens.* 3, 185-202; DOI:10.3390/rs3010185. Janeiro de 2011.

RUEDA, R. P. “Evolução Histórica do Extrativismo”. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/resex/textos/h11.htm>. Acesso em 20-01-2014, sem data.

SAGRI-PA. Secretaria de Agricultura do Estado do Pará. “Programa de Dendê: Estado do Pará”. In: *1º Workshop do Programa de Produção Sustentável de Óleo de Palma no Brasil*. Belém, PA, Março de 2013.

SALTON, J.C., HERNANI, L.C., FONTES, C.Z. “Sistema Plantio Direto. O produtor pergunta, a Embrapa responde”. Embrapa Serviço de Produção de Informação. Dourados, MS. ISBN 85-7383-047-6, 1998.

SALUN, T.F.C. “Catálise Enzimática Produz Biodiesel mais Verde”. In: *Agroenergia em Revista*, Ano II, nº 2, maio de 2011.

SANCHEZ, P., “The Climate Change–Soil Fertility–Food Security Nexus”. Palestra no evento *Sustainable Food Security for All by 2020*, Bonn, Alemanha, Setembro de 2002.

SANTOS, A.M. “Análise do potencial do biodiesel de dendê para a geração elétrica em sistemas isolados da Amazônia”. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, RJ, 2008.

SANTOS, D., PEREIRA, D., VERÍSSIMO, A. “O Estado da Amazônia: Uso da Terra”. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON). ISBN 978-85-86212-50-5. Belém, PA, 2013.

SCHELLNHUBER. H.J. “Setting the Context”. Apresentação de *Turn Down the Heat: Why a 4oC Warmer World Must be Avoided*. A Report for the World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. Novembro de 2012.

SCHERR, S. “Soil Degradation: A Threat to Developing-Country Food Security by 2020?” *Food, Agriculture and the Environment Discussion Paper: 63*. International Food Policy Research Institute. Washington, D.C., 1999.

SEAGRI-BA. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Reforma Agrária, Pesca e Aquicultura do Estado da Bahia. “Grupo Chongqing assina protocolo de intenções com governo baiano para investir R\$ 4 bilhões na Bahia”. Disponível em <http://www3.seagri.ba.gov.br/noticias/2011/04/12/grupo-chongqing-assina-protocolo-de-inten%C3%A7%C3%B5es-com-governo-baiano-para-investir-r>. Acesso em 01-01-2014.

SEARCHINGER, T. et al. “Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land Use Change”. *Science Express*, 7 de Fevereiro de 2008.

SECTI-PA. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado do Pará. “Comitiva chinesa assina acordo no Pará”. Disponível em <http://www.secti.pa.gov.br/?q=node/1540>. Acesso em 12-03-2014. Publicado em Agosto de 2010.

SERRÃO, E. Apresentação In: Viegas, I., Muller, A. (eds), *A Cultura do Dendezeiro na Amazônia Brasileira*, 1 ed. Belém, Pará, 2000

SETO, K., SANCHEZ-RODRIGUEZ, R., FRAGKIAS, M. “The new geography of contemporary urbanization and the environment”. *Annual Review of Environment and Resources* 35, 167–194, 2010.

SHEIL, D. et al. “The impacts and opportunities of oil palm in Southeast Asia: What do we know and what do we need to know?” *CIFOR Occasional Paper nº 51*. Bogor, Indonesia. ISBN 978-979-1412-74-2, 2009.

SILVA, V.D. “Ecologia Aditivada”. *Atitude: A Revista de Responsabilidade Social da CVRD*. Nº 6, Janeiro de 2006.

SILVA, J.S. “Produtividade de Óleo de Palma na Cultura do Dendê na Amazônia Oriental: Influência do Clima e do Material Genético”. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, MG, 2006.

SILVA, L., HOMMA, A., PENA, A. “O cultivo do dendezeiro na Amazônia: promessa de um novo ciclo econômico na região”. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Número 158, 2011.

SIMMONS, B. et al. “Opposed to Selective Enforcement of Indirect Effects in CA LCFS”. Carta para o governador do estado da Califórnia. Março de 2009.

SINIMBU, S. Comunicação pessoal em 14 de agosto de 2010.

SLETTE, J., WIYONO, T.E. “Indonesia Biofuels Annual 2013”. USDA Foreign Agricultural Service. *Global Agricultural Information Network Report Number: ID1337*. Janeiro de 2013.

SMEETS, E.M.W., FAAIJ, A.P.C. “The Impact of Sustainability Criteria on the Costs and Potentials of Bioenergy Production – Applied for Case Studies in Brazil and Ukraine”. *Biomass and Bioenergy*, 34 (2010), 319-333.

SMIL, V. “Crop Residues: Agricultures’s Largest Harvest”. *Bioscience*, Vol. 49, nº 4, abril de 1999.

SMIL, V. “China’s Great Famine: 40 years later”. *BMJ*, 319:1619. Dezembro 1999.

SMIL, V. “Phosphorus in the Environment: Natural Flows and Human Interferences”. *Annual Review of Energy Environment*. 25:53-88, 2000.

SMIL, V. “Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production”. MIT Press. ISBN 0-262-19449-X, 2001

SMIL, V. “Worldwide transformation of diets, burdens of meat production and opportunities for novel food proteins”. *Enzyme and Microbial Technology* 30, 305–311, 2002a.

SMIL, V. “Eating Meat: Evolution, Patterns, and Consequences”. *Population and Development Review* 28(4):599–639, 2002b.

SMIL, V. “Power Density Primer: Understanding the Spatial Dimension of the Unfolding Transition to Renewable Electricity Generation”, maio de 2010. Disponível em <http://www.masterresource.org/2013/11/limits-energy-innovation-smil/>. Acesso em 12-10-2013.

SMIL, V. “Harvesting the Biosphere: What We Have Taken from Nature”. MIT Press. ISBN 978-0-262-01856-2. Cambridge, EUA, 2013.

SOARES, R. “O Pulmão Intoxicado pelo diesel”. Revista VEJA – Edição Especial Amazônia. Setembro de 2009.



STEARNS, J. “Argentina, Indonesia Spared EU Anti-Subsidy Duties on Biodiesel”. *Bloomberg*, 26 de novembro de 2013.

STRZEPEK, K., BOEHLERT, B. “Competition for water for the food system”. *Philophical Transactions Royal Society B*. 365, 2927-2940, 2010.

STUPAK, I. et al. “Survey on governance and certification of sustainable biomass and bioenergy”. Strategic Inter-Task Study: Monitoring Sustainability Certification of Bioenergy. *IEA Bioenergy*. Novembro de 2012.

SULAIMAN, F., ABDULLAH, N., GERHAUSER, H., SHARIFF, A. “An outlook of Malaysian energy, oil palm industry and its utilization of wastes as useful resources”. *Biomass and Bioenergy*, vol. 35, pg. 3775-3786, 2011.

TAGORE, M. “Eco Dendê”. *Congresso Agribio 2013*. São Paulo, SP, Agosto de 2013.

TASSEL, D., DeHAAN, L. “Wild Plants to the Rescue”. *American Scientist*, nº 2. Disponível em <http://www.americanscientist.org/issues/num2/2013/3/wild-plants-to-the-rescue/2>. Acesso em 24-02-2014. Publicado em 2013.

TÁVORA, F. “Biodiesel e Proposta de um Novo Marco Regulatório: Obstáculos e Desafios”. *Núcleo de Estudos e Pesquisas do Senado*. TD 116. Agosto 2012.

TAYLOR, P.G. et al. “Palm oil wastewater methane emissions and bioenergy potential”. *Nature Climate Change*, Vol. 4, Março de 2014.

TEIXEIRA, W. et al. “Prefácio”. In: Teixeira, W.G., Kern, D.C., Madari, B.E., Lima, H.N., Woods, W. (eds), *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas*. 1ª ed. ISBN 978-85-89111-06-5. Manaus, Amazonas, 2009.

TEIXEIRA, W., CUBAS, O., MARTINS, G., FREITAS, P., RODRIGUEZ, M., RAMALHO FILHO, A. “Características físicas do solo adequadas para a implantação e manutenção da cultura de palma de óleo na Amazônia”. In: Ramalho Filho et al., *Zoneamento Agroecológico, Produção e Manejo para a Cultura da Palma de Óleo na Amazônia*, parte II, cap. 8. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, 2010.

THE ECONOMIST. The campaign against palm oil: The other oil spill. Disponível em <http://www.economist.com/node/16423833>. Acesso em 5-2-2104, 24 de junho de 2010.

THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R. “The Water Balance”. *Publications in Climatology*, New Jersey, Drexel Inst. of Technology, 1955.

THORNTON, P.K. “Livestock Production: Recent Trends, Future Prospects”. *Phil. Trans. R. Soc. B* 365, 2853–2867. doi:10.1098/rstb.2010.0134, 2000.

TILMAN, D. et al. “Beneficial biofuels – the food, energy and environment trilemma”. *Science* 325, 270–271. Julho de 2009.

TIMILSINA, G., SHRESTHA, A. “Biofuels: Markets, Targets and Impacts”. Policy Research Working Paper 5364. The World Bank Development Prospects Group. Julho de 2010.

TRINDADE, S. “The Sustainability of Biofuels Depends on International Trade”. *Energy Sources, Part A*, 31:1680–1686, 2009.

UNEP. Programa das Nações Unidas Para o Meio Ambiente. “Global Environmental Outlook 5”. ISBN: 978-92-807-3177-4, 2012.

UNEP – Programa das Nações Unidas Para o Meio Ambiente. “Assessing Global Land Use: Balancing Consumption with Sustainable Supply. A Report of the Working Group on Land and Soils of the International Resource Panel”. ISBN: 978-92-807-3330-3, 2014

UNEP – Programa das Nações Unidas Para o Meio Ambiente. “Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013”. Disponível em <http://atlasbrasil.org.br/2013/pt>. Acesso em 20 de Fevereiro de 2014.

USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service – *Oilseeds: World Market and Trade*, Junho de 2008.

USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service – *Oilseeds: World Market and Trade*, Janeiro de 2014.

- USDA. United States Department of Agriculture. “World Agricultural Supply and Demand Estimates”. WASDE 525. ISSN: 1554-9089, 2014.
- VAN DAM, J. et al. “Overview of Recent Developments in Sustainable Biomass Certification”. *Biomass and Bioenergy*, n.32, pp.749-780, 2008.
- VAN DE STAAIJ, J. et al. “Low Indirect Impact Biofuel (LIIB) Methodology - Version 0”. *Ecofys, EPFL & WWF International*. Julho de 2012.
- VAN ZWIETEN, L., SINGH, B., JOSEPH, S. KIMBER, S., COWIE, A., CHAN, K.Y. “Biochar and Emissions of Non-CO<sub>2</sub> Greenhouse Gases from Soil”. In: Lehmann, J., Joseph, S. (eds), *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*, 1ª ed., cap.13. Editora Earthscan, Londres, UK, 2009.
- VEIGA, A., SMIT, L., FÚRIA, L. “Avaliação do Dendezeiro como Opção para o Sequestro de Carbono na Amazônia”. In: Viegas, I., Muller, A. (eds), *A Cultura do Dendezeiro na Amazônia Brasileira*, 1ª ed., cap. 7. Belém, Pará, 2000.
- VEIGA, A. Comunicação pessoal em visita à Marborges Agroindustrial, realizada em 29 de janeiro de 2008.
- VENTURIERI, A.; FERNANDEZ, W.; BOARI, A.; VASCONCELOS, M. “Relação entre ocorrência do Amarelecimento Fatal do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) e variáveis ambientais no Estado do Pará”. In: *XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Natal, RN, 25-30 Abril de 2009.
- VENTURIERI, A. “Evolução da Área Plantada com Palma de Óleo, com Ênfase no Estado do Pará”. In: *Agroenergia em Revista*, Ano II, nº 2, maio de 2011.
- VENTURIERI, A. “Programa de Mapeamento e Monitoramento da Expansão do Plantio de Palma de Óleo no Brasil”. Apresentação na 8ª Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Palma de Óleo. Brasília, DF, 8 de agosto de 2012.
- VENTURIERI, A., MOURÃO JR., M., NASCIMENTO JR., J., BOARI, A., GOMES, R.A. “Áreas Prioritárias para a Expansão da Dendeicultura no Estado do Pará: uma Análise do Zondendê”. *Portal EcoDebate*. Publicado em 23 de Outubro de 2013.

