



A EXPANSÃO SUSTENTÁVEL DO CULTIVO
DA PALMA PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO BRASIL: O CASO DO
ESTADO DO PARÁ

Carolina Monteiro de Carvalho

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.

Orientador(es): Emilio Lèbre La Rovere

Semida de Campos Silveira

Rio de Janeiro

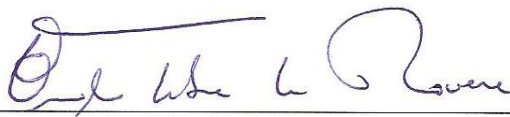
Março de 2015

A EXPANSÃO SUSTENTÁVEL DO CULTIVO
DA PALMA PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO BRASIL: O CASO DO
ESTADO DO PARÁ

Carolina Monteiro de Carvalho

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. Emilio Lèbre La Rovere, D.Sc.



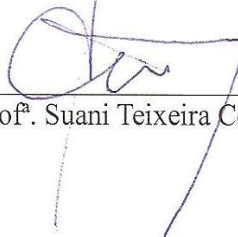
Prof. Semida de Campos Silveira, PhD



Prof. Amaro Olímpio Pereira Jr, D.Sc.



Prof. Marcos Aurélio Vasconcelos Freitas, D.Sc.



Prof. Suani Teixeira Coelho, D.Sc.

RIO DE JANEIRO. RJ - BRASIL

MARÇO DE 2015

Carvalho, Carolina Monteiro de

A expansão sustentável do cultivo da palma para a produção de biodiesel no Brasil: o caso do estado do Pará/
Carolina Monteiro de Carvalho. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2015.

xii, 105 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Emilio Lèbre La Rovere

Semida de Campos Silveira

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2015.

Referências Bibliográficas: p. 94-105.

1. Palma. 2. Biodiesel. 3. Sustentabilidade. I. La Rovere, Emilio Lèbre *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Planejamento Energético. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Quero registrar meus agradecimentos ao Prof. Emilio La Rovere, pelo apoio constante durante minha trajetória na COPPE, desde 2009, e pela oportunidade que deu a mim de realizar a pesquisa de doutorado, além de participar de outros projetos.

Agradeço à Profa. Semida Silveira pela valiosa orientação e pelo apoio desde 2013, no período do meu doutorado sanduíche. Agradeço também aos colegas do KTH Maria Fernanda Gomez Galindo e Alessandro Sanches, pelas enriquecedoras discussões.

Meus agradecimentos aos professores Amaro, Marcos Freitas e Suani pelas valiosas contribuições e pela participação na minha banca.

Aos meus pais, Roseli e Neulis, minha profunda gratidão pelo apoio na fase final da tese, assim como ao meu esposo Marcos e ao amigo e colaborador Allan Yu. Sem eles, eu dificilmente teria condições para concluir este trabalho.

Agradeço à Thiara Fernandes e ao João Meirelles, do Instituto Peabiru (Belém –PA), ao consultor Dalember Jaccoud, e ao colega Alberto Villela, pelo apoio e pela troca de informações.

Meus sinceros agradecimentos à equipe do PPE, e em especial à Sandrinha e ao Paulo, pela prontidão em sempre ajudar.

Agradeço à equipe do LIMA e à Carmen pelo apoio constante.

Às minhas amigas de sempre Polyanna Bispo, Annette Pic, Rosana Okida e Sonia Redi.

À recente amiga Eliana Medeiros, pelo apoio e colaboração.

À minha pequena filha Amanda, que chegou na fase final do doutorado e que a tudo assistiu com paciência e acolhimento.

Por fim, mas não menos importante, agradeço ao CNPq pelo apoio financeiro.

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

A EXPANSÃO SUSTENTÁVEL DO CULTIVO
DA PALMA PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO BRASIL: O CASO DO
ESTADO DO PARÁ

Carolina Monteiro de Carvalho

Março/2015

Orientadores: Emilio Lèbre La Rovere

Semida de Campos Silveira

Programa: Planejamento Energético

A produção de óleo de palma (ou dendê) no Brasil, com fins energéticos, está na iminência da expansão de seus atuais 140 mil hectares para 330 mil hectares até o ano de 2020, no estado do Pará, sob as diretrizes do Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo e também do Zoneamento Agroecológico do Dendê (ZAE), lançados em 2010. Esta pesquisa identifica a disponibilidade, localização e extensão de potenciais áreas degradadas no estado do Pará, e discute os impactos relacionados à utilização das mesmas para a palma, permitindo avaliar se a expansão projetada para os próximos anos pode ser desenvolvida dentro dos preceitos do desenvolvimento sustentável, além de identificar os principais desafios que a expansão da palma nos próximos anos pode enfrentar e mostrando a melhor opção para o desenvolvimento do empreendimento da palma no Brasil.

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

SUSTAINABLE EXPANSION OF PALM OIL CROPS FOR BIODISEL IN BRAZIL:
THE CASE OF PARÁ STATE

Carolina Monteiro de Carvalho

March/2015

Advisors: Emilio Lèbre La Rovere
Semida de Campos Silveira

Department: Energy Planning

Palm oil production for biodiesel in Brazil, characterized by its high productivity, is estimated to increase from 140.000 hectares to 330.000 hectares by 2020, under the main directives of the Sustainable Palm Oil Program, launched by the government. This research maps the availability of degraded land in the state of Pará and discusses the feasibility of using this land for the expansion of palm crops for biodiesel production. The objective is to highlight land that is suitable for palm oil and its availability/distribution, so that the palm oil expansion envisaged can be achieved in a sustainable way and identifies some of the challenges faced when planning and monitoring the expansion of palm oil and related consequences, that provide insight into the selection of the best option for this expansion in Brazil.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Os biocombustíveis e a palma	1
1.2. Questões e hipóteses da pesquisa	6
1.3. Objetivos e proposta metodológica	6
1.4. Contribuições e originalidade da pesquisa	8
1.5. Organização da tese	9
CAPÍTULO 2. O CONTEXTO INTERNACIONAL E O NACIONAL DA PRODUÇÃO DE ÓLEO DE PALMA PARA FINS ENERGÉTICOS	10
2.1. Contexto internacional	10
2.2. Contexto nacional	19
2.2.1. Biocombustíveis no Brasil: O Proálcool, o Programa Nacional de Produção e Uso de Biocombustível (PNPB) e o Selo Combustível Social	23
2.2.2. O Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo, o Zoneamento Agroecológico do Dendê (ZAE) e outros instrumentos legais	26
2.3. Impactos ambientais e sociais do cultivo e da expansão da palma	30
2.3.1. Impactos ambientais	31
2.3.2. Impactos sociais	36
CAPÍTULO 3. METODOLOGIA	41
3.1. Apresentação de conceitos e definições de áreas degradadas	42
3.2. Etapas da pesquisa	45
CAPÍTULO 4. ESTUDO DE CASO – O ESTADO DO PARÁ	55
4.1. Área de estudo	55
4.1.1. Os municípios produtores de óleo de palma	56
4.2. Áreas degradadas disponíveis para a palma no Pará	58
4.2.1. Identificação e análise de áreas degradadas	58
4.2.2. Áreas degradadas no núcleo produtor de dendê	61
4.2.3. Áreas degradadas dentro do ZAE	65
4.3. Desenvolvimento de cenários de expansão para a palma no Pará	72
4.3.1. Cenário de Referência (S1)	72
4.3.2. Cenário Sustentabilidade (S2)	73
4.3.3. Análise comparativa dos cenários	73
CAPÍTULO 5. DISCUSSÃO FINAL	83

5.1. O mapeamento de áreas degradadas	83
5.2. As alternativas apresentadas pelos cenários	84
5.3. Discussão geral	85
CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	89
6.1. Limitações e recomendações	92
6.2. Sugestões de continuidade da pesquisa:	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A palmeira (ou o dendezal), e os cachos de frutos.	15
Figura 2: Produção mundial de óleo de palma (10^3 t).	16
Figura 3: Aumento da área plantada de palma nos últimos 30 anos, no estado do Pará.	20
Figura 4: Evolução do desmatamento no Pará (em quilômetros quadrados) ao longo dos últimos dez anos, de acordo com o projeto Prodes.	48
Figura 5: Localização dos municípios produtores de óleo de palma na região nordeste do Pará.	57
Figura 6: Distribuição de áreas degradadas nos anos de 2008 e 2010 para o estado do Pará e os municípios produtores.	59
Figura 7: Áreas degradadas até 2008 existentes no Pará e nos municípios produtores e transição de classes de uso do solo para 2010.	62
Figura 8: Distribuição de terras degradadas segundo níveis de zoneamento B e C no estado do Pará. A) Manejo nível B. B) Manejo nível C e municípios com mais de 5 mil hectares de extensão de terras degradadas contínuas [Altamira, Itaituba, São Félix do Xingu e Tucumã], em zonas Preferenciais do ZAE. C) Terras degradadas na região nordeste do Pará (municípios com agricultura familiar, manejo níveis B e D), terras degradadas BA, região nordeste do Pará, manejo nível C.	66
Figura 9: Extensão de áreas degradadas dentro das classes preferencial e regular do ZAE, no estado do Pará e nos municípios produtores.	70
Figura 10: Áreas degradadas disponíveis para a palma em zonas Preferenciais e Regulares no estado do Pará e nos municípios produtores, correspondentes à alternativa de novas áreas de cultivo da palma proposta pelo Cenário S2.	77
Figura 11: Projeção de emissões de CO ₂ /ha da aplicação de fertilizantes nos cultivos de palma para os cenários S1 e S2.	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Indicadores para a bioenergia na Indonésia propostos pela GBEP.	13
Tabela 2: Indicadores considerados pelo projeto POTICO para delimitar áreas degradadas adequadas ao cultivo da palma na Indonésia.	18
Tabela 3: Área plantada (ha) e projeção de expansão da palma para 2020 (ha), para as principais empresas produtoras.	22
Tabela 4: Percentuais mínimos de adição do biodiesel ao diesel no mercado brasileiro, de acordo com o PNPB.	25
Tabela 5: Áreas degradadas disponíveis no estado do Pará e municípios produtores, e respectivos rendimentos potenciais teóricos.	60
Tabela 6: Transição de classes de uso da terra de 2008 para áreas degradadas no ano de 2010.	64
Tabela 7: Áreas degradadas adequadas para o cultivo da palma no estado do Pará, de acordo com o ZAE, nível de manejo B e C e cálculo do rendimento potencial teórico para cada tipo de manejo.	67
Tabela 8: Áreas degradadas em classes Preferenciais do ZAE (manejos B e C), nos municípios produtores.	68
Tabela 9: Áreas degradadas em classes Regulares do ZAE (manejos B e C), nos municípios produtores.	69
Tabela 10: Resumo dos rendimentos potenciais teóricos de óleo das áreas degradadas no estado do Pará e nos municípios produtores.	71
Tabela 11: Premissas dos cenários de expansão da palma S1 e S2.	74
Tabela 12: Emissões de GEE calculadas para os cenários S1 e S2, até o ano de 2030	75
Tabela 13: Tabela comparativa entre indicadores analisados para os cenários S1 e S2.	80
Tabela 14: Resumo dos impactos ambientais, sociais e econômicos para os cenários S1 e S2.	81

LISTA DE ABREVIATURAS

AFOLU	Agriculture, Forestry and Other Land Use
BACP	Biodiversity and Agricultural Commodities Program
BAU	Business as Usual
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CER	Certified Emissions Reduction
COP	Conferência das Partes
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Agropecuária
EPA	Environmental Protection Agency
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FAO	Food and Agriculture Organization of The United Nations
GEE	Gases de Efeito Estufa
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICRAF	The World Agro Forestry Centre
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEA	International Energy Agency
iLUC	Indirect Land Use Change
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LUC	Land Use Change
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MME	Ministério de Minas e Energia
OECD	Organisation for Economic and Co-operation and Development
ONG	Organização não Governamental
PMV	Programa Municípios Verdes
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel
POME	Palm Oil Mill Effluent
POTICO	Palm Oil, Timber and Carbon Offsets
Proálcool	Programa Nacional do Alcool
PRODES	Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite

REEEP	Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership
RSPO	Roundtable on Sustainable Palm Oil
SAF	Sistema Agroflorestal
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development
ZAE	Zoneamento Agroecológico do Dendê
WRI	World Resources Institute
WWF	World Wide Fund for Nature

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1.1. Os biocombustíveis e a palma

O uso de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) é o principal fator responsável pelo aumento no mundo das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). A continuidade de sua utilização sem a busca e a implementação de fontes alternativas de energia é incompatível com uma economia de baixo carbono, com a urgência da redução das emissões diante do contexto global das mudanças climáticas e, por consequência, com o desenvolvimento sustentável (IPCC 2014).

O aumento da concentração de GEE na atmosfera leva ao aumento global da temperatura, responsável por todo tipo de impacto, desde na esfera econômica até na social e na ambiental. Exemplos disso são eventos extremos (inundações e deslizamentos causados por tempestades, ondas de calor, secas), que trazem consequências tanto para a sociedade (mortes, perdas, danos materiais, caos, fome), como para a economia (prejuízos milionários, perda de lavouras, etc.). Portanto, a redução nas emissões é uma medida fundamental para garantir a sustentabilidade futura e a mitigação do impacto das mudanças climáticas (IPCC, 2014).

Aproximadamente 80% da energia mundial provêm de combustíveis fósseis. Tendo em vista o atual contexto das mudanças climáticas e a necessidade de se “limpar” a matriz energética dos países para reduzir a emissão de GEE, nos últimos anos o foco tem sido o desenvolvimento de alternativas renováveis de energia, em substituição aos poluidores combustíveis fósseis (GOLDEMBERG *et al.*, 2004, IEA, 2001). Nos últimos 150 anos, a queima de combustíveis fósseis resultou num aumento na atmosfera de mais de 25% de CO₂ (além de CH₄ e NO₂), constituindo a primeira fonte de emissão de GEE, seguida pelas mudanças no uso da terra (IPCC, 2014). Entre os principais impactos econômicos, sociais e ambientais do uso dos combustíveis fósseis no Brasil estão, respectivamente, a dependência das importações de óleo diesel, a poluição do ar e da água e suas consequências no ambiente e na sociedade, e as emissões regionais e globais de GEE (SACHS, 2007).

De acordo com o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), até 2030 é necessário reduzir as emissões globais de GEE de 60 GtCO₂ para menos de 30 GtCO₂, para manter a temperatura da Terra estabilizada em 3°C. As consequências de um aumento de 2°C no planeta já seriam devastadoras (GOUVELLO, 2010, STERN, 2007,

IPCC, 2007). Infelizmente, cenários elaborados pela *International Energy Agency* (IEA) com projeções até 2030 mostram que o consumo de combustíveis fósseis ainda permanecerá dominante, com 83% de uso. A previsão é que em 2030 a taxa de uso de energias renováveis será de apenas 10% (SACHS, 2007).

No setor energético, o Brasil possui uma matriz mais “limpa” que a de outros países, com o uso de fontes alternativas, como a hidroeletricidade e a bioenergia (etanol), e, portanto, também emite menos do que muitos outros países (GOUVELLO, 2010, SILVEIRA, 2013). Entretanto, ainda é dependente dos combustíveis fósseis (GOLDEMBERG *et al*, 2004). De acordo com MME (2013), no ano de 2012 para 2013, 59% da oferta interna de energia correspondeu à fonte não renovável (39,3% petróleo e derivados, 12,8% gás natural, e o restante, 5,6%, carvão mineral e derivados, e ainda urânio e derivados correspondendo a 1,3%), enquanto que 41% correspondeu à fonte renovável (16,1% etanol, 12,5% hidroeletricidade e o restante, 12,5%, outras fontes renováveis, como a biomassa), indicando uma redução da participação das fontes renováveis na matriz brasileira em 2013, com relação ao ano anterior, 2012, quando o total foi de 42%.

Entre as alternativas de fontes energéticas renováveis, vêm sendo desenvolvidos no mundo, e também no Brasil, os biocombustíveis e a bioenergia. Os biocombustíveis são de origem biológica e não fóssil, obtido a partir de processos químicos com produtos agrícolas como cana-de-açúcar, mamona, soja, canola ou, ainda, algas. Dentre eles, o biodiesel constitui um combustível renovável produzido com a utilização de oleaginosas (vegetais que contêm óleos), e extraído por meio de reações químicas entre a oleaginosa e o etanol (ou metanol), gerando, por fim, o biodiesel (VILLELA, 2009).

Os biocombustíveis representam para o Brasil, e também para o mundo, alternativas para substituir gradativamente o uso de combustíveis fósseis, o que constitui uma medida de mitigação da emissão de GEE além de contribuir para a segurança energética do país e para o abastecimento energético de comunidades remotas proporcionando o desenvolvimento regional, proporcionando as bases para a superação desse desafio para o setor energético brasileiro (ASHNANI *et al*, 2014, WICKE, 2011, LAPOLA *et al*, 2010, SCHARLEMANN *et al*. 2008, FARGIONE, 2008, SILALERTRUKSA e GHEEWALA, 2012).

Segundo SACHS (2007), o potencial dos biocombustíveis e da biomassa em geral vai além da geração de energia, como produção de alimentos, adubo, matéria-prima

industrial, indústria farmacêutica, e o potencial de geração de emprego e renda e desenvolvimento regional. Entretanto, se um programa de produção de biocombustível não é planejado de forma sustentável em toda a sua cadeia de produção, e especialmente na fase de cultivo, o resultado pode ser o aumento de emissões de GEE quando comparado ao uso de combustíveis fósseis, além de outros impactos ambientais e sociais, como desmatamento, expansão de fronteiras agrícolas e deslocamento de atividades, gerando as complexas mudanças indiretas de uso da terra, ou iLUC, conflitos sociais e fundiários, questões de segurança alimentar e disputa por terras (LAPOLA *et al.*, 2010, SCHARLEMANN, 2008, FARGIONE, 2008).

O Brasil e os Estados Unidos somam 80% da produção atual de biocombustíveis, principalmente etanol, do qual o Brasil tem sido o principal produtor e usuário desde a década de 70. O mercado brasileiro atual de biocombustíveis é caracterizado pela produção predominante do etanol de cana-de-açúcar e do biodiesel de soja, sendo estimulado principalmente pela necessidade da segurança energética e da redução de importações de diesel fóssil e também em prol do desenvolvimento da agricultura nacional. O Programa Nacional de Álcool (Proálcool), lançado em 1975, objetivou a substituição dos combustíveis fósseis pelo álcool de cana-de-açúcar. Seu lançamento foi motivado pelos choques do petróleo na década de 70. Desde então, a indústria do etanol tem se desenvolvido, e inclusive levou à modernização da produção de biocombustíveis no país. A energia derivada da cana-de-açúcar constitui 19% do abastecimento energético brasileiro (SILVEIRA, 2013).

Com essa base, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) foi lançado pelo governo brasileiro em 2004, visando introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira de forma sustentável, tendo como principais diretrizes gerar emprego e renda com a produção de uma gama de oleaginosas, promovendo assim a inclusão social; reduzir as emissões de poluentes; reduzir a importação de petróleo; conceder incentivos fiscais aos produtores; e programar políticas públicas para a sustentabilidade econômica, social e ambiental do biodiesel (MAPA, 2012). Entretanto, o PNPB ainda tem gargalos a superar, como a inclusão social, visto que o programa apresenta limitações ligadas à falta de compreensão da dinâmica da agricultura familiar, como por exemplo, a falta de assistência técnica para cada região do país (que tem suas particularidades). Além disso, há a falta de utilização de mais tipos de oleaginosas que o país tem à disposição, visando estimular todo o potencial para o biodiesel e o aproveitamento da mão de obra regional. Por exemplo, a soja tem sido mais utilizada do

que a palma e a mamona, sendo cultivada sempre em sistemas de grandes plantações, não favorecendo também a inclusão social. Ainda há a falta de instituições de pesquisa regionais para as oleaginosas e por fim, a falta de estratégias específicas para sistemas de produção voltados à subsistência ou sistemas parcial ou totalmente mercantis (CARVALHO, 2009).

Outro incentivo ao uso do biodiesel foi o lançamento, também em 2004, do Selo Combustível Social, que propicia incentivos fiscais (CIDE, PIS/Pasep e Cofins) aos produtores de biodiesel que adquirem matéria-prima de agricultores familiares. A quantidade mínima que deve ser adquirida por produtor para que o selo seja obtido é: 30% nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul, e 15% nas regiões Norte e Centro-Oeste. Outros requisitos são que os contratos devem ser intermediados por representantes dos agricultores familiares e os produtores devem fornecer assistência técnica e treinamento aos agricultores (SCHAFFEL, 2010). Com o apoio do PNPB, a mistura do biodiesel com o diesel, que começou com 2%, em 2008, chegou a 5% no ano de 2010 e a 7% em 2014 (MAPA, 2012).

O Brasil tem grande capacidade de produção de diversos tipos de oleaginosas capazes de gerar biodiesel, tais como: mamona, palma ou dendê, girassol, babaçu, soja, pinhão manso, entre outros. A palma apresenta grande capacidade de produção de óleo, consistindo numa alternativa superior em relação às outras oleaginosas (BECKER, 2010, VILLELA, 2009-2014). Um hectare com palma rende entre 4 a 6 toneladas de óleo por ano, enquanto a soja rende cerca de quinhentos quilos, e a mamona, apenas setecentos quilos (VILLELA, 2014, BRITO, 2007).

A Malásia e a Indonésia são os maiores produtores mundiais de óleo de palma, responsáveis por 85% da produção mundial de óleo. Porém, esta produção foi e é muito criticada por ONGs devido à atribuição da expansão da palma como principal causa do desmatamento. Entre 2001 e 2009, $\frac{1}{4}$ das florestas foram desmatadas para dar lugar aos cultivos de palma. Além da palma, outros fatores contribuíram para este quadro atual crítico de desmatamento, como a exploração madeireira para diversos fins e agricultura em geral (BUTLER, 2014).

A produção do biodiesel de palma no país é de grande relevância, e o Brasil apresenta uma vasta extensão de terras aptas para o cultivo dessa matéria-prima. Atualmente, a Agropalma é a maior produtora do óleo, atuando em conjunto com agricultores locais no estado do Pará. A localização geográfica e as áreas disponíveis para o cultivo, além

da tecnologia de processamento, são fatores extremamente importantes para o desenvolvimento bem-sucedido das culturas da palma, assim como o manejo do uso do solo, objetivando à minimização dos impactos ambientais e sociais. O estado do Pará possui potencial significativo de terras, mão de obra disponível e usinas para processamento, que são requisitos fundamentais para a produção bem-sucedida do biodiesel de palma (MONTEIRO, 2007). Atualmente, 160 mil hectares de palma são cultivados no estado do Pará com a finalidade de produzir biodiesel, e há planos de expansão do cultivo para cerca de 330 mil hectares até o ano de 2020 (GLASS, 2013). Entretanto, é uma produção incipiente, se comparada a produtores como Malásia e Indonésia, com cerca de 85%-90% da produção mundial (INDEX MUNDI, 2013).

Objetivando uma produção sustentável de óleo de palma que não siga o modelo asiático, foi lançado, em 2010, o Zoneamento Agroecológico do Dendê (ZAE), a fim de regular essa expansão de forma sustentável e evitar impactos, considerando aspectos ambientais, sociais e econômicos. O ZAE indica as terras mais adequadas para o cultivo do dendê, levando em conta as características do solo, da topografia e do clima, além de obedecer ao pré-requisito de corresponder a terras previamente desmatadas, excluindo áreas sob proteção ambiental, reservas indígenas e áreas com mata nativa. Com base nesses fatores, foram identificados 13 milhões de hectares de terras aptas para a expansão da produção da palma. As terras identificadas foram classificadas da seguinte forma: Preferencial (alto potencial para o cultivo), Regular (médio a alto potencial), Marginal (baixo potencial), Não Adequada (sem potencial) e Não Mapeada (florestas nativas e áreas protegidas/reservas indígenas). Além da identificação de terras, o ZAE concluiu que, como um cultivo perene, a palma tem potencial para gerar emprego e renda, proteger o solo contra erosão e degradação e ainda propiciar o sequestro de carbono (MAPA, 2010). Ainda em 2010, foi criado e lançado pelo governo o Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo, que visa ao cultivo da palma somente em áreas desmatadas e degradadas até 2008. Com isso, o programa quer reduzir o desmatamento e outros impactos relacionados, como a expansão de áreas agrícolas e o deslocamento de atividades agrícolas e agropecuárias. Dessa forma, o cultivo da palma nas áreas consideradas degradadas seria uma medida de mitigação de impactos ambientais e também de emissões de GEE (EMBRAPA, 2010). Entretanto, ainda são observados gargalos a serem superados no setor da palma (ambiental e social), como a inclusão social, contornar os riscos da monocultura (como a doença Amarelecimento

Fatal - AF, que dizima centenas de hectares de palma, ou ainda os cultivos nas proximidades de áreas protegidas), conter os cultivos em áreas degradadas (BECKER, 2010).

Com essas ferramentas regulamentadoras, a intenção é promover a expansão e o desenvolvimento do programa da palma brasileiro dentro das premissas da sustentabilidade e objetivando a superação dos desafios mencionados por BECKER. Para tanto, é necessária uma pesquisa aprofundada como seria a implementação do programa no atual contexto brasileiro de produção. As premissas deveriam ser respeitadas com o uso de instrumentos de regulação, como: cultivo da palma somente em áreas degradadas, desmatamento proibido e agricultores familiares incluídos no processo de expansão e produção. Mas é possível expandir a produção brasileira, no estado do Pará, dentro desses critérios? É o que esta pesquisa procura responder.

1.2. Questões e hipóteses da pesquisa

Esta pesquisa buscou compreender as seguintes questões: (i) É possível a expansão sustentável da palma para biodiesel no Brasil? (ii) Onde há áreas degradadas em número suficiente para acomodar essa expansão? (iii) Quais as implicações ambientais e sociais do uso dessas áreas para a expansão?

Considerando as questões levantadas, as hipóteses são:

- É possível a expansão sustentável da palma no estado do Pará.
- A extensão de áreas degradadas é suficiente para acomodar a expansão do cultivo de palma.
- Com a utilização de áreas degradadas para a expansão, os impactos ambientais e sociais são reduzidos.

1.3. Objetivos e proposta metodológica

Esta pesquisa de doutorado tem como objetivo geral avaliar a expansão da palma para biodiesel no estado do Pará, através do mapeamento e da análise espacial de áreas degradadas, e por meio do desenvolvimento de cenários de emissão de GEE com a expansão da palma com foco na conversão do uso da terra, tomando como estudo de caso o estado do Pará e seu polo produtor de óleo de palma, no nordeste do estado. Para

tanto, a pesquisa se baseia na manipulação e na interpretação de dados de sensoriamento remoto produzidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e nos cenários desenvolvidos. Esta pesquisa visa constituir instrumento de planejamento, tomada de decisões, formulação e desenvolvimento de políticas públicas para a expansão sustentável da produção do óleo de palma no Pará em terras degradadas.

Especificamente, a pesquisa busca:

- Conceituar, caracterizar, mapear e avaliar espacialmente áreas degradadas destinadas à palma, no estado do Pará e no núcleo paraense produtor, gerando um modelo de expansão sustentável para a palma no Pará.
- Elaborar cenários de emissões de GEE, para a expansão do cultivo de palma nas áreas degradadas e propor novas áreas para a alocação dos novos cultivos. Os cenários têm o objetivo de fornecer uma visão futura da expansão, das possíveis alternativas e das consequências, focando na conversão do uso da terra.
- Com base nos dois primeiros itens, este estudo visa fornecer suporte para a concepção e a implantação de novas políticas públicas para a região com base nos cenários elaborados e nas conclusões desta pesquisa, e sugerir medidas para minimizar os impactos negativos dessa expansão.

Para atingir os objetivos, esta pesquisa envolveu um extenso levantamento bibliográfico em relação ao tema de estudo, de modo a constituir uma base sólida. Também investigou o panorama do contexto do óleo de palma no mundo e no Brasil, além de seus potenciais e barreiras ao desenvolvimento, assim como os impactos relacionados à sua expansão. Foram ainda definidos critérios de sustentabilidade da expansão da palma no Brasil com base em informações e critérios propostos pelo ZAE e pelo Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo. O critério para orientar a expansão é acomodar os novos cultivos somente em áreas consideradas degradadas. Assim, identificar essas áreas foi o cerne desta pesquisa.

Para tanto, o estudo de caso no estado do Pará, foco da expansão da palma no Brasil, foi desenvolvido. Áreas degradadas consideradas aptas para acomodar a expansão da palma foram mapeadas e quantificadas, com dados de áreas degradadas obtidos do Projeto TerraClass, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Esse projeto qualifica o desmatamento detectado inicialmente pelo Projeto de Estimativa de Desflorestamento da Amazônia (PRODES), em diversas classes de uso do solo, entre elas, Pasto Sujo (ou abandonado), ou área degradada, no contexto brasileiro. Informações adicionais foram obtidas do IBGE e da Embrapa Solos, configurando o

banco de dados da pesquisa com a utilização do software ArcGIS 10.2.2 para obter parâmetros como limites municipais e estaduais, além das classes do ZAE. De posse dos dados, foi feito seu cruzamento, de modo a identificar áreas degradadas dentro do polo produtor de óleo de palma e também em todo o estado paraense, e áreas dentro das classes aptas para o cultivo da palma indicadas pelo ZAE, proporcionando assim uma análise espacial da real disponibilidade de terras adequadas para a cultura.

Com base na identificação de áreas degradadas, os rendimentos potenciais teóricos de produção de óleo foram calculados para ilustrar a demanda atual e futura. Com essa base de dados, foi possível indicar novas opções para a expansão, considerando alternativas exploradas pelo desenvolvimento de dois cenários: o de Referência, S1, que representa a expansão da palma de acordo com as tendências da economia do país e reflete como está sendo executada hoje; com certo grau de comprometimento com a expansão sustentável da palma interligada à tendência de redução do desmatamento; e um Cenário Sustentável (S2), obedecendo às diretrizes do programa brasileiro da palma, que foca no desenvolvimento sustentável, ou seja, considera a expansão somente em áreas degradadas e proíbe o desmatamento. Por fim, foi realizada uma análise comparativa dos cenários, de modo a propor opções e melhores práticas, e uma análise dos principais impactos ambientais, sociais e econômicos desta expansão.

1.4. Contribuições e originalidade da pesquisa

A importância desta pesquisa está em gerar um modelo sustentável de expansão da palma, através de uma visão espacial das áreas degradadas disponíveis para a expansão, sua distribuição e quantificação, proporcionando uma análise mais detalhada das possibilidades reais dessa expansão, embasada nas ferramentas regulamentadoras (ZAE e Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo).

Adicionalmente, o desenvolvimento de cenários de emissões contribui para a visão de alternativas para esse processo, levando em conta aspectos ambientais e sociais da ocupação de áreas degradadas. A proposta de novas áreas para o cultivo da palma mostra, além de alternativas, uma base sólida para estruturar no país políticas públicas para o uso do solo e de áreas degradadas. A questão do uso do solo é relevante para o desenvolvimento sustentável do programa da palma no Brasil, pois, se manejado sem critérios rigorosos, poderá ser responsável pelo aumento de emissões de GEE, entre outros impactos discutidos nesta pesquisa. Além disso, o uso do solo regulamentado é

um pré-requisito para a certificação da sustentabilidade do biodiesel de palma, que é a porta de entrada para mercados internacionais. Por fim, esta pesquisa visa contribuir para a elaboração e a implementação de políticas públicas eficientes, especialmente para áreas da Amazônia que já sofrem ou sofrerão pressão devido à expansão da palma.

A originalidade da pesquisa está no refinamento do mapeamento de áreas degradadas executado pelo ZAE, considerando apenas uma classe de uso do solo dentro das áreas consideradas desmatadas, previamente consideradas pelo ZAE, gerando um modelo sustentável de expansão da palma para a área de estudo. Para tanto, a revisão de conceitos de áreas degradadas direcionadas para a palma constituem uma contribuição relevante neste tema. A proposta de novas áreas para a palma no estado do Pará é também uma nova perspectiva para esta expansão, gerando novos temas de pesquisa.

1.5. Organização da tese

A tese está estruturada em seis capítulos. O primeiro trata sobre a introdução da expansão da palma no Pará e suas implicações ambientais e sociais, assim como sobre as hipóteses e questões da pesquisa, dos objetivos geral e específicos e detalha a metodologia utilizada, além de justificar sua execução e importância.

O capítulo 2 aborda a questão do biodiesel e da palma no Brasil e no mundo e discute os principais impactos ambientais e sociais desta cultura e da possível expansão, fornecendo as bases para as análises e as conclusões da pesquisa, além de abordar com detalhes o Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo e o ZAE.

O capítulo 3 detalha em profundidade a metodologia utilizada nesta pesquisa, fornecendo embasamento teórico quando necessário.

O capítulo 4 descreve o estudo de caso realizado para o estado do Pará, através de uma análise espacial e da contabilização das áreas degradadas disponíveis nesse estado e no núcleo produtor de palma, e o cruzamento desses dados com o ZAE, além da apresentação dos cenários e da análise comparativa final.

O capítulo 5 discute os resultados obtidos dentro do contexto nacional e internacional e ainda orienta para sinergias possíveis com programas ambientais e sociais em andamento no estado do Pará para que essa expansão ocorra de modo sustentável. Por fim, o capítulo 6 trata das conclusões e recomendações obtidas.

CAPÍTULO 2: O CONTEXTO INTERNACIONAL E O NACIONAL DA PRODUÇÃO DE ÓLEO DE PALMA PARA FINS ENERGÉTICOS

2.1. Contexto internacional

O conceito de sustentabilidade foi proposto pela primeira vez em 1987, no Relatório Brundtland (*Our common future*) (BRUNDTLAND, 1987). Segundo esse documento, a sustentabilidade consiste na continuidade do processo de desenvolvimento atual sem, no entanto, afetar as gerações futuras no atendimento de suas necessidades, ao comprometer e esgotar os recursos naturais. A mais grave consequência da falta de compromisso com o desenvolvimento sustentável são as emissões de GEE e os consequentes impactos das mudanças climáticas causados pelas emissões. Como o consumo de combustíveis fósseis é o principal responsável pelas emissões, os biocombustíveis são vistos como uma medida para atenuar as mudanças climáticas e também proporcionar independência e segurança energética (SACHS, 2007).

Entretanto, é sabido que os biocombustíveis de primeira geração (etanol e oleaginosas) podem ser uma ameaça aos biomas naturais, quando ocorre sua expansão sem controle, além de competirem com os cultivos alimentares, especialmente na questão da terra (VILLELA, 2014, IEA 2013b).

Considerando esse contexto, para garantir a sustentabilidade na produção de biocombustíveis, começaram a surgir os esquemas de certificação, que nada mais são do que conjuntos de princípios, critérios e indicadores que devem ser seguidos para que o biocombustível seja produzido dentro dos preceitos do desenvolvimento sustentável (HERRERA, 2014). De acordo com VAN DAM *et al.* (2010), diversas iniciativas de certificação para os biocombustíveis já foram criadas na Europa e nos EUA, visando garantir a sustentabilidade da produção de bioenergia. Cada iniciativa de certificação possui objetivo e escopo diferenciados, dependendo do setor e da matéria-prima.

Segundo a ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD, 1993), indicador é um parâmetro, ou um valor derivado de parâmetros, que fornece informações ou descreve o estado de um fenômeno, ambiente ou área. Uma definição da Environmental Protection Agency (EPA, 1995) afirma que um indicador ambiental é uma medida, ou um valor derivado dessa medida, que contém informações sobre padrões ou tendências em relação ao estado do ambiente, em atividades antrópicas que afetam ou são afetadas pelo meio ou sobre relações entre

variáveis.

KIRKMAN et al (2012) defende que a sustentabilidade no setor de biocombustíveis pode ser analisada globalmente, sendo que, no âmbito internacional, as emissões de GEE seriam o principal foco,. Já no âmbito nacional, a análise da sustentabilidade envolve os aspectos energético, social e ambiental. O conceito de sustentabilidade aplicado aos biocombustíveis foi uma exigência do mercado internacional, visto que os países europeus importadores exigem certificações atestando que o combustível foi produzido social e ambientalmente de forma responsável.

Desde o ano de 2008, o mercado internacional de biocombustíveis encontra-se vinculado a exigências de sustentabilidade da Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA), com a classificação dos biocombustíveis em função da redução de emissões de GEE quando comparadas às de combustíveis fósseis. Após esse marco inicial da EPA, a Diretiva 2009/28/CE da União Europeia (EU) exigiu critérios de sustentabilidade (ambientais e sociais) para a comercialização dos biocombustíveis, constituindo os primórdios da certificação. O objetivo principal é alcançar 20% de energia renovável em 2020, sendo 5% para o transporte, para cada membro. Para tanto, foram desenvolvidos princípios, critérios (requisitos mínimos ou referências) e indicadores (parâmetros ou medidas) de sustentabilidade para os biocombustíveis que possibilitam que os produtores sejam certificados (HERRERA, 2014; AMEZAGA, VON MALTITZ e BOYES, 2010; ELBEHRI, SEGERSTEDT e LIU, 2013).

A elaboração dos princípios, critérios e indicadores é feita por entidades comerciais ou não, podendo ser também pelo próprio governo, por empresas, por ONGs e até mesmo por organizações e instituições internacionais (HERRERA, 2014, VAN DAM *et. al.*, 2008). As primeiras matérias-primas para biocombustíveis que serviram de referência para a elaboração de indicadores foram a palma, a colza, a soja e a biomassa em geral. Durante sua produção, avaliaram-se os principais impactos relativos ao estoque de carbono, às emissões de GEE, à biodiversidade e às demandas socioeconômicas. Posteriormente, outras fases foram incluídas, como a geração de resíduos e a distribuição.

A Diretiva 2009/28/CE, sem desenvolver critérios e/ou indicadores, definiu os principais padrões mínimos de sustentabilidade para biocombustíveis na União Europeia (GOOVAERTS *et al.*, 2013):

- Redução de, no mínimo, 35% nas emissões de GEE, quando em comparação aos combustíveis fósseis;

- Proibição taxativa de desmatamento e de utilização de áreas protegidas;
- Matérias-primas cultivadas de acordo com a Política Agrícola Comum da União Europeia.

Os seguintes esquemas de certificação são reconhecidos pela Diretiva:

- ISCC – Certificação Internacional de Sustentabilidade de Carbono;
- BONSUCRO (Mesa Redonda para Biocombustíveis de Cana-de-açúcar);
- RSB (Mesa Redonda para os Combustíveis Sustentáveis);
- RTRS (Mesa Redonda para a Soja Responsável);
- 2BSvs (Sustentabilidade de Biocombustíveis de Biomassa), esquema francês abordando todo tipo de biocombustíveis;
- RBSA (Norma de Garantia de Sustentabilidade Bioenergética), desenvolvida pela empresa ABENGOA;
- GREENERGY (para o etanol brasileiro).

Outros indicadores atualmente desenvolvidos são da Global Bioenergy Partnership (GBEP, 2011), que foca seus trabalhos em desenvolvimento sustentável, mudanças climáticas e segurança alimentar e energética, atuando como um fórum em que os governos, ONGs e outros dialogam e buscam alternativas para aumentar as boas práticas em sustentabilidade no setor de biocombustíveis. Isso inclui o biodiesel e seus aspectos sociais, ambientais e econômicos. Além disso, a GBEP trabalha em sinergia com outras iniciativas relevantes, tais como: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), UNCTAD Biofuels Initiative, Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership (REEEP) etc. As ações prioritárias da GBEP são:

- Facilitar o desenvolvimento sustentável da bioenergia;
- Testar e disseminar uma metodologia comum de cálculo de redução de emissões de GEE decorrentes do uso da bioenergia;
- Aumentar e divulgar informações sobre bioenergia.

Dessa forma, a GBEP identificou 24 indicadores relevantes para o setor de bioenergia (Tabela 1) e publicou, em dezembro de 2011, um relatório referente a esse assunto, visto que a bioenergia pode agregar muito ao desenvolvimento sustentável de regiões ou países onde esses indicadores deveriam ser aplicados, sem comprometer a economia e o próprio desenvolvimento do lugar em questão. Em 2014, foi publicado o *Pilot Testing of GBEP Sustainability Indicators for Bioenergy in Indonesia* (GBEP, 2014), relatório que descreve a validação dos 24 indicadores para cultivos bioenergéticos na Indonésia, entre eles, a palma. Uma avaliação da sustentabilidade do biodiesel deve integrar economia,

meio ambiente e sociedade no processo de tomada de decisão. Os critérios para a definição dos indicadores possuem base científica.

Indicadores		
Meio ambiente	Sociais	Econômicos
Emissões de GEE no ciclo de vida da produção de bioenergia	Regularização da posse da terra para produção de bioenergia	Produtividade dos cultivos bioenergéticos
Qualidade do solo	Preço e fornecimento de alimentos básicos	Balanco energético da bioenergia quando comparado com outras fontes energéticas
Volume de exploração de madeira	Mudança na renda	Valor bruto adicional por unidade de bioenergia produzida
Poluição do ar	Disponibilidade de empregos	Alterações no consumo de combustíveis fósseis (substituição)
Uso da água e eficiência	Condições de trabalho de mulheres e crianças com a introdução e melhorias na mecanização	Treinamento e qualificação da força de trabalho
Qualidade da água	Bioenergia utilizada para expandir o acesso à energia	Diversidade energética com o uso da bioenergia
Biodiversidade	Mudanças no índice de mortalidade e incidência de doenças respiratórias devido ao uso de diesel	Infraestrutura e logística para a distribuição da bioenergia
LUC relacionado à produção de matéria-prima para bioenergia	Incidência de doenças, morte e acidentes de trabalho no setor da bioenergia	Capacidade e flexibilidade no uso da bioenergia

Tabela 1: Indicadores para a bioenergia na Indonésia propostos pela GBEP (2014).

Fonte: GBEP (2014).

Outros esquemas de indicadores foram desenvolvidos especificamente para a palma e serão detalhados mais adiante.

De acordo com SACHS (2007), além dos esquemas de certificação, a expansão dos biocombustíveis deve se apoiar em quatro pilares: inovação, capacidade de expansão, infraestrutura e existência de um sólido mercado, global, regional ou local. Um quinto pilar é sugerido: a capacidade de propiciar o desenvolvimento rural por meio da geração de empregos e de oportunidades, como uso de subprodutos e resíduos, abastecimento energético, transporte. Para resolver o problema da insegurança alimentar *versus* cultivo de matéria-prima para biodiesel (e não só a palma), há algumas medidas que podem ser tomadas na fase de cultivo, sendo definidas como critérios e monitoradas por

indicadores:

- Concentrar a produção de matéria-prima para biodiesel em áreas degradadas;
- Promover a integração entre as culturas alimentícias e energéticas, como, por exemplo, palma e gado, associação de culturas, rotação, Sistemas AgroFlorestais (SAFs). Normalmente, essas técnicas resultam em maiores rendimentos e aproveitamento de pastagens e serão detalhadas mais adiante;
- Quando possível, iniciar a produção de biodiesel de segunda geração, ou seja, produzido a partir de resíduos não utilizáveis de culturas, resíduos de florestas, gordura animal e outros tipos de resíduos;
- Fomentar a produção dos agricultores familiares, economizando terra, água e capital;
- Promover pesquisas para a identificação de novas plantas de produção, especialmente com a palma, para melhorar a produtividade dos cultivos já existentes e expandir a diversidade de oleaginosas (SACHS, 2007).

Entre as diversas oleaginosas destinadas à produção de biodiesel está a palma (Figura 1), que é originária da costa ocidental da África. Há duas espécies de interesse comercial: *Elaeis guineensis* e *E. oleifera*, sendo a segunda espécie nativa da América Latina. Pode atingir até vinte metros de altura, seu ciclo de vida gira em torno de 25 anos e sua produção é contínua ao longo do ano. Como já mencionado, a palma é a mais produtiva oleaginosa do mundo, com rendimento entre 4 a 6 toneladas de óleo por hectare por ano, no Pará. Já de acordo com EMBRAPA (2002), a produtividade da palma é de cerca de 5 toneladas por hectare por ano. Este último valor foi adotado nesta pesquisa, visto que é um valor médio de produtividade, entre os citados por VILLELA. É possível extrair o óleo de palma do fruto, e também o óleo de palmiste, da semente (VILLELA, 2009).



Figura 1: A palmeira (ou o dendezeal), e os cachos de frutos. Fonte: Fotos cedidas por Alberto Villela, em viagem de campo a Moju (PA) no ano de 2008.

O consumo mundial de óleo de palma cresceu 167% entre 1998 e 2010, indo de 17 milhões de toneladas para 45,5 milhões de toneladas. Este consumo continuará crescendo nos próximos anos, devendo chegar a 63 milhões de toneladas em 2015. Os principais consumidores de óleo de palma no mundo são Europa, Índia, China, Indonésia e Malásia. A indústria europeia aumentou o uso de óleo de palma em 365% desde 2006, de 0,4 milhão para 1,9 milhão de toneladas por ano. Este consumo adicional está interligado com o crescimento da produção do biodiesel, estimulado por políticas governamentais nesse período (GERASIMCHUK & KOH, 2013). O consumo brasileiro de óleo de palma saltou de 150.000 toneladas no ano 2000 para 195.000 toneladas em 2007. Atualmente o Brasil consome cerca de 550.000 toneladas de óleo de palma por ano (LEVERMANN, 2014).

Os principais produtores de óleo de palma no mundo são: a Malásia, a Tailândia e a Indonésia. O Brasil aparece como o décimo produtor mundial (BROWN *et al.*, 2005). Na América Latina, os principais produtores são: Colômbia, Equador, Honduras e Brasil. A Figura 2 ilustra a produção de óleo internacional.

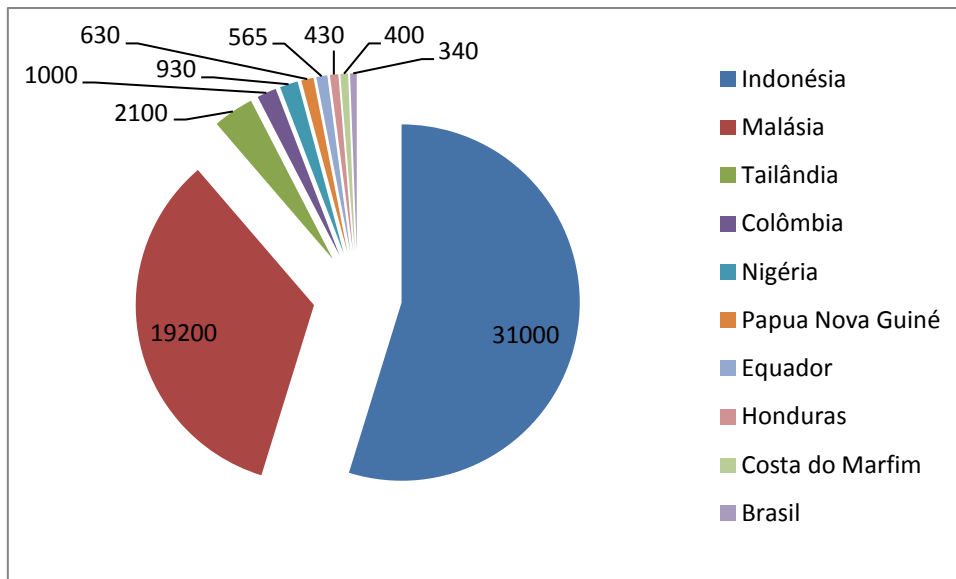


Figura 2: Produção mundial de óleo de palma (10³ x t). Fonte: Adaptado de Index Mundi, 2013.

ONGs ambientais e sociais internacionais têm criticado o cultivo da palma pela possibilidade de promover desmatamento de mata nativa e expulsão de pequenos agricultores em países como Indonésia, Malásia, Papua Nova Guiné, Filipinas e Tailândia. Projeções de demanda de terra para essa cultura até 2020 são de mais de 28 milhões de hectares na Indonésia e 5 milhões na Malásia. Uma sólida política de uso do solo precisa ser implementada nesses países para garantir uma cadeia de produção de óleo de palma sustentável, exigindo uma investigação mais profunda das áreas degradadas (WICKE *et al.*, 2011).

No total, 3,5 milhões de hectares de florestas foram convertidos para palma entre 1990 e 2010, na Malásia, na Indonésia e na Papua Nova Guiné (BUTLER, 2013). Ainda de acordo com esse autor, as emissões de CO₂ até 2050 para o setor de óleo de palma nos produtores asiáticos será da ordem de 15,2 bilhões de toneladas. Esse valor é correspondente apenas às conversões de uso da terra para a palma.

Com relação aos esquemas de certificação, a *Roundtable on Sustainable Palm Oil* (RSPO, 2006) [Mesa Redonda sobre o Óleo de Palma Sustentável] foi a primeira organização *multistakeholder* que lançou critérios e indicadores visando à sustentabilidade da produção do óleo de palma. Com base num contexto internacional devastador para o meio ambiente e para a sociedade da Malásia e da Indonésia, grandes empresas produtoras e consumidoras do óleo de palma tornaram-se alvo de questionamentos e pressões da opinião pública e, em 2001, a ONG World Wide Fund

for Nature (WWF), deu início a uma articulação entre os vários setores envolvidos na cadeia produtiva e no mercado da palma que resultou, em 2004, na criação da RSPO, visando reunir plantadores, processadoras e outras organizações da sociedade civil para estabelecer princípios e critérios para a produção sustentável do dendê. Em termos gerais, foram definidos os seguintes princípios, dentro de cada qual, um conjunto de indicadores (disponível em <<http://www.rspo.org/>>):

Princípio 1: Compromisso com a transparência;

Princípio 2: Obediência à legislação;

Princípio 3: Compromisso com a viabilidade econômica e financeira de longo prazo;

Princípio 4: Uso de melhores práticas por produtores e processadores;

Princípio 5: Responsabilidade ambiental e conservação dos recursos naturais e da biodiversidade;

Princípio 6: Respeito aos direitos de empregados, indivíduos e comunidades afetadas pela produção e pelo processamento;

Princípio 7: Responsabilidade na implantação e no desenvolvimento de novas áreas para produção;

Princípio 8: Compromisso para a melhoria contínua nas áreas-chave da atividade.

Os certificadores da RSPO têm acesso a todos os elos da cadeia de produção, desde a geração das sementes até o óleo refinado produzido, assim como detêm poderes para fiscalizar e analisar o contexto da cadeia produtiva.

Com base na RSPO, outros projetos visando à sustentabilidade da palma foram desenvolvidos. A seguir, são apresentados os critérios para a sustentabilidade da palma do projeto POTICO (*Palm Oil, Timber and Carbon Offsets*) (GINGOLD *et al*, 2012), que considera o cultivo dessa oleaginosa somente em áreas degradadas na Indonésia (Tabela 2). Esse projeto desenvolve indicadores para determinar as terras mais aptas para o cultivo da palma no país.

Tabela 2: Indicadores considerados pelo projeto POTICO para delimitar áreas degradadas adequadas ao cultivo da palma na Indonésia. Fonte: Adaptado de GINGOLD *et al* (2012).

Área	Setor	Indicador
Ambiental	Carbono e biodiversidade	<i>Cobertura da terra</i>
		<i>Presença de turfa</i>
		<i>Áreas de conservação</i>
	Solo e proteção da água	<i>Risco de erosão</i>
		<i>Potencial de recarga de lençol freático</i>
<i>Disponibilidade hídrica</i>		
Econômica	Produtividade do cultivo	<i>Topografia</i>
		<i>Clima e chuva</i>
		<i>Características do solo</i>
	Viabilidade financeira	<i>Extensão</i>
<i>Acessibilidade</i>		
Legislação	Zoneamento	<i>Zoneamento</i>
	Direitos	<i>Concessões</i>
		<i>Cultivos em produção</i>
Social	Uso da terra	<i>Direitos comunitários</i>
		<i>Dependência das terras</i>
		<i>Drenagem</i>
	Interesses locais	<i>Histórico das terras</i>
		<i>Percepção da comunidade</i>
		<i>Interesse da comunidade</i>
		<i>Interesses políticos</i>

Tais indicadores permitiram a identificação de áreas potenciais para a palma, com o cruzamento de dados, visando evitar conflitos ambientais e sociais, e, principalmente, com o objetivo de conter o desmatamento. Este projeto, desenvolvido pelo *World Resources Institute* (WRI), desde o ano de 2010 busca mapear em toda a Indonésia áreas degradadas para o cultivo e a expansão da palma. Tudo isso corresponde à política da Indonésia para preservar sua mata nativa, que já foi tão degradada por atividades antrópicas, incluindo o cultivo da palma (RUYSSCHAERT *et al.*, 2011). De acordo com GINGOLD *et al* (2012), a Indonésia tem milhões de hectares de terras degradadas disponíveis e adequadas para a palma, e o projeto POTICO visa combater o desmatamento por meio de incentivos a companhias produtoras que a cultivem nas terras degradadas. Além disso, o país assumiu compromissos significativos de redução de emissões de GEE, focando especialmente em gerenciar o uso da terra e evitar o desmatamento (redução de 26% até 2020, podendo chegar a 41% com a assistência

internacional).

Resumindo, a demanda mundial por áreas plantadas de palma só tem aumentado. Em resposta, a produção também vem se expandindo rapidamente, promovendo o crescimento e o desenvolvimento econômico dos países que a cultivam. Porém, o custo desse desenvolvimento é elevado, com impactos ambientais e sociais que vão desde o desmatamento da floresta nativa até a expulsão de agricultores familiares, passando por graves conflitos sociais (OOSTERVEER, 2009).

2.2. Contexto nacional

O Brasil apresenta condições climáticas e ambientais propícias para o cultivo de diversas oleaginosas para o biodiesel e também para o cultivo da cana-de-açúcar, além de possuir vastas extensões de terra. Na região norte, a palma e o babaçu encontram ambiente adequado para seu desenvolvimento. No nordeste, o potencial é para mamona e algodão, enquanto que no centro-oeste e sudeste a soja é cultivada. Na região sul, o girassol encontra ambiente adequado para seu desenvolvimento (PNPB, 2012). Como mencionado, pela alta produtividade da palma, a meta para os próximos anos é expandir sua plantação, visando atingir demandas domésticas e internacionais.

De acordo com FURLAN (2006), no Brasil, o estado do Pará tem o clima adequado para o desenvolvimento da palma, incluindo média de chuvas anuais de 2.500 milímetros, 2 mil horas de iluminação solar bem distribuídas ao longo do ano, temperatura média entre 24°C e 28°C e umidade em torno de 75% e 90%.

Atualmente, o Pará possui cerca de 140 mil hectares de área plantada de palma. É nesse estado que estão concentradas as principais empresas produtoras de óleo e 90% dos cultivos. A Figura 3 mostra a expansão da área plantada nos últimos anos.

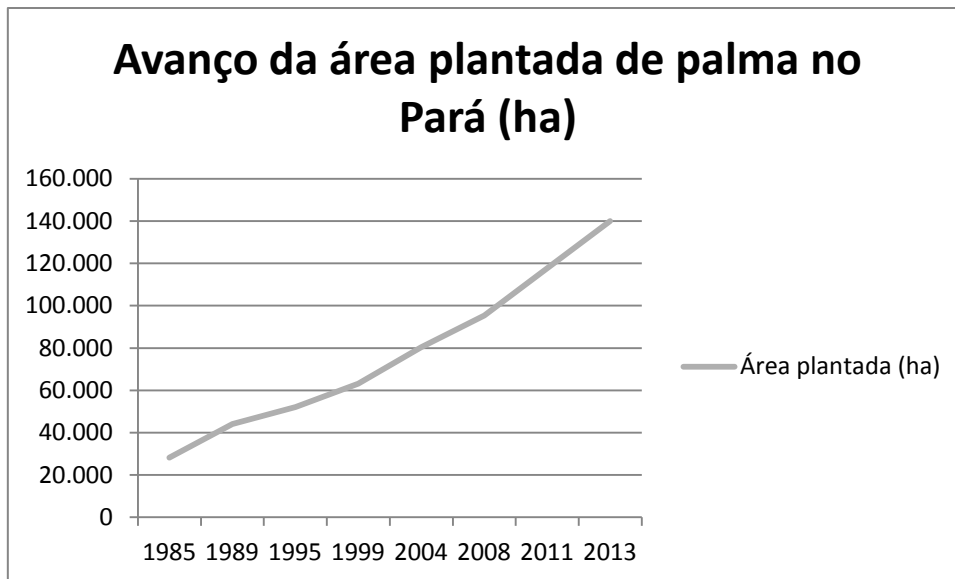


Figura 3: Aumento da área plantada de palma nos últimos 30 anos, no estado do Pará. Fonte: Adaptado de MAPA, 2010 e baseado nas estimativas de GLASS (2013).

De 2004 a 2013, o Pará foi o estado líder em desmatamento no país, de acordo com o projeto PRODES (projeto desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, que mapeia e monitora o desmatamento no país, a ser detalhado mais adiante, seguido por Mato Grosso e Rondônia, com taxa anual em 2013 de, respectivamente, 40,7%, 19,7% e 16%. No Pará, as principais causas para o desmatamento são a grilagem e a pecuária. A maior preocupação com relação à expansão da palma é que seu cultivo venha a estimular ainda mais o desmatamento no estado. Daí o lançamento dos recentes programas governamentais visando à produção sustentável da palma. Além do desmatamento, com o aumento da produção de óleo de palma e dos incentivos para esta produção, cultivos alimentícios, principalmente a mandioca, também deram lugar a esta cultura (GLASS, 2013).

Do ponto de vista biológico, a palma tem características que a tornam uma espécie apropriada para a recuperação de áreas degradadas na Amazônia. Do ponto de vista social, a cultura tem revelado grande potencial para a geração de empregos e de renda. Por suas características de cultivo, a palma apresenta excelente desempenho para a fixação do homem ao campo, em reforma agrária, cooperativas e outros modelos de assentamento rural (BRITO, 2007).

No Pará, a Agropalma (principal empresa produtora de óleo de palma) possui aproximadamente 40 mil hectares. Quase toda a produção de óleo no Pará vem de grandes empresas e produtores independentes de médio e grande porte. Menos de 10%

desse número é resultado da agricultura familiar (EMBRAPA AGROENERGIA, 2011). De acordo com VILLELA (2014) apud ENÊ (COMUNICAÇÃO PESSOAL), 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. Portanto, optou-se por considerar a projeção de até 1 milhão de hectares até o ano de 2030, no estado do Pará, nesta pesquisa.