VENTURIERI, A. “Da dinâmica do uso da terra às mudanças do clima: passado, presente e futuro da expansão da palma do óleo na Amazônia Oriental”. Sem data.

VIDAL, J. “Kellogg’s to Buy Only Sustainable Sourced Palm Oil”. *The Guardian*. 19 de Fevereiro de 2014

VIEGAS, I., MULLER, A. *A Cultura do Dendezeiro na Amazônia Brasileira*, 1ª ed., Embrapa Amazônia Oriental. Belém, Pará, 2000.

VIEGAS, I., BOTELHO, S. “Nutrição e Adubação do Dendezeiro”. In: Viegas, I., Muller, A.A. (eds), *A Cultura do Dendezeiro na Amazônia Brasileira*, 1ª ed., cap. 11. Embrapa Amazônia Oriental. Belém, Pará, 2000.

VILLELA, A. A. “O dendê como alternativa energética sustentável em áreas degradadas da Amazônia”. Dissertação de Mestrado em Planejamento Estratégico, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

VINCE, G. “Hungry for land”. *Conservation Environmental Policy*, March 9, 2012. Disponível em <http://conservationmagazine.org/2012/03/hungry-for-land>. Acesso em 01-02-2014.

VOMMARO, F. Elaboração de tabelas e mapas baseado no cruzamento de dados e metadados de RAMALHO FILHO et al (2010), PARÁ (2010) e IBGE (2011). Rio de Janeiro, maio de 2013.

WALKER, R. “The Impact of Brazilian Biofuel Production on Amazônia”. *Annals of the Association of American Geographers*. DOI: 10.1080/00045608.2011.568885. Maio de 2011.

WALTER, A., NOGUEIRA, L. “Sistemas de Produção de Eletricidade a partir de Biomassa”. In: L. Cortez, E. Lora, E. Gómez (eds.), *Biomassa para Energia*, 1ª ed., cap.17. Editora Unicamp. Campinas, 2008.

WALTHAL, C.L. “Climate Change and Agriculture in the United States: Effects and Adaptation”. USDA Technical Bulletin 1935. Washington, DC, Fevereiro de 2013.

WENCKEL, R. “Opinion: Bali is Better than Nothing”. DW. Disponível em <http://www.dw.de/opinion-bali-is-better-than-nothing/a-17278191>. Acesso em 1-02-2014. Publicado em 07-12-2013.

WENSLAU, S. “Agricultural Population Growth Marginal as Nonagricultural Population Soars”. *Worldwatch Institute Vital Signs*. Fevereiro de 2013.

WICKE, B. et al. “A Greenhouse Gas Balance of Electricity Production from Co-firing Palm Oil Products from Malaysia”. Utrecht, Maio de 2007.

WINROCK INTERNATIONAL. “The Impact of Expanding Biofuel Production on GHG Emissions”. *White paper #1: Accessing and interpreting existing data*. 2009.

WOODS, W. “Apresentação”. In: Teixeira, W.G., Kern, D.C., Madari, B.E., Lima, H.N., Woods, W. (eds), *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas*. 1 ed. ISBN 978-85-89111-06-5. Manaus, Amazonas, 2009a.

WOODS, W. “Os Solos e as Ciências Humanas: Interpretação do Passado”. In: Teixeira, W.G., Kern, D.C., Madari, B.E., Lima, H.N., Woods, W. (eds), *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas*. 1 ed, cap.2. Manaus, Amazonas, 2009b.

WORLD BANK. “Turn Down the Heat: Why a 4°C Warmer World Must be Avoided”. A report for the World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. Washington, DC, Novembro de 2012.

WORLD BANK. “Turn Down the Heat: Climate Extremes, Regional Impacts, and the Case for Resilience”. A report for the World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. Washington,DC, Junho de 2013.

WYRWOLL, P. “India’s groundwater crisis”. *Global Water Forum. GWF Discussion Paper 1228*. Canberra, Australia, 2012.

YOKOYAMA, R. “Cultivar BRS Manicoré”. Apresentação realizada na 5ª Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Palma de Óleo. Brasília, DF, 6 de novembro de 2011.

YUI, S., YEH, S. “Land use change emissions from oil palm expansion in Pará, Brazil depend on proper policy enforcement on deforested lands”. *Environmental Research Letters*, doi:10.1088/1748-9326/8/4/044031, novembro de 2013.

ZILIO, L. “Expectativas para o mercado de biodiesel: visão setorial e externalidades do PNPB”. Conferência BiodieselBR 2013. São Paulo, outubro de 2013.

## **Apêndice 1 – Degradação Ambiental devido à Produção Agrícola**

### **Indícios de Esgotamento da “Revolução Verde”**

Não é possível avaliar a sustentabilidade de qualquer cultura agrícola sem avaliar as consequências ambientais trazidas pela intensificação ocorrida em quase todo o mundo a partir da década de 1950, quando a “Revolução Verde” decolou, visto que não há indícios de um arrefecimento na adoção das bases conceituais preconizadas pelo modelo.

A “Revolução Verde” é fruto de uma série de iniciativas de pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia, ocorrida entre os anos 1940 e final dos anos 1960, e que acarretou num aumento expressivo da produção agrícola mundial, especialmente no mundo em desenvolvimento (exceto África), crescendo mais acentuadamente na década de 1960. Estas iniciativas, lideradas por Norman Borlaug, "Pai da Revolução Verde", Prêmio Nobel da Paz em 1970, “por salvar mais de um bilhão de pessoas da fome”, envolveu o desenvolvimento de variedades de grãos de alto rendimento, expansão da infraestrutura de irrigação, modernização das técnicas de gestão, distribuição de sementes híbridas, fertilizantes sintéticos e pesticidas aos agricultores.

Foi visto na seção 2.1 que a produtividade das terras agrícolas aumentou significativamente ao longo das últimas cinco décadas. De 1961 a 2009, a produção global de culturas primárias quase triplicou, enquanto área plantada aumentou apenas 12%. A produtividade média mundial de grãos em 1950 foi de 1,1 toneladas por hectare; em 2011, triplicou para 3,3 toneladas por hectare, sendo que EUA e China chegaram a quadruplicar a produtividade média neste período (BROWN, op. cit.)

Quando este período de abundância de alimentos começou, o mundo tinha 2,5 bilhões de pessoas, hoje tem 7,2 bilhões. De 1950 a 2000, houve ocasionais picos nos preços de grãos, como resultado de eventos induzidos pelo tempo, p.ex., uma seca severa na Rússia ou uma intensa onda de calor no centro-oeste dos EUA. Mas seus efeitos sobre preços eram de curta duração, em um ano eles voltavam ao normal. A combinação de estoques abundantes e terras cultiváveis ociosas fez deste período um dos mais sólidos, do ponto de vista de segurança alimentar, na história mundial (BROWN, op. cit.).

No entanto, conforme visto na seção 2.1.1, o mundo está entrando em um novo patamar. FAO (2012b) registra uma subida nos preços internacionais dos alimentos após 2002,

uma reversão da tendência de longo prazo de queda dos mesmos: Diz que “talvez o mais significativo é o fato de os preços reais manterem-se acima de sua baixa anterior por mais de dez anos consecutivos. Este é o maior aumento cíclico sustentado dos preços reais vividos nos últimos 50 anos”. Isto se deve, em boa medida, à queda acelerada das reservas mundiais de grãos a partir de 1999, como pode ser visto na figura AP 1.1 Em parte, o déficit de oferta se deve ao declínio nas taxas de crescimento da produtividade agrícola, cujo teto é limitado por fatores biofísicos, entre outros.

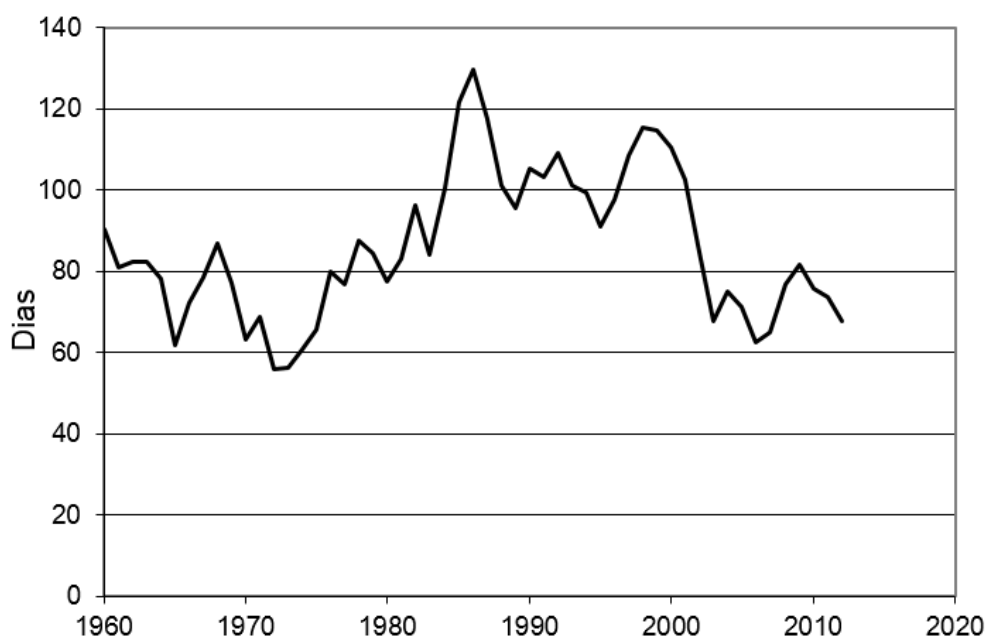


Figura AP 1.1 - Estoques Mundiais de Grãos, em Dias de Consumo, 1960-2012

Fonte: USDA apud EPI (2013)

Para agravar a situação, a intensificação no uso da terra aumentou de forma expressiva os impactos sobre os ecossistemas terrestres. Estendendo a agricultura convencional em terras não cultivadas requer mecanização para modificar a superfície, e os suplementos, em forma de fertilizantes, herbicidas, pesticidas e água de irrigação. O uso excessivo de máquinas e suplementos químicos, no entanto, rompe a estrutura do solo, aumenta a erosão, contamina quimicamente o solo, contamina águas subterrâneas e superficiais, muda os fluxos de gases do efeito estufa, destrói o habitat e confere resistência genética aos defensivos químicos (UNEP, 2012).