O cultivo da palma envolve duas fases principais: a implantação e a produção. A etapa de implantação inclui o preparo de mudas, pré-viveiro e viveiro, desmatamento e preparo do terreno, plantio definitivo e manutenção do período não produtivo. Já a de produção envolve as atividades de manutenção da planta no seu período produtivo. As principais atividades se distribuem de acordo com a seguinte ordem: aquisição de sementes e pré-viveiro; preparo da área; plantio e manutenção no primeiro ano; manutenção no segundo e no terceiro ano e, a partir do quarto, além da manutenção, colheita. O ápice da produção da palma está entre o sétimo e o vigésimo ano (VILLELA, 2009).

Nos próximos anos, altos investimentos são esperados para a palma, com fins energéticos. Até 2018, a Petrobras planeja investir um total de 330 milhões de reais em palma no Pará, em um grande projeto em parceria com a Galp Energia, de Portugal. Até o momento, a previsão para esse projeto seria de cerca de 150 mil toneladas anuais de óleo de palma para o mercado brasileiro e mais 300 mil para exportação para Portugal. Outra companhia, a Biopalma, comprada pela Vale, também planeja produzir óleo de palma para ser utilizado nas locomotivas da Vale (VILLELA, 2014). Em 2019, a Biopalma pretende atingir a meta de produção anual de 500 mil toneladas de óleo. Também 75 mil hectares vão ser destinados à recuperação e à regeneração da mata nativa. Nos três primeiros anos do plantio até o início da colheita, os agricultores contemplados pelo projeto da Vale devem receber auxílio técnico da Biopalma e crédito do Pronaf Dendê, programa de financiamento do governo federal, por intermédio do Banco da Amazônia, para aquisição de mudas, manutenção da plantação e necessidades de subsistência. Por fim, a Agropalma almeja duplicar sua produção no prazo de quinze anos (Portal Biodiesel BR, 2011). Além disso, investimentos em pesquisa também estão sendo feitos. A EMBRAPA AGROENERGIA desenvolve projeto no qual são desenvolvidas atividades relacionadas ao melhoramento genético do dendezeiro e do caiaué, genética, genômica, biologia celular e etiologia do amarelecimento fatal (AF), nas regiões Norte e Centro-Oeste do País (EMBRAPA AGROENERGIA, 2011). A

Tabela 3 ilustra a projeção de expansão em hectares das atuais produtoras de óleo para os próximos anos.

Tabela 3: Área plantada (ha) e projeção de expansão da palma para 2020 (ha), para as principais empresas produtoras. Fonte: Adaptado de GLASS 2013.

Empresa	Área plantada (ha)	Projetos de expansão (ha)
Agropalma	45.000	50.000
Biopalma	42.000	80.000
Yossan	16.000	20.000
Denpasa	6.000	10.000
Marborges	5.000	10.000
Dentauá	4.000	6.000
Petrobras/Galp	4.000	75.000
ADM	3.000	50.000
Palmasa	3.000	8.000
Outros	12.000	20.000
Total	140.000	329.000

O prognóstico futuro da expansão da palma aparenta ser próspero, entretanto, a produção de biocombustível no país, principalmente de etanol e soja, está vinculada a graves problemas socioambientais e a uma possível expansão desordenada. Diante desse cenário, novamente, a certificação representa uma forma de atestar que o processo de produção do biodiesel brasileiro segue requisitos mínimos estabelecidos em normas e regulamentos. O Inmetro desenvolve o Programa Brasileiro para Certificação de Biodiesel, baseado em critérios técnicos preestabelecidos, contemplando a qualidade intrínseca do produto e o impacto socioambiental do processo produtivo. O desenvolvimento do programa visa: contribuir para a superação de possíveis barreiras técnicas ao biodiesel brasileiro; facilitar o comércio exterior e o acesso a novos mercados; estimular a melhoria contínua da qualidade; minimizar o impacto socioambiental provocado pelo processo produtivo; tornar o etanol e o biodiesel mais competitivos; e valorizar a imagem do biodiesel brasileiro nos mercados interno e externo. Pretende-se também possibilitar que o programa seja reproduzido em outros

países emergentes que necessitem demonstrar a sua sustentabilidade, fator determinante para ampliar a oferta mundial (disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/painelsetorial/biocombustiveis/index.asp>>).

Espera-se que as bases para o desenvolvimento sustentável do programa tenham sido lançadas, através do Programa Brasileiro para Certificação de Biodiesel, o ZAE e o Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo. O Brasil tem em mãos uma série de ferramentas e regulamentos semelhantes às políticas lançadas pela Indonésia, já citadas no tópico 2.1, quanto ao aproveitamento de áreas degradadas, que pode tornar a expansão do setor da palma sustentável em toda a sua cadeia de produção. Basta que no Brasil, tais ferramentas sejam posta em prática, e amplamente divulgadas entre os *stakeholders*, e monitoradas adequadamente. Apesar de a RSPO e o GBEP disponibilizarem indicadores para a palma, ainda é necessária a construção de indicadores para a palma no Brasil, visto que há diferenças de um ambiente para outro, especialmente no que tange as definições de áreas degradadas.

2.2.1. Biocombustíveis no Brasil: O Proálcool, o Programa Nacional de Produção e Uso de Biocombustível (PNPB) e o Selo Combustível Social

Brasil e Estados Unidos produzem cerca de 80% do biocombustível mundial, principalmente o etanol. O Brasil é o segundo produtor de etanol e o maior usuário desde os anos 70. Mais recentemente, o país vem desenvolvendo biodiesel com base em oleaginosas, com o apoio do governo, como o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). O programa foi criado com o objetivo de produzir biodiesel de forma sustentável, criando emprego, gerando renda e reduzindo as emissões de GEE, assim como as importações de diesel, e oferece incentivo ao consumo (redução em impostos) e até incentivos para a produção (redução em impostos e subsídios e padrões de mistura obrigatória (RASWANT *et al.*, 2008).

A matriz energética brasileira é baseada em fontes renováveis como hidrelétricas e biomassa. As crises do petróleo dos anos 70 incentivaram o desenvolvimento e a produção de etanol e, conseqüentemente, a modernização do etanol e da bioenergia no Brasil. A produção de etanol atingiu resultados muito satisfatórios, amplamente conhecidos (JOHNSON, 2012; SILVEIRA, 2013, LAMERS *et al.*, 2011, LA ROVERE *et al.*, 2011, SORDA *et al.*, 2010, HIRA, 2009). A produção de etanol em larga escala

foi estabelecida nos anos 70, com o Proálcool (Programa Nacional do Álcool), que teve por objetivo reduzir as importações de gasolina após a primeira crise do petróleo (GOLDEMBERG *et al.*, 2004, UNICA, 2008). Desde então, a indústria do etanol deu origem a grandes empreendimentos, contribuindo com 19% do abastecimento energético nacional (EPE, 2014). O potencial para a produção de biodiesel de oleaginosas no Brasil foi identificado há tempos, porém, seu desenvolvimento é relativamente recente (SALOMÃO, 2013, SILVEIRA, 2013, SCHAFFEL e LA ROVERE, 2010).

Há diversas oleaginosas no Brasil das quais o biodiesel pode ser produzido, como mamona, palma, girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso e soja, entre outras. O biodiesel substitui total ou parcialmente o óleo diesel de petróleo em motores automotivos (caminhões, tratores, caminhonetes, automóveis etc.) ou estacionários (geradores de eletricidade, de calor etc.). Pode ser usado puro ou misturado ao diesel. O biodiesel permite a redução da importação de petróleo e de óleo diesel e também da poluição ambiental, além de gerar alternativas de emprego em áreas geográficas menos atraentes para outras atividades econômicas, promovendo, assim, a inclusão social e abastecimento energético remoto (MAPA, 2012).

O PNPB foi lançado pelo governo brasileiro em 6 de dezembro de 2004, visando introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira de forma sustentável, tendo como principais diretrizes: gerar emprego e renda com a produção de oleaginosas, promovendo a inclusão social; garantir preços competitivos; reduzir as emissões de poluentes; reduzir a importação de diesel de petróleo; conceder incentivos fiscais; estimular a produção de biodiesel a partir de diferentes oleaginosas e, assim, implementar políticas públicas para a sustentabilidade econômica, social e ambiental do biodiesel. Tais diretrizes estão embasadas em um Marco Regulatório (Lei 11.097/2005) que autoriza o uso do biodiesel, considerando a matéria-prima, a garantia do suprimento, a competitividade e a inclusão social (SCHAFFEL e LA ROVERE, 2010; ver <www.mda.gov.br>), além de estabelecer percentuais mínimos de mistura de biodiesel ao diesel e o monitoramento do procedimento no mercado (Tabela 4).

Tabela 4: Percentuais mínimos de adição do biodiesel ao diesel no mercado brasileiro, de acordo com o PNPB. Fonte: Adaptado de PNPB.

Ano	2005/2007	2008	2008/2009	2010	2015
Percentual	2%	2%	3%	5%	7%

No início do programa, a soja e gorduras animais eram a principal fonte do biodiesel, apesar do crescimento da produção de outras oleaginosas. Entretanto, o potencial de produção e de uso de oleaginosas nunca foi totalmente explorado (SILVEIRA, 2013). O Brasil tem potencial para diversos tipos de oleaginosas e também disponibilidade de terra e ambiente adequado para cada uma delas. Para explorar essa diversidade, uma sólida estrutura para a produção e a distribuição precisa ser implementada no PNPB (LA ROVERE *et al.*, 2009).

Além do PNPB, o chamado Selo Combustível Social, estabelecido em 2004 pela Instrução Normativa MDA 1 e 2, é concedido aos produtores de biodiesel que promovem a inclusão social e o desenvolvimento da região por meio da geração de emprego para os agricultores familiares. Com esse selo, o produtor de biodiesel tem coeficientes de redução de tributos diferenciados e melhores condições de financiamento e incentivos comerciais, visando encorajar a produção de biodiesel. Para obter o selo, o produtor deve atender a percentuais mínimos de matéria-prima dos agricultores familiares, sendo:

- 30% para a região Nordeste;
- 30% para as regiões Sudeste e Sul;
- 15% para as regiões Norte e Centro-Oeste.

Além disso, o produtor deve assegurar capacitação e assistência técnica aos agricultores familiares contratados. Assim, o PNPB e o Selo Combustível Social foram concebidos sob uma perspectiva que visa integrar o desenvolvimento rural e o social, além de atingir metas relativas à geração de energia.

Por fim, em 2005, foi sancionada a Lei N^o 11.097 (ou Lei B2/B5), que introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira e estabeleceu o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao diesel comercializado para o consumidor final. Essa lei estabeleceu também a participação de agricultores familiares na oferta de oleaginosas.

Segundo SCHAFFEL *et al* (2010), atualmente os principais problemas relacionados ao PNPB e também ao Selo Combustível Social são:

- A não inserção da agricultura familiar na cadeia produtiva do biodiesel conforme estabelecido;
- A falta de matéria-prima e o descompasso entre oferta e demanda de oleaginosas;
- Problemas relacionados aos leilões de compra de biodiesel;
- A não utilização da diversidade de oleaginosas disponíveis no país para a produção de biodiesel (predominância de soja);
- O controle insuficiente de requisitos ambientais;
- A precariedade no monitoramento dos critérios do Selo Combustível Social.
- Falta de capacitação e assistência técnica para os agricultores familiares.

A produção de oleaginosas aumentou continuamente ao longo dos últimos anos. Entretanto, social e ambientalmente, ainda há muito a ser feito, visto que os agricultores familiares não foram totalmente incluídos no processo até aqui, a ampla gama de oleaginosas ainda não foi totalmente aproveitada e o controle ambiental dos processos, especialmente com relação ao Selo Combustível Social, não tem sido adequado e suficiente (BUZZATI, 2011, SCHAFFEL *et al.*, 2010, SILVEIRA, 2013). Como exemplo, para a produção de soja, que chega a 49% da área plantada de grãos no país, e constitui 78% da produção de biodiesel de oleaginosas, não foram implementados critérios de sustentabilidade para avaliação e mitigação de impactos sociais e ambientais gerados pela sua produção e expansão (MAPA, 2014; Centro de Monitoramento de Agrocombustíveis, 2010).

2.2.2. O Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo, o Zoneamento Agroecológico do Dendê (ZAE) e outros instrumentos legais

De acordo com JACCOUD e VILLELA (2013) e VILLELA (2014), o governo brasileiro dispõe de outros instrumentos para direcionar a ocupação do solo no estado do Pará. Os mais relevantes são:

- Macro Zoneamento Ecológico Econômico da Amazônia Legal (MZEE-AL), desenvolvido pelo governo e pelos estados da região amazônica, aprovado em 2010 tendo como principais metas estabelecer estratégias para o uso e a ocupação do solo de modo sustentável e orientar o desenvolvimento de políticas públicas de uso do solo, de forma integrada. O ZEE é um instrumento da Política Nacional e Estadual de Meio Ambiente (Lei Federal 6.938/81 e Lei Estadual 10.431/06) que tem como objetivo o ordenamento territorial das atividades econômicas, para que sejam desenvolvidas de

forma harmônica com o ambiente e a sociedade de determinado local. O ZEE direciona os usos da terra na Amazônia, incluindo a recuperação de áreas degradadas.

- Zoneamento Ecológico Econômico da região leste do Pará (ZEE), também aprovado em 2010, estabelecendo regras para a ocupação do solo no estado nas regiões leste e norte, excluindo áreas protegidas e territórios indígenas;
- Zoneamento Agroecológico da Palma em áreas desmatadas da Amazônia (ZAE), lançado em 2010. A ser descrito mais adiante;
- PalmaClass, desenvolvido pela Embrapa e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o projeto monitora a expansão da palma na região nordeste do Pará, ou seja, no polo produtor, para avaliar sua conformidade com o ZAE. Utiliza imagens de satélite de alta resolução com diversos tipos de software de geoprocessamento, inspeção de campo e modelagem de áreas com maior probabilidade de expansão. O projeto ainda está em andamento;
- Programa Brasileiro de Produção de Palma de Óleo Sustentável, lançado em 2010 pelo governo, a ser descrito mais adiante;
- Protocolo de Intenções Socioambientais da Palma de Óleo, oficializado em 2014, visando a ações conjuntas do poder público estadual e da iniciativa privada para a produção do óleo de palma com foco no agricultor familiar e na ocupação das áreas degradadas.

De acordo com BECKER (2010), os zoneamentos citados e instrumentos legais contribuem com uma visão multiescalar do estado do Pará e sua região nordeste, mostrando aptidões ou limitações das terras para o desenvolvimento de atividades econômicas e também para a palma, agregando informações para a implantação de projetos de forma integrada e sustentável.

Com a perspectiva da expansão da palma, no início de maio de 2010 o governo brasileiro, com o apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e liderado pela Embrapa Solos, lançou o Zoneamento Agroecológico do Dendê (ZAE) para a Amazônia Legal, que abrange cerca de 60% do território brasileiro, estando presente nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, parte do Maranhão e cinco municípios de Goiás (MAPA, 2010). O ZAE estabeleceu 31,8 milhões de hectares aptos para o cultivo de palma (EMBRAPA, 2010).

O ZAE é uma ferramenta fundamental para orientar a implementação da cultura e a produção de óleo, assim como para coordenar o processo de expansão, levando em conta aspectos econômicos, sociais e ambientais para garantir uma produção

sustentável. O ZAE foi concebido considerando a aptidão das terras para a palma, que toma como parâmetros, principalmente, características de solo, relevo e clima em áreas desmatadas da Amazônia Legal mapeadas pelo PRODES até 2007, com os objetivos primordiais de: oferecer subsídios para a reestruturação da matriz energética, por meio da produção de biocombustível; propiciar alternativas econômicas sustentáveis aos produtores rurais da região estudada; prover uma base para o planejamento do uso sustentável das terras de acordo com a legislação vigente; possibilitar o ordenamento territorial nas áreas desmatadas consolidadas; e fornecer bases para o planejamento de polos de desenvolvimento da palma em alinhamento com as políticas de segurança alimentar e energia. O ZAE foi realizado considerando aptidão do solo e tecnologia de plantio, ou seja, dois níveis de manejo, sendo um com alto aporte de capital e tecnologia (nível C) e outro com baixos insumos e uso modesto de tecnologia (nível B). Dessa forma, as classes obtidas pelo ZAE são:

- *Preferencial* – potencial alto (terras sem limitações significativas). O clima apresenta déficit hídrico menor que 200 milímetros e até três meses secos consecutivos (menos de 50 milímetros);
- *Regular* – potencial médio a alto (terras com limitações moderadas). O clima apresenta déficit hídrico entre 200 milímetros e 350 milímetros, com até três meses secos consecutivos (menos de 50 milímetros);
- *Marginal* – potencial baixo (terras com limitações fortes). O clima apresenta déficit hídrico entre 350 milímetros e 450 milímetros, com até três meses secos (menos de 50 milímetros) e para a terra ser utilizada é preciso basear-se em estudos de viabilidade econômica e no contexto socioeconômico de cada agricultor, portanto, apenas as terras pertencentes às classes Preferencial e Regular estão realmente aptas ao cultivo;
- *Inapta* – sem potencial ou inadequadas (terras com limitações muito fortes e clima desfavorável);
- *Áreas Protegidas e Não Mapeadas* – terras contidas em unidades de conservação ambiental ou em terras indígenas demarcadas (MAPA, 2010).

Para o estado do Pará, o ZAE calculou: 1.666.831 hectares na classe Preferencial; 10.608.430 hectares na classe Regular; 810.902 hectares na classe Marginal; 9.962.347 hectares na classe Inapta; e 1.017.253 hectares na classe “Excluída” ou Não Mapeada, em nível de manejo C. Já em nível de manejo B, o ZAE mapeou 2.327.674 hectares na classe Preferencial; 10.448.374 hectares na classe Regular; 345.718 hectares na classe Marginal; 9.926.744 hectares na classe Inapta; e 1.017.253 hectares na classe Não

Mapeada (MAPA, 2010).

O ZAE afirma que existem cerca de 31,8 milhões de hectares de áreas degradadas disponíveis para a palma, entretanto, não informa a atual situação destas terras, que podem já se encontrar regeneradas, visto que o PRODES mapeia terras desmatadas desde 2007, sendo portanto, inadequadas para o cultivo da palma. Ou podem estar sob outros usos e com diferentes níveis de produtividade, necessitando de uma investigação mais profunda no campo, para evitar a geração de conflitos ambientais e sociais. Dessa forma, o ZAE é apenas um primeiro olhar sobre as áreas degradadas para a palma. A partir deste instrumento, novos estudos mais detalhados devem ser produzidos.

Também em 2010 foi lançado o Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo, que estabelece diretrizes para o plantio e a expansão da palma no Brasil:

- Preservação da floresta e da vegetação nativa;
- Expansão da produção integrada com a agricultura familiar;
- Ênfase em áreas degradadas e desmatadas da Amazônia Legal;
- Reconversão de áreas utilizadas para a cana-de-açúcar;
- Vedação de licenciamento ambiental para indústrias que utilizem como insumo palma cultivada em áreas não indicadas pelo ZAE;
- Não estabelecimento de novos empreendimentos produtivos em áreas cujo desmatamento da cobertura florestal primária tenha sido realizado após o ano de 2008, estando, portanto, o mapa de áreas degradadas “congelado” para este ano;
- Implantação das áreas produtivas feita de forma a evitar a ocorrência de monoculturas e de uniformizar a paisagem;
- Não estabelecimento de plantios em áreas de populações tradicionais, indígenas e quilombolas sem o seu livre, prévio e informado consentimento;
- Adoção de relações de trabalho com responsabilidade social e respeito às normas da legislação trabalhista (MAPA, 2010).

As citadas diretrizes, para serem integralmente cumpridas, deverão forçar uma mudança no atual modo de produção do óleo de palma, já que a monocultura é o sistema corrente, não somente áreas degradadas são utilizadas pelos cultivos atuais, mas áreas com vegetação secundária também, devido à falta de esclarecimentos sobre a definição de tais terras para todos os *stakeholders*. Além disso, são comumente detectados conflitos sociais com quilombolas, conforme informado pelo Diretor do Instituto Peabiru, João Meirelles. As condições dos trabalhadores também não correspondem ao que é

prometido pelas empresas produtoras, devido a questões contratuais, como será descrito mais adiante.

Também foram estabelecidos pelo programa instrumentos para o financiamento da produção do dendê. O Pronaf Eco, voltado para agricultores familiares, com até R\$ 65 mil por beneficiário; o PropFlora, voltado para produtores rurais e cooperativas, com até R\$ 300 mil; e o Produsa, também voltado para produtores rurais e cooperativas, financiando até R\$ 400 mil para projetos em áreas degradadas. Além disso, cerca de R\$ 60 milhões são destinados a projetos de pesquisa e de desenvolvimento do dendê, tais como melhoramento genético, focado especialmente no amarelecimento fatal; modernização da estrutura para produção e armazenamento de sementes e plantas; melhorias na capacidade de produção e articulação do Brasil com parcerias e acordos internacionais com instituições de referência no cultivo do dendê (MAPA, 2010).

O programa ainda foca na integração com a agricultura familiar, sendo responsável pela criação de um emprego a cada 10 hectares plantados. Para essa integração, o programa prioriza a regularização fundiária, oferecendo assistência técnica e o licenciamento ambiental das terras, que são os atuais gargalos para o desenvolvimento do programa no Pará. E não só para o desenvolvimento do programa, mas sim para o desenvolvimento regional paraense.

É necessário que estes instrumentos citados e descritos estejam em consonância para que a expansão da palma possa atender aos requisitos de cada um, visto que são instrumentos que objetivam o desenvolvimento sustentável.

2.3. Impactos ambientais e sociais do cultivo e da expansão da palma

A expansão da palma pode causar diversos tipos de impacto ambiental e social ligados principalmente à segurança alimentar, demanda por terras, mudanças climáticas, perda de biodiversidade, conflitos fundiários e sociais. Portanto, sua expansão requer a busca de soluções integradas e sinérgicas, visto que esses impactos estão intimamente relacionados entre si. É necessário abordar mais profundamente a questão de cada um, já que cada impacto ambiental gera um social, e vice-versa, pois não há como alterar o meio ambiente sem alterar as condições de vida de quem vive nele (JOHNSON, 2012).

No Pará, e especificamente no polo produtor de óleo de palma no Pará, boa parte da população dos municípios é composta de ribeirinhos, quilombolas, agricultores familiares e trabalhadores rurais intensamente dependentes de suas terras (GLASS,

2013). Portanto, a expansão da palma acarretará em impactos ambientais e sociais negativos, a menos que as diretrizes dos programas lançados pelo governo sejam atendidas e que o processo seja constantemente monitorado.

2.3.1. Impactos ambientais

A expansão da palma pode principalmente intensificar a competição por terra, água e outros serviços ambientais, resultando em exploração, exaustão e degradação dos recursos naturais (IPCC, 2012). O impacto ambiental mais significativo é aquele oriundo das mudanças de uso do solo, que são causadas por uma rede complexa de fatores biofísicos e socioeconômicos que interagem, no tempo e no espaço, em diferentes contextos históricos e geográficos. São as respostas das pessoas a oportunidades e restrições econômicas, mediadas por fatores institucionais, que orientam as mudanças do solo. No caso, é o desmatamento dando lugar à palma (BRIASSOULIS, 2000, TURNER *et al.*, 1995).

Essas mudanças de uso do solo geram emissões de GEE, uma significativa fonte de emissões de gases de efeito estufa no mundo, dependendo do tipo de conversão de uso que é realizado. Isso se dá pelo fato de os solos constituírem um grande reservatório de carbono, o equivalente a cerca de três vezes o estoque na biomassa continental e a duas vezes o da atmosfera. Esse estoque de carbono é fortemente dependente do modo de uso do solo e das práticas agrícolas. Qualquer modificação dessas últimas pode conduzir a importantes aumentos ou reduções dos estoques de carbono nos horizontes superficiais do solo (IPCC, 2007). Entre os anos de 1989 e 1998, as mudanças no uso do solo foram responsáveis por cerca de 1.6 ± 0.8 Gt C emitidas para a atmosfera. A conversão de florestas e de outros ecossistemas para áreas de cultivo podem gerar emissões maiores que aquelas geradas pela utilização de combustíveis fósseis (LAPOLA *et al.*, 2010, FARGIONE, 2008).

As mudanças de uso do solo podem ser classificadas como diretas ou indiretas (dLUC e iLUC, respectivamente). São consideradas diretas (dLUC) quando envolvem a conversão de um bioma para uma área de atividade agropecuária, por exemplo. É relativamente simples avaliá-las. Basta considerar os valores de biomassa antes e depois da conversão no local. Já as mudanças de uso do solo indiretas (iLUC) são mais complexas de avaliar e principalmente de se medir as emissões de carbono. Isso porque consistem em uma conversão de biomas que acabam por deslocar outros biomas

adjacentes. Por exemplo, uma área de pastagem é convertida para o cultivo de soja, e a pastagem é deslocada para uma área de mata nativa ou mesmo secundária. Alguns estudos indicam que as emissões de GEE provenientes de mudanças diretas de uso do solo podem ser menos significantes do que aquelas de mudanças indiretas, justamente porque essas últimas não podem ser quantificadas (LAPOLA *et al.*, 2010; GNANSOUNOU *et al.* 2008).

Segundo LAPOLA *et al.* (2010), a expansão do biodiesel no Brasil apresenta grandes chances de fazer com que dLUC e iLUC aumentem, caso não haja um planejamento ambiental rigoroso. Adiciona-se ainda a consideração de VILLELA (2014) de que as iLUC têm sido modeladas (por sua mensuração complexa), na tentativa de serem melhor avaliadas, e atribuídas quase que exclusivamente aos biocombustíveis, tornando-os menos sustentáveis que no conceito inicial. De acordo com este autor, o uso de cultivos para a produção de biocombustíveis pode deslocar outras atividades agrícolas para terras com altos estoques de carbono, resultando nas emissões de GEE. Além disso, é o aumento da demanda de biocombustíveis, e por consequência, o aumento da área plantada, o gatilho para o aumento de iLUC (GRIFFITHS, 2010).

GNANSOUNOU *et al.* (2008) identificou as seguintes classes possíveis de iLUC:

- 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.

Segundo VILLELA, 2009-2014, IPCC, 2006 e BRINKMANN, 2009, quando se converte mata nativa em cultivo de palma e área degradada em cultivo de palma as estimativas de emissões de GEE seriam de, respectivamente, 174,7 toneladas C/ha e 49,2 toneladas C/ha. De acordo com os estudos de HASSAN *et al.* (2011), BERNOUX (2002), SOMMER *et al.* (2000), SISTI *et al.* (2004), SAATCHI *et al.* (2011) , os estoques de carbono em mata nativa são de, aproximadamente, 158 toneladas/hectare, enquanto o de terras degradadas seria algo próximo a 52 toneladas/hectare. Por fim, o estoque de carbono de cultivo de palma é estimado entre 35 toneladas/hectare e 55

toneladas/hectare. (YUI e YEH, 2013; IPCC, 2006; BRINKMANN, 2009; GERMER *et al.*, 2008; CARLSON *et al.*, 2012; HENSON *et al.*, 2012). Vale lembrar que o desmatamento e a expansão da fronteira agrícola contribuem com cerca de 15% das emissões de GEE. Mas ainda menos de 1% das terras agrícolas é destinada à produção de biodiesel, portanto, considerando-se o todo, não são muito significativas quanto às emissões (RASWANT *et al.*, 2008).

Outro impacto ambiental significativo é o uso de fertilizantes. Por exemplo, com o solo já degradado, torna-se difícil cultivar palma ou outra oleaginosa e obter o mesmo rendimento de um solo fértil. Para tanto, maior quantidade de fertilizante pode ser requerida, influenciando outros aspectos do cultivo e culminando em mais emissões (WICKE, 2011a e b). No sistema de monocultura (o caso da palma atualmente), é comum a utilização de fertilizantes, que também emitem GEE. No caso da agricultura familiar, o uso de fertilizantes pode ser reduzido, com a integração de outras culturas com a palma, fazendo com que o solo não se desgaste tão rápido e, portanto, as emissões oriundas dos fertilizantes sejam menores. Com a utilização de técnicas corretas, a reutilização de biomassa como adubo e a integração com outras culturas, a necessidade de fertilizantes pode ser consideravelmente reduzida (WICKE, 2011a).

Um risco ambiental que pode surgir decorrente do uso de áreas degradadas seria o fato de que tais áreas podem ser como pequenos “buracos”, insuficientes para comportar um cultivo quando menores do que 5 hectares (LIMA *et al.*, 2000). As companhias produtoras podem desmatar a mata nativa entre tais “buracos” para obter uma área maior para cultivo, resultando em mais desmatamento. Esse modelo pode prejudicar a inserção da agricultura familiar, além de ter maior impacto no meio ambiente local (CENTRO DE MONITORAMENTO DE AGROCOMBUSTÍVEIS, 2008).