### **Intensificação da irrigação**



Segundo LAMBIN et MAYFROIDT (op. cit.), de toda a superfície do planeta, cerca de 4.000 Mha é apropriada para agricultura de sequeiro, ou seja, não há necessidade de suplementação de água. No entanto, a irrigação, ao eliminar restrições hídricas, foi um dos elementos chave que permitiram a realização do potencial genético dos principais cultivos: segundo ALBUQUERQUE e DURÃES (2008), o uso de irrigação aumenta em três a cinco vezes a produtividade de cultivos alimentares – notadamente, grãos, frutas e hortaliças, em comparação à agricultura de sequeiro. Isto permitiu que a produtividade média atual do trigo, milho e arroz chegasse a 64%, 50% e 64% de seus potenciais, respectivamente, apesar de forte variação regional (UNEP, 2012).

Segundo FAO apud BROWN (op. cit.), houve uma triplicação da área (agrícola) irrigada no mundo, desde 1950. A figura AP 1.2 mostra como a área irrigada total não tem cessado de aumentar: ela hoje representa mais de 20% da área total agricultada. No entanto, segundo FAO (2013b), a expansão da área equipada com irrigação caiu para 0,6% a.a., após um crescimento de 1,2% a.a. nos anos 1990, demonstrando a crescente dificuldade em se conseguir acesso à recursos hídricos.

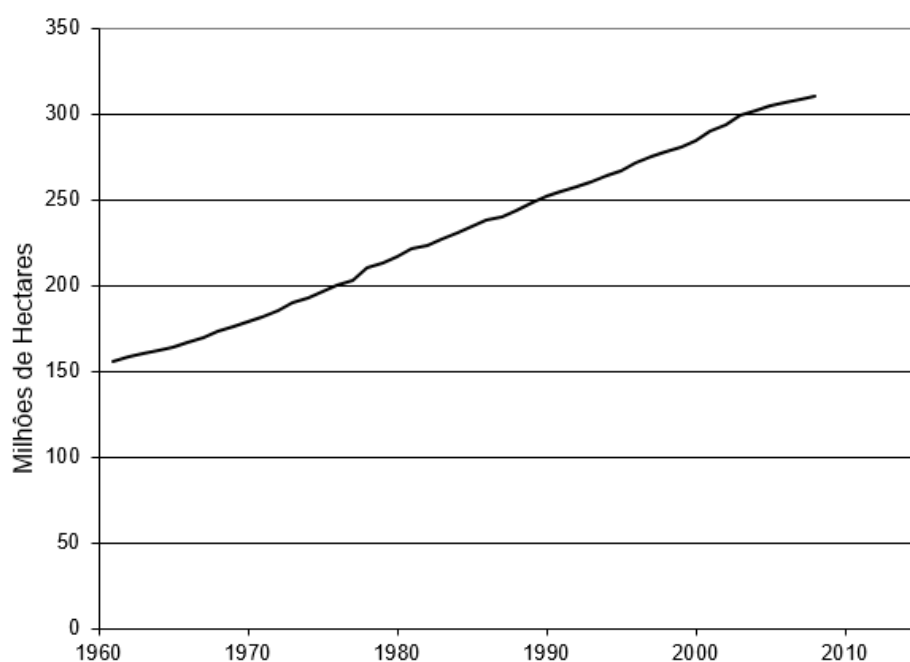


Figura AP 1.2 – Área Irrigada Mundial, 1960-2009

Fonte: FAO (2013a)

Segundo FAO AQUASTAT, globalmente, 2.670.000 km<sup>3</sup> de água são destinadas a cada ano para irrigar as lavouras, sendo que, em tese, apenas 1.500.000 m<sup>3</sup> seriam necessários<sup>127</sup>, uma eficiência global de 56% de uso da água (FRENKEN et GILLET, 2012). Segundo BLACK et KING (2009), a agricultura representa 70% de toda a retirada humana de água.

Entretanto, existem extremos: o Brasil dispõe de 15,7% de toda a água renovável do planeta, a frente de Rússia (8,6%) e EUA (5,8%) e mais do que todo o continente africano, de forma que a retirada de água para irrigação (31.700 km<sup>3</sup>) representa apenas 0,4% do total disponível no país. Por outro lado, a Península Arábica retira 29.458 km<sup>3</sup> para irrigação por ano, 472% a mais do que a disponibilidade de água renovável. (FRENKEN et GILLET, op. cit.). Não à toa, a Arábia Saudita anunciou, conforme seção 2.1.1, que abandonaria seus projetos de irrigação de trigo com o uso de recursos oriundos de aquíferos fósseis.

Este uso não sustentável de água causa uma crescente inquietação dado o fato de que os três maiores produtores agrícolas do mundo (China, Índia e EUA) são os países que mais utilizam irrigação, em termos de retirada de água (FRENKEN et GILLET, op. cit.) Além disso, estes e outros dezesseis países, totalizando mais de metade da população mundial, estão retirando água de aquíferos fósseis, não renováveis, ou, no mínimo, retirando águas subterrâneas não-fósseis a uma vazão superior à máxima permitida para manter equilíbrio (BROWN, op. cit.). A figura AP 1.3 ilustra o fenômeno, com destaque para a Índia, que compromete 36% de sua reserva renovável de água com irrigação (FRENKEN et GILLET, op. cit.).

---

<sup>127</sup> Dadas as demandas de evapotranspiração dos cultivos irrigados.

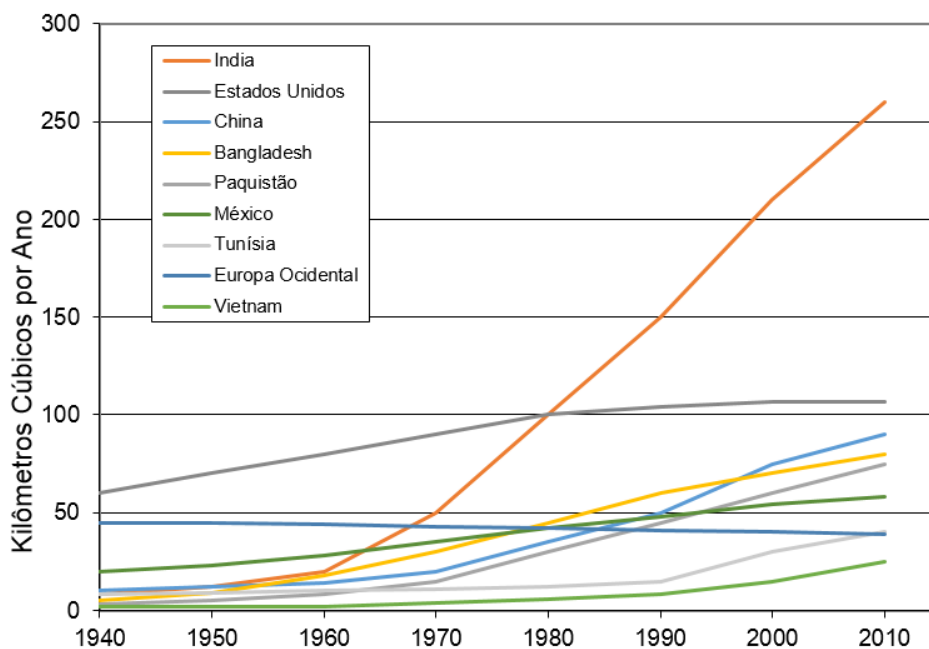


Figura AP 1.3 – Retiradas Estimadas de Águas Subterrâneas em Países Seletos, 1940-2010

Fonte: SHAH, T. (2005) apud EPI (2012)

Desertificação, agravado pela retirada excessiva de água superficial e subterrânea, está crescendo no Norte da China, ameaçando a expansão econômica e a estabilidade política de diversas formas. Recursos hídricos chineses são distribuídos de forma desigual e sua política gira em torno de transferências maciças de água de uma região para outra, causando um número crescente de conflitos regionais sobre as decisões de gestão da água, vários citados nominalmente por GLEICK (2009).

A figura AP 1.3 mostra como existe uma apropriação insustentável de água subterrânea em diversos países, marcadamente, a Índia. Nas áreas rurais do país, a concessão de subsídios de energia elétrica, que permitem agricultores bombearem água subterrânea a baixo custo é uma prática arraigada. Ela está se intensificando, devido à demanda energética adicional por bombear a crescentes profundidades e cria, no processo, um estímulo ao desperdício e mal uso de um recurso escasso (WYRWOLL, op. cit.). Segundo o autor, a demanda agrícola de água deve duplicar para 1.200 m<sup>3</sup> até 2030, caso as práticas ineficientes continuem.

À medida que se intensifica a escassez de água, alguns dos principais rios do mundo cessam seus fluxos antes de desaguar, ou seja, suas vazões são totalmente utilizadas, pelo menos durante parte do ano. A água é cada vez mais transferida para fora da agricultura para atender outras demandas, como a geração de energia ou a crescente população urbana. Um caso emblemático é o Rio Colorado, maior rio do Sudoeste dos EUA. Pela primeira vez, desde um acordo assinado em 1922, a oferta de água para os estados norte-americanos a jusante (Califórnia, Arizona e Novo México) será reduzido, com projeção de racionamento a partir de 2016. (PITT, 2014). No último meio século, graças às barragens que estrangularam o Colorado e desviaram sua água para abastecer a ascensão do oeste americano, o rio efetivamente termina na fronteira mexicana, no açude de Morelos, para onde praticamente toda a água é desviada para fazendas e cidades mexicanas, de forma que o rio não chega mais em sua foz. (FOUNTAIN, 2013).

STRZPEK et BOEHLERT (2010) observam vários fatores que tem reduzido a disponibilidade de água para a agricultura: i) aumento médio de renda, que tem causado mudanças na dieta em direção a produtos mais intensivos em água (carne, produtos industrializados); crescimento no consumo de energia e atividades industriais em muitos países, provocando aumento no consumo de água industrial. Entretanto, os autores entendem que o fator mais ameaçador e mais negligenciado é a demanda de água para atender aos requerimentos de fluxos ambientais (EFR, inglês), cada vez mais reconhecido como um elemento crucial para o funcionamento de um ecossistema ribeirinho. Em consequência, o EFR é um fator que adquire crescente importância como parte da gestão ambiental, mesmo que isto possa demandar até 50% da vazão média anual de uma bacia.

Opções limitadas, mas promissoras para a conservação da água na agricultura são as tecnologias que reduzem a evaporação, como a irrigação por gotejamento de culturas de alto valor. A técnica é uma forma de micro irrigação que molha as plantas de forma lenta e em pequenas quantidades na superfície do solo ou diretamente nas raízes, com o potencial de reduzir o uso de água em até 70%. A irrigação por gotejamento foi usada pela primeira vez em grande escala na década de 1970 para a produção de frutas e legumes. Nas duas últimas décadas, a área irrigada por gotejamento e outros métodos de micro irrigação aumentou de 1,6 Mha a 10,3 Mha (RENNER, 2012).

Outra alternativa é o sistema de plantio direto (SPD), que consiste no não revolvimento e na cobertura permanente do solo, além da rotação de culturas. A cobertura de palha morta

reduz a evaporação da água do solo, pela diminuição da temperatura, elevando a capacidade hídrica. (SALTON et al., 1998)

Essas tecnologias podem adicionar resiliência a operações agrícolas, mas, para que elas tenham eficácia na economia de água, agricultores terão que ter incentivos financeiros para reduzir o uso de água e contar com alterações em leis e regulamentos, que os permitam a lucrar com a poupança conseguida.

### **Uso Excessivo de Fertilizantes Sintéticos**

Dos 16 elementos que as plantas necessitam para serem devidamente nutridas, três deles (os macro nutrientes – nitrogênio, fósforo e potássio) dominam totalmente a indústria de fertilizantes. Segundo FAO (2013a), o uso de fertilizantes no mundo subiu de 14 milhões de toneladas em 1950 para 177 milhões de toneladas em 2010 (65% de N, 22% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 13% de K<sub>2</sub>O).

Fertilizantes sintéticos foram fundamentais para o aumento vigoroso da produtividade agrícola observado a partir da segunda metade do século XX. Segundo SMIL (2001), a síntese da amônia (reação na qual o nitrogênio atmosférico reage com hidrogênio para ser convertido em uma forma assimilável pelas plantas), primeiramente realizada por Fritz Haber e Carl Bosch, no início do século XX, foi, talvez, a maior invenção do referido século. Segundo o autor:

“A síntese industrial da amônia a partir do nitrogênio e hidrogênio foi de uma importância mais fundamental para o mundo moderno do que as invenções do avião, energia nuclear, viagem ao espaço ou televisão. A expansão da população do mundo de 1,6 bilhões em 1900 para os 6 bilhões de hoje (2000) não teria sido possível sem a síntese da amônia”.

No entanto, a atividade humana tem acelerado significativamente os ciclos do nitrogênio (N) e fósforo (P) em escalas global e regional ao longo do último meio século, causando danos significativos e riscos para a qualidade ambiental.

A poluição por excessos de nutrientes tem amplas consequências. Ambos N e P causam eutrofização<sup>128</sup> das águas. Na zona temperada, a eutrofização de lagos é mais ligada ao P,

---

<sup>128</sup> É o processo de degradação da qualidade da água devido ao enriquecimento por nutrientes, primariamente, N e P, que resultam num crescimento excessivo e posterior decomposição de plantas, principalmente, algas.

enquanto que N é geralmente mais responsável pela eutrofização dos ecossistemas marinhos costeiros (UNEP, 2014). Entretanto, segundo SMIL (2000), um átomo de P apoia tanto a produção de fitomassa como 16 átomos de N ou 106 de C.

As descargas excessivas destes nutrientes são os principais fatores de hipóxia<sup>129</sup> aquática detectado em várias partes do mundo, criando as “zonas mortas”, áreas marinhas e lacustres nas quais a oferta de O<sub>2</sub> não é suficiente para apoiar a maior parte da vida marinha no fundo. Conforme NOAA (2012), “habitats que normalmente seriam cheias de vida tornam-se, essencialmente, desertos biológicos”. Segundo a instituição, a foz do rio Mississippi, principal rio norte-americano e que passa pelo coração do agronegócio do país, forma a maior zona morta do país (no Golfo do México), alcançando, em 2011, 17.500 km<sup>2</sup>. No entanto, a maior zona morta conhecida é a do Mar Báltico, com uma média de 49.000 km<sup>2</sup> ao longo dos últimos 40 anos. Segundo SMIL (2000), em 1990, o Mar Báltico recebeu cerca de 80.000 t P, oito vezes a taxa em 1900, e as concentrações de nutrientes em suas águas eram, em média, quatro vezes maior do que em 1950.

Segundo UNEP (2012), pelo menos 169 áreas costeiras são consideradas hipóxias, com zonas mortas especialmente prevalente nos mares do Sudeste da Ásia, Europa e no Nordeste América; apenas 13 áreas costeiras parecem estar em recuperação.

Além de eutrofização, o nitrogênio tem impactos numerosos e diversos sobre o meio ambiente, levando ao aumento de ozônio, material particulado, acidificação das águas superficiais (perda de biodiversidade) e emissões de gases de efeito estufa (via produção de N<sub>2</sub>O). Nitrato na água potável representa um risco de câncer significativo (TOWNSEND et al., 2003 apud UNEP, 2014).

O processo de síntese de amônia é extremamente energético-intensivo: segundo IFA (2009), a produção de fertilizantes consome aproximadamente 1,2% da energia primária total do mundo, sendo que a produção de amônia (a partir do qual quase todos os fertilizantes nitrogenados são derivados) é responsável por 87% da energia total da indústria de fertilizantes. Entretanto, dado o virtualmente inesgotável reservatório de N<sub>2</sub> na atmosfera, não existe preocupação quanto à disponibilidade de fertilizantes nitrogenados no futuro.

---

<sup>129</sup> Depleção de oxigênio: fenômeno que ocorre em ambientes aquáticos em que a concentração de oxigênio dissolvido se reduz a ponto de se tornar prejudicial para os organismos aquáticos que vivem no sistema.

Uma possível ameaça pouco noticiada é a disponibilidade decrescente de P. Ele é um nutriente limitante para a humanidade: ele é fundamental para o armazenamento da informação genética no DNA e RNA, desempenha um papel crucial nas membranas celulares e, em praticamente todas as transações de energia através de ATP (trifosfato de adenosina) (CUMMINS, 2014). Segundo o autor, a sua escassez vem ganhando crescente atenção na agenda política nos últimos anos devido à alta do preço de rocha fosfática (principal fonte de P) em 800% durante a crise alimentar de 2008. As estimativas atuais de depleção de fosfato variam amplamente, mas avalia-se que a China e Estados Unidos, maiores usuários, terão esgotado suas próprias reservas em 50 a 60 anos.

A baixa disponibilidade de P em solos e sua consequente deficiência é uma forte barreira para a produção agrícola global. Com a percepção do mercado de um declínio nas reservas de fosfato, o mundo precisa começar a reciclar P e utilizá-lo de forma mais eficiente na agricultura. Segundo CUMMINS (op. cit.), as principais estratégias de reciclagem são:

- Recuperação de P de efluentes urbanos - Descargas de fosfato urbanas estão sendo reciclados. Na União Europeia cerca de 25% de fósforo nas águas residuais municipal está recuperado e reutilizados, predominantemente como lodo;
- Recuperação de P de ossos - Produtos de osso animal (derivados da moagem ou tratamento térmico de osso cru) contêm uma maior concentração de fósforo disponível para as plantas do que fertilizantes de rocha fosfática comercial.
- Recuperação de P através adubação verde - A adubação verde consiste em cultivar leguminosas, espécies capazes de se associar a bactérias presentes no solo e transformar o nitrogênio do ar em compostos nitrogenados. Algumas plantas de raízes profundas, como a *Crotalaria*, são capazes de extrair fosfato de camadas profundas do solo que não estão disponíveis para as raízes das culturas alimentares, trazendo-os para a superfície.

Embora a aplicação de fertilizantes tenha se tornado mais eficiente nas últimas décadas, os efeitos colaterais do aporte de nutrientes na agricultura intensiva são ainda significativos. Mesmo com a minimização das perdas de fertilizantes no campo, um aumento contínuo da produção de biomassa dentro de uma bacia hidrográfica traz, mais cedo ou mais tarde, conflitos com os requisitos de qualidade dos corpos d'água. Ou seja, existem limites ambientais para o crescimento da produtividade agrícola, o que demandará um aumento da área de cultivo para expandir a produção ou se optar por um

sistema fechado de crescimento vertical, com total controle dos fluxos de nutrientes (UNEP, 2014).

É importante ressaltar a fragilidade do Brasil no que toca o mercado de fertilizantes sintéticos: segundo FAO (2013a), em 2011, o país importou US\$ 2,4 bilhões de fertilizantes nitrogenados, atrás apenas dos EUA. Em relação aos fertilizantes fosfatados, o Brasil importou US\$ 700 milhões, seis vezes mais do que os EUA, 2º colocado. Por fim, o Brasil também é o 2º maior importador de fertilizantes potássicos, com US\$ 3,5 bilhões em 2011.

No que tocam as exportações, o Brasil fica em 50º lugar para fertilizantes nitrogenados, atrás de Cazaquistão, Tanzânia e Portugal. Cabe lembrar que estes são derivados da amônia, que só requer, como insumos, hidrogênio (do gás natural, na maioria dos casos) e nitrogênio atmosférico. Com relação aos fertilizantes fosfatados, o Brasil fica em 9º lugar, mas apenas em 22º lugar, atrás de Singapura e Vietnam, para fertilizantes potássicos (FAO, 2013a). Conforme LOUREIRO et al. (2010), o agro negócio tem “altíssima dependência externa da importação de nutrientes para a agricultura, da ordem dos 70% do seu consumo, sendo, no caso do potássio, superior a 90%”. O autor afirma que a situação é agravada pelo fato dos solos brasileiros terem fertilidade natural limitada, demandando altas taxas de fertilização. Termina, dizendo que há “um déficit anual de aproximadamente 900 mil t de nitrogênio (N), 400 mil t de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e outro tanto de potássio (K<sub>2</sub>O), o que aponta para um déficit anual médio de nutrientes da ordem de 25 a 30 kg por hectare”.

Esta vulnerabilidade nacional quanto à dependência do mercado externo para atender a demanda do setor agrícola nacional deve ser objeto de estudos futuros.

### **Degradação dos Solos**

A degradação do solo pode ser considerada, em termos de perda de produtividade ou utilidade real ou potencial, como resultado de fatores naturais ou antrópicos, o declínio na qualidade da terra ou redução de sua produtividade. No contexto da produtividade, a degradação de terras é resultado de um descasamento entre a qualidade e uso da terra (BEINROTH et al., 1994 apud ESWARAN et al., 2001). Mecanismos que iniciam a



degradação do solo incluem aqueles de natureza física, química e biológica (LAL, 1994 apud ESWARAN et al, 2001).

Importante entre os processos físicos é o declínio na estrutura do solo, levando a descamação, a compactação, a erosão, a desertificação, a poluição ambiental e o uso sustentável dos recursos naturais. Processos químicos significativos incluem a acidificação, lixiviação, salinização, diminuição da capacidade de retenção de cátions, e o esgotamento da fertilidade. Entre os processos biológicos há a redução na biomassa e a diminuição da biodiversidade terrestre (ESWARAN et al., op. cit.)

As causas da degradação do solo incluem uma combinação de erosão hídrica, erosão eólica, o declínio da fertilidade do solo devido à mineração de nutrientes, alagamentos, salinização (muitas vezes causados por sistemas de irrigação), rebaixamento do lençol freático e excesso de uso de insumos químicos, causando poluição do solo. Com a ampla adoção de práticas intensivas em mecanização, de alta de insumos agrícolas, a taxa de erosão do solo aumentou em todo o planeta.

Erosão em sistemas agrícolas convencionais é cerca de três vezes maior do que nos sistemas que praticam a agricultura de conservação, e mais de 75 vezes maior do que em sistemas com vegetação natural (MONTGOMERY, 2007). UNEP (2012) destaca avaliações que indicam que em determinadas áreas a agricultura convencional e intensiva estão provocando taxas de erosão do solo cerca de 100 vezes maior do que as taxas em que a natureza pode regenerar o solo.