A EMBRAPA sugere o cultivo da palma como plantio para reflorestamento e recuperação de solos degradados, visto que os desequilíbrios ecológicos são causados principalmente pelo desflorestamento da mata nativa. O impacto da precipitação pluviométrica sobre uma floresta densa é atenuado pela presença do dossel das árvores, fazendo com que menos da metade das gotas de chuva atinja diretamente o solo, minimizando a erosão. O desflorestamento contribui para o desgaste do solo, ao permitir que a água das chuvas arraste a manta superficial da terra com todos os elementos nutritivos e com a matéria orgânica. Esse fenômeno é denominado erosão. Vários fatores influenciam a taxa e o nível de erosão do solo, tais como as chuvas (frequência e intensidade); tipo de relevo; tipo de solo; a cobertura vegetal (as culturas

perenes protegem mais os terrenos do que as culturas anuais); e também a forma de preparo do solo para um cultivo. A monocultura pode desencadear esse processo, enquanto o cultivo da palma em áreas degradadas pode até revertê-lo (FURLAN, 2006). Porém, quando o cultivo em forma de monocultura, mesmo instalado em áreas degradadas, é realizado em ambiente de alta biodiversidade, como a Amazônia, pode ter forte impacto, principalmente sobre a fauna, uma vez que a tendência é que animais que não se alimentam da cultura desapareçam das regiões de plantio. Esse tipo de cultivo ainda pode poluir o solo e a água com grande quantidade de pesticidas e efluentes não tratados. Além de causar erosão no solo e assoreamento em corpos d'água próximos. E quem sofre as consequências de rios assoreados, da erosão no solo e da redução da biodiversidade são as comunidades locais, que se utilizam daqueles recursos para sobreviver (FURLAN, 2006, GLASS, 2013). O impacto ambiental da erosão é capaz de afetar a economia da área atingida, visto que a perda de 15 centímetros superficiais do solo pode corresponder a um decréscimo de 40% da produção agrícola. Estima-se que a quantidade de elementos minerais perdidos pela erosão é cerca de sessenta vezes maior do que aquela devolvida pela correção do solo. Por consequência, o êxodo rural tem uma forte relação com o decréscimo na produção. Por outro lado, segundo HARTEMINK (2006), ocorre declínio progressivo na fertilidade ao longo das regiões tropicais do planeta, causado pela reciclagem inadequada de nutrientes, comprometendo a produtividade dos cultivos. E essa taxa de declínio é muito maior em cultivos anuais do que nos perenes, como a palma. Dessa forma, a palma como monocultura pode desgastar o solo, enquanto um cultivo mais sustentável pode ajudar a recuperá-lo.

Outro impacto ambiental (e social) importante que ocorre é a questão dos efluentes. O efluente líquido resultante do processo de extração do óleo de palma é conhecido por *Palm Oil Mill Effluent* (POME). Seu manejo é um dos grandes problemas dos produtores do óleo de palma, devido ao seu alto teor de Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), que compromete a disponibilidade de oxigênio nos corpos d'água (VILLELA, 2009, BROWN *et al.*, 2005). Para a disposição dos efluentes, são utilizadas as lagoas de contenção. A DBO constitui uma medida do potencial de carga poluidora da matéria orgânica de efluentes. Quanto maior for, maior será a competição por oxigênio entre a matéria orgânica dos efluentes e os peixes nos rios que necessitam desse elemento. Essa competição pode alcançar tal nível que, dependendo dos graus de concentração, é capaz de chegar a inviabilizar a própria sobrevivência de peixes e de outros seres vivos, no caso de efluentes serem descartados de forma inadequada

(VILLELA, 2009, CENTRO DE MONITORAMENTO DE AGROCOMBUSTÍVEIS, 2008). O POME poderia ser utilizado de forma similar ao vinhoto ou vinhaça da cana de açúcar, que é o resíduo gerado após a destilação fracionada do caldo da cana de açúcar, para gerar o etanol. As usinas de cana de açúcar utilizam o vinhoto em até 70% de suas áreas de cultivo, objetivando aumentar a produtividade e reduzir o uso de fertilizantes, e até mesmo reduzir a captação de água para a irrigação. Portanto, é uma sugestão de utilização do POME, que até o momento não é reutilizado pelas produtoras de óleo de palma brasileiras (Ver <<http://www.novacana.com/cana/uso-vinhaca-cultura/>>).

O uso de pesticidas é outra grave ameaça que já apresenta ocorrências. As aplicações aumentam à medida que a palmeira fica mais velha e o solo, mais desgastado. Um fator agravante é que no clima chuvoso da Amazônia; os pesticidas estão sujeitos a serem carregados para dentro dos corpos d'água, podendo gerar impacto nas propriedades químicas dos rios, afetando a proliferação de algas e, conseqüentemente, trazendo desequilíbrio ecológico (CENTRO DE MONITORAMENTO DE AGROCOMBUSTÍVEIS, 2008, GLASS, 2013). Segundo GLASS (2013), há casos de igarapés já contaminados que têm causado problemas de pele em quem entra em contato com suas águas. Algumas comunidades vizinhas também relatam que vêm enfrentando problemas na criação de aves e têm medo de que outros corpos d'água utilizados por eles para diversão ou abastecimento de água também estejam contaminados. Apenas para ilustrar, segundo OVERBEEK (2013), em Sumatra, ilha da Indonésia, são utilizados cerca de 350 mil litros de agroquímicos nos apenas 50 mil hectares de palma, ocasionando a contaminação de lençóis freáticos e o envenenamento gradual da própria população.

Como já mencionado, o cultivo da palma também é capaz de trazer forte impacto para a biodiversidade local. De acordo com FEHRENBACH (2008), o potencial de conflito que a expansão da palma pode ter com relação à biodiversidade nos locais onde é cultivada pelo mundo é alto nas regiões da Malásia, Indonésia, África, Colômbia, e região Amazônica.

Por fim, mas não menos importante, um risco frequente nos sistemas de monocultura, especialmente no caso da palma, é o Amarelecimento Fatal (AF), previamente mencionado, doença que atinge a palma e desencadeia a morte de centenas de espécimes, já tendo ocasionado a perda de 50 mil hectares de cultivos no Pará, até 2008. A doença tem causa desconhecida e não há medidas de controle eficientes (VENTURIERI ,

2012).

Por fim, de acordo com VILLELA (2009), por a cultura da palma ser perene, pode manter os ciclos biogeoquímicos similares aos da floresta, minimizando assim a erosão, o escoamento superficial de água e as emissões de CO₂. Além disso, essa cultura demonstra bom potencial de reabilitação de áreas degradadas, visto que pode proporcionar a recuperação do solo local e dos serviços ambientais associados (FARGIONE, 2008, WICKE, 2011b). Além disso, áreas degradadas menores que 10 hectares podem ser utilizadas para a agricultura familiar, propiciando o desenvolvimento social e econômico do local (WICKE, 2011a). Portanto, se bem planejado, o empreendimento da palma pode trazer vantagens e benefícios locais e regionais.

2.3.2. Impactos sociais

A palma pode ser uma boa alternativa para o desenvolvimento social. As principais questões sociais a que a expansão está relacionada são: conflitos fundiários, falta de inclusão social, segurança alimentar e, mais recentemente, denúncias de trabalho escravo e uso de drogas. Atualmente, 580 famílias cultivam a palma no Pará (GLASS, 2013).

Há várias publicações relatando as principais dificuldades que ocorreram e ocorrem no sudeste da Ásia, como a questão da posse da terra e os direitos das comunidades locais, que, além de não serem protegidos pela lei, são frequentemente ignorados (ver GRIFFITHS, 2008, COLCHESTER *et al.*, 2006, MCCARTHY e CRAMB, 2009).

Os grandes produtores de óleo de palma dão preferência a grandes extensões contíguas de terra, devido ao modelo de cultivo e de produção já estabelecido com sucesso econômico. Isso pode ser um problema na questão da utilização dos “pequenos” polígonos de áreas degradadas identificados no Pará. A maior questão a ser resolvida tanto na Ásia como no estado do Pará é que as grandes extensões de terras (e até mesmo as pequenas) são adquiridas pelas companhias produtoras, porém, com comunidades locais (quilombolas e indígenas) ainda vivendo nesses locais, e muitas vezes sem consciência do que se passa.

Segundo comunicação pessoal com JOÃO MEIRELLES,¹ o Pará possui uma situação

¹ João Meirelles é diretor do Instituto Peabiru, em Belém, Pará.

fundiária complexa, que desencadeia diversos problemas sociais, como, por exemplo, a morte de quilombolas. A questão da posse da terra pode se tornar um problema, durante o processo de busca de áreas adequadas para o cultivo da palma (MOREIRA e GOLDEMBERG, 1999, WICKE, 2011a e b), visto que o ZAE apenas mapeia em grande escala as terras paraenses, sem levar em consideração elementos fundiários. Algumas dessas terras têm comunidades quilombolas que não foram observadas e podem ser o gatilho de futuros problemas. Estudos sociais mais profundos precisam ser realizados para evitar a geração de conflitos, e com base neles, um plano de desenvolvimento.

Aprofundando na questão social, o INSTITUTO PEABIRU (2011), que apoia 150 famílias de agricultores em conjunto com a Agropalma, realizou um estudo de desenvolvimento de indicadores para avaliar como a palma estava sendo aceita pelos agricultores familiares. Esse programa objetiva fortalecer as associações de agricultores familiares com a Agropalma, buscando melhoria da qualidade de vida e bem-estar. Os indicadores foram desenvolvidos com a participação dos agricultores e sob a forma de perguntas, que foram respondidas pelos próprios agricultores. Os indicadores trouxeram à tona várias problemáticas, como o intensivo uso da água, falta de utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) durante a jornada de trabalho, uso de pesticidas e seus impactos, além de questões de segurança alimentar. Concluiu-se que a palma aumenta a renda e melhora a qualidade de vida local, porém, também eleva o custo de alimentos, visto que os agricultores, quando assinam os contratos com as companhias produtoras, têm de se dedicar somente à palma, renunciando a outras atividades. A principal conclusão para o estado do Pará é que as políticas públicas precisam ser específicas e considerar os impactos ambientais e sociais num contexto fundiário complexo (comunicação pessoal com JOÃO MEIRELLES).

De acordo com GLASS (2013), a questão dos contratos entre produtores e agricultores também tem se constituído um problema a ser superado. O cultivo extensivo da palma é feito por empresas que, devido à obrigatoriedade de parceria com agricultores familiares para a obtenção dos incentivos fiscais do Selo Combustível Social, oferecem a esses agricultores suporte técnico e contratos de compra da produção, conforme as diretrizes. Porém, apesar de, a princípio, representarem uma garantia de renda, esses contratos criam uma dependência dos agricultores em relação às empresas, que impõem suas regras de produção aos parceiros, levando à perda de sua autonomia para formas de manejo mais apropriados à realidade de cada família. Por vezes, a empresa também não

oferece assistência técnica ou suporte (BUZZATI, 2011, CENTRO DE MONITORAMENTO DE AGROCOMBUSTÍVEIS, 2008, VILLELA, 2009, BRITO, 2007). De acordo com OVERBEEK (2013), é preciso mudar os contratos ou acordos quanto ao modelo de produção da palma, pois o agricultor familiar fica dependente das companhias produtoras, sendo obrigado a cumprir metas e a arcar com o prejuízo, caso esse ocorra.

Segundo GLASS (2013), há agricultores que abandonaram seus cultivos anteriores para investir apenas na palma. Isso teve como consequência maior vulnerabilidade econômica dos agricultores e o risco de ter que arcar com prejuízos. E mais: em longo prazo, essa situação pode afetar a segurança alimentar da região, visto que gera uma alta nos preços de alimentos básicos, já que cultivos para fins alimentares são abandonados pela palma. Portanto, nos últimos anos, foi possível correlacionar o aumento da produção da palma com a alta dos preços dos alimentos em Belém e no nordeste do Pará, já que os alimentos básicos como a farinha de mandioca, açaí e peixe acabam tendo que vir de outras regiões mais distantes para abastecer as famílias.

O biodiesel pode contribuir muito para aliviar a situação de pobreza regional. A produção de biodiesel pode estimular o crescimento econômico rural, por meio de fluxos maiores de capital, demanda de bens e serviços, redução da migração rural-urbana etc. As atuais políticas de cultivo da palma no Brasil incluem acesso à educação e aos serviços de saúde, além de segurança econômica, portanto, o potencial da palma de transformar a realidade social paraense é muito grande, se for bem explorado.

No caso da cana-de-açúcar, o cultivo estimulou o desenvolvimento regional mais do que competiu com outras culturas destinadas à alimentação. A renda gerada pela cana ajudou a “capitalizar” a agricultura e a melhorar as condições para outros cultivos. O mesmo poderia ser feito com a palma (RASWANT *et al.*, 2008). Entretanto, de acordo com OVERBEEK (2013), em qualquer lugar onde a palma se expanda, a produção de alimentos é reduzida, pois não há tempo e/ou espaço para essa produção, visto que a palma é um cultivo perene, que leva mais de quatro anos para começar a render. Vale lembrar que o consorciamento da palma com outras culturas permite que as comunidades locais continuem a obter seus recursos da natureza, já que os serviços ambientais ofertados pelo ecossistema não sofrem uma intervenção tão brusca como no modelo da monocultura corrente, além de garantir a segurança alimentar da região.

De acordo com GLASS (2013), nos últimos anos têm sido observados efeitos negativos no cultivo da palma para as comunidades locais dos municípios produtores, sobretudo

no que diz respeito aos conflitos sociais. Segundo ele, é verdade que os agricultores familiares aumentaram sua renda domiciliar desde 2010, com o lançamento do Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo. Entretanto, é ainda questionável a melhora na qualidade de vida dessas comunidades e, principalmente, sobre a forma de produzir a palma com base em mão de obra dos pequenos agricultores sob o comando de empresas de médio e grande porte, como Agropalma, Biopalma Vale, Petrobras/Galp, entre outras, tendo em vista os já mencionados conflitos sociais e as condições de trabalho. Além dos problemas de contaminação por pesticidas e da insegurança alimentar, as condições de trabalho no campo se mostram muito duras. Os trabalhadores acabam por apresentar muitos problemas de saúde e, até mesmo, vício em drogas como cocaína, a fim de conseguir “render” mais e atingir as metas exigidas pelos produtores (GLASS, 2013, OVERBEEK, 2013). Segundo OVERBEEK (2013), na Indonésia, com o desmatamento em massa para abrir espaço para a palma, muitas famílias de agricultores foram expulsas de suas terras. Os que permaneceram ficaram somente com 2 hectares, em média, e foram convencidos a cultivar palma nesse espaço, com a promessa de receber o título da terra ou dinheiro. No Brasil, já há a ocorrência de venda de terras de pequenos produtores para médios e grandes compradores nos municípios de Tailândia e Concórdia, geralmente por pressão das empresas somado ao fato de falta de condições para o desenvolvimento da agricultura familiar local (BECKER, 2010).

O problema central do cultivo da palma, e de qualquer outro cultivo, seja soja ou cana-de-açúcar, é que até o momento são projetos de grande porte, que vêm de cima para baixo. Raramente *stakeholders* em posições hierárquicas mais baixas são consultados. Essa é uma faceta da produção do óleo de palma que precisa ser mudada no Brasil. Concluindo, a palma pode ser muito benéfica para o desenvolvimento social e regional paraense, porém, são necessárias políticas públicas sólidas para que isso de fato aconteça. Do contrário, os agricultores familiares e as comunidades locais continuarão a ser marginalizados em sua maioria.

Se desenvolvida de modo sustentável, a expansão da palma pode ser uma valorosa oportunidade para a inclusão social e para a ampliação da atuação dos agricultores familiares, com grande aproveitamento dos pequenos polígonos de terra. Entre as possibilidades para o desenvolvimento regional em conjunto com o desenvolvimento da palma estaria o cultivo por meio dos já mencionados SAFs. Os SAFs são formas de manejo ou cultivo da terra nos quais são combinados espécies arbóreas com cultivos agrícolas ou ainda criação de animais, promovendo benefícios econômicos e também

ecológicos, tais como o aumento da fertilidade dos solos utilizados, redução da degradação ambiental e erosão, diversificação da produção aumentando renda e melhorias na qualidade de vida e alimentação, aumento da biodiversidade e recuperação de áreas já degradadas (BUZZATTI, 2011). Mas principalmente, o cultivo em associação com outras culturas pode trazer benefícios como a subsistência do agricultor familiar, que atualmente já se encontra prejudicada com o atual modelo da palma em grande escala.

Segundo BUZZATTI (2011), desde 2007 está em andamento um projeto que contempla SAF associado com a palma no município de Tomé-Açu, no Pará, uma parceria entre a Natura Inovação e a Tecnologia de Produtos Ltda.; a Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (CAMTA) e a Embrapa, com o apoio financeiro da Finep e do MCT. O objetivo do projeto é pesquisar e desenvolver, de forma participativa com os agricultores, SAFs adequados à realidade da agricultura familiar, cultivando palma junto com espécies frutíferas oleaginosas amazônicas, culturas alimentares e madeireiras. Feito isso, é preciso avaliar o impacto ambiental e social do projeto.

Em resumo, o modelo atual de produção da palma pode prejudicar o desenvolvimento regional paraense, nos aspectos ambiental, social e econômico. Além da questão fundiária que precisa ser abordada pelo governo, o fato de não ser possível combinar culturas, a biodiversidade é afetada, e a segurança alimentar pode se tornar um problema, pois o agricultor ficar atrelado à empresa em sua sobrevivência e subsistência. Assim, o objetivo de desenvolvimento regional e social fica comprometido.

Com base nos conceitos e fatos apresentados, conclui-se que para o desenvolvimento da palma no Pará ser sustentável, é preciso acompanhar o cenário internacional, da necessidade de se desenvolver indicadores ambientais, sociais e econômicos específicos para a palma, como foi feito pela GBEP, com foco na Indonésia, e da urgência de se adotar apenas o uso de áreas degradadas, e também desenvolver um método de identificação de tais áreas para a expansão da palma, como foi apresentado pelo projeto POTICO, apresentado neste Capítulo, e que é a proposta desta pesquisa. Os indicadores devem ser adequados para o local onde serão aplicados, visto que as áreas consideradas degradadas na Indonésia podem ser diferentes das consideradas degradadas no Pará, no contexto ecológico. Por fim, tanto nos produtores asiáticos como no Pará, a questão fundiária ainda permanece sem solução, e constituindo num gargalo a ser superado neste empreendimento.

CAPÍTULO 3: METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa de doutorado envolveu levantamento bibliográfico e aquisição e organização de dados da palma e de áreas degradadas, manipulando tais dados com o software de geoprocessamento ArcGIS 10.2.2., visando obter um modelo de sustentabilidade para a produção da palma no estado do Pará, tendo em vista o quadro futuro de expansão nos próximos 15 anos.

Atualmente, a palma é cultivada em 33 municípios, sendo que 9 deles concentram cerca de 96% da produção total de óleo de palma (Tailândia, Moju, Acará, Bonito, Igarapé-Açu, Santo Antônio do Tauá, Tomé-Açu, Concórdia do Pará, Castanhal), cultivada sob o sistema de monocultura em cerca de 140.000 hectares, e gerando os impactos ambientais e sociais já mencionados no Capítulo 2, com a perspectiva de expansão para 330.000 hectares até o ano de 2020. Daí a importância da criação de um modelo sustentável de expansão da palma para os próximos anos. Para tanto, a metodologia mais acurada de identificação espacial e quantificação de áreas degradadas adequadas para a palma corresponde à utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Segundo BONHAN-CARTER (1994), os SIGs são sistemas de computador para o gerenciamento de dados espaciais, georreferenciados, interrelacionados e ligados a diferentes funções, exercendo tarefas de entrada, manipulação, visualização, análises, modelagem, atualização e saída de dados. O propósito dos SIGs é fornecer suporte em decisões a serem tomadas com base em dados espaciais, constituindo um modelo. Desta forma, foi considerada uma opção adequada para esta pesquisa de áreas degradadas para a palma, visto que possibilita a construção de um banco de dados que fornece uma visão espacial das possíveis áreas para a acomodação da palma para todo o estado do Pará, de modo a não concentrar a produção somente nos municípios produtores, como é feito no modelo atual de produção.

Até o momento, o único projeto no país que envolve o monitoramento da palma e sua expansão com a utilização de SIG é o Programa de Mapeamento e Monitoramento da Expansão do Plantio de Palma de Óleo no Brasil (PalmaClass), uma parceria entre INPE e EMBRAPA (VENTURIERI, 2012). O Programa monitora a expansão da palma no Brasil, e verifica se está em conformidade com o ZAE. Até o momento, os resultados apresentados mostram que entre 1985 e 2008, 20% da área plantada de palma foi estabelecida a custa de desmatamento direto. Entretanto, entre 2004 e 2008, 61% é oriunda de pastagens.

Para gerar este modelo sustentável de expansão da palma, a atividade básica foi definir o que são áreas degradadas adequadas para a palma no contexto brasileiro, e identificar estas áreas no estado do Pará. Implantar os cultivos adicionais nestas áreas, de modo a não implicar em desmatamento adicional seria uma nova política de uso do solo para a palma, necessária para o desenvolvimento sustentável do programa. Dessa forma, o cerne desta pesquisa foi primeiramente conceituar, identificar áreas degradadas disponíveis e quantificá-las. Para tanto, os conceitos de áreas degradadas pesquisados são apresentados a seguir.

3.1. Apresentação de conceitos e definições de áreas degradadas

Não há uma definição internacional consensual de áreas degradadas. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), terras degradadas ou áreas degradadas consistem em terras que não estão mais aptas a sustentar suas funções ecológicas originais. A UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP, 2007) define terra ou área degradada como aquela que perdeu a capacidade de sustentar suas funções ecológicas, devido a perturbações naturais ou antrópicas, e não pode ser recuperada espontaneamente. Para o projeto POTICO, terras degradadas são aquelas que tiveram sua cobertura vegetal removida ou parcialmente removida e possuem baixos estoques de carbono e biodiversidade limitada (GINGOLD *et al*, 2012). Já de acordo com RUYSSCHAERT *et al.* (2011), o termo degradação se refere à cobertura da terra, que era primariamente floresta nativa e atualmente não é mais. Assim, segundo esse estudo, a degradação é referente apenas à cobertura da terra, mas não ao potencial e à qualidade do solo. Por fim, a definição utilizada pela Lei brasileira 6938/81 é que as terras degradadas são resultantes de danos ambientais que podem reduzir ou destruir as propriedades da terra em questão, assim como sua capacidade produtiva. O termo “área degradada” atualmente é usado sem uma definição clara do que está sendo discutido e isso leva a uma confusão quando *stakeholders* utilizam diferentes acepções, como no caso do cultivo da palma.

Com base nas definições apresentadas, assume-se que áreas degradadas são aquelas que tiveram sua vegetação nativa parcial ou totalmente removida e apresentam no momento baixos níveis de biodiversidade. No contexto brasileiro, terras degradadas adequadas para a bioenergia são aquelas que primeiramente são desmatadas, em seguida são utilizadas como pastagem e posteriormente são abandonadas. Essas terras foram

mapeadas inicialmente pelo PRODES e, posteriormente, pelo TerraClass, correspondendo ao denominado Pasto Sujo. Ambos os projetos serão detalhados mais à frente.

Existem causas diretas e indiretas (SWALIN, 2007) para a degradação da terra. Como causas diretas, podem-se citar: agricultura, expansão agrícola, desmatamentos, manejo inadequado do solo. Já como causas indiretas, estariam enquadradas principalmente o aumento populacional, a pobreza e o fracasso de políticas públicas vigentes.

São consideradas degradadas as terras com as características a seguir (WIEGMANN *et al.*, 2008, WICKE, 2011a).

- Terras previamente cultivadas e abandonadas (*abandoned agricultural land*): terras que foram utilizadas para o pasto ou para a agricultura e se encontram abandonadas.
- Terras degradadas (*degraded land*): são terras que não estão aptas a sustentar as funções ecológicas originais.
- Terras marginais (*marginal land*): são terras nas quais a produção não pode ser utilizada para fins econômicos e de mercado (devido a condições de cultivo do local ou de leis), porém ainda estão aptas para o cultivo de subsistência.
- *Waste-land*: consiste em terras nas quais as condições físicas e biológicas não são adequadas para atividades humanas. Estão inclusas nessa definição áreas sem cobertura vegetal ou potencial agrícola. São áreas onde o cultivo não é possível, inclusive para a bioenergia. Dunas, desertos, regiões áridas montanhosas e afloramentos rochosos fazem parte dessa categoria.
- Terras não utilizadas (*idle land*): compreende todos os tipos de terras não utilizadas, como as degradadas, as abandonadas e outras descritas acima.

Segundo WIEGMANN *et al.* (2008), as principais etapas para a identificação de terras degradadas aptas para a bioenergia seriam, de um modo geral:

- Detectar espacialmente as terras degradadas, que é o que esta pesquisa propõe;
- Verificar as condições das terras em questão, tais como se são fonte de subsistência da população local ou se estão improdutivas, além de avaliar a importante e complicada questão da posse da terra;
- Averiguar se a área já se encontrou em zonas de grande biodiversidade e, em caso afirmativo, se é recomendável que os esforços sejam concentrados em recuperar a área para o bioma prévio.

De acordo com ÖKO INSTITUT (2009), GALAGHER (2008) e SCHUBERT *et al.* (2009), o plantio em terras degradadas ajuda a reduzir impactos ambientais e sociais, visto que tais terras são inadequadas para a agricultura, se mostrando inviáveis economicamente para cultivos alimentícios. O cultivo da palma em terras degradadas da região amazônica pode trazer benefícios ambientais e socioeconômicos, que vão desde a recuperação da biodiversidade local até a redução da importação do diesel, geração de emprego e de renda e mitigação das mudanças climáticas (COSTA, 2004). As emissões de GEE são reduzidas quando se convertem terras degradadas em cultivos de palma, visto que o estoque de carbono em solos degradados é menor do que aquele contido em solos de mata nativa. Portanto, utilizando tais terras é possível recuperá-las e também sequestrar carbono, assim como recuperar a biodiversidade local (UNEP, 2009, LAPOLA *et al.*, 2010, WICKE, 2011a, BERNDES, 2011, FARGIONE, 2008, SCARLAT e DALLEMAND, 2011, GIBBS *et al.*, 2008).

Há iniciativas para a implementação de oleaginosas para o biodiesel em áreas degradadas na Europa, como a *European Commission on Renewable Energy Directive* [Diretriz da Comissão Europeia sobre Energias Renováveis], que proporciona créditos de emissão de carbono para o biodiesel produzido em terras degradadas ou contaminadas (EUROPEAN COMMISSION, 2009). Além disso, a *Global Bioenergy Partnership* [Parceria Global de Bioenergia] (GBEP, 2011), coordenada pela Organização das Nações Unidas (ONU), propõe o uso de terras degradadas para o cultivo de matérias-primas para o biodiesel.

Na Assembleia Geral da *Roundtable on Sustainable Palm Oil* [Mesa Redonda sobre o Óleo de Palma Sustentável] (RSPO, 2006), foi definido o programa de óleo de palma produzido em terras denominadas “semidegradadas” e improdutivas na província de Aceh, Indonésia, ao mesmo tempo em que o desmatamento de matas nativas foi proibido. Em maio de 2009, o projeto *Pilot Study to Undertake Palm Oil Cultivation According to RSPO Guidelines on Fallow Land in the Context of Relocating Palm Oil Concessions Threatening the Last Remaining High Biodiversity Coastal Peat Swamp Rainforests in Aceh* [Estudo piloto sobre o cultivo da palma de óleo em terras ociosas, seguindo as diretrizes RSPO, para o deslocamento das concessões do cultivo de palma que ameaçam as últimas áreas de mata tropical em solos turfosos costeiros de grande biodiversidade da região de Aceh], foi iniciado por meio de uma parceria entre *Biodiversity and Agricultural Commodities Program* (BACP), *The World Agro Forestry*

Centre (ICRAF), PT Socfin Indonesia (Socfindo), PanEco e Yel.

Entretanto, é necessário atentar para as dificuldades que podem surgir com a utilização das áreas degradadas, como, por exemplo, maior necessidade de fertilizantes para obter o almejado rendimento, devido ao próprio processo de degradação. A questão da posse da terra também pode ser um problema na etapa de aquisição de terras degradadas (WICKE, 2011a, 2011b). Sem diretrizes, a ocupação das áreas degradadas pode, inclusive, reduzir as oportunidades para os agricultores familiares, acarretando até mesmo sua expulsão para outras terras (CENTRO DE MONITORAMENTO DE AGROCOMBUSTÍVEIS, 2008). Por outro lado, a ocupação de pequenas áreas seria bastante favorável para a agricultura familiar (WICKE, 2011a, CBD, 2009). Deve ser feita uma cuidadosa análise de posse e do uso atual da terra em questão para evitar conflitos, já que os habitantes podem ser forçados a migrar para outras terras, intensificando os impactos ambientais e sociais, como já vem ocorrendo na Indonésia, na Malásia e também no Brasil (WICKE *et al.*, 2011b).

A expansão sustentável da palma nas áreas degradadas dependerá intensamente da avaliação dessas terras, inclusive no campo, e também de um monitoramento constante. A clara definição de áreas degradadas para todos os *stakeholders* do processo de produção de óleo de palma, assim como a avaliação de viabilidade, é fundamental para o sucesso do programa, tendo em vista a redução do desmatamento e de conflitos sociais (WICKE, 2011a).