Além dos recursos de flora e fauna, o solo tem um papel chave no potencial e da capacidade de produção da terra, com amplas consequências, muitas vezes, não previstas. MONTGOMERY (op. cit.) define solo como sendo “a pele da Terra, a fronteira entre a geologia e a biologia”. Segundo MULLER e FURLAN Jr. (2002), os principais efeitos da erosão são:

- Perdas naturais de solo: a quantidade de nutrientes do solo, carregadas pela erosão, é muitas vezes maior que a retirada pelas plantas para o seu sustento. A erosão atinge a própria estrutura física do solo, o que constitui perda irreparável;
- Efeito econômico: a perda de 15 centímetros superficiais do solo pode corresponder a um decréscimo de 40% da produção. Calcula-se que a quantidade

de elementos minerais perdidos pela erosão é 60 vezes maior que a devolvida pela correção do solo; e,

- Efeito social: o “êxodo rural” tem uma forte relação com o decréscimo na produção, como consequência das perdas de solo, nutrientes e matéria orgânica.

Com base em uma revisão de 26 estudos globais e regionais e 54 estudos nacionais / locais nos países em desenvolvimento, o Instituto Internacional de Pesquisa sobre Políticas Alimentares (IFPRI), confirmou a estimativa geralmente utilizada de que  $\frac{1}{4}$  dos solos globais estão sendo degradadas (SCHERR, 1999). Mais significativamente, 38% das terras agrícolas (sem contar as pastagens permanentes e florestas) foi encontrada em degradação. Do total de cerca de 1.900 Mha de terras degradadas, estima-se que cerca de 1.200 Mha estejam "seriamente degradados".

Em princípio, isso significa que os 700 Mha "ligeiramente degradados" podem ser restaurados a um custo relativamente baixo, principalmente por meio de mudanças nas práticas agrícolas e técnicas de manejo da terra (SCHERR, op. cit.). Por outro lado, as terras “seriamente degradadas” podem levar vários anos para serem restauradas, a um alto preço. Entre 5 e 12 Mha de terras aráveis são anualmente perdidas devido à degradação (SCHERR, op. cit.). Outras estimativas são mais brandas: UNEP (2014) estima algo entre 2 e 5 Mha perdido ao ano, sendo que o limite inferior equivale ao dobro do esperado só por conta das consequências do cultivo itinerante<sup>130</sup> na América Latina. De qualquer jeito, como alerta SCHERR (op. cit.), o mundo terá um grande desafio pela frente, já que os países que mais sofrem problemas de degradação são a China e Índia (que contam com 37% da população mundial) e os países da África Subsaariana, uma das regiões com mais espaço disponível para futura expansão da produção agrícola.

A perda anual de 75 bilhões de toneladas de solo custa ao mundo cerca de US\$ 400 bilhões por ano (ESWARAN et al., op. cit.). Mesmo assim, alguns economistas argumentam que o impacto no local da erosão do solo e outros processos de degradação não são graves o suficiente para justificar a implementação de qualquer plano de ação em nível internacional ou nacional. Gestores do espaço rural (agricultores), argumentam eles,

---

<sup>130</sup> A agricultura itinerante é um sistema agrícola em que lotes de terra são cultivados temporariamente, em seguida, abandonado, permitindo a reversão para a sua vegetação natural, enquanto o produtor se move para outra talhão. O período de cultivo geralmente termina quando o solo apresenta sinais de exaustão, geralmente mais curto do que o período durante o qual se permite que a terra se regenere por pousio.

devem tomar os cuidados de restauração necessários para aumentar a produtividade. Agrônomos e cientistas do solo, por outro lado, argumentam que a terra é um recurso não-renovável em uma escala de tempo humana e alguns efeitos adversos dos processos de degradação na qualidade da terra são irreversíveis, por exemplo, a redução na profundidade efetiva das raízes. O efeito de mascaramento da melhoria da tecnologia proporciona uma falsa sensação de segurança (ESWARAN et al., op. cit.).

Esta opinião não é compartilhada por muitos agrônomos, que insistem ser possível adotar técnicas que recuperam o solo e sua fertilidade, como o uso de cultivo mínimo (ou plantio direto), gotejamento (minimiza o escoamento superficial de solo e nutrientes), sistemas agroflorestais etc. De qualquer forma, os solos tropicais tem que ser vistos de forma distinta dos solos temperados: segundo ESWARAN et al. (op. cit.), apenas cerca de 3% da superfície terrestre pode ser considerada como de primeira linha para cultivos agrícolas (ou Classe I) e elas não se encontram nos trópicos<sup>131</sup>. Por outro lado, os solos tropicais têm especificidades que os tornam mais adequados para certos cultivos, como a palma.

---

<sup>131</sup> Segundo os autores, outros 8% da terra se enquadram nas classes II e III. São estes 11% da terra que devem alimentar a população mundial.



## **Apêndice II – Extrativismo vs. Plantio e o Manejo de Solos Tropicais**

### **Extrativismo: Utopia do Desenvolvimento Sustentável na Amazônia?**

Historicamente, desde o ciclo do cacau (uma das “drogas do sertão”<sup>132</sup>), a economia amazônica se desenvolveu pelo aproveitamento dos recursos disponíveis na natureza. Após o declínio da borracha, outros ciclos extrativistas se sucederam ao longo do século XX, tais como pau rosa, óleo de tartaruga, pirarucu, madeira, palmito e açaí, além da mineração, petróleo, energia hidráulica, entre outros produtos.

De acordo com RUEDA (s.d.), extrativismo, em geral, designa “toda atividade de coleta de produtos naturais, seja de origem mineral (exploração de minerais), animal (peles, carne, óleos), ou vegetal (madeiras, folhas, frutos...)”. Ele expande tal conceito, afirmando existir aqueles que entendem que extração significa “apropriação de recursos cuja ocorrência natural não tenha sido intencionalmente aumentada para fins de exploração. Esta definição incluiria o uso de recursos renováveis e não renováveis, sem levar em conta os níveis de utilização, quer sejam sustentáveis ou não”.

O autor expõe como, a partir de 1960, seringueiros foram expulsos de terras apropriadas no Acre para fins de reforma agrária ou criação de pastos. Ao se deslocarem para seringais abandonados ou glebas governamentais, eles deixaram de ter patrão, dando origem ao “seringueiro autônomo”. Em 1982, criou-se um impasse entre o INCRA, e a Superintendência da Borracha - SUDHEVEA, causado por projetos de colonização, os “Assentamentos Dirigidos”.

Em 1985, no 1º Encontro Nacional dos Seringueiros, estes solicitaram o fim da colonização dos seringais e que estes lhes fossem dados em concessão, para assim manter o extrativismo como forma de vida. Este pedido também oferecia uma solução para a questão fundiária e da proteção da floresta contra os desmatamentos, que visavam a implantação de gado. Este encontro de seringueiros é considerado o marco histórico para

---

<sup>132</sup> A partir do século XVI, a exploração da região amazônica surgiu como alternativa para o papel econômico anteriormente desempenhado pelas especiarias indianas, ao se mostrar rico em frutas, sementes, raízes e outras plantas que tinham finalidades medicinais e culinárias. Cacau, cravo, guaraná, urucum, castanha do Pará e baunilha foram alguns dos produtos que ficaram conhecidos como as “drogas do sertão”.

a oficialização do pedido da criação de "Reservas Extrativistas" (RUEDA, op. cit.). IBAMA (s.d.), assim define as reservas extrativistas:

“...são espaços territoriais destinados à exploração autossustentável e conservação dos recursos naturais renováveis, por populações tradicionais. Em tais áreas é possível materializar o desenvolvimento sustentável, equilibrando interesses ecológicos de conservação ambiental, com interesses sociais de melhoria de vida das populações que ali habitam. Existem duas modalidades de Reservas Extrativistas: da Amazônia e Marinhas”

A tabela AP 2.1 mostra as características das reservas extrativistas da Amazônia, onde fica evidenciada a baixíssima capacidade de suporte desta forma de ocupação da terra: são requeridos 148 ha para cada habitante.

Tabela AP 2.1 - Reservas Extrativistas da Amazônia

NOME	Estado	Área (ha)	População	Principais Recursos
RESEX do Alto Juruá	AC	506.186	4.170	Borracha
RESEX Chico Mendes	AC	970.570	6.028	Castanha / Copaíba / Borracha
RESEX do Alto Tarauacá	AC	151.199	-	-
RESEX do Rio Cajari	AP	481.650	3.283	Castanha / Copaíba / Borracha / Açaí
RESEX do Rio Ouro Preto	RO	204.583	431	Castanha / Copaíba / Borracha
RESEX do Lago do Cuniã	RO	52.065	400	Pescado
RESEX do Extremo Norte do Tocantins	TO	9.280	800	Babaçu / Pescado
RESEX da Mata Grande	MA	10.450	500	Babaçu / Pescado
RESEX do Quilombo do Frexal	MA	9.542	900	Babaçu / Pescado
RESEX do Ciriáco	MA	7.050	1.150	Babaçu
RESEX Tapajós-Arapiuns	PA	647.610	4.000	Borracha / Pesca / Óleos e Resinas
RESEX do Médio Juruá	AM	253.226	700	Borracha / Pesca
<b>TOTAL</b>		<b>3.303.411</b>	<b>22.362</b>	

Fonte: IBAMA (s. d.)

HOMMA (2012a) afirma que o assassinato do líder sindical Chico Mendes, em 1988, levou o público a considerar o extrativismo vegetal como alternativa para conter os desmatamentos e as queimadas na Amazônia e em outras partes do mundo tropical. Ele provoca, questionando o extrativismo vegetal como forma ideal de desenvolvimento para a Amazônia, a própria viabilidade econômica na extração de produtos florestais não-madeireiros, além de afirmar ser falsa a concepção de considerar todo produto não

madeireiro como sustentável. Segundo o autor, nem sempre a sustentabilidade biológica garante a sustentabilidade econômica e vice-versa, e o crescimento do mercado tende a provocar o colapso da economia extrativa pela incapacidade de atender a demanda.

Ele expõe que o extrativismo de recursos de alto valor econômico constitui em um ciclo econômico marcado por três fases distintas, conforme ilustrado na figura AP 2.1. No início, por conta do aumento da demanda, verifica-se um crescimento na extração e consequente transformação dos recursos naturais em recursos econômicos. Na segunda fase, atinge-se o limite da capacidade de oferta, em face dos estoques disponíveis e do aumento no custo da extração, uma vez que as melhores áreas tornam-se cada vez mais escassas. No terceiro estágio, inicia-se o declínio na extração, com o esgotamento das reservas. Com o aumento na demanda, induz-se o plantio, desde que haja tecnologia de domesticação disponível e viabilidade econômica. A expansão da fronteira agrícola, a criação de alternativas econômicas, o aumento da densidade demográfica, o processo de degradação, o aparecimento de produtos substitutos também induz ao declínio.