3.2. Etapas da pesquisa

Após a definição e contextualização de áreas degradadas para a expansão da palma no Pará, a principal atividade foi a identificação e quantificação dessas áreas, através das seguintes etapas:

(a) Pesquisa bibliográfica e aquisição e organização dos dados

Essa etapa, que visou embasar a pesquisa, consistiu na revisão aprofundada dos seguintes tópicos:

- A palma e o contexto nacional e o internacional (apresentados no Capítulo 2);
- Áreas degradadas para a expansão da palma (apresentados no item 3.1 deste Capítulo).

Em seguida foi feita a obtenção dos dados utilizados para desenvolver o estudo de caso da pesquisa:

- Classes de uso do solo do projeto TerraClass 2008 e 2010 (a classe Pasto Sujo foi separada e utilizada na pesquisa), em formato *shapefile* (dados vetoriais – pontos, linhas e polígonos - que armazenam posição, formato e atributos de feições geográficas), disponível em: <<http://www.inpe.br/cra/index.php>>. O TerraClass é um projeto desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pela EMBRAPA que tem como objetivo qualificar as terras mapeadas como desmatadas pelo projeto PRODES (Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite), através da classificação de imagens de satélite, permitindo a identificação de tendências de mudanças de uso do solo.
- Limites estaduais e municipais do estado do Pará (IBGE), em formato *shapefile*, disponíveis em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/default_div_int.shtm?c=1>.
- Classes de aptidão para a palma definidas pelo ZAE, em formato *shapefile*, disponíveis na Biblioteca Virtual da Embrapa Solos, com acesso restrito.

Os dados coletados foram armazenados em um banco de dados geográfico e analisados com técnicas de geoprocessamento com o software ArcGIS 10.2.2, utilizando projeção Albers e Datum WGS84. A projeção Albers é uma projeção cônica equivalente que preserva a área correta do local de estudo, ao contrário de outras projeções, por isso foi escolhida para esta pesquisa. O Datum é o ponto de referência na superfície terrestre, a partir do qual os meridianos e paralelos terrestres estão posicionados (<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/faq.shtm>). O procedimento para a manipulação dos dados será detalhado mais adiante.

(b) Definição de critérios de sustentabilidade para a expansão da palma no Brasil

Os critérios de sustentabilidade para a expansão da palma definidos nesta pesquisa para o estado do Pará foram embasados nas informações do ZAE e do Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo, além de estarem de acordo com os critérios desenvolvidos pela RSPO.

O critério norteador para o desenvolvimento do estudo de caso desta pesquisa foi a utilização de áreas degradadas para a expansão da palma. A partir daí, outros três critérios foram desenvolvidos:

- Somente áreas degradadas do ano de 2008 foram consideradas, visto que, pelo Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo, a partir desse ano as áreas deveriam ser restauradas para o bioma anterior. De acordo com o programa, áreas até 2008 podem ser utilizadas. Nesta pesquisa foi considerado apenas o ano de 2008, a fim de se obter uma análise o mais recente e também a mais conservadora possível. Além disso, não há dados do TerraClass anteriores a 2008;
- Tamanho de áreas degradadas adequadas para a palma: áreas menores que 10 hectares são consideradas adequadas para a agricultura familiar,
- Áreas degradadas dentro das classes Preferencial e Regular do ZAE. Áreas Marginais, apesar de aptas ao cultivo, não foram consideradas, com o intuito de serem avaliadas apenas terras com possibilidade de propiciar um rendimento razoável.
- Áreas degradadas fora dos municípios produtores são consideradas para o desenvolvimento do modelo, de modo a tirar a pressão do uso do solo já existente nestes locais, em parte, promovida pela expansão da palma.

Entretanto, tais critérios de uso da terra dependem da complexa situação fundiária do estado do Pará. Esse tópico não foi abordado na pesquisa, porém é discutido mais adiante, pois pode influenciar na ocupação de novas áreas para a expansão.

(c) Identificação de áreas degradadas para o estudo de caso

Apenas para contextualizar, será abordado um pouco mais sobre os projetos TerraClass e PRODES. Como já mencionado, o TerraClass é uma qualificação das áreas desmatadas da Amazônia detectadas previamente pelo PRODES. Esse projeto monitora o desmatamento na Amazônia Legal e produziu, desde 1988, as taxas anuais de desmatamento nessa região. As taxas anuais são estimadas a partir dos incrementos de desmatamento identificados nas imagens de satélite utilizadas para mapear a cobertura vegetal na Amazônia. São utilizadas imagens do Landsat 5 (30 metros de resolução espacial e a taxa de revisita de dezesseis dias sobre o mesmo local). O processo de desmatamento por corte raso corresponde à remoção completa da cobertura vegetal em um curto intervalo de tempo, sendo passível de mapeamento por satélite. Nesse processo, a cobertura florestal é removida e substituída por outras coberturas (agricultura, pastagem, expansão urbana e também palma) (CÂMARA *et al.*, 2006). Apenas a título de ilustração, a Figura 4 mostra a evolução do desmatamento no Pará:

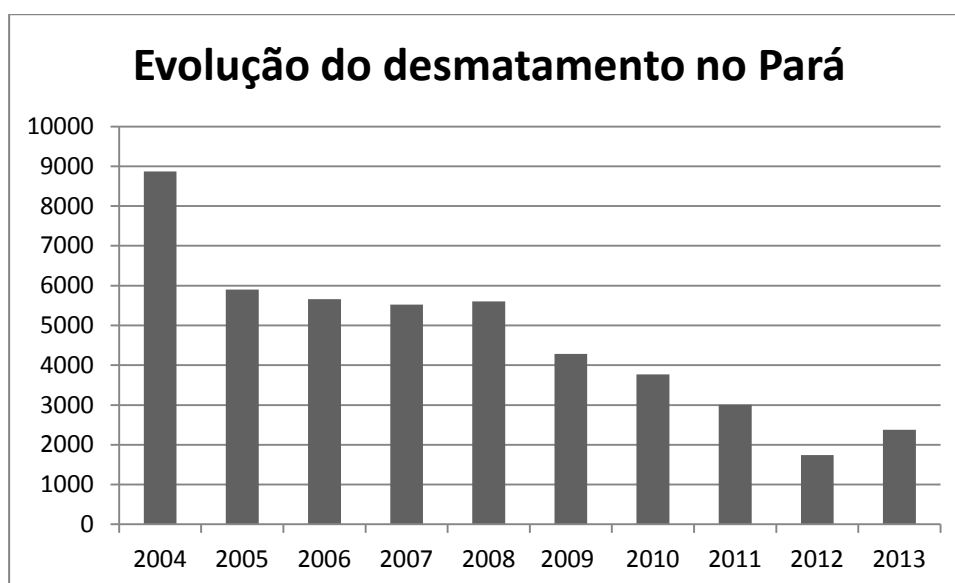


Figura 4: Evolução do desmatamento no Pará (em quilômetros quadrados) ao longo dos últimos dez anos, de acordo com o projeto Prodes. Fonte: Elaboração própria com base nas taxas anuais fornecidas pelo site do PRODES.

Já o projeto TerraClass, conforme mencionado, tem o objetivo de qualificar o desmatamento da Amazônia, tendo por base as áreas já mapeadas pelo PRODES. O TerraClass apresenta um mapeamento do uso e da cobertura da terra na Amazônia Legal para todas as áreas já desflorestadas até 2012, com o objetivo de mostrar o que foi feito nos locais identificados. Assim é possível fazer uma avaliação da dinâmica do uso e da ocupação das áreas desflorestadas, considerando as seguintes classes temáticas:

- Agricultura – Áreas 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%, associadas 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 o uso de espécies nativas ou exóticas;
- Mosaico de Ocupações – Áreas representadas por diversas modalidades de uso da terra. Por falta de resolução espacial das imagens de satélite, não é possível discriminar entre seus componentes. Aqui, a agricultura familiar é realizada de forma conjugada ao subsistema de pastagens para a 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 com infraestrutura diferenciada da área rural, apresentando adensamento de arruamentos, casas, prédios e outros equipamentos públicos;
- Outros – São áreas que não se enquadram nas classificações apresentadas devido a um padrão de cobertura diferenciado de todas as classes do projeto, tal como afloramentos rochosos, praias fluviais, bancos de areia entre outros;
- Área não Observada – Áreas que não puderam ser interpretadas pela presença de nuvens ou sombra de nuvens no momento da obtenção das imagens de satélite, além de áreas recentemente queimadas.

O primeiro levantamento realizado pelo TerraClass levou em conta o desmatamento até 2008, que é o período definido pelo Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo para o uso de terras desmatadas consideradas degradadas. Neste ano, a distribuição de classes de uso do solo dentro das áreas desmatadas é:

- Regeneração com pasto: 45%
- Vegetação secundária: 2%
- Agricultura anual: 2%
- Área não observada: 7%
- Área urbana: 0%

- Mineração: 0%
- Mosaico de ocupações: 5%
- Outros: 1%
- Pasto com solo exposto: 0%
- Pasto limpo: 24%
- Pasto sujo: 13%
- Reflorestamento: 1%

Em 2013, foi lançado o relatório de 2010 do TerraClass, que mostra 739.672,54 quilômetros quadrados de desmatamento acumulado até o ano de 2009, dos quais 22% (165.229,31 quilômetros quadrados) consistem em áreas que foram abandonadas e estão em processo de regeneração. Assim como no levantamento anterior, as áreas de pastagem ocupam o maior percentual das áreas desmatadas, com 66% das terras mapeadas.

Para a expansão da palma no Brasil, Pasto Sujo é a classe que corresponde às principais definições de áreas degradadas no mundo e a que apresenta as características mais adequadas.

De posse do banco de dados geográfico, as áreas degradadas do ano de 2008, ou seja, classe Pasto Sujo do projeto TerraClass, foram inseridas dentro dos limites estadual e municipais do Pará. Todos os arquivos estão em formato *shapefile*.² O banco de dados foi construído com projeção Albers/WGS84. Em seguida, os polígonos de áreas degradadas foram quantificados e sua extensão dentro do estado e dos municípios produtores foi calculada. O rendimento teórico para áreas degradadas no estado e nos produtores foi também calculado. Foram também produzidos mapas ilustrando a distribuição desses polígonos na área de estudo.

Em seguida, as classes do ZAE foram inseridas e cruzadas com a classe de Pasto Sujo, a fim de que fossem quantificadas áreas aptas para a palma dentro da classe Preferencial e Regular, refinando ainda mais a análise espacial previamente realizada. Para ilustrar melhor a real disponibilidade de áreas, o rendimento potencial teórico de óleo também foi calculado para as terras analisadas, com o intuito de avaliar se a demanda que o país espera pode ser atingida no futuro. As tabelas completas com o cruzamento de dados de

² Shapefile é um formato de dados vetoriais que armazena posição, forma e atributos de feições geográficas.

áreas degradadas com o ZAE estão no Apêndice (Zoneamento nível de manejo C apenas).

Uma análise importante desenvolvida nessa etapa de identificação de áreas degradadas foi a de transição de classes de uso do solo ao longo do tempo, no caso, de 2008 para 2010. Com dados do TerraClass 2010 (o projeto se iniciou em 2008), foi observado que a classe Pasto Sujo veio da evolução de classes de desmatamento e pastagem. Essa observação foi feita a partir da sobreposição de dados de 2008 e 2010. O estudo da transição entre as classes é importante para definir a dinâmica da degradação das terras consideradas para a palma no Brasil de qual processo elas realmente são provenientes e se devem mesmo ser indicadas para o cultivo de palma ou não.

(d) Desenvolvimento de cenários e proposta de novas áreas para a expansão da palma

O desenvolvimento de cenários objetiva dar alternativas para a elaboração de um empreendimento no futuro, estimando o que pode acontecer através de hipóteses com variáveis relevantes. Esta abordagem não tem por objetivo prever o futuro, mas sim estudar diversas alternativas de futuros possíveis e preparar os *stakeholders* para executar ações que evitam impactos negativos, tendo como grande legado o aprendizado durante o processo (MARCIAL e GRUMBACH, 2006). Cenários são amplamente utilizados nas pesquisas sobre mudanças climáticas, e cada um requer um nível diferente de ação. O Cenário de Referência, ou cenário *Business as Usual* (BAU), reflete a situação atual com as tendências econômicas, sociais e ambientais preferidas da sociedade em geral, apesar da disponibilidade de informações e estudos sobre mudanças climáticas e as medidas necessárias para mitigar o quadro. Outros cenários, correspondentes a outras alternativas, exigem ações diferentes, e muitas vezes não utilizadas pelo país até o momento (SACHS, 2007). A construção de cenários está sendo amplamente empregada nos estudos de viabilidade da bioenergia visando à redução de emissões e também ao desenvolvimento regional sustentável, sendo portanto, um complemento para o modelo sustentável de expansão da palma desenvolvido nesta pesquisa. Conforme já descrito, a questão do uso da terra e as emissões de GEE são de extrema importância para a certificação do biodiesel. No caso da palma, o risco do desmatamento pode levar as emissões a altos níveis, caso não seja feita uma mudança no sistema de cultivo.

De acordo com ISLAS *et al.* (2007), foi verificada a aplicabilidade dos cenários no

estudo do aumento do uso do biodiesel e seu impacto no sistema energético mexicano no período de 2005 a 2030. A partir dos cenários foi possível observar a redução das emissões em 16%, com o aumento do biodiesel na matriz energética, especialmente no setor de transportes e eletricidade. Cenários feitos com modelagem computacional também foram utilizados por LOTZE-CAMPEN *et al.* (2010) para avaliar a produção de bioenergia mundial e questões de disponibilidade de terra e qualidade da água até 2055. O resultado mostrou que novas terras não precisam ser desmatadas para que a demanda de bioenergia seja atingida. Um estudo de FISCHER (2001) estima o potencial da bioenergia até 2050 através de cenários de produção agrícola e uso da terra. A pesquisa mostrou locais ideais para cultivos que evitem conflitos socioambientais. Um segundo estudo de FISCHER (2010) desenvolveu três cenários para analisar a disponibilidade de terra e a bioenergia na Europa.

KRAXNER *et al.* (2013) desenvolveram cenários para a bioenergia focando nas mudanças de uso da terra. Recomendaram que políticas públicas devam ser elaboradas para o desmatamento e a degradação relacionados à bioenergia, apesar dessa não ser a causa principal do desmatamento. Porém, sua influência é significativa nas mudanças de uso da terra e, com isso, na redução ou não das emissões de GEE. YUI e YEH (2013) desenvolveram cenários para avaliar o impacto da conversão do solo para plantio de palma no Pará e concluíram que entre 22% e 71% da área de palma é proveniente de local previamente desmatado, UCs e TIs.

Assim, nesta pesquisa, os cenários foram desenvolvidos para avaliar a expansão da palma nos próximos trinta anos, considerando o uso de áreas degradadas para o cultivo, e suas implicações ambientais e sociais. Cabe acrescentar que, de acordo com VILLELA (2014) e VENTURIERI (2012), a expansão da palma influencia no uso da terra, especialmente em áreas próximas aos cultivos que contenham florestas, pastagens e agricultura familiar. O uso das áreas degradadas reduz o impacto sobre a biodiversidade e, por consequência, sobre os serviços ambientais. Além disso, de acordo com VENTURIERI (2012), a conversão de mata nativa em cultivo de palma equivale a 20% da área de expansão da palma entre 1985 e 2008, enquanto cerca de 68% correspondem à conversão da área de pastos em dendê. Ou seja, o desmatamento direto para o cultivo está em declínio.

Foram desenvolvidos dois cenários de emissões de GEE, focando na dinâmica do uso da terra para a expansão da palma, para dar suporte ao planejamento, e discutindo também fatores críticos ambientais e sociais ligados ao uso da terra: o Cenário de

Referência S1, que representa a expansão da palma de acordo com as tendências da economia do país e reflete como está sendo executada hoje, somente nos 33 municípios produtores; e um Cenário Sustentável (S2), obedecendo às diretrizes do Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo, que foca no desenvolvimento sustentável da cultura em todos os seus aspectos e oferece novas opções de áreas para o desenvolvimento do empreendimento da palma. Adicionalmente, o Cenário de Referência, ou S1, se embasou nas atuais políticas de redução de desmatamento no Brasil, porém, não considera somente as áreas degradadas para a expansão, mas outras áreas que podem conter vegetação nativa ou secundária enquanto que o cenário S2 considera somente as áreas degradadas.

A base metodológica utilizada no desenvolvimento de cenários é o Guia 2006 do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) para Inventários Nacionais de GEE (*2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* [Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de GEE], *Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*). O setor estudado é o de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo, cuja sigla é AFOLU, referente a *Agriculture, Forestry and Other Land Use*, de acordo com o Guia IPCC 2006. Os principais gases de efeito estufa relacionados com o setor da agricultura são, segundo o IPCC 2006, o dióxido de carbono (CO₂), o óxido nitroso (N₂O) e metano (CH₄). Como este trabalho foca nas emissões oriundas das mudanças de uso da terra, o foco está sobre o CO₂.

De acordo com VILLELA (2009), a mata nativa apresenta maiores quantidades de carbono do que terras degradadas, então a conversão de mata nativa em dendê resulta na liberação de 361.533 kg CO₂/ha, contribuindo para o aumento do efeito estufa, enquanto a conversão de terra degradada em dendê resulta em 168.300 kg CO₂/ha. VILLELA (2014), BRINKMANN (2009) e Frazão *et al.* (2012), baseados em IPCC (2006), colocam que os estoques de carbono em solo e biomassa de florestas nativas e terras degradadas são, respectivamente, 174,7 t C/hectare e 49,2 t C/hectare. Estoques de carbono de floresta giram em torno de 158 t C/hectare e estoques de carbono de solo correspondem à média de 52 t C/hectare, de acordo com (HASSAN *et al.*, 2011, BERNOUX *et al.*, 2002, SOMMER *et al.*, 2000, SISTI *et al.*, 2004, SAATCHI *et al.*, 2011, IPCC, 2006). Já estoques de carbono da palma são estimados entre 35 tC/hectare e 55 tC/hectare (YUI & YEH, 2013, *apud* GERMER e SAUERBORN, 2006, BRINKMANN, 2009, IPCC, 2006, CARLSON *et al.*, 2012, HENSON *et al.*, 2012).

Valores para as emissões de GEE para os cenários são apresentados abaixo, já

calculados por VILLELA (2009), que se baseou no IPCC (2006) para calcular os valores de emissões, que foram somados e convertidos para GJ utilizando-se o fator de conversão 1 ha/3300 GJ do IPCC, fornecendo os resultados a seguir.

Área degradada -> Plantação: (- 50,54 - 28,52) kg CO₂/ GJ = - 79,06 kg CO₂/ GJ

Floresta tropical densa -> Plantação: (108,50 - 17,84) kg CO₂/ GJ = 90,66 kg CO₂/ GJ.

Com base nesses valores de emissões, as alternativas dos cenários S1 e S2 foram traçadas e as emissões calculadas, levando em conta a demanda por terras para a palma. Optou-se por adotar para os cenários, as projeções estimadas de até 1 milhão de hectares em 2030. Assim, as emissões para cada tipo de conversão do solo foram multiplicadas pela projeção de área plantada até 2030, para se obter a quantidade de emissões até este ano.

A análise espacial de áreas degradadas embasou a construção dos cenários e, assim, novas áreas para a expansão da palma foram indicadas com base em suas extensões. Posteriormente, uma análise comparativa entre os cenários foi executada. A conclusão dessa análise indicou qual a alternativa mais adequada à expansão sustentável e suas implicações ambientais e sociais, servindo de base para a elaboração e a reformulação das políticas públicas para esse setor.

(e) Análise e discussão dos resultados

Os resultados obtidos na identificação e na distribuição de áreas degradadas e no desenvolvimento dos cenários foram discutidos amplamente, tanto no contexto brasileiro como no internacional, visto que um cultivo sustentável da palma pode trazer grandes repercussões mundiais.

(f) Conclusões e recomendações

Com base na comparação dos cenários e nos resultados da identificação das áreas degradadas disponíveis para a palma, conclusões e recomendações para o desenvolvimento sustentável deste setor foram elaboradas, além de sugestões para a continuidade desta pesquisa.

CAPÍTULO 4: ESTUDO DE CASO – O ESTADO DO PARÁ

4.1. Área de estudo

O Pará é o maior estado produtor de óleo de palma no Brasil, com cerca de 90% da produção nacional, e, portanto, o foco da expansão do plantio dessa oleaginosa. Exatamente por isso, esse estado e seus municípios produtores foram escolhidos como objeto de estudo desta pesquisa, tal a importância de sua participação na produção de óleo de palma para o biodiesel.

Localizado na porção leste da Amazônia, o Pará é o segundo maior estado do país, com uma área total de 1.228 milhão de quilômetros quadrados dividida em 144 municípios com cerca de 8 milhões de habitantes, segundo o IBGE. As principais atividades do estado são a mineração, a indústria madeireira, a agricultura e a pecuária. A mineração é a atividade predominante na região sudeste do estado, com destaque para a cidade de Parauapebas. As atividades agrícolas são mais intensas na região nordeste do estado e também ao longo da Rodovia Transamazônica (BR-230) (ver BRITO *et al.*, 2013). O IDH do estado do Pará era de 0,518 em 2000 e atualmente subiu para 0,646, um índice considerado Médio.

O relevo do estado é predominantemente baixo e plano. Mais de 80% do território tem altitude de até 300 metros, sendo que, desses, mais de 50% são de planícies com altitude de até 200 metros em relação ao nível do mar. Na planície litorânea, as falésias variam entre 5 e 20 metros de altura. As maiores altitudes são encontradas nas serras de Carajás, do Cachimbo e de Acari, sendo essa última a maior do estado, com 906 metros de altitude.

A vegetação do Pará é prevalentemente composta pela floresta Amazônica (floresta tropical pluvial). Em mata de terra firme são encontradas as castanheiras, enquanto em áreas de mata de várzea, as seringueiras. No baixo planalto de Santarém, fica uma área de cerrado. Na ilha do Marajó e nas várzeas de alguns rios situam-se os campos limpos. Ao longo do litoral são encontrados mangues.

O clima do estado é equatorial, ou seja, quente e úmido. As chuvas são constantes, com ausência de estação de secas. Considerando as precipitações pluviais, o clima da região é marcado por duas estações: o verão, de julho a outubro (temperaturas máximas próximas a 35°C); e o inverno, de novembro a junho (temperaturas mínimas próximas a 19°C). O inverno é a estação das grandes chuvas. A temperatura média anual é de 26°C.

A bacia hidrográfica do Pará abrange uma área de 1.253 milhão de quilômetros quadrados (ou 125,3 milhões de hectares). Estão também no Pará alguns afluentes do rio Amazonas, como Curuá, Tapajós e Xingu pela margem direita; Maicuru, Nhamundá, Jari e Trombetas, pela margem esquerda. Os rios principais são o Amazonas, Jari, Pará, Tapajós, Tocantins e Xingu (ver IBGE – <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>).

A posse da terra é uma questão polêmica e problemática no Pará, comumente associada a conflitos sociais. Nos últimos anos, alguns avanços foram feitos nessa área, com a criação das Áreas de Proteção Ambiental e o cancelamento de títulos de posse falsos. Porém, a maior parte das terras permanece sem título. De acordo com pesquisa desenvolvida pelo Imazon (Instituto do Homem e do Meio Ambiente na Amazônia), 39% do estado possui processos pendentes de títulos de posse, e 71% das terras degradadas e desmatadas também não têm a situação regularizada (ver BRITO *et al.*, 2013). A posse da terra afeta as comunidades locais de forma profunda, e não apenas no contexto da palma, visto que muitas famílias vivem em terras não regularizadas, podendo ser expulsas a qualquer momento pelas companhias produtoras de biodiesel.

4.1.1. Os municípios produtores de óleo de palma

Atualmente existem 33 municípios produtores de óleo de palma (JACCOUD & VILLELA, 2013) na região nordeste do Pará (ver Figura 5), configurando o local como polo produtor, com os municípios de Abaetetuba, Acará, Baião, Belém, Benevides, Bonito, Bujaru, Capitão Poço, Castanhal, Concórdia do Pará, Garrafão do Norte, Igarapé-Açu, Igarapé-Miri, Inhangapi, Ipixuna do Pará, Maracanã, Mocajuba, Moju, Nova Esperança do Piriá, Nova Timboteua, Óbidos, Ourém, Santa Bárbara do Pará, Santa Isabel do Pará, Santa Luzia do Pará, Santa Maria do Pará, Santo Antônio do Tauá, São Domingos do Capim, São Francisco do Pará, Tailândia, Terra Alta, Tomé-Açu e Vigia.

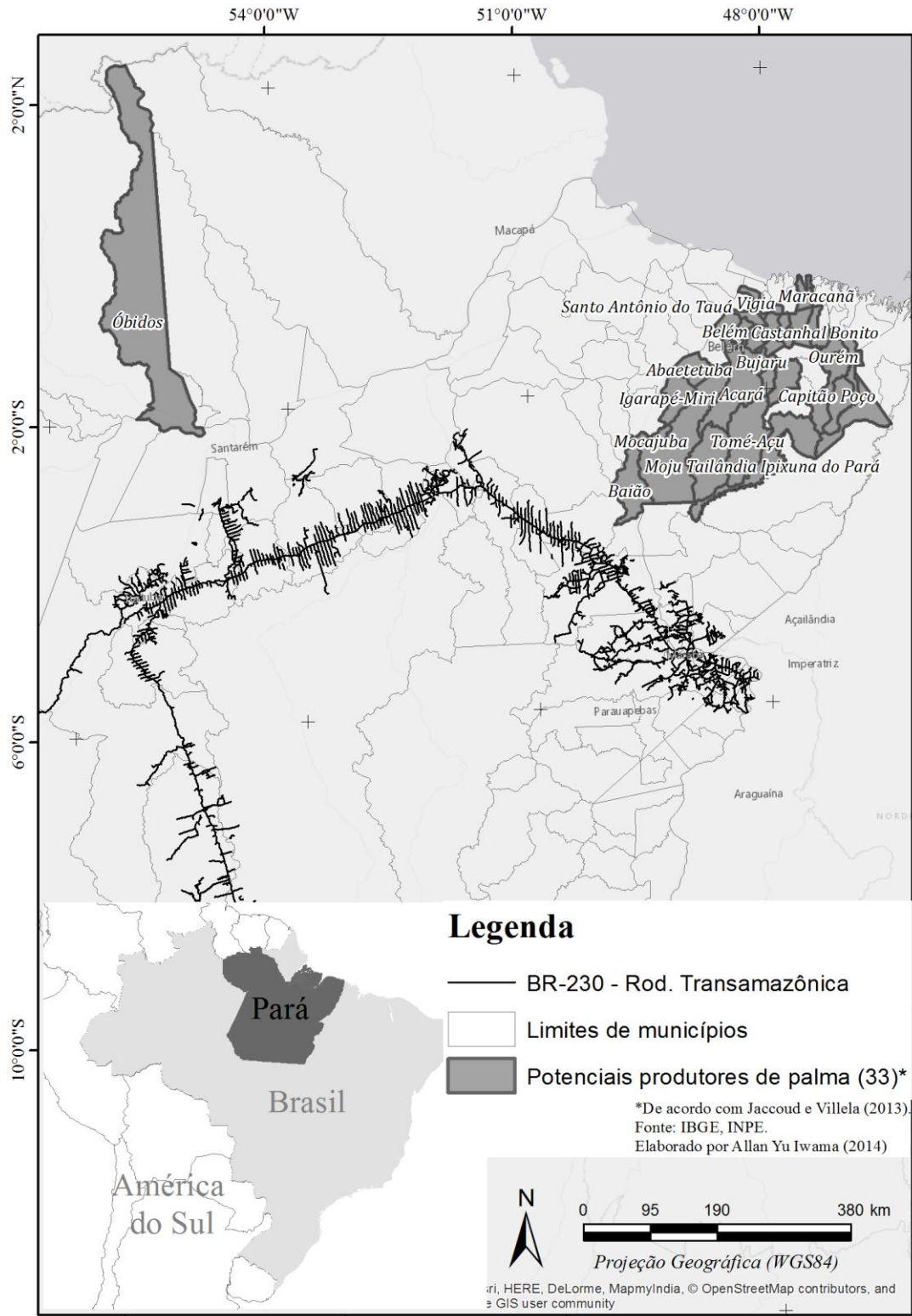


Figura 5: Localização dos municípios produtores de óleo de palma na região nordeste do Pará.

Os municípios produtores estão localizados na mesorregião do nordeste paraense, que engloba 49 municípios e é subdividida em cinco microrregiões: Bragantina, Cametá, Guamá, Salgado e Tomé-Açu; e na mesorregião metropolitana de Belém, com onze municípios, agrupados em duas microrregiões, Belém e Castanhal.

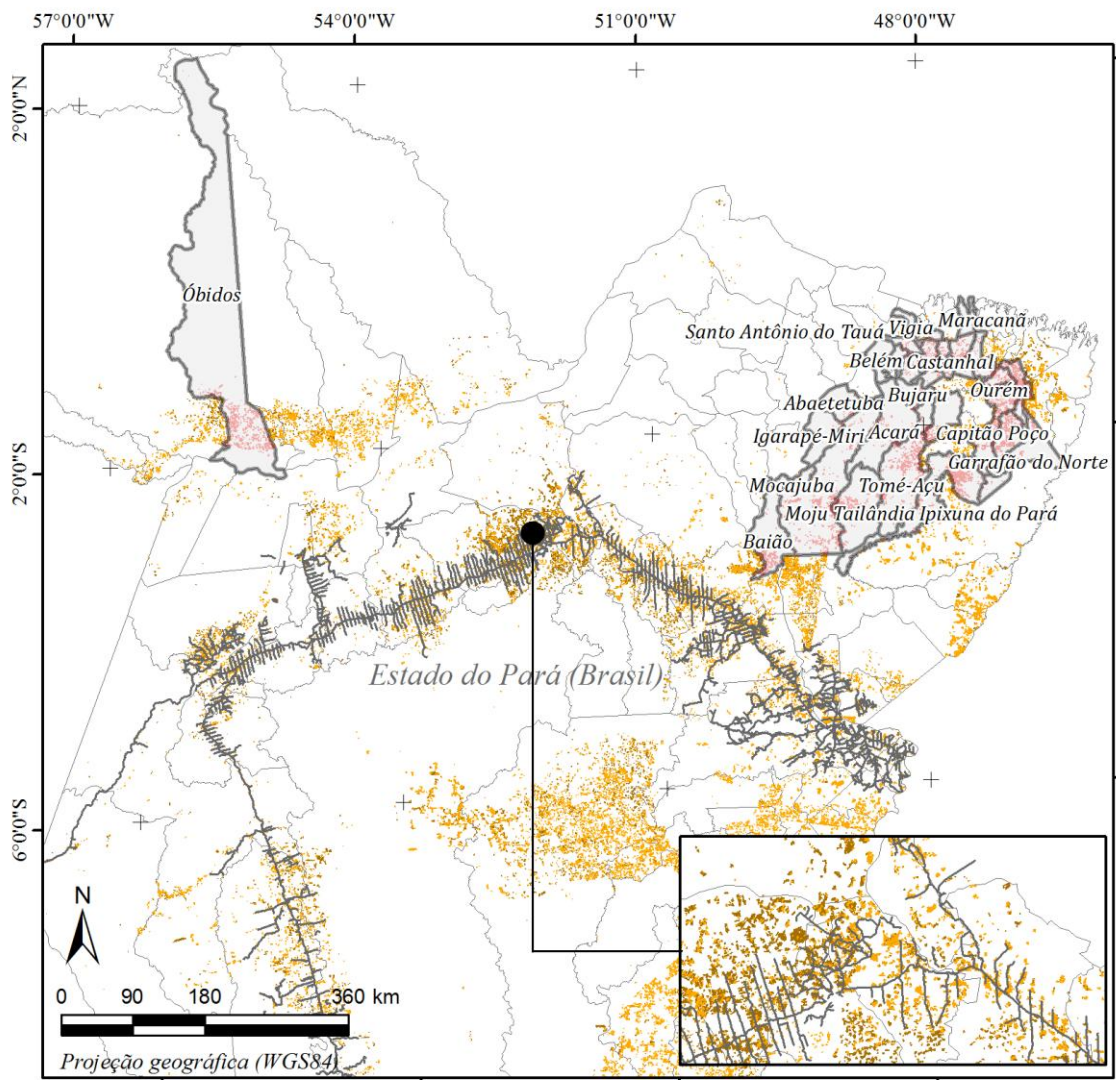
O cultivo da palma é importante economicamente para esses municípios, pois é uma excelente fonte de emprego e renda, visto que, além do biodiesel, a palma também é utilizada para fins alimentícios e cosméticos, como óleo para frituras, chocolates, margarinas, cremes vegetais, sorvetes, detergentes e sabões (ver SILVA *et al.*, 2000, VEIGA e FURIA, 2000, <http://www.agropalma.com.br/agropalma.asp>). Dentro do polo, os principais municípios produtores são: Acará, Belém, Benevides, Castanhal, Concórdia do Pará, Igarapé-Açu, Moju, Santo Antônio do Tauá e Tailândia. Moju e Tailândia possuem as maiores áreas plantadas de palma. Moju tem 9.095 quilômetros quadrados (ou 909.500 hectares) e 68.070 habitantes, com cerca de 60% vivendo em área rural (ver IBGE, 2011). Tailândia possui 4.430 quilômetros quadrados (ou 443.000 hectares) e cerca de 90 mil habitantes. O IDH dos 33 municípios varia entre 0,35 e 0,74 (ver ATLAS BRASIL 2013).

A região, caracterizada por planícies de inundação e floresta densa, com platôs e terraços, superfície predominantemente sedimentar, já está bastante desmatada devido à atividade madeireira. A média da temperatura anual é de 25°C, com umidade em torno de 85% e chuvas regulares, de janeiro a junho. No segundo semestre, o clima fica mais seco.

4.2. Áreas degradadas disponíveis para a palma no Pará

4.2.1. Identificação e análise de áreas degradadas

Para identificar terras degradadas para a palma no Pará, foram utilizados os dados do TERRACCLASS (somente a classe Pasto Sujo). Como citado no Capítulo 3, os limites do estado em estudo foram pesquisados no site do IBGE e adicionados em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica por meio de um software de geoprocessamento, o ArcGIS 10.2.2. Em seguida os dados de Pasto Sujo foram inseridos no ambiente. Como já mencionado, a classe Pasto Sujo é considerada adequada para o cultivo da palma. A Figura 6 mostra a distribuição das áreas degradadas (Pasto Sujo) no estado do Pará e nos municípios produtores.



Legenda

- Munic. potenciais produtores de palma*
- Áreas degradadas (33 cidades*)
- Áreas degradadas (2008)
- Áreas degradadas (2010)

* De acordo com Jaccoud e Villela (2013)
 Fonte: IBGE, INPE (TerraClass2010).
 Elaborado por Allan Yu Iwama (2014)

Figura 6: Distribuição de áreas degradadas nos anos de 2008 e 2010 para o estado do Pará e os 33 municípios produtores.

A Figura 6 mostra 2.266.200 hectares de terras degradadas distribuídas ao longo do estado, mapeadas pelo TERRACLASS até 2008. Dessa área, 1.108.766 hectares estão localizados nos 33 municípios produtores. Nesses municípios, considerado o total de terras degradadas, o potencial teórico de produção de óleo de palma para o Pará e os municípios produtores, quando a palma já estiver rendendo, isto é, após seu quarto ano, seria de, respectivamente, mais de 11.331.000 t/ha e 5.543.830 t/ha (ver Tabela 5). Esse potencial foi calculado com base no valor de rendimento do óleo de palma por hectare, de 5 t/ha mencionado no Capítulo 2. O rendimento potencial teórico foi calculado multiplicando-se o valor da extensão de áreas degradadas de cada município pelo valor do rendimento por hectare. Esse cálculo serve para avaliar se a meta de produção de óleo de palma pode ser atingida ou não, com as áreas calculadas.

Observa-se também que a classe de áreas degradadas referente ao ano de 2010 corresponde às áreas degradadas de 2008, mais classes de pasto limpo, pasto com solo exposto e vegetação secundária que se tornaram degradados em 2010. Este tópico será detalhado mais adiante, pois se refere à transição de classes de uso do solo, de grande importância para definir áreas aptas para a expansão da palma.

Tabela 5: Áreas degradadas disponíveis no estado do Pará e municípios produtores, e respectivos rendimentos potenciais teóricos. Elaboração própria.

	Área total (ha)	Rendimento do óleo de palma (ha)	Rendimento potencial teórico (t)
Áreas degradadas no Pará	2.266.200	5 t	11.331.000
Áreas degradadas nos municípios produtores	1.108.766		5.543.830

De acordo com DROUVOT (2012), as companhias produtoras planejam atingir 900 mil toneladas por ano em 2020. Essa meta pode ser plenamente alcançada somente com a utilização de terras degradadas. Tendo em vista que a projeção de expansão é de 330 mil hectares para 2020, é possível afirmar que, dentro do polo produtor estão disponíveis áreas degradadas suficientes. Além disso, outros locais fora do polo poderão também

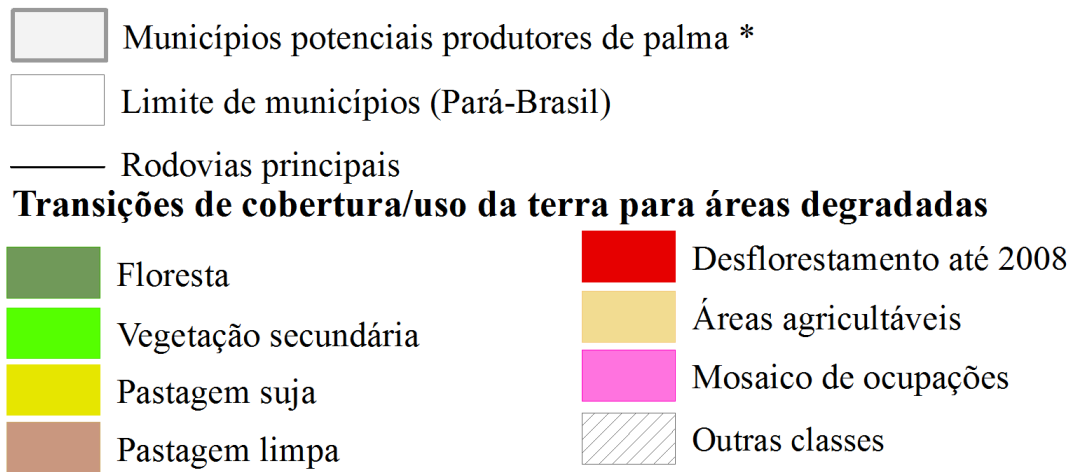
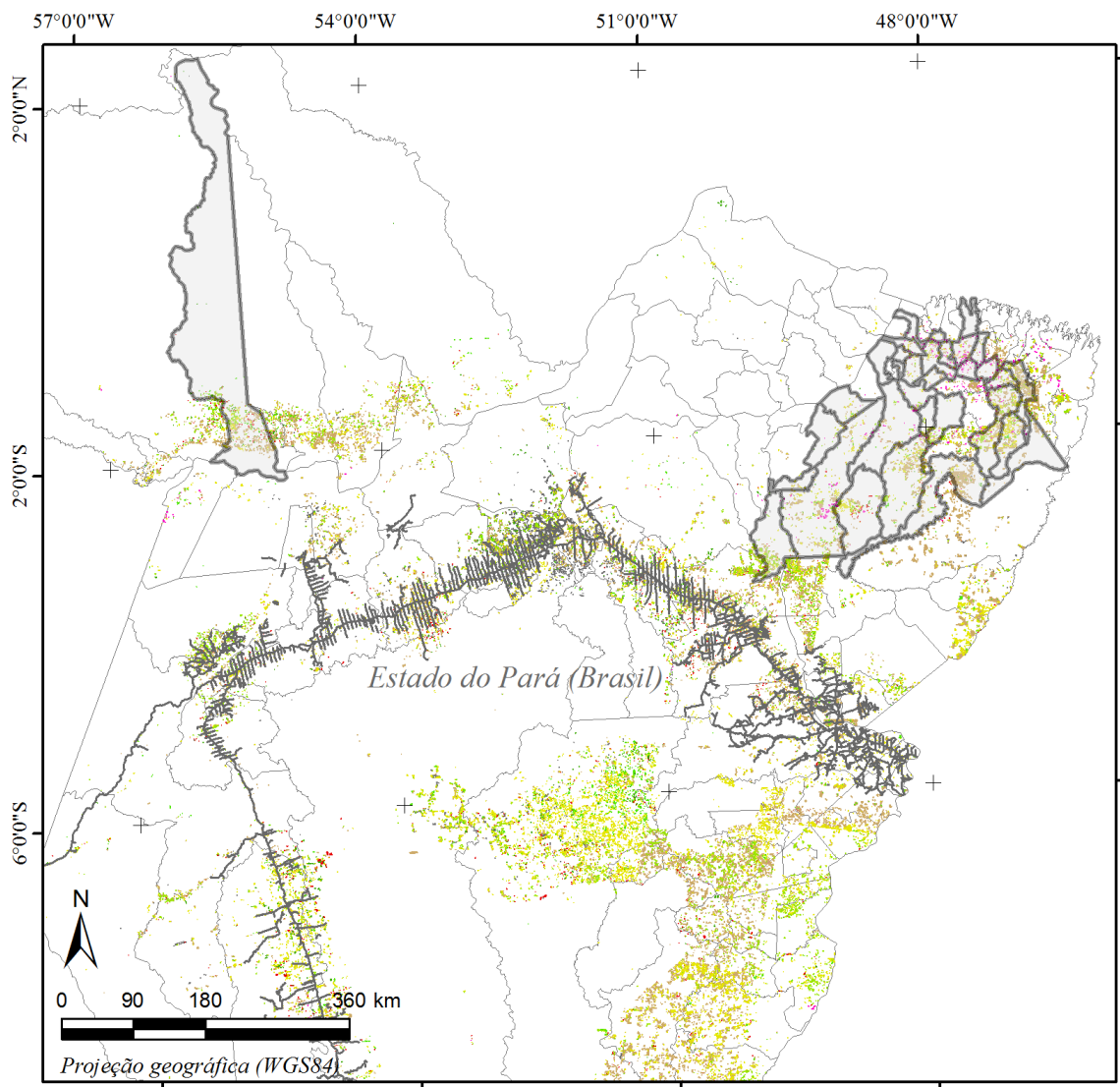
comportar os cultivos de palma, como será visto mais adiante.

Porém, observa-se no mapa que as terras degradadas encontram-se distribuídas aleatoriamente pelo território analisado e em diferentes extensões, variando de 1 hectare a mais de 50 mil hectares. Essa questão pode dificultar o uso de algumas dessas áreas, por serem de tamanho reduzido (menores que 5 hectares) e/ou por estarem longe da infraestrutura já existente. Tais áreas podem ser aproveitadas para a expansão da agricultura familiar na cadeia da palma. Uma alternativa considerada por WIEGMANN *et al* (2008), para áreas menores que 5 ha é recuperar tais áreas para o bioma anterior, ou seja, mata nativa ou secundária.

Além disso, é necessário que as terras consideradas aptas sejam analisadas em atividades de campo, para que sua viabilidade para a palma seja realmente atestada. Entretanto, esta primeira análise espacial é um resultado preliminar, visto que as áreas degradadas só podem ser utilizadas se estiverem localizadas dentro das classes Preferencial e Regular do ZAE. Este foi o passo seguinte da pesquisa.

4.2.2. Áreas degradadas no núcleo produtor de dendê

Antes de apresentar os resultados do cruzamento das áreas degradadas com o ZAE, a Figura 7 mostra a distribuição de terras degradadas com foco nos municípios produtores.



Fonte: IBGE, INPE (TerraClass2010). Elaborado por Allan Yu Iwama (2014)

Figura 7: Áreas degradadas até 2008 existentes no Pará e nos municípios produtores e transição de classes de uso do solo para 2010.

Um ponto importante que pode ser observado com a análise dos dados do TerraClass (Figura 7) é que áreas degradadas (Pasto Sujo) mapeadas em 2010 somam 1.915.600 hectares. Porém, apenas 52,8% dessa terra vêm de pastagens, enquanto 19,1% esteve em processo de abandono entre 2008 e 2010, e 3,3% vem do desmatamento direto em 2008. Após esse ano, as terras degradadas não são consideradas aptas para a palma, devendo ser recuperadas. Como não há dados do TERRACLASS anteriores a 2008, a análise 2008-2010 mostra um pouco da dinâmica da evolução da terra até chegar ao status de degradada (Pasto Sujo), apta para a palma. Aponta que a terra degradada vem de vários outros processos de degradação, como desmatamento, atividades agrícolas e mineração em processo de abandono, e pastagens ativas ou não, além de vegetação secundária. A amostra das tabelas do mapeamento e quantificação apresentada a seguir (ver Tabela 6) expõe essa análise.

Tabela 6: Transição de classes de uso da terra de 2008 para áreas degradadas no ano de 2010. Fonte: Elaboração própria com técnicas de geoprocessamento aplicado aos dados do TerraClass 2008 e 2010.

Áreas_2008	Áreas_2010
AREA_NAO_OBSERVADA	pasto sujo
PASTO_LIMPO	pasto sujo
PASTO_SUJO	pasto sujo
REGENERACAO_COM_PASTO	pasto sujo
FLORESTA	pasto sujo
MOSAICO_DE_OCUPACOES	pasto sujo
PASTO_LIMPO	pasto sujo
PASTO_SUJO	pasto sujo
REGENERACAO_COM_PASTO	pasto sujo
VEGETACAO_SECUNDARIA	pasto sujo
DESFLORESTAMENTO_2008	pasto sujo
MOSAICO_DE_OCUPACOES	pasto sujo
PASTO_LIMPO	pasto sujo
PASTO_SUJO	pasto sujo
REGENERACAO_COM_PASTO	pasto sujo
VEGETACAO_SECUNDARIA	pasto sujo
AREA_NAO_OBSERVADA	pasto sujo
DESFLORESTAMENTO_2008	pasto sujo
FLORESTA	pasto sujo
PASTO_LIMPO	pasto sujo
PASTO_SUJO	pasto sujo
REGENERACAO_COM_PASTO	pasto sujo
VEGETACAO_SECUNDARIA	pasto sujo

A Tabela 6 mostra que a classe de pasto sujo de 2010 veio de áreas não observadas, áreas de pasto limpo, pasto sujo, regeneração com pasto, floresta, mosaico de ocupações, vegetação secundária e desflorestamento do ano 2008. Essa análise é importante, pois mostra a real taxa de degradação que vem do desmatamento direto e de outras atividades e usos. Estas terras, oriundas de desmatamento direto ou vegetação secundária, poderiam ser recuperadas para o bioma anterior em vez de ser utilizadas para a palma. Portanto, constata-se que as terras degradadas no Pará e nos municípios produtores são suficientes para a demanda de terras e de produção de óleo, a princípio. Mas, quando se observa detalhadamente o processo de degradação que ocorre no Brasil, o quadro pode mudar (e as áreas podem ser reduzidas) ao se adotar políticas mais

restritivas de uso da terra.

4.2.3. Áreas degradadas dentro do ZAE

Além da análise espacial da distribuição das terras degradadas no estado do Pará e a observação da dinâmica das transições de classes mapeadas pelo TerraClass, o ZAE também foi inserido na análise, com o objetivo de detectar áreas para a palma em zonas Preferenciais e Regulares, refinando ainda mais a etapa de identificação de áreas degradadas. Como já mencionado, o ZAE foi realizado considerando dois níveis tecnológicos (ou níveis de manejo) de cultivo, sendo um com alto aporte de capital e tecnologia (nível C) e outro com baixos insumos e uso modesto de tecnologia (nível B). Quando se leva em conta o ZAE, os polígonos de áreas degradadas aptos para a palma tornam-se reduzidos, obviamente.

A Figura 8 ilustra a disponibilidade e a quantidade de terras para a palma nas classes Preferencial e Regular, nos zoneamentos níveis B e C, no estado do Pará e nos produtores.

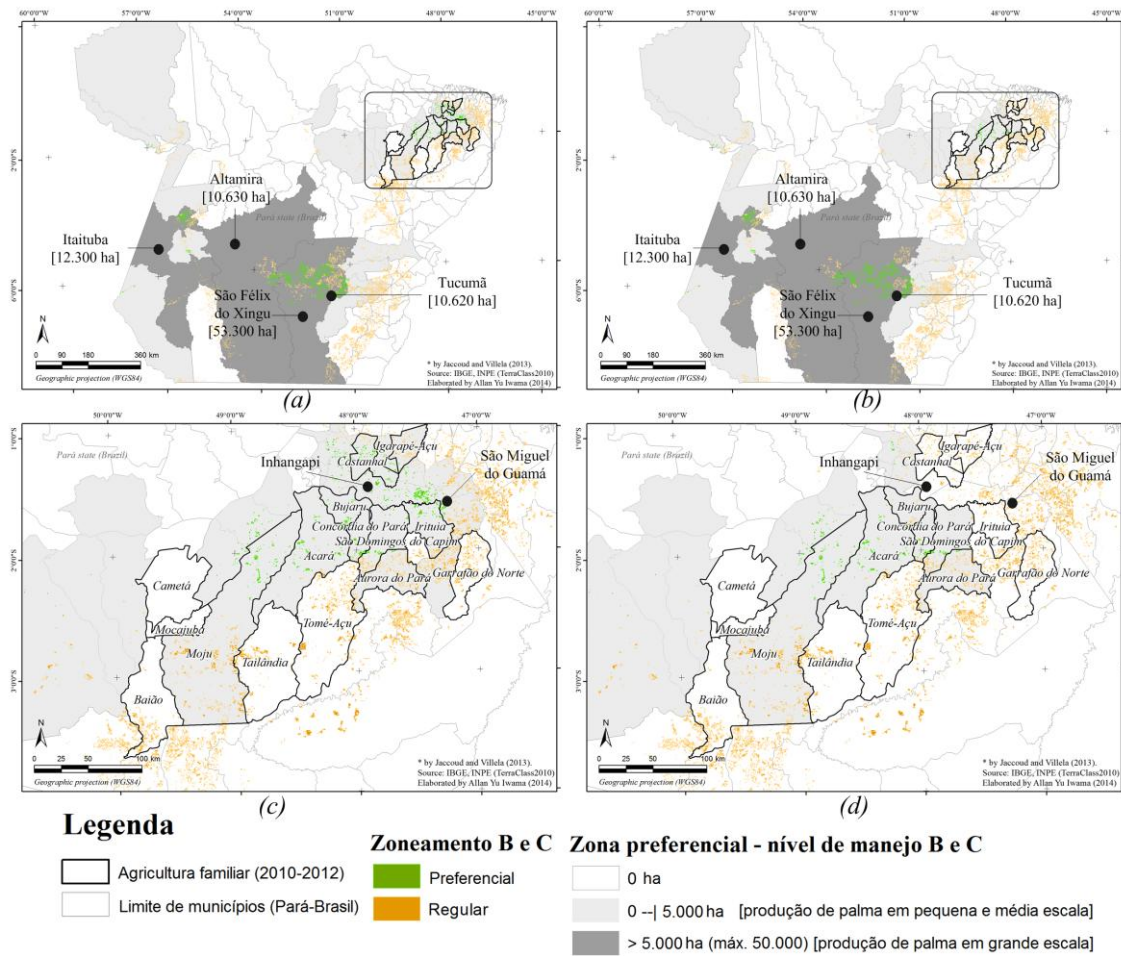


Figura 8: Distribuição de terras degradadas segundo níveis de zoneamento B e C no estado do Pará. A) Manejo nível B. B) Manejo nível C e municípios com mais de 5 mil hectares de extensão de terras degradadas contínuas [Altamira, Itaituba, São Félix do Xingu e Tucumã], em zonas Preferenciais do ZAE. C) Terras degradadas na região nordeste do Pará (municípios com agricultura familiar, manejo níveis B e D), terras degradadas BA, região nordeste do Pará, manejo nível C (ver IBGE, 2013, e TerraClass).

Em todo o estado do Pará, é possível quantificar apenas 116.600 hectares disponíveis em áreas Preferenciais; 762.800 hectares em áreas Regulares no nível de manejo B; 102.900 hectares disponíveis em áreas Preferenciais; e 735.100 hectares em áreas Regulares no nível de manejo C, conforme a Tabela 7, a seguir. O rendimento potencial teórico para cada classe do ZAE também é apresentado.

Tabela 7: Áreas degradadas adequadas para o cultivo da palma no estado do Pará, de acordo com o ZAE, nível de manejo B e C e cálculo do rendimento potencial teórico para cada tipo de manejo. Fonte: ZAE, MAPA 2010 (Fonte: elaboração própria).

Classes ZAE	Áreas degradadas ZAE B (ha)	%	Rendimento potencial teórico (t)	Áreas degradadas ZAE C (ha)	%	Rendimento potencial teórico (t)
Preferencial	116.600	6,1	583.000	102.900	5,4	514.500
Regular	762.800	39,8	3.814.000	735.100	38,4	3.675.500
Total P+R	879.400	45,9	4.397.000	838.000	43,7	4.190.000

A Tabela 7 mostra que apenas 45,9% de áreas degradadas (43,7% no nível de manejo C) estão dentro das classes Preferencial e Regular (39,8% na Regular e 6,1% na Preferencial, manejo B, e 38,4% na Regular e 5,4% na Preferencial, no manejo C), únicas classes favoráveis ao cultivo da palma, segundo o ZAE. Além disso, a tabela mostra os rendimentos potenciais teóricos para cada classe e nível de manejo B e C, que são, respectivamente, 583.000 t (Preferencial) e 3.814.000 t (Regular) e 514.500 t (Preferencial) e 3.675.500 t (Regular).

Isso significa que, considerando o ZAE, áreas disponíveis e rendimento diminuem, mas ainda são suficientes para atingir a demanda desejada, porém, não nos municípios produtores. As Tabelas 8 e 9 mostram esta mesma análise com o ZAE nos municípios produtores, com exceção do rendimento potencial teórico:

Tabela 8: Áreas degradadas em classes Preferenciais do ZAE (manejos B e C), nos municípios produtores (Fonte: elaboração própria).

Município produtor de óleo de palma	Áreas degradadas disponíveis na classe Preferencial do ZAE B (ha)	Município produtor de óleo de palma	Áreas degradadas disponíveis na classe Preferencial do ZAE C (ha)
Acará	4.765	Acará	4.765
Moju	5.848	Moju	5.848
Castanhal	2.672	-	0
Bujaru	1.839	Bujaru	236
Concórdia do Pará	2.321	Concórdia do Pará	1.827
Abaetetuba	1.582	Abaetetuba	1.582
São Domingos do Capim	32	São Domingos do Capim	1.243
Santa Isabel do Pará	952	Santa Isabel do Pará	056
Inhangapi	976	-	0
Capitão Poço	780	-	0
Igarapé-Miri	579	Igarapé-Miri	579
Santo Antônio do Tauá	645	Santo Antônio do Tauá	96
São Francisco do Pará	448	-	0
Santa Maria do Pará	351	-	
Santa Bárbara do Pará	342	Santa Bárbara do Pará	210
Bonito	60	-	0
Ourém	57	-	0
Igarapé-Açu	54	-	0
Benevides	29	Benevides	29
Vigia	0	-	0

Na classe Preferencial (manejo B e C) há áreas degradadas disponíveis nos municípios produtores, variando entre 1 até cerca de 3 mil hectares, por município. O município produtor com menor disponibilidade de terras é Benevides, com apenas 29 ha.

Tabela 9: Áreas degradadas em classes Regulares do ZAE (manejos B e C), nos municípios produtores (Fonte: elaboração própria).

Município produtor de óleo de palma	Áreas degradadas disponíveis na classe Regular do ZAE B (ha)	Município produtor de óleo de palma	Áreas degradadas disponíveis na classe Regular ZAE C (ha)
Moju	19.107	Moju	26.587
Capitão Poço	23.835	Capitão Poço	25.626
Tomé-Açu	22.256	Tomé-Açu	22.562
Ipixuna do Pará	22.223	Ipixuna do Pará	19.080
Garrafão do Norte	14.279	Garrafão do Norte	11.548
Tailândia	12.005	Tailândia	12.052
Baião	11.420	Baião	11.205
Ourém	4.495	Ourém	4.987
Igarapé-Açu	2.955	Igarapé-Açu	2.988
São Domingos do Capim	2.816	São Domingos do Capim	3.391
Bonito	2.175	Bonito	2.356
Nova Esperança do Piriá	1.728	Nova Esperança do Piriá	17.132
Acará	1.260	Acará	12.811
Castanhal	753	Castanhal	24.261
Mocajuba	710	Mocajuba	7.100
São Francisco do Pará	591	São Francisco do Pará	10.393
Nova Timboteua	556	Nova Timboteua	5.566
Concórdia do Pará	433	Concórdia do Pará	6.276
Santa Maria do Pará	402	Santa Maria do Pará	7.538
Vigia	359	Vigia	3.600
Óbidos	345	Óbidos	3.379
Terra Alta	320	Terra Alta	3.200
Santo Antônio do Tauá	319	Santo Antônio do Tauá	7.771
Santa Isabel do Pará	0,58	Santa Isabel do Pará	9.547
Belém	0,38	Belém	0,384
-	0	Bujaru	12.032
-	0	Inhangapi	8.749
-	0	Santa Bárbara do Pará	0,898

Já na classe Regular (manejo B e C) há áreas degradadas disponíveis nos municípios produtores, variando entre 1 até cerca de 27.000 mil hectares, por município. O município produtor com menor disponibilidade de terras é Belém, com apenas 0,38 ha. As tabelas mostram que, no Pará, não há terras degradadas suficientes para comportar a

expansão da palma até 2020 apenas nas zonas Preferenciais (116.600 hectares e 102.900 hectares, respectivamente, zoneamentos B e C). Nos municípios produtores, há somente 24.332 hectares e 16.471 hectares, respectivamente, zoneamentos B e C.