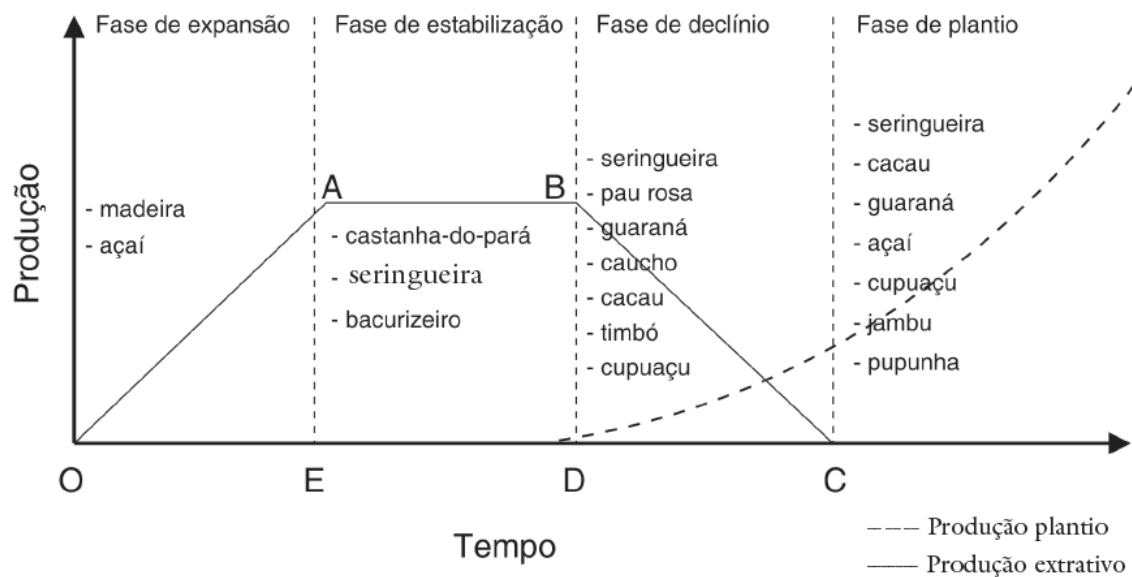


Figura AP 2.1 – Ciclo do extrativismo vegetal na Amazônia

Fonte: HOMMA (2012a)

À medida que mecanismos de geração e distribuição de renda são criados, o extrativismo se torna inviável, pois a dispersão dos recursos extrativos na floresta impõe uma baixa produtividade da mão de obra e da terra, tornando-a viável somente na ausência de opções

econômicas, plantios domesticados ou substitutos sintéticos. HOMMA (2012a) afirma que os defensores do extrativismo para a Amazônia erram ao considerar esse setor como isolado dos demais segmentos da economia, quando na realidade a economia extrativa está embutida em um contexto muito mais amplo do que é tradicionalmente analisado.

Em geral, a sequência consiste na descoberta do recurso natural, extrativismo, manejo, domesticação, e, para muitos, na descoberta do sintético (Figura AP 2.2). O pau Brasil, pau rosa, cera de carnaúba, borracha, timbó (substituído pelo DDT) são exemplos. O avanço da biotecnologia poderá permitir que os recursos naturais sejam domesticados ou sintetizados diretamente da natureza, sem passar pela fase extrativa. Esta perspectiva reduz as chances quanto à revitalização da economia extrativa, com a descoberta de novos recursos extrativos potenciais, especialmente fármacos e aromáticos, que constituem “a utopia de muitas propostas do aproveitamento da biodiversidade na Amazônia” (HOMMA, 2012a).

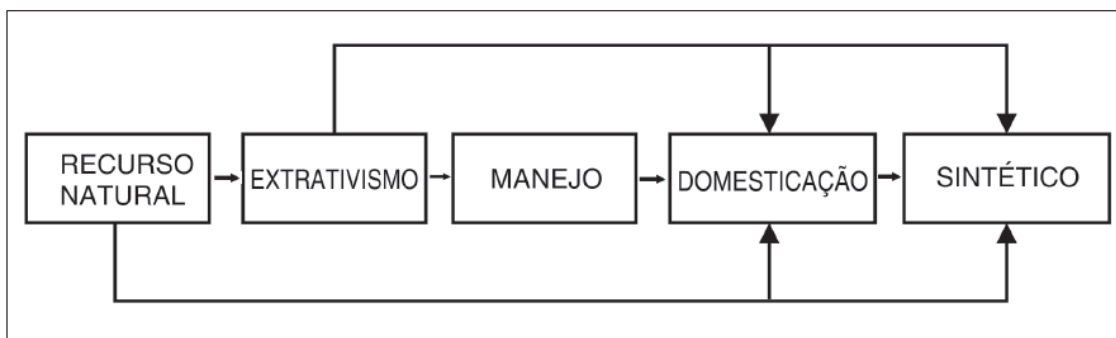


Figura AP 2.2 - Formas de transformação de recurso natural em recurso econômico

Fonte: HOMMA (2012a)

O extrativismo só se justifica enquanto não surgem alternativas para evitar o êxodo rural ou quando existem grandes estoques. A formação de um parque produtivo com plantas extrativas conhecidas e potenciais devidamente domesticadas é a melhor garantia contra a biopirataria na Amazônia, além de gerar renda e emprego. HOMMA (2012a) postula que a redução do desmatamento na Amazônia depende mais de ações que visem o uso parcial da fronteira já conquistada, do que a opção extrativa, que apresenta grandes limitações no que toca o contingente populacional envolvido (tabela 4.2.1). HOMMA (2006) lembra que os próprios seringueiros do Acre já chegaram à conclusão de que não se pode viver apenas da extração do látex, observando que a borracha extrativa caiu de



quase 23.000t para pouco mais de 4.000t (1990-2004) e as importações no período (1992-2004) somam mais de 1,2 bilhão de dólares. Nesse sentido, o autor entende que “a implementação de políticas agrícolas é mais importante do que a própria política ambiental para resolver as questões ambientais”.

### **Manejo de Solos Tropicais: Plantio Direto e Culturas Perenes**

Todo solo agrícola possui um conjunto de características que determina o limite da intensidade de exploração racional e econômica. A textura, estrutura, porosidade, permeabilidade, relevo, pedregosidade, profundidade, fertilidade, drenagem interna, capacidade de infiltração, armazenamento de água e outras características determinam a chamada capacidade de uso do solo. Um dos fatores que leva à perda da capacidade produtiva é o esgotamento de nutrientes, pelas sucessivas retiradas através de colheitas sem uma reposição adequada. No entanto, a erosão provocada pela água das chuvas é a mais problemática. Ela remove a argila e a matéria orgânica, que formam a parte mais reativa do solo, além de carregar os fertilizantes aplicados. A ação desagregadora das gotas de chuva sobre a superfície do solo é muito favorecida em solos desprotegidos, isto é, desprovidos de vegetação e que tenham recebido manejo inadequado (LOPES, 1992).

No processo de formação dos solos, se estabelece um equilíbrio entre este, o clima e a vegetação nativa. Entretanto, a atividade agrícola, em geral, perturba o equilíbrio natural existente. Logo, o uso agrícola adequado dos solos deve buscar a menor perturbação do equilíbrio natural existente, através da manutenção ou melhoria das características do solo, de maneira que a capacidade produtiva do solo seja mantida ou melhorada por tempo indeterminado. (LOPES, 1992).

Dentro deste conceito, a partir da segunda metade do século XX foram criados sistemas conservacionistas de manejo de solo, técnicas embasadas em práticas vegetativas (cobertura verde, cobertura morta, adubação verde, rotação de culturas, faixas de retenção etc.) e em práticas mecânicas tais como revolvimento zero ou mínimo do solo (SALTON et al., 1998). Uma técnica passou a predominar, o chamado “plantio direto”. DERPSCH et FRIEDRICH (2009), definem esta técnica como “um sistema de plantio (semeadura) em solo não arado, abrindo uma fenda estreita, trincheira ou banda só de largura e profundidade suficiente para obter a cobertura da semente adequada. Nenhum outro preparo do solo é feito”. SALTON et al. (op. cit.) expandem o conceito como sendo a

“semeadura de culturas sem preparo do solo e com a presença de cobertura morta ou palha, constituída dos restos vegetais originados de cultura anterior”. O sistema plantio direto – SPD, amplia o conceito ao incluir a rotação de culturas como parte do pacote tecnológico, com o pressuposto de envolver uma mudança na forma de pensar a atividade agropecuária, a partir de um contexto socioeconômico com preocupações ambientais.

DERPSCH et FRIEDRICH (op. cit.) afirmam que o plantio direto tem se mostrado uma alternativa tecnicamente viável, sustentável e econômica para as práticas de produção das culturas atuais, com forte expansão em todo o mundo. Eles afirmam que a adoção da tecnologia de plantio direto, iniciada nos EUA em 1966, levou a uma reversão do processo de degradação do solo causado pelos sistemas atuais de produção agrícola. “A erosão do solo estancou, o teor de matéria orgânica, os processos biológicos do solo e fertilidade do solo foram melhorados, a umidade do solo foi melhor conservada e os rendimentos têm aumentado com o tempo”. De fato, os autores observam que, em 1999, havia 45 Mha de terras com plantio direto em todo o mundo, ao passo que, em 2014, a área havia praticamente triplicado, como pode ser visto na tabela AP 2.2.

Tabela AP 2.2 – Área de cultivo na qual se adota o “plantio direto” no mundo

<b>País</b>	<b>Área (ha)</b>
EUA	26.500.000
Argentina	25.553.000
Brasil	25.502.000
Austrália	17.000.000
Canadá	16.590.000
Rússia	4.500.000
Paraguai	2.400.000
China	3.100.000
Cazaquistão	1.600.000
Bolívia	706.000
Uruguai	655.000
Espanha	650.000
Ucrânia	600.000
Outros (Estimativa)	2.548.000
<b>Total</b>	<b>127.904.000</b>

Fonte: FAO AQUASTAT (2014)

A tabela acima mostra como o Brasil é um dos líderes mundiais nesta prática, com 70% da área agrícola adotando o plantio direto. PATERNIANI (2001) elenca uma longa lista dos benefícios do SPD, além do controle de erosão do solo, que plenamente justificam a sua acelerada expansão em todo o mundo, particularmente, na América:

- Evita a compactação do solo;
- Maior disponibilidade de água;
- Melhor aproveitamento da água;
- Melhora a capacidade tampão do solo;
- Aumenta a matéria orgânica no solo;
- Aumenta a quantidade de minhocas e microrganismos;
- Aumenta a disponibilidade de N, P e K;
- Reduz a toxicidade do Al, Mn, Cd e pesticidas;
- Permite semeaduras mais oportunas;
- Proporciona mais tempo para outras atividades;
- Contribui para o sequestro de carbono;
- Diminui assoreamento nas represas das hidrelétricas;
- Menores custos de produção.

Quanto a este último, estima-se que o custo de produção no SPD seja cerca de 6% a 14% mais baixo que nos sistemas convencionais. A economia de combustível é um dos fatores que mais contribuem para a redução dos custos, pois o consumo de diesel chega a ser 70% menor. Além disso, sem aração e gradagem, a potência requerida para tratores é 30 % a 60 % menor, com aumento da vida útil de máquinas e implementos (IAC, 2005).