As terras degradadas no estado do Pará são suficientes quando se consideram as classes Regulares, com 762.800 hectares e 735.100 hectares, respectivamente, zoneamentos B e C. Já nos municípios produtores, a disponibilidade de áreas degradadas é de 145.342 hectares e 270.189 hectares, níveis B e C, respectivamente. Portanto, não é possível atingir nos produtores a meta de expansão projetada para a palma até 2020, com a utilização de apenas áreas degradadas. Novas opções de terras e plantas de processamento deverão ser requeridas. A Figura 9 ilustra esses resultados:

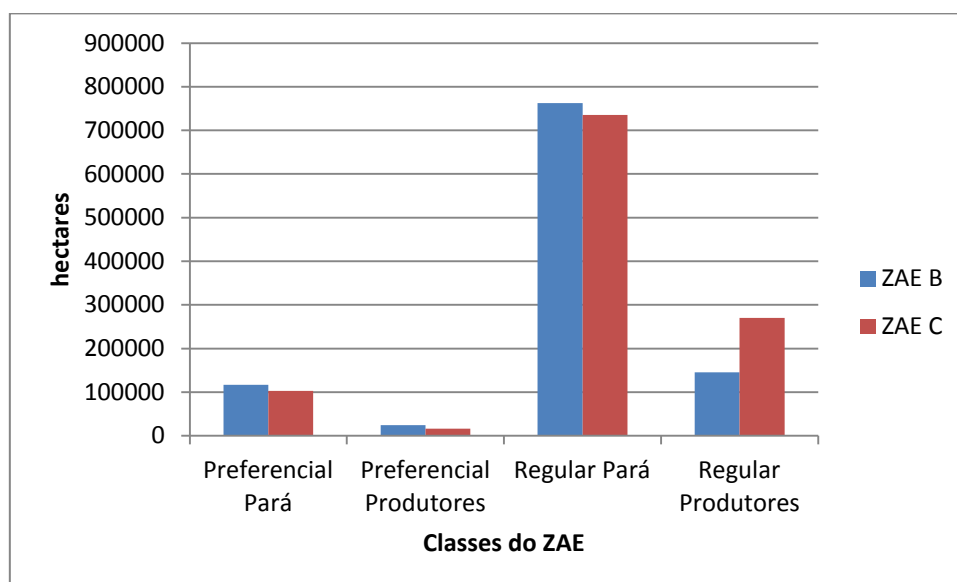


Figura 9: Extensão de áreas degradadas dentro das classes preferencial e regular do ZAE, no estado do Pará e nos municípios produtores (Fonte: Elaboração própria).

Os rendimentos potenciais teóricos calculados para os municípios produtores estão representados na Tabela 10, que sumariza o cálculo dos rendimentos:

Tabela 10: Resumo dos rendimentos potenciais teóricos de óleo das áreas degradadas no estado do Pará e nos municípios produtores. Elaboração própria.

Classe ZAE	Preferencial ZAE B t	Regular ZAE B t	Preferencial ZAE C t	Regular ZAE C t
Estado do Pará	583.000	3.814.000	514.500	3.675.500
Municípios produtores	121.660	726.710	82.355	1.350.945

O estado do Pará tem condições de suprir a demanda de óleo de palma proposta pelo governo. O mesmo não acontece com os municípios produtores dentro das terras degradadas, com exceção da classe Regular do ZAE nível de manejo C, que apresenta mais de 1 milhão de toneladas de óleo como rendimento potencial teórico.

Adicionalmente, segundo comunicação pessoal com o consultor DALEMBERT JACCOUD³, é possível estimar o porte das indústrias e das plantas produtoras que poderiam ser instaladas próximas às áreas de expansão de acordo com sua extensão. As de até 500 hectares podem comportar uma produção de óleo de palma em pequena escala; as que até 5 mil hectares, indústrias de médio porte; as de até 10 mil hectares, indústrias de grande porte. Na Figura 9, observa-se que no polo produtor só é possível a instalação de empreendimentos de pequena a média escala, devido às extensões de áreas disponíveis nos seguintes municípios: Acará, Aurora do Pará, Bujaru, Concórdia do Pará, Moju e São Domingos do Capim.

Tendo em vista a principal conclusão desta etapa da pesquisa, de que há áreas degradadas suficientes para acomodar a expansão a fim de que o óleo de palma seja produzido de forma sustentável nas áreas degradadas de acordo com o ZAE e com as diretrizes do Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo, é necessário que o modelo de uso da terra, a questão fundiária, a falta de supervisão nos cultivos e as condições precárias de infraestrutura no estado do Pará sejam cuidadosamente avaliados, assim como a falta de modelos de produção de óleo de palma em pequena escala. É também necessária uma sólida política de uso da terra para o planejamento e o monitoramento dessa expansão, assim como analisar cuidadosamente as condições das terras utilizadas para o cultivo.

³ Dalembert Jaccoud é consultor na área de produção de óleo de palma.

4.3. Desenvolvimento de cenários de expansão para a palma no Pará

Com base na análise e identificação de áreas degradadas disponíveis para a palma, foram desenvolvidos dois cenários de expansão, apresentados a seguir, para as emissões de GEE relacionadas com a conversão do uso da terra.

4.3.1. Cenário de Referência (S1)

De acordo com SACHS (2005) e IPCC (2006), o Cenário de Referência é sempre um cenário da tendência atual que poderia prosseguir sem a implementação de políticas públicas e programas/projetos e que muitas vezes não vai ao encontro do desenvolvimento sustentável.

Este cenário foi construído considerando o atual modo de cultivo e produção do óleo de palma no Pará e a meta de expansão para 330 mil hectares até 2020 (GLASS, 2013), sem preocupação com o manejo do uso da terra, sem considerar o uso de áreas degradadas e desmatadas e com a possibilidade de inclusão social. De acordo com VENTURIERI (2012), a atual conversão de mata nativa para palma é de 20%, ou seja, 20% da área total plantada é proveniente de desmatamento direto. Este cenário foi desenvolvido com base na tendência à redução do desmatamento, já discutida na Metodologia. VENTURIERI (2012) também afirma que a tendência é deixar de eliminar a mata nativa para cultivar palma. Para os cenários, é considerada uma expansão de 1.000.000 hectares até 2030, conforme explicitado na metodologia.

Neste cenário não há a obrigatoriedade de se utilizar somente áreas degradadas. Áreas de mata secundária e pastagens de todo tipo também podem ser utilizadas para a palma, conforme acontece atualmente.

Entre as doze atuais produtoras de óleo de dendê no Pará, três se destacam: Agropalma, Vale e Petrobras. Hoje, a Agropalma é líder em produção, com 450.000 ha de área plantada. A Agropalma é ativa na inclusão social, com 150 famílias contratadas em áreas de 10 ha ou mais, além de 36 outras famílias pertencentes a um assentamento popular trabalhando em áreas de 6 ha. A renda gerada varia entre R\$15 mil e R\$20 mil por ano (6.200 dólares a 8.300 dólares). A Vale (mineradora de ferro) planeja investir 500 milhões de dólares em 60 mil hectares de área plantada até o início deste ano, com

o objetivo de utilizar o B20 (diesel com adição de 20% de biodiesel) para suprir a necessidade de combustível para o transporte de minério de ferro pelo estado. Já a Petrobras planeja produzir dendê em 740.000 hectares e envolver cerca de 2.250 famílias de agricultores nos próximos 10 anos.

Como já discutido, a expansão da palma implica impactos ambientais e sociais negativos, tais como aumento do uso de pesticidas e fertilizantes, emissões de GEE, redução na biodiversidade, conflitos sociais etc. Portanto, neste cenário observa-se que a tendência desses impactos ambientais e sociais negativos acontecerem é maior, visto que a mata nativa ainda é desmatada e privilegiam-se os locais onde já há infraestrutura e logística necessárias para o processamento do óleo, ou seja, os 33 principais municípios produtores paraenses. Novas terras para o cultivo não são consideradas. Neste cenário, a inclusão social não é favorecida, uma vez que o modo de produção da monocultura é predominante.

4.3.2. Cenário Sustentabilidade (S2)

No Cenário Sustentabilidade (S2) as áreas degradadas são as únicas opções para os cultivos de palma, conforme o Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo e o ZAE. Além disso, terras desmatadas após o ano de 2008 não podem ser utilizadas e o desmatamento é proibido. Este é um cenário que mostra total comprometimento com o desenvolvimento sustentável e discute as implicações dessa alternativa sobre o meio ambiente e a sociedade. Aqui, a inclusão social é favorecida e desejada, para que até mesmo os menores polígonos de áreas degradadas sejam integralmente aproveitados (> 5 hectares).

4.3.3. Análise comparativa dos cenários

Com base nas premissas elaboradas para os cenários (Tabela 11), os resultados obtidos são apresentados.

Tabela 11: Premissas dos cenários de expansão da palma S1 e S2. (Fonte: Elaboração própria).

Cenário S1	Cenário S2
Demanda por terras: 1.000.000 hectares até 2030	Demanda por terras: 1.000.000 hectares até 2030
Compromisso com redução do desmatamento	Desmatamento proibido
Outras áreas além das degradadas podem ser utilizadas para os cultivos de palma	Uso de áreas degradadas para os cultivos de palma
Sistema de monocultura persiste devido ao modelo de ocupação da terra	Favorecimento da inclusão social e consorciamento de outras culturas e outros sistemas de cultivo que favoreçam a proteção ambiental, devido ao novo modelo de ocupação da terra
Somente o polo produtor de óleo de palma é considerado para a expansão, conforme a tendência de produção atual, de ocupar as terras mais próximas das plantas existentes	Outras áreas degradadas no estado do Pará são consideradas
Geração de 1 emprego direto a cada 10 ha	Geração de 1 emprego direto a cada 10 ha

Considerando que cultivar a palma em terras degradadas pode ajudar a mitigar as emissões de GEE, visto que essas terras possuem um nível de carbono estocado mais baixo que terras com mata nativa, e levando em conta os valores calculados por VILLELA (2009) e apresentados no Capítulo 3 (Área degradada -> Plantação: - 79,06 kg CO₂/ GJ e Floresta tropical densa -> Plantação: 90,66 kg CO₂/ GJ), para emissões de conversão de mata nativa e áreas degradadas em cultivo de palma, aplicados às áreas degradadas calculadas nesta pesquisa, observa-se que no Cenário S1 – conversão de mata nativa para palma – as emissões de GEE são maiores que no Cenário S2, onde ocorre o sequestro de carbono (Tabela 12), no ano de 2030.

Tabela 12: Emissões de GEE calculadas para os cenários S1 e S2, até o ano de 2030.
(Fonte: Elaboração própria)

ANO	Emissões Cenário S1 (t CO2)	Emissões Cenário S2 (t CO2)
1985	1.701.427	-7.405.150
1989	2.658.298	-11.569.759
1995	3.145.344	-13.689.536
1999	3.816.973	-16.612.677
2004	4.859.580	-21.150.435
2008	5.757.603	-25.058.914
2011	7.110.708	-30.948.060
2013	8.458.800	-42.219.380
2015	9.667.200	-43.331.200
2017	14.198.700	-63.642.700
2020	19.878.180	-89.099.780
2022	30.210.000	-131.483.500
2027	50.148.600	-218.511.610
2030	60.420.000	-301.567.000

No Cenário S1 ocorrerão emissões de até 60.420.000 t CO₂ até o ano de 2030. Já no Cenário S2, que corresponde somente à conversão de áreas degradadas para o cultivo de palma, as emissões são equivalentes a -301.567.000 t CO₂ até 2030, mostrando que ocorre sequestro de carbono na etapa de conversão do solo. Dessa forma, o cenário S2 é favorável à mitigação de emissões de GEE oriundas da conversão do uso da terra.

Quando se analisa as emissões evitadas para cada cenário, observa-se o seguinte: no cenário S1, para 1 litro de óleo de palma são emitidas 12,084 kg CO₂. Já no cenário S2, para 1 litro de óleo de palma são sequestradas 60,313 kg CO₂. Portanto, se são emitidas 2,93 kg CO₂ (EPE, 2005) para a produção de 1 litro de diesel, as emissões evitadas para o cenário S2 são:

- Emissões evitadas no Cenário S2: $2,93 - (-60,313) = 63,243 \text{ kg CO}_2/\text{l}$

Para o cenário S1, se há desmatamento, as emissões de CO₂ são maiores que as emissões para produção de diesel, iguais a 9,154 kg CO₂/l.

O Cenário S1 pode ser considerado uma opção mais “fácil” de ser atingida num futuro próximo, visto que conta apenas com a tendência atual de redução no desmatamento e não há obrigatoriedade do uso de áreas degradadas. Mas as implicações de não usar áreas degradadas mesmo assim podem acarretar impactos ambientais e sociais

negativos, como conflitos comunitários, redução na biodiversidade etc.

Uma das premissas do Cenário S1 é que toda a terra a ser utilizada na expansão está concentrada nos 33 municípios produtores, para aproveitar a infraestrutura já existente e visando apenas maximizar produção e lucro. Já no Cenário S2, as terras aptas estão espalhadas por todo o estado, já que a diretriz é utilizar somente as áreas degradadas e, com isso, desenvolver novas plantas de processamento para poder aproveitar as terras disponíveis. Com base nas premissas, o Cenário S1 mostra grande pressão sobre o uso do solo nos municípios produtores, representando uma opção que não está comprometida com o desenvolvimento sustentável. Entretanto, para que terras mais distantes sejam utilizadas, custos extras serão necessários, com logística, infraestrutura e mudança no modo de produção.

Conforme mencionado, o ZAE mapeou as terras mais favoráveis para o cultivo da palma. No Cenário S1, a intenção seria priorizar o máximo possível o cultivo da palma em terras classificadas como Preferenciais, para em seguida cultivar em terras classificadas como Regulares para, finalmente, utilizar as Marginais. Porém no Cenário S1 não é possível acomodar a expansão da palma até 2030 somente nas áreas Preferenciais, conforme já demonstrado pela análise espacial das áreas degradadas. Já em S2, as terras Preferenciais poderiam ser cultivadas em todo o estado, proporcionando um bom rendimento sem acarretar impactos ambientais e sociais agressivos, como a perda de solo por erosão, desmatamento, impactos na biodiversidade e nas comunidades locais, além de não precisarem de uma quantidade alta ou abusiva de fertilizantes.

Foi feita uma análise que mostra a localização espacial de terras degradadas fora dos municípios produtores nas classes Preferencial e Regular mapeadas pelo ZAE. É possível observar a disponibilidade de terras para a palma nessas classes, especialmente na região sudeste do Pará, opção representada pelo Cenário S2. A Figura 10 ilustra essa análise e propõe novas áreas potenciais para o cultivo da palma.

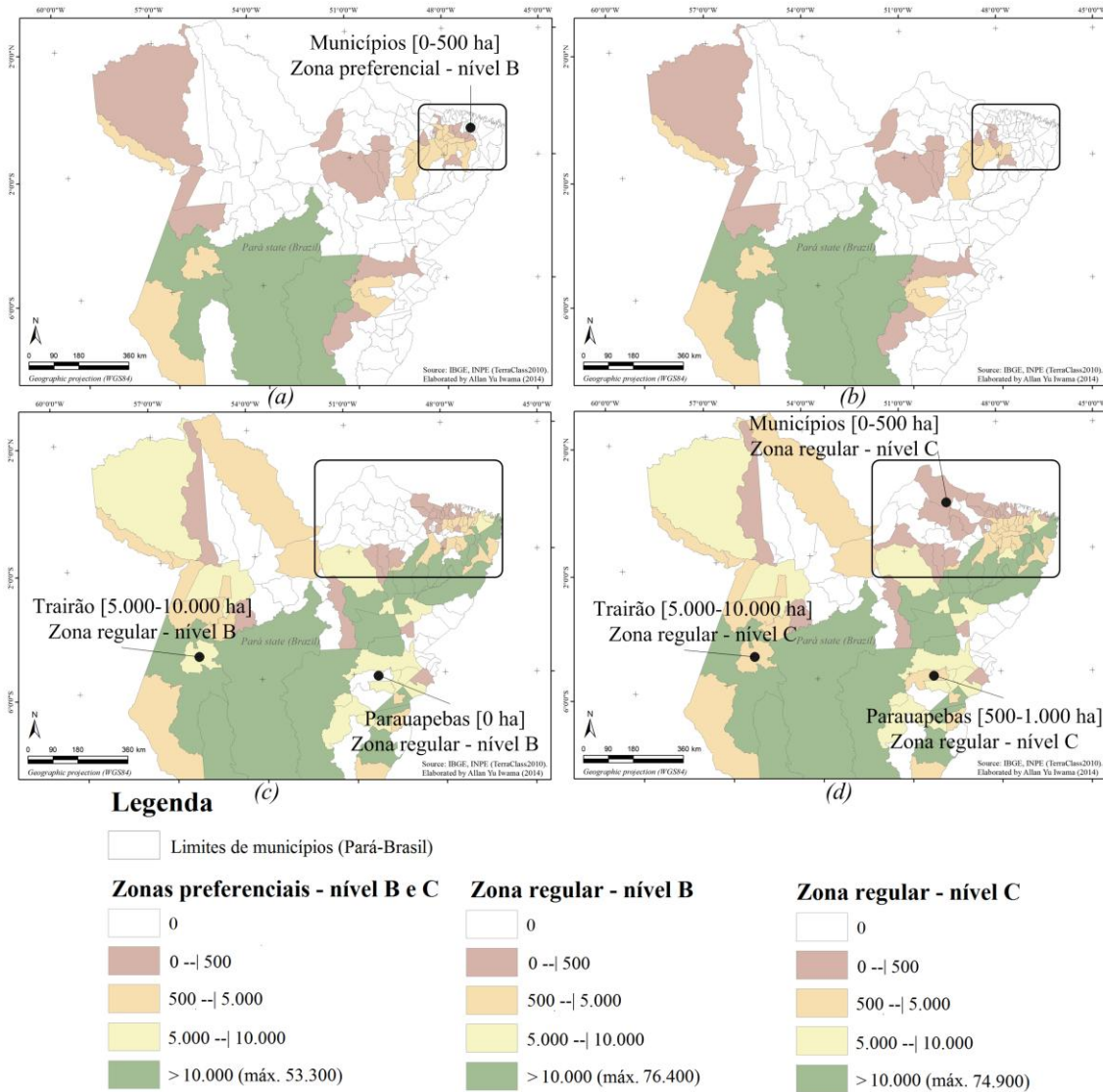


Figura 10: Áreas degradadas disponíveis para a palma em zonas Preferenciais e Regulares no estado do Pará e nos municípios produtores, correspondentes à alternativa de novas áreas de cultivo da palma proposta pelo Cenário S2.

A Figura 10 mostra novas opções de terras para o cultivo da palma. Por exemplo, áreas com mais de 10 mil hectares estão localizadas em poucas cidades: São Félix do Xingu, Itaituba, Altamira e Tucumã, tanto nos níveis de manejo B como C do ZAE (Figuras 10a e 10b). Essa é a proposta do Cenário S2.

Há também municípios na região nordeste do Pará (próximos ao polo) com até 5 mil hectares de terras degradadas disponíveis, como São Miguel do Guamá ou Inhangapi, e manejo nível B (Figuras 10c e 10d). Essas figuras também destacam municípios com integração da palma e agricultores familiares. Para o desenvolvimento da palma em novas áreas, estudos mais aprofundados e trabalhos de campo são necessários para

avaliar a real situação de tais terras e se estão mesmo aptas para o cultivo da palma, assim como uma avaliação das comunidades locais, de forma participativa. Além disso, para que essas novas áreas sejam utilizadas, nova infraestrutura próxima aos cultivos deve ser desenvolvida, envolvendo mais custos.

O uso de áreas degradadas pode ainda trazer consequências desfavoráveis, como o emprego de fertilizantes (dependendo do nível de degradação do solo utilizado). Não há até o momento literatura indicando maior necessidade de fertilizantes devido à baixa produtividade de áreas degradadas, apenas se destaca a importância de utilizá-lo na quantidade certa. Dessa forma, nos cenários, as emissões de GEE (no caso, óxido nitroso) causadas pelo uso de fertilizantes tendem a ser iguais. Porém, no Cenário S2, a premissa do comprometimento com a sustentabilidade obriga os cultivadores a utilizar fertilizantes em sua quantidade recomendada ou ainda outras alternativas como o POME. Além disso, pela razão de as áreas Preferenciais mapeadas pelo ZAE poderem ser usadas integralmente, não haveria necessidade de quantidades extras de fertilizantes. Há relatos de utilização de fertilizantes em quantidade acima da média (ver GLASS, 2013), o que pode estar ocorrendo no Cenário S1 (nosso modo de produção atual). De acordo com VILLELA (2009), por ano, cerca de 4 mil kg de CO²/ha equivalente por hectare são liberados em decorrência da aplicação de fertilizantes. Portanto, levando em conta a projeção de demanda de terras até 2030, de 1.000.000 hectares, as emissões de GEE seriam equivalentes a 3.395.000 CO² /ha/ano nos cenários, conforme mostra a Figura 11.

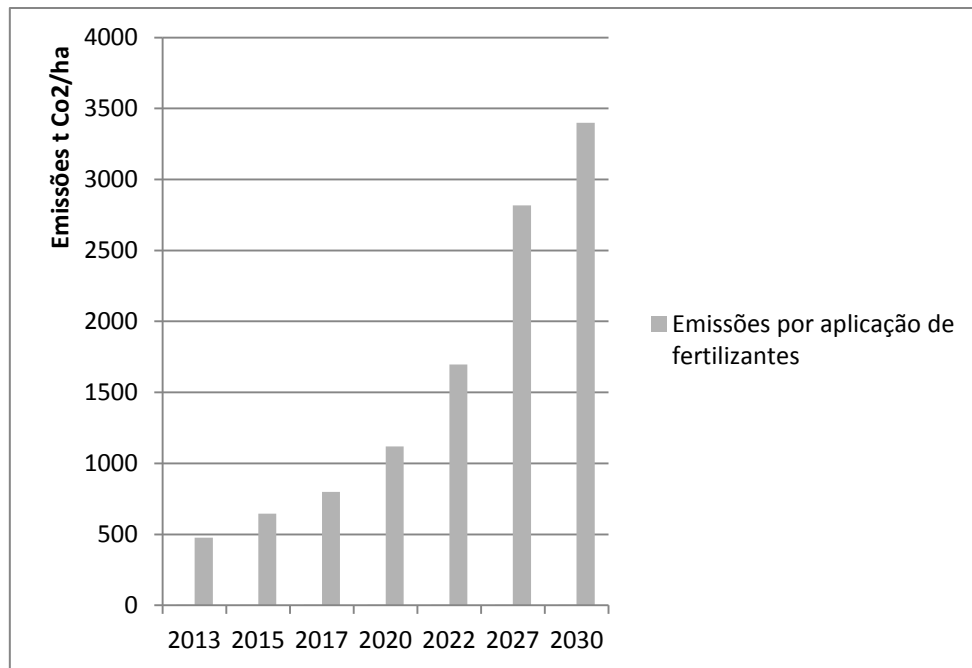


Figura 11: Projeção de emissões de CO₂/ha da aplicação de fertilizantes nos cultivos de palma para os cenários S1 e S2. Fonte: Elaboração própria com base em VILLELA (2009).

Além dos fertilizantes, o uso de pesticidas nos cultivos de palma acaba por ser responsável pela contaminação de rios e córregos nos arredores dos cultivos, e traz um risco potencial à saúde dos agricultores e seus familiares, às comunidades locais e à biodiversidade, devido ao manejo inadequado (ver GLASS, 2013). Normalmente, de acordo com a Secretaria de Agricultura do Estado do Pará, são utilizados 2 litros de pesticidas para cada 1 hectare, com duas aplicações anuais. Com a expansão da área cultivada, mais pesticida será aplicado, impactando rios e, conseqüentemente, a saúde das pessoas e a biodiversidade. Em ambos os cenários, o uso de pesticidas também será maior se for considerada apenas a demanda por terra. Até o ano de 2030, cerca de 2 milhões de litros por hectare por ano de pesticidas serão utilizados, no mínimo. Entretanto, no cenário S2, que leva em conta os impactos ambientais e sociais, outras alternativas podem ser traçadas, como, por exemplo, o uso em áreas mais afastadas de rios, já que é possível planejar a distribuição espacial dos cultivos com base nos resultados desta pesquisa, além de incentivar maiores cuidados dos agricultores na manipulação do produto.

Por fim, na questão da geração de empregos, como já mencionado, a palma pode gerar 1 emprego direto a cada 10 ha plantados (ver HOMA *et al.*, 2000). Desta forma,

considerando a disponibilidade de terra nos cenários S1 e S2, podem ser gerados até 87.940 empregos diretos.

A Tabela 13 resume os resultados das comparações entre os cenários desenvolvidos, nas questões relacionadas com o uso de áreas degradadas para a palma: disponibilidade de terra, emissões de GEE da conversão do uso da terra e do uso de fertilizantes, rendimento potencial teórico e impactos ambientais, sociais e econômicos positivos e negativos do uso de tais áreas. Tais indicadores foram utilizados por permitirem a avaliação acurada da disponibilidade e adequabilidade das áreas degradadas à expansão sustentável da palma, além de uma análise do rendimento potencial teórico possível de ser obtido com as áreas estudadas, com base nos indicadores desenvolvidos por GBEP (2014).

Tabela 13: Análise comparativa entre indicadores analisados para os cenários S1 e S2.

Fonte: Elaboração própria.

Indicador analisado	Cenário S1	Cenário S2
Disponibilidade de áreas degradadas (ha)	294.521 (apenas as áreas Preferenciais e Regulares no polo produtor)	879.400 (todo o estado do Pará)
Emissões de GEE da conversão do uso da terra em 2030 (t CO ₂ eq)	60.420.000	-301.567.000
Emissões de GEE da aplicação de fertilizantes em 2030 (t CO ₂ eq /ano)	3.395.000	3.395.000 (pode ser reduzido com o uso de resíduos e a introdução da utilização do POME como fertilizante)
Rendimento potencial teórico calculado (t)	1.472.605	4.397.000
Geração de empregos diretos	Até 29.452	Até 87.940

Com base nos resultados, a Tabela 14 apresenta um resumo dos impactos ambientais, sociais e econômicos positivos e negativos para cada cenário.

Tabela14: Resumo dos impactos ambientais, sociais e econômicos para os cenários S1 e S2.

Impactos ambientais, sociais e econômicos	Cenário S1	Cenário S2
Impactos ambientais	Pressão no uso do solo, desmatamento e degradação ambiental, aumento nas emissões de GEE.	Redução do desmatamento, desmatamento zero, recuperação de áreas degradadas, redução nas emissões de GEE, risco de aumento de uso de fertilizantes dependendo do nível de degradação do solo. Por outro lado, outras técnicas de aproveitamento de resíduos podem ser utilizadas para evitar seu uso excessivo.
Impactos sociais	Degradação ambiental e redução nos serviços ambientais para as comunidades locais, impactos sociais da monocultura na vida local, conflitos fundiários.	Maior possibilidade de inclusão social dos agricultores familiares e redução de conflitos fundiários devido a uma política de uso do solo mais sustentável baseada no modelo desenvolvido, com o aproveitamento das pequenas áreas (menores que 10 ha).
Impactos econômicos	Sem custos adicionais referentes às novas plantas de	Há custos adicionais com o desenvolvimento de novas

	<p>processamento de óleo de palma e infraestrutura. O modelo atual de cultivo da palma pode implicar em impactos na segurança alimentar, como já discutido no Capítulo 2.</p>	<p>plantas de processamento e infraestrutura em locais mais afastados do atual polo produtor. Por outro lado, o desenvolvimento de outras regiões pode ser promovido. Possibilidade de consorciamento da palma com outras culturas.</p>
--	---	---

Com base nesse quadro comparativo, as seguintes ações e medidas devem ser aplicadas para que o Cenário S2 seja atingido:

- Clara contextualização das áreas degradadas aptas para o cultivo da palma para todos os *stakeholders* envolvidos, desde as companhias produtoras até as comunidades locais e quilombolas;
- Regularização fundiária das terras paraenses;
- Desmatamento zero, com base nas políticas públicas do país;
- Real inclusão dos agricultores familiares no processo de expansão da palma, com a utilização de extensões de terras degradadas entre 5-10 hectares.
- Para que a inclusão dos agricultores familiares realmente traga benefícios ambientais, sociais e econômicos, deve ser permitido e estimulado o consorciamento da palma com outras culturas de subsistência, como por exemplo, os SAFs, e deve ser garantida a participação dos agricultores nas tomadas de decisão das companhias produtoras.

Com relação à inclusão social, a cada 10 hectares de palma, 1 emprego direto é gerado. Com a expansão, podem ser gerados até cerca de 90 mil empregos diretos no cenário S2.

- Expansão da palma participativa, ou seja, com a participação comunitária no processo.

5. DISCUSSÃO FINAL

5.1. O mapeamento de áreas degradadas

Esta pesquisa demonstrou que há áreas degradadas suficientes para acomodar a expansão da palma no Brasil somente no estado do Pará e dentro das classes mais favoráveis ao cultivo mapeadas pelo ZAE (Preferencial e Regular). Em outras palavras, a expansão da palma não justifica o desmatamento e pode ser feita de forma sustentável, com relação à conversão de uso da terra. Entretanto, a expansão deverá ser executada em áreas fora do polo produtor de palma, no nordeste do Pará, implicando novas estratégias e impactos.

O uso das áreas degradadas pode acarretar em outros impactos e conflitos, como, por exemplo, a questão fundiária. Antes de serem selecionadas áreas para a palma, os títulos das terras em questão devem ser regularizados. A presença de comunidades locais, quilombolas ou territórios indígenas precisa ser investigada de forma eficiente. Áreas com menos de 5 hectares devem ser recuperadas para a vegetação local, em vez de se tornarem cultivo de palma. Segundo comunicação verbal com JOÃO MEIRELLES (Instituto Peabiru), todas as empresas produtoras de óleo de palma devem assinar um Termo de Ajuste de Conduta (TAC), objetivando reduzir impactos e manter os cultivos nas áreas degradadas.