BODDEY et al. (2012) efetuaram um levantamento das pesquisas realizadas no âmbito da Rede Agrogases<sup>133</sup> da Embrapa e confirmaram o benefício da técnica de plantio direto para acumular carbono no solo, apesar de alertarem que essa acumulação depende de um balanço positivo de N, ou seja, as entradas deste devem superar as quantidades exportadas nos produtos colhidos e as perdas por diferentes processos do solo, sendo que esta conclusão também se aplica às pastagens. Neste ponto, os autores propõem o uso de

---

<sup>133</sup> “Dinâmica de Carbono e Gases de Efeito Estufa em Sistemas de Produção Agropecuária, Florestal e Agroflorestal Brasileiros”. Entre os resultados obtidos, destaca-se a geração de valores específicos de fatores de emissão de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O para as condições brasileiras, em contraponto aos valores do IPCC.

leguminosas fixadoras de N<sub>2</sub> em sistema de adubação verde, em rotação de culturas ou em consórcio em pastagens, de forma a restaurar o equilíbrio na relação C/N, promovendo a produção primária e a acumulação de C no solo.

Uso destas e outras técnicas - integração lavoura-pecuária-floresta, plantio de florestas comerciais, tratamento de resíduos animais, sistemas de produção orgânica, recuperação de pastagens degradadas etc. constam do Plano Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC), parte do Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), e que busca fomentar processos tecnológicos que neutralizem ou minimizem a emissão de GEE no campo. As metas brasileiras de redução de emissões do setor agropecuário, ao longo desta década, estão discriminadas na tabela AP 2.3.

Tabela AP 2.3 - Processo Tecnológico, compromisso nacional relativo e potencial de mitigação de emissão de GEE – Plano ABC

Processo Tecnológico	Compromisso (aumento de área/uso)	Potencial de Mitigação (Mt CO <sub>2</sub> e)
Recuperação de Pastagens Degradadas	15,0 Mha	83 a 104
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta	4,0 Mha	18 a 22
Sistema Plantio Direto	8,0 Mha	16 a 20
Fixação Biológica de Nitrogênio	5,5 Mha	10
Florestas Plantadas	3,0 Mha	-
Tratamento de Dejetos Animais	4,4 Mm <sup>3</sup>	6,9
TOTAL	-	133,9 a 162,9

Fonte: MAPA (2012)

Apesar do aumento global no emprego de técnicas de manejo do solo visando a manutenção/recuperação de sua capacidade produtiva, HARTEMINK (2004) realizou um levantamento que indica estar em curso um declínio progressivo na fertilidade ao longo das regiões tropicais do planeta, causada pela injeção e reciclagem inadequada de nutrientes, consequentemente comprometendo a produtividade dos cultivos desta região. De fato, MALAVOLTA (2000, apud PATERNIANI, 2001) apresentou uma revisão da nutrição de plantas e fertilização adequada para as culturas mais importantes do Brasil. Ele concluiu que “no período 1950-1997, o consumo de adubos minerais no Brasil aumentou 69 vezes. O uso por hectare foi multiplicado por 10 e o uso *per capita* cresceu oito vezes. Entretanto, o consumo é ainda 1/5 do recomendado”.

HARTEMINK (op. cit.) observou que a taxa de declínio de fertilidade foi muito maior em cultivos anuais (incluindo cana-de-açúcar) do que em cultivos perenes (sisal, cacau, seringueira e dendê), ao passo que a mudança ocorrida em plantações florestais foi variável. O mesmo fenômeno ocorreu em relação ao declínio na presença de carbono orgânico no solo. SCHULTZ (1983 apud MULLER *et* FURLAN Jr., 2000) explica que isto se deve ao fato de o impacto da precipitação pluviométrica sobre uma floresta densa ser bastante atenuado pela presença do dossel das árvores, fazendo com que, tipicamente, menos da metade das gotas de chuva atinja diretamente o solo, minimizando a erosão do mesmo. A retirada da capa protetora (floresta) favorece o desgaste do solo, ao permitir que a água das chuvas arraste a manta superficial da terra com todos os elementos nutritivos e matéria orgânica.

As citadas vantagens das culturas perenes levaram países tropicais como a Indonésia, Malásia e Costa Rica a disponibilizarem um percentual expressivo de suas terras agrícolas ao cultivo destas, em detrimento de culturas anuais (HOMMA *et* al., 2012c). Segundo os autores, no Brasil as culturas permanentes ocupam apenas 11,4% da área agrícola total. Observam que, apesar da grande importância histórica do cacau e da borracha, o Brasil hoje importa 1/3 do que consome do primeiro e 3/4 do segundo.

Segundo TASSEL *et* DeHAAN (2013), embora a maioria das espécies de plantas sejam perenes, todas as culturas de grãos – cereais e leguminosas (soja, feijão, ervilha, lentilha *etc.*) e as oleaginosas - são estritamente anuais ou cultivadas como tais. Estas morrem a cada ano e devem ser replantadas. Perenes podem ficar verde durante todo o ano (semprevivas), perderem suas folhas e entrar em dormência durante o inverno (outras árvores) ou morrer de volta à terra, sobrevivendo como caules subterrâneos (ervas perenes).

Pesquisando o desenvolvimento de versões perenes de grãos, TASSEL *et* DeHAAN (op. cit.) alegam que plantios de grãos só são produtivos com injeção maciça de fertilizantes sintéticos e outros insumos. A sustentabilidade de grãos selvagens e perenes está ligado ao longo tempo de vida e profundo sistema radicular, que ajuda a reduzir a erosão do solo, melhorar a infiltração de água e aumentar o estoque de C do solo. Combinando as características das raízes e tempo de vida de plantas perenes com o rendimento de grãos anuais, estas culturas poderiam ser mais resistentes a secas de curto prazo, poderiam interceptar e usar fertilizantes de forma mais eficiente, e captar luz solar por todo o ano.

Conforme LUIZÃO et al. (2009), o uso de culturas perenes, especialmente aquelas baseadas em espécies arbóreas nativas, seria instrumental para atingir a melhor gestão que assegure processos de reciclagem semelhantes às da floresta primária. DUBOIS *et al.* (1996 apud MULLER *et FURLAN* Jr., 2000) referendam o entendimento de que solos tropicais demandam cuidados especiais: segundo eles, estudos envolvendo os efeitos dos desmatamentos e da substituição das florestas nativas por sistemas agropecuários, apontam como alternativas preferenciais combinações de plantas persistentes ou perenes que imitem a vegetação da floresta nativa. Essas combinações devem ser suficientemente densas, diversificadas e manejadas com uso mínimo de fogo. Além disso, HOMMA et al. (2000) observam que, “os cultivos perenes, por necessitarem de uma dimensão de área mais reduzida, permitem a atuação mais concentrada em termos de assistência técnica, beneficiamento e de infraestrutura”.

Por fim, espécies arbóreas como a palma também contribuem para a manutenção do ciclo hidrológico. Daniel Nepstad, cientista co-fundador do IPAM – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, afirmou que a expansão em larga escala de cultivos de palma em áreas de pastagem “ajudaria a mitigar mudanças climáticas regionais, exemplificado pelas severas secas de 2010 e 2005, ao reestabelecer evapotranspiração ao longo do ano em uma importante região da Amazônia Oriental” (BUTLER, 2013).

FRANCO (2010) lembra que, além de evitar o desmatamento típico da pecuária e culturas sazonais e de subsistência, a palma de óleo já é tradicionalmente plantada no Brasil com cobertura de solo de leguminosas fixadoras de nitrogênio, sem revolvimento do solo (em cultivo mínimo). Este processo é efetuado por bactérias e uma ampla variedade de microrganismos (MALAVOLTA e MORAES, 2010). Segundo os autores, as quantidades fixadas variam de 18-23 kg N/ha em regiões temperadas e até 100 kg N/ha, nas regiões tropicais. A fixação simbiótica é a que tem lugar nos nódulos das raízes das leguminosas por bactérias do gênero *Rhizobium*: o hospedeiro fornece carboidrato, fonte de energia, e o microrganismo, em troca, fixa N<sub>2</sub> e o entrega como NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e ureídeo.

Segundo SINIMBU (2010), quase todas as empresas do Pará empregam a pueraria (*Pueraria phaseoloides*) para a fixação de N. De acordo com ele, com inoculação (de bactérias *Rhizobium*), a leguminosa chega a produzir 150 kg N-NO<sub>3</sub>/ ha\*ano. Sem inoculação, este valor baixa para 80 kg N-NO<sub>3</sub>/ ha\*ano. Quando o dendezal está adulto, as copas interceptam a maior parte da luminosidade. Por ser uma planta heliófita, nesta

fase a pueraria perde rendimento, produzindo apenas 20 kg N-NO<sub>3</sub>/ ha\*ano. Outros produtores preferem adotar gramíneas como cobertura de solo nos estágios iniciais do dendezeiro, pois estas são menos agressivas, ao contrário da pueraria, que tem hábito de crescimento trepador (SINIMBU, op. cit.).

### **Terra Preta de Índio e Biocarvão**

Em função do “orçamento curto” que a humanidade dispõe, no que toca as emissões de GEE (vide seção 3.1), qualquer que seja o uso da terra destinado a um determinado empreendimento, é imperativo que os estoques de carbono (solo + biomassa) aumentem, de forma a que constituam um sumidouro e não uma fonte de GEE. De todos os recentes avanços no manejo do solo, nenhum oferece a possibilidade de revolucionar a agricultura, como fonte de alimentação humana e animal, além de solução de impacto nas mudanças climáticas, como o uso disseminado de biocarvão, também conhecido como carvão pirogênico (TEIXEIRA et al, 2009).

Segundo LEHMANN (2009), dadas as ameaças globais concomitantes das mudanças climáticas, pobreza, produtividade agrícola em declínio, escassez de água e fertilizantes, existe uma perspectiva de aumento de distúrbios sócio-políticos, principalmente em sociedades mais frágeis. Ele entende que múltiplas tecnologias são necessárias, mas as soluções apresentadas precisam ter escala para ter efeito global. Como tecnologia de destaque, o autor cita o uso de biocarvão, inspirado pela descoberta de terras escuras e férteis na Amazônia, a chamada *terra preta de índio* (TPI). O autor afirma que pesquisas tem constatado que o biocarvão possui propriedades que o coloca em um patamar diferenciado em relação à qualquer outra matéria orgânica no meio ambiente.

COSTA et al. (2009) contrapõe a alta fertilidade da TPI aos solos amazônicos, em geral pobres e ácidos, que teriam sido uma “limitação natural (determinismo ecológico<sup>134</sup>) imposta ao desenvolvimento humano na Amazônia”.

WOODS (2009a) concorda que os solos amazônicos são vistos como extremamente restritos quanto às suas qualidades. No entanto, entende que a TPI é importante recurso agricultável na Amazônia, “que se apresenta como um modelo de desenvolvimento a

---

<sup>134</sup> Segundo MEGGERS (1996), “o nível de cultura das sociedades é condicionado pelo potencial agrícola do ambiente que ocupam”.

longo prazo para um futuro sustentável na produção de alimentos em ambientes tropicais”, mesmo reconhecendo que o significado destas terras antropogênicas ainda não é completamente compreendido, sendo muitas as questões a respeito de sua formação, evolução, uso, propriedades físicas e químicas e condições de utilização.

Segundo WOODS (2009b), agricultores em todo o mundo há muito reconheciam que antigas ocupações apresentavam solos férteis, mas somente no século XX as modificações químicas causadas no solo por atividades humanas passaram a ser vistas como evidências para o estudo de atividades antrópicas, sendo o fósforo (P) um indicador chave. Este elemento, na forma de fosfatos, está presente na maior parte dos restos culturais depositados em sítios de ocupação humana, por ser encontrado na urina, plantas, tecidos animais e, principalmente, nos ossos. O autor afirma que essas adições culturais à matriz do solo são prontamente identificáveis e rapidamente imobilizadas, mantendo grande estabilidade ao longo do tempo. Ele cita descobertas na Europa de assentamentos, desde a Idade da Pedra até os Vikings, via a observação do expressivo conteúdo de fosfato no solo destes sítios. Menciona que compostos de C, N e Ca são também comumente encontrados em sítios de ocupação humana.

KERN et al. (2009) mencionam que a coloração escura característica de solos antropogênicos, tais como a TPI e uma variante menos conhecida, a *terra mulata* (TM), se deve principalmente à presença de material orgânico decomposto, em parte na forma de carvão residual de fogueiras domésticas e da queima de vegetação para uso agrícola do solo. A deposição de resíduos de peixes, cinzas, conchas, caça, dejetos humanos, entre outros, justificam a fertilidade química significativamente maior destes *antrossolos* em relação aos latossolos que predominam na região. Segundo eles, TPI é encontrado em toda a Amazônia Brasileira, em sítios arqueológicos nas margens de rios, como Purus, Madeira, Juruá, Solimões, Amazonas, Trombetas, Tapajós, Negro etc., cobrindo, possivelmente, 1% da Bacia Amazônica (60 mil km<sup>2</sup>).

Para DENEVEN (2009), TPI é gerada a partir de lixeiras de vilas pré-europeias da região amazônica, ao passo que TM (menos escura e menos rica em nutrientes do que a TPI), constituem ocorrências bem mais extensas e apresentam pouco ou nenhum artefato, sendo sua provável origem ligada à agricultura intensiva ou semi-intensiva, Sua fertilidade relativamente alta está relacionada ao alto teor de carvão, fruto de combustão incompleta em queimadas frequentes e a alta concentração de matéria orgânica, resultante de



compostagem e da técnica de “picar e chauscar” (*slash and char*). Neste processo, o material orgânico é queimado ainda úmido, resultando em combustão incompleta.

DENEVEN (2009) resume as inúmeras vantagens deste solo, mostrado na figura AP 2.3, com sua característica cor escura no horizonte superficial:

“A Terra Preta apresenta setenta vezes mais C do que os solos adjacentes. Embora este não seja um nutriente, ele os retém e torna-os disponíveis, estabiliza a matéria orgânica do solo, aumenta os níveis de pH, aumenta a atividade microbiana do solo, mantém a umidade, ajuda a repelir insetos e reduz a lixiviação de nutrientes, mantendo e elevando, portanto, a fertilidade do solo e, conseqüentemente, a produtividade agrícola e a sustentabilidade”

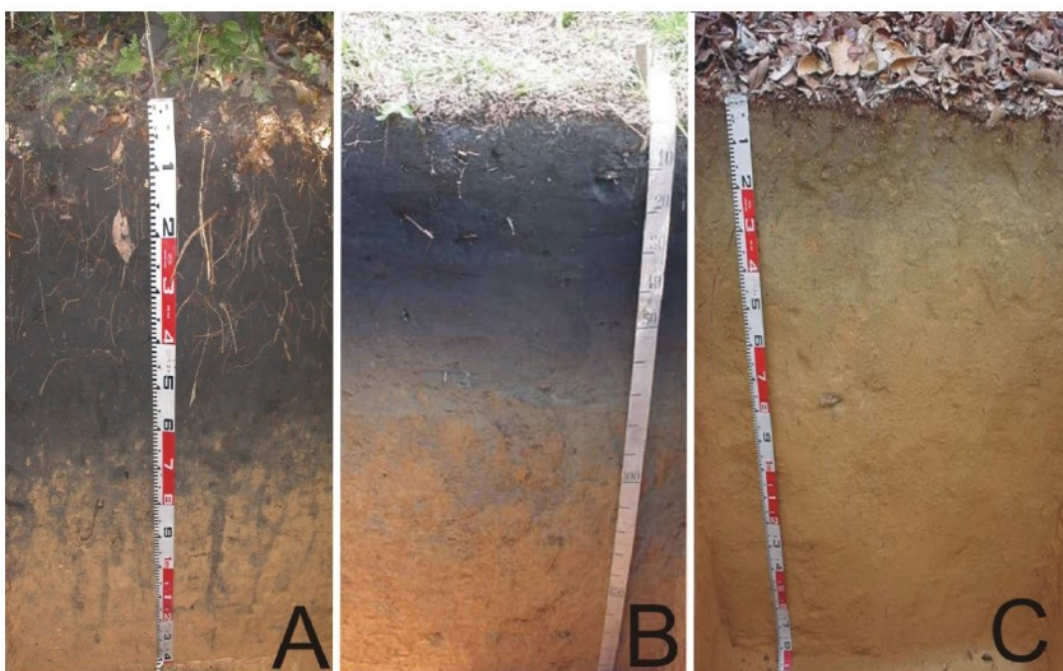


Figura AP 2.3 – Fotos de perfis de solo com a presença de horizontes A antrópicos (A e B), em comparação com Latossolo Amarelo (C)

Fonte: TEIXEIRA et al. (2009b)

Entrevistas relatadas por GERMAN et al. (2009) indicam que a acumulação de biomassa em áreas de capoeiras ocorre cerca de duas vezes mais rápida na TPI do que em ambientes adjacentes, requerendo maior mão-de-obra dos agricultores. Isto os leva a preferir culturas de ciclo curto (hortaliças, milho, feijão) em TPI do que mandioca e frutíferas. Os autores mostram evidências de que os agricultores acreditam que a TPI é resistente a degradação, que “economiza adubo”, sendo que alguns alegam que ela se regenera

espontaneamente. Entretanto, os autores também mostram que os benefícios de adicionar matéria orgânica e os custos de não fazê-lo são maiores na terra preta do que em outras classes de solo, até por que o adubo químico lixivia com facilidade na TPI.

CLEMENT et al. (2009) constataram distintos padrões de plantio e pousio em roças em TPI vs. latossolos amarelos (LA), frequentes no nordeste do Pará. Em TPI, o tempo de uso do solo sob cultivo é de 2 a 5 anos e o tempo de pousio, idem. Por outro lado, em LA, cultiva-se por 1 ou 2 anos, com tempo de pousio de 5 a 10 anos. Com isso, o uso do fogo não é tão recorrente em TPI, pois, na reutilização da área, a limpeza quase sempre é manual, devido ao não-desenvolvimento de vegetação lenhosa, frequente nas capoeiras de colonos no Nordeste Paraense. Além de menor perda de nutrientes, há menor necessidade de terras para a subsistência do agricultor, reduzindo o desmatamento.

LEHMANN et JOSEPH (2009) definem biocarvão, ou carvão pirogênico, como o produto rico em carbono quando biomassa (lenha, esterco, folhas) é aquecido num ambiente limitado em O<sub>2</sub> e aquecido a temperaturas abaixo de 700°C. O processo de produção é análogo ao do carvão vegetal, mas este é destinado a geração de energia, agente redutor de ferro ou sistemas de filtragem. O biocarvão, por outro lado, é deliberadamente aplicado ao solo com a intenção de melhorar suas propriedades. Os autores expõem a dificuldade em caracterizá-lo quimicamente, visto a ampla variedade de biomassa e sistemas de queima (pirólise) adotados. Um ponto comum é o alto teor de C na parte orgânica, caracterizado por grandes estruturas aromáticas irregulares, com alguma presença de O, H e minerais.

MADARI et al. (2009) afirmam que o carvão pirogênico exerce forte influência nas propriedades físicas do solo. Por um lado, a sua porosidade e, conseqüentemente, a sua grande área superficial, pode aumentar a capacidade de retenção de água, especialmente em solos de textura arenosa. Sua estrutura aromática, por outro lado, possui características hidrofóbicas, reduzindo a penetração de água nos espaços porosos de agregados do solo, aumentando, assim, a estabilidade destes. Devido à essa propriedade, a adição de biocarvão pode ter efeitos negativos em solos argilosos. No entanto, observam que a capacidade de solos tropicais em adsorver nutrientes, combater a diminuição de toxidez pela presença de Al e estabilizar o pH são propriedades que fundamentalmente dependem da presença de matéria orgânica do solo.

LEHMANN et JOSEPH (op. cit.) relatam histórias de observações do “poder revigorante de pó de carvão na agricultura” (Trimble, 1851), de sua “capacidade de agir como uma esponja, absorvendo e retendo água, gases e soluções” (Morley, 1927), de ser um “adubo de fogo” (Miyazaki, 1697). No entanto, pesquisas sobre o biocarvão só tomaram corpo com a descoberta da TPI. O mais relevante, segundo os autores, é que pesquisas efetuadas no presente século mostram, de forma inequívoca, os seguintes pontos:

- **O biocarvão é mais estável do que qualquer outro corretivo de solo.** LEHMANN et al. (2009) afirmam que a conversão de biomassa em biocarvão e sua aplicação ao solo aumenta substancialmente o tempo de residência de C relativo à aplicação direta da biomassa ao solo. Segundo os autores, tipicamente, em menos de um ano o C de biomassa retorna à atmosfera como CO<sub>2</sub>, ao passo que as frações estáveis do biocarvão possuem um tempo médio de residência que varia entre várias centenas a poucos milhares de anos, devido às estruturas químicas específicas que provem muito mais resistência à decomposição microbial. Logo, pode se considerar esta prática uma forma de sequestro de C.
- **Aplicação de biocarvão no solo diminui as emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O.** VAN ZWIETEN et al. (2009) apresentam evidências de emissões reduzidas destes GEEs. Citam pesquisas (Rondon et al., 2006) em solos tropicais pouco férteis que demonstram uma redução de emissões de N<sub>2</sub>O, mas admitem a grande dispersão nos valores de mitigação encontrados e que ainda permanecem lacunas no conhecimento dos mecanismos que levam à redução dos referidos GEEs.
- **O biocarvão aumenta a disponibilidade de nutrientes além de um efeito fertilizante.** CHAN et XU (2009) informam que a composição nutricional do biocarvão é muito variável, dependendo do insumo utilizado e as condições adotadas na pirólise para sua obtenção. Eles demonstram que a maior parte dos relatos das respostas positivas de cultivos submetidos à aplicação de biocarvão não podem ser atribuídos ao conteúdo nutricional destes, mas sim aos efeitos indiretos de aumento na eficiência de uso de fertilizantes.

Segundo LEHMANN et JOSEPH (op. cit.), as propriedades citadas tornam o biocarvão não apenas em mais um composto ou adubo. Citam haver ampla evidência de que ele se mostra muito mais eficiente em melhorar a qualidade do solo do que outra alternativa orgânica. Eles propõem o uso maciço do biocarvão como uma alternativa chave para

atacar quatro questões prementes na atualidade: i) mitigação das mudanças climáticas; ii) gestão de resíduos orgânicos; iii) geração de energia; iv) melhoria da qualidade do solo.

Para a palma, em particular, o seu uso pode ter grande impacto: segundo MACEDO et al. (2010), a adubação representa de 40 a 50% dos custos de produção de sua fase agrícola, no Brasil. Na Indonésia, os fertilizantes representam de 50% a 70% dos custos variáveis e cerca de 25% do custo total da produção da palma (FRANZINI et SILVA, 2012).