Com o mapeamento e a quantificação de áreas degradadas potenciais para a palma, esta pesquisa reforça e contribui com a conclusão a que VILLELA (2014) chegou, de que para ser introduzida na Amazônia a palma precisa da indicação de locais adequados e de culturas direcionadas para áreas já antropizadas. Esta pesquisa indica tais áreas. É ainda necessário que os impactos causados pelos eventuais deslocamentos de atividades e usos já existentes também sejam averiguados, mesmo se tratando de áreas degradadas, tendo em vista os desdobramentos resultantes de mudanças indiretas de uso da terra, principalmente no agravamento das emissões de GEE.

A identificação de terras degradadas favorece a busca de polígonos de terra (os menores que 10 hectares), que podem ser mais adequados para a agricultura familiar e a inclusão social. Enfim, utilizando áreas degradadas, as emissões de GEE, ao menos na fase de cultivo, podem ser drasticamente reduzidas. Isso vai de encontro à meta de contenção de emissões e aos planos de mitigação das mudanças climáticas acordados nas mais recentes Conferências da Organização das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas

(COPs), e ainda reafirma o compromisso com a redução do desmatamento. No caso do Brasil, a agropecuária (especificamente a conversão de uso do solo) e a energia são os setores responsáveis pela maior parte das emissões de GEE, respectivamente com 35% e 30% das emissões totais. Portanto, a palma em áreas degradadas contribui, mesmo que com uma pequena parcela de redução, quando comparada com a soja, ou ainda com outras atividades agropecuárias e, claro, com o setor de energia.

Adicionalmente, é recomendável que o mapeamento e a identificação de áreas aptas para a palma sejam de domínio público, como o projeto POTICO, da Indonésia, já descrito na metodologia.

5.2. As alternativas apresentadas pelos cenários

O Cenário S1 provou ser uma opção desfavorável para o futuro, pois fomenta o desmatamento e os conflitos sociais, como já ocorre na Malásia e na Indonésia, e agrava as emissões de GEE, visto que a expansão tende a ocorrer apenas nos municípios produtores, causando impactos ambientais e sociais graves, como grande pressão no uso do solo, desmatamento, impactos causados pelo sistema de monocultura, como a erosão e a degradação ambiental, conflitos fundiários e aumento das emissões de GEE. Não é uma alternativa a ser considerada, embora possa vir a se tornar realidade caso as políticas públicas de desmatamento, o uso do solo e o biodiesel não acompanhem a necessidade atual do desenvolvimento sustentável e mesmo se as metas atuais do PNPB não forem cumpridas integralmente.

Se a palma for cultivada no país seguindo as premissas do Cenário S2, pode vir a se estabelecer uma sólida produção de óleo sustentável, trilhando um caminho muito mais próspero do que o dos produtores asiáticos, que, apesar de terem programas para implementar os cultivos também em áreas degradadas, vêm enfrentando dificuldades em se ater somente a essas áreas, como mostra a recente notícia publicada no portal Mongabay: de acordo com BUTLER (2014), uma lei na Indonésia não está favorecendo os produtores de óleo de palma a protegerem áreas de mata nativa (ou HCS, *High Carbon Stocks*), conforme a política de desmatamento zero assinada em 2011 pela Golden Agri Resources (a maior produtora de óleo da Indonésia), em conjunto com a organização *The Forest Truth*. Em uma das províncias do país, Kalimantan Central, tem sido observada, através de imagens de satélite, redução na cobertura vegetal de áreas protegidas. Tais áreas encontram-se em locais considerados pelo governo como aptos

para a plantação da palma, de acordo com a lei *Plantation Act*, revista em 2014. Portanto, há um desacordo que pode favorecer a continuidade do desmatamento. Segundo essa lei, algumas dessas áreas de HCSs estão sob o Direito de Cultivo e devem ser limpas e direcionadas para seu uso recomendado em seis anos. Se a terra não for cultivada, pode ser tomada pelo governo e entregue a outra instituição, que fará o cultivo. A empresa que não cumprir o regulamento está sujeita a multas e à revogação da licença comercial. Ou seja, não há garantias de proteção a áreas de mata nativa no longo prazo. Daí a importância das leis governamentais estarem em pleno acordo com as leis ambientais e políticas de uso da terra e também com os regulamentos dos produtores de óleo de palma. No que tange a regulamentos e leis, o Brasil está bem abastecido deles, faltando apenas pôr em prática o que já está previsto, o que certamente é uma vantagem em relação aos produtores asiáticos.

Para o Cenário S2 ser atingido, é necessário um comprometimento com a redução do desmatamento, o que já é uma tendência atual, fruto de políticas governamentais. Adicionalmente, S2 considera somente as áreas degradadas dentro de áreas Preferenciais e Regulares do ZAE, ou seja, o rendimento dos cultivos poderá ser alto, sem o uso excessivo de fertilizantes e com a utilização de polígonos menores que 10 hectares, incentivando ainda mais a inclusão dos agricultores familiares no processo de expansão.

5.3. Discussão geral

Complementando, para que a expansão da palma para o biodiesel ocorra dentro do tripé da sustentabilidade (aspecto social, ambiental e econômico), as ações e as soluções devem ser integradas, ou seja, sinérgicas. O uso de áreas degradadas é um exemplo de solução integrada, pois ao mesmo tempo em que se recupera a terra, pode-se obter um produto que, além de beneficiar a população local, quando a inclusão social faz parte da meta, ajuda na mitigação das emissões de GEE, colaborando para a redução dos impactos causados pelas mudanças climáticas.

Em geral as ONGs (Greenpeace, Repórter Brasil) não veem com bons olhos a expansão da palma, devido à magnitude que seus impactos ambientais e sociais podem alcançar, se a cadeia de produção não é planejada de forma sustentável. O desmatamento é um grande risco, a ocorrência consequente de LUC e iLUC, as condições de trabalho dos agricultores são extenuantes, os fertilizantes impactam a água e a saúde humana. Winnie

Overbeek, coordenador da ONG World Rainforest Movement (WRM), reafirma os problemas ambientais e sociais causados pelo monocultivo da palma na Indonésia e Malásia, como o desmatamento, trabalho escravo, conflitos fundiários, uso de agrotóxicos, etc. No caso do Brasil, além dos citados impactos, Overbeek teme a redução na produção de alimentos, fato já comprovado por GLASS (2013), além da falta de participação dos agricultores familiares nas decisões e atividades do cultivo da palma e sua expansão.

O cultivo da palma e sua expansão podem se associar ao Programa Municípios Verdes (PMV), lançado em março de 2011, constituindo uma parceria entre municípios, sociedade civil, iniciativa privada, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e o Ministério Público Federal. O objetivo dessa associação seria combater o desmatamento no Pará por meio de ações de ordenamento ambiental e fundiário, como o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e a estruturação da gestão ambiental dos municípios adeptos ao programa. A participação nesse programa propicia incentivos e novos investimentos, além da redução de impostos nos municípios, permitindo que a palma seja desenvolvida nas áreas designadas pelo Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo e pelo ZAE, e promovendo a conservação da floresta.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) permite que países desenvolvidos adquiram créditos de carbono, de forma a compensar suas emissões (*Certified Emissions Reductions* ou CERs), oferecendo suporte aos países em desenvolvimento para que alcancem o desenvolvimento sustentável. Isso é feito com a implementação de projetos de MDL aceitos pelo país que o recebe e aprovado pelo MDL *Executive Board*. No setor da palma, alguns projetos já foram implementados na ilha de Sumatra, Indonésia, como o do Grupo Musim Mas, a maioria para a captura do metano emitido do tratamento de efluentes do processamento do óleo de palma, e da utilização desse metano para a geração de energia. Mas o número de projetos ainda é pequeno, quando comparado ao total de plantas de processamento. Uma das barreiras encontradas para maior implementação de projetos de MDL no setor da palma é o alto capital inicial requerido, embora os CERs propiciem um bom retorno financeiro, constituindo um estímulo a mais. Recentemente a FELDA (companhia produtora de óleo de palma da Malásia) anunciou planos de maximizar o uso de metano do efluente da palma de suas sessenta plantas de processamento, por intermédio de projetos de MDL, envolvendo 56 plantas de biogás (ver ADNAN, 2010). O conceito básico que gira em torno dessa

sinergia é que, se países desejam reduzir suas emissões por desmatamento, devem ser financeiramente compensados por isso (ver SCHOLZ e SCHMIDT, 2008).

O REDD (*Reducing Carbon Emissions from Deforestation and Forest Degradation*) seria outra possibilidade de cooperação, como forma de compensação por manter a floresta nativa, preservando a biodiversidade e evitando conflitos sociais, e cultivar a palma nas terras degradadas e desmatadas. Entretanto, de acordo com KOH & BUTLER, como os créditos de carbono não podem ser utilizados nos compromissos assumidos pelo país para a redução das emissões, o retorno propiciado pelo cultivo da palma pode ser superior aos créditos de carbono. Uma análise feita por BUTLER *et al.* (2009) com relação à conversão da floresta nativa para palma versus sua conservação mostra que é mais lucrativo converter floresta em plantação de palma do que receber créditos de carbono por conservá-la. Entretanto, os resultados poderiam ser mais favoráveis à conservação se os créditos de carbono por desmatamento evitado fossem aceitos pelo REDD e se os pagamentos por serviços ambientais também fossem incluídos. Entre REDD e MDL, o MDL já é operacional e deve ser encorajado no setor da palma.

Uma possibilidade de sinergia no setor de produção do óleo de palma seria a utilização do biodiesel para o abastecimento elétrico de comunidades remotas, como, por exemplo, o município de Moju, estudado por GALINDO (2014), que conta com ao menos quatro comunidades de difícil acesso, com cerca de vinte a cem famílias, além das famílias que moram ao longo do rio Moju. A dificuldade de acesso impede que a rede elétrica chegue até essas famílias. Em Moju, apenas 66% das comunidades rurais recebem energia elétrica, 11% têm acesso a outros tipos de energia que não a rede elétrica e 24% não têm acesso à energia. A palma poderia ser uma opção a ser considerada para o abastecimento remoto, sendo cultivada em outros locais do estado, como mostrado no cenário S2, com um grande potencial para o abastecimento elétrico das comunidades de difícil acesso.

Com relação ao abastecimento energético remoto, em termos gerais, a Amazônia constitui um desafio, devido principalmente à sua extensão e grande área de floresta, dificultando o acesso às comunidades locais e encarecendo a energia. O programa governamental Luz para Todos, gerenciado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) tem por objetivo a inclusão social no abastecimento energético, tendo atingido em 2015 cerca de 15 milhões de habitantes de área rural no Brasil, proporcionando melhorias no desenvolvimento social e econômico regional. Em geral, as famílias sem abastecimento habitam áreas com menores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH), em grande

parte, moradoras da região norte. Para as regiões de mais difícil acesso, a energia deve vir de fontes renováveis (VILLELA, 2014, MME, 2013).

6. CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES DA PESQUISA

Este capítulo resume os resultados, apresenta as conclusões e recomendações, e ainda aponta sugestões de continuidade da pesquisa.

Foram identificados 2.266.200 hectares de terras degradadas disponíveis para o cultivo da palma no estado do Pará, dos quais 1.108.766 hectares estão nos 33 municípios produtores. A princípio, o potencial de rendimento teórico é de 11.331.000 t e 5.543.830 t, respectivamente, com a utilização destas áreas, suficientes para suprir a demanda de óleo de palma projetada. Os polígonos de terras degradadas encontram-se espalhados de forma aleatória pelo estado, mas principalmente nas regiões nordeste e sudeste. Utilizar tais polígonos pode representar um desafio para os produtores, uma vez que são pequenas extensões isoladas, o que pode implicar custos extras, risco de desmatamento entre áreas degradadas próximas e mais conflitos sociais. Por outro lado, também pode facilitar e impulsionar a inclusão do agricultor familiar no processo.

Quando as terras degradadas mapeadas em 2008 foram cruzadas com o ZAE, as áreas disponíveis foram reduzidas, visto que somente as classes Preferencial e Regular são adequadas e recomendadas para a palma. Apenas 45,9% das terras mapeadas pertencem às classes Preferencial e Regular do ZAE (nível de manejo B) e 43,7% no nível de manejo C. Para todo o estado do Pará, foram identificados 116.600 hectares e 762.800 hectares de áreas degradadas nas classes Preferencial e Regular no nível de manejo B; e 102.900 hectares e 735.100 hectares de áreas degradadas nas classes Preferencial e Regular no nível de manejo C. Já para os municípios produtores, foram identificados, 24.332 hectares e 145.342 hectares nas classes Preferencial e Regular (manejo B); e 16.471 hectares e 270.189 hectares nas classes Preferencial e Regular (manejo C). Os rendimentos potenciais teóricos foram, respectivamente, de 121.600 t e 726.710 t/ha (manejo B); e 82.355 t e 1.350.945 t (manejo C). O rendimento calculado para somente os 33 municípios produtores é suficiente para atingir a demanda de óleo de 900.000 t se forem utilizadas terras na classe Regular do ZAE nível de manejo C. Com isso, pode-se concluir que, além dessas, outras áreas devem ser buscadas para cultivar a palma, a fim de que a demanda óleo e área plantada seja concretizada. Ou seja, a produção não deve ficar restrita apenas nos municípios produtores.

A análise de transição de classes de uso do solo feita com dados do TerraClass em 2008

e 2010 mostra quais classes de uso do solo, como Pasto Limpo, Mosaico de Ocupações ou Floresta Secundária, tornaram-se Pasto Sujo em 2010. Áreas degradadas mapeadas em 2010 não são consideradas para o cultivo da palma. Esta análise teve a função de explicitar que nem toda área considerada degradada deveria ser utilizada para palma, podendo, talvez, ser recuperada para o bioma prévio, especialmente a classe Vegetação Secundária.

Os cenários proporcionam diferentes alternativas de desenvolvimento e expansão da palma, com maior ou menor grau de comprometimento com o desenvolvimento sustentável. O Cenário S1, refletindo a tendência atual, oferece como alternativa o cultivo da palma nos municípios produtores apenas, contando com a infraestrutura já presente. O sistema de monocultura continuaria se desenvolvendo com os seus impactos ambientais e sociais relacionados, e o desmatamento continuaria sendo um risco, com a tendência de aumentar na medida em que a expansão da palma também avança. Neste cenário é possível para os produtores aumentar o lucro que já vem obtendo sem considerar as externalidades geradas. Já o Cenário S2 oferece a alternativa de só serem utilizadas as áreas degradadas, eliminando o desmatamento direto, promovendo a inclusão de agricultores familiares por todo o estado, propiciando a redução de emissões e até mesmo o sequestro de carbono, porém, com uma alteração do modo de uso do solo e produção e cultivo da palma, implicando em custos extras. Além disso, o Cenário S1 é agressivo em termos ambientais, levando em conta as emissões de GEE (até 60.420.000 t CO₂/ha em 2030) e outros impactos relacionados. Já para o Cenário S2, ocorre um nítido sequestro de carbono equivalente a -301.567.000 t CO₂/ha. O cenário S2 é fruto de redução/proibição do desmatamento e o cumprimento das diretrizes governamentais para a exploração e expansão do óleo de palma. Foram também calculadas as emissões evitadas para cada cenário, e os resultados foram: emissões evitadas no Cenário S1: $2,93 - 1,5105 = 1,4195$ kg CO₂/l, e emissões evitadas no Cenário S2: $2,93 - (-7,539) = 10,465$ kg CO₂/l, mostrando a nítida vantagem do cenário S2 sobre S1.

As áreas degradadas mapeadas para todo o estado do Pará são suficientes para a demanda até 2030, porém, somente dentro dos municípios produtores, não são. Outras terras devem ser buscadas para acomodar a expansão. O Cenário S1 mostra uma considerável pressão no uso da terra, visto que apenas os municípios produtores são considerados para a expansão do cultivo, significando ameaças à mata nativa e às comunidades locais. Essa perspectiva já não ocorre em S2, uma vez que outras terras

são propostas para a expansão, aliviando a pressão e reduzindo o desmatamento. A análise espacial mostra municípios fora do polo da palma que apresentam terras degradadas em zonas Preferenciais e Regulares do ZAE, como Irituiua, Itaituba, São Félix do Xingu, São Miguel do Guamá e Tucumã, que são as propostas do Cenário S2. Para tanto, tais terras necessitam ser avaliadas em profundidade e em campo. S2 sugere opções de desenvolvimento e expansão mais caras, porém inovadoras e sustentáveis. Esses resultados mostram a necessidade de uma política sólida de uso da terra, além do monitoramento da expansão e da avaliação das terras potenciais para a palma. Reforça também o cenário S2 como possível meta de desenvolvimento, sugerindo ações e medidas para atingi-lo. A expansão deve ser conduzida de forma criteriosa, direcionada somente às áreas degradadas. Mais pesquisas nas áreas degradadas propostas são necessárias para verificar a viabilidade do uso dessas terras.

Com base nos resultados, a recomendação geral para o cultivo da palma seria o uso de áreas degradadas mapeadas nas áreas Preferenciais e Regulares dentro dos municípios produtores e, em seguida, a procura por novas áreas fora dos produtores poderia ser iniciada. Em geral, áreas próximas de estradas teriam a preferência, pela facilidade da logística e pela obrigatoriedade de proximidade de infraestrutura (24 horas é o máximo de tempo que a palma pode esperar para ser processada após a colheita e 30 quilômetros é o raio máximo de distância que um cultivo pode estar de sua planta de processamento). É necessário que seja desenvolvido e estabelecido um planejamento do uso do solo para a palma, baseado no uso de áreas degradadas já mapeadas e em consonância com as ferramentas e instrumentos já existentes como o ZAE, o ZEE, ou o Programa Sustentável de Palma de Óleo, que levam em conta as principais questões ambientais, sociais e econômicas já discutidas nesta tese.

Por fim, esta pesquisa esclarece o conceito de terra degradada para a palma no contexto brasileiro e proporciona uma análise espacial da distribuição e da quantificação dessas terras no estado e nos municípios produtores, mostrando se é possível atingir a demanda de óleo de palma projetada para os próximos anos. Além disso, funciona como um refinamento do ZAE da palma, visto que considera apenas as áreas de Pasto Sujo em estágio de abandono, e não todas as áreas desmatadas. Porém, ainda é necessária uma pesquisa aprofundada e *in loco* das áreas propostas como alternativa para expansão da palma. Esta pesquisa propõe uma alternativa conservadora de expansão da palma no Pará e pode oferecer suporte ao desenvolvimento de políticas mais sólidas de uso da

terra para a palma, fornecendo uma real perspectiva da produção de óleo de palma sustentável. Esta pesquisa mostra também a utilidade e a importância dos Sistemas de Informação Geográfica e de ferramentas de geoprocessamento na expansão e no monitoramento da palma no Pará e na detecção de terras degradadas, em consonância com os instrumentos legais disponíveis, a fim de potencializar a capacidade de planejamento ambiental dos empreendimentos.

Para o desenvolvimento sustentável do programa da palma, é necessário que o conceito de terra degradada seja devidamente esclarecido para todos os *stakeholders* envolvidos no processo e que seja feita uma análise aprofundada de tais terras, em termos de local, extensão e condições socioeconômicas. Apenas o ZAE e o Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo não são garantia suficiente de prevenção ao desmatamento. É preciso uma forte fiscalização das terras e, com isso, novos modelos de produção em menor escala deverão ser desenvolvidos levando em conta a extensão e a localização dos polígonos de terra. Tendo essa estrutura operante, a palma pode de fato promover um desenvolvimento regional e social, além de econômico. Ainda é uma cultura incipiente, se comparada aos maiores produtores mundiais, porém, com um programa de desenvolvimento de palma “limpo”, o Brasil pode se tornar um dos maiores produtores mundiais com produção sustentável.

6.1. Limitações e recomendações

Somente áreas de pasto sujo foram consideradas neste estudo, por ser considerado pasto abandonado (não mais utilizado para este fim), e, portanto, mais adequado para a expansão da palma. Outras classes, como pasto limpo e regeneração com pasto, não devem ser indicados para a palma, visto que são utilizados para atividades de pecuária ou mesmo já se encontram em algum estágio de regeneração. Se as classes de pasto limpo e regeneração com pasto fossem consideradas, a área total disponível para a palma chegaria a 2,5 milhões de hectares, porém, contribuiriam com o aumento de iLUC devido ao deslocamento de pastagens e outras atividades, e dobrando também as emissões de GEE.

Os cenários desenvolvidos não envolveram a participação de atores sociais atuantes na cadeia de produção da palma. É recomendado que uma abordagem participativa seja desenvolvida durante todo o processo de expansão desta cultura.

Este estudo fornece novas perspectivas para a expansão da palma no Pará, com a

possibilidade de novos focos de expansão fora dos municípios produtores atuais. Entretanto, é necessária uma pesquisa aprofundada das novas áreas propostas, com trabalhos de campo que possam fornecer um viés social, econômico e ambiental do aproveitamento de tais terras.

A disponibilidade de água é um fator importante para a expansão bem sucedida da palma e deve ser analisado em conjunto com a disponibilidade de áreas degradadas em pesquisas futuras.

6.2. Sugestões de continuidade da pesquisa

De posse do mapeamento de áreas degradadas potenciais para a palma, o próximo passo é aprofundar os estudos de tais áreas para provar de fato que podem ser utilizadas para este fim. Para tanto, são recomendados os seguintes estudos:

- Avaliação aprofundada de áreas degradadas fora do polo produtor de óleo de palma como alternativa para a expansão;
- Estudo do uso prévio das áreas degradadas mapeadas para verificar viabilidade para a palma, gerando uma política de uso do solo;
- Desenvolvimento de cenários prospectivos participativos de expansão da palma em uma escala multinível (ou seja, com o envolvimento de todos os atores sociais afetados com a expansão da palma, tanto agricultores familiares, como gestores das companhias produtoras) nos municípios produtores;
- Estudo da disponibilidade de água para as áreas degradadas mapeadas nesta pesquisa e verificar como esta disponibilidade pode afetar a expansão;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADNAN, H., “Felda tapping biomass waste to the max”. **StarBiz**, 22 fev. 2010.

AMEZAGA, J., MALTITZ, G., BOYES, S. **Assessing the Sustainability of Bioenergy Projects in Developing Countries: A Framework for Policy Evaluation**. Newcastle University, 2010.

ASHNANI, M.H.M., JOHARI, A., HASHIM, H. *et al.* “A source of renewable energy in Malaysia, why biodiesel?”. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 35, pp. 244-57, jul. 2014.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. PNUD. 2013.
Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

BECKER, B. “Recuperação de áreas desflorestadas da Amazônia: será pertinente o cultivo da palma de óleo (Dendê)?”. **Confins**, n. 10, 2010. Disponível em <<http://confins.revues.org/6609>>. Acesso em 12 jan. 2014.

BERNDES, G., BIRD, N., COWIE, A. “Bioenergy, Land Use Change and Climate Change Mitigation”. **IEA Bioenergy**, 20 pp., 2011.

BERNOUX M., CARVALHO, M.C.S, VOLKOFF, B. *et al.* “Brazil’s soil carbon stocks”. **Soil Science Society of America Journal**, n. 66, pp. 888-96, 2002 (doi: 10.2136/sssaj2002.8880).

BONHAM-CARTER, G.F. **Geographic Information Systems for geoscientists: Modelling with GIS**. Ottawa: Pergamon, 1994.

BRIASSOULIS, H. **Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches**. Department of Geography University of the Aegean Lesvos, Grécia, 2000.
Disponível em: <<http://www.rri.wvu.edu/Webbook/Briassoulis/contents.htm>>.
Acesso em 8 dez. 2014.

BRINKMANN, A. “Greenhouse Gas Emissions from Palm Oil Production”. **Literature review and proposals from the RSPO**. Working Group on Greenhouse Gases available from Brinkmann Consultancy, 2009.

BRITO, B., BAIMA, S., SALLES, J. “Pendências fundiárias no Pará”. **Imazon**, n. 23, p. 6., Belém, 2013. Disponível em: <<http://imazon.org.br>>. Acesso em: 18 jan. 2014.

BRITO, M.A. **Como Minimizar os Impactos sobre a Biodiversidade Amazônica: A Experiência da Agropalma**. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS). Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2007.

BROWN, E., JACOBSON, M.F. **Cruel Oil. How Palm Oil Harms Health, Rainforest and Wildlife**. Center for Science in the Public Interest, 48 pp., 2005.

BRUNDTLAND, G. H. (Org.) *Nosso futuro comum*. Rio de Janeiro: FGV, 1987.

BUTLER, R. "In Brazil, Palm Oil Plantations Could Help Preserve Amazon". **Yale Environment** 360, 2001. Disponível em: <http://e360.yale.edu/feature/in_brazil_palm_oil_plantations_could_help_preserve_amazon/2415/>. Acesso em: 4 jan. 2012.

_____. **3.5 million ha of Indonesian and Malaysian forest converted for palm oil in 20 years**, 2013. Disponível em: <<http://news.mongabay.com/2013/1112-palm-oil-data.html>>. Acesso em 2 nov. 2014.

_____, KOH, L.P., GHAZOUL, J. "REDD in the red: palm oil could undermine carbon payment schemes". **Conservation Letters**, Wiley Periodicals, Inc., v. 2, n. 2, pp. 1-7, 2009.

BUZZATI, M.G. **Elementos para uma ação de mitigação nacionalmente adequada (NAMA) a partir da produção de biodiesel de óleo de dendê pela agricultura familiar no Brasil**. Dissertação de Mestrado. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 159 pp., 2011.

CÂMARA, G., VALERIANO, D.M., SOARES, J.V. **Metodologia para o Cálculo da Taxa Anual de Desmatamento na Amazônia Legal**. São José dos Campos, SP, Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 24 pp., 2006. PRODES. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em: 13 jul. 2013.

CARLSON, K.M., CURRAN, L.M., ASNER, G.P. *et al.* "Carbon emissions from forest conversion by Kalimantan oil palm plantations". **Nature Climate Change**, n. 3, pp. 283-7, 2012 (doi: 10.1038/nclimate1702).

CARVALHO, R. *A dimensão regional do PNPB*. Instituto de Economia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2009. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/datacenterie/pdfs/seminarios/pesquisa/texto2909.pdf>. Acesso em 28 de abril de 2015.

CENTRO DE MONITORAMENTO DE AGROCOMBUSTÍVEIS. **O Brasil dos agrocombustíveis. Palmáceas, algodão, milho e pinhão-manso: impactos das lavouras sobre a terra, o meio e a sociedade**. Relatório, 50 pp., 2008. Disponível em: <http://reporterbrasil.org.br/documentos/o_brasil_dos_agrocombustiveis_v2.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2013.

_____. **Os impactos socioambientais da soja no Brasil**. Relatório, 21 pp., 2010. Disponível em: <<http://reporterbrasil.org.br/agrocombustiveis/relatorio.php>>. Acesso em: 13 jul. 2014.

CÉSAR, A.S., BATALHA, M.O., ZOPELARI, A.L.M.S. "Oil palm biodiesel: Brazil's main challenges". **Energy**, v. 60, n. 1, pp. 485-91, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2013.08.014>>.

COLCHESTER, M., JIWAN, N., ANDIKO *et al.* **Promised land. Palm oil and land acquisition in Indonesia: implications for local communities and indigenous peoples**. Forest Peoples Programme/Perkumpulan Sawit Watch, Jakarta, Indonésia,

2006.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **The potential impacts of biofuels on biodiversity**. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, UNEP, 2008. Recuperado em: 25 mar. 2009. Disponível em: <<http://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop09/official/cop0926en.pdf>>. Acesso em: 20 abri. 2013.

COSTA, R.C. “Potential for producing bio-fuel in the Amazon deforested areas”. **Biomass and Bioenergy**, n. 26, pp. 405-15, 2004 (doi: 10.1016/j.biombioe.2003.08.011).

DROUVOT, H., DROUVOT, C. **O Programa Federal de Produção Sustentável de Óleo de Palma: a questão da participação dos atores locais em favor do desenvolvimento territorial**. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2012.

ELBEHRI, A., SEGERSTEDT, A., LIU, P. **Biofuels and the sustainability challenge: A global assessment of sustainability issues, trends and policies for biofuels and related feedstocks**. Roma, Itália: FAO, 2013.

EMBRAPA AGROENERGIA. “Palmas para o Dendê”. **Agroenergia em Revista**, ano II, n. 2, maio 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Zoneamento Agroecológico do Dendê, 2010. Disponível em: <<http://mapoteca.cnps.embrapa.br/>>. Acesso em: 8 fev. 2013.

_____. **Zoneamento agroecológico do dendezeiro para as áreas desmatadas da Amazônia Legal**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Rio de Janeiro, Brasil, 44 pp., 2010.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço Energético Nacional 2014**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/BEN%202014%20Rel%20S%C3%ADntese%20ab%202013a.pdf>>. Acesso em: 2 dez. 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Potencial de redução de emissões de CO₂ em projetos de produção e uso de biocombustíveis**. 2005. Disponível em: http://www.epe.gov.br/Petroleo/Documents/Estudos_29/EPE%20-%202%C2%BA%20Biocombust%C3%ADveis%20x%20MDL.pdf. Acesso em 20 de maio de 2015.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Environmental monitoring and assessment program: overall evaluation**. Washington D.C., 178pp., 1995.

EUROPEAN COMMISSION. **Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC**. 2009. Recuperado em: 7 jan. 2011, de:

<<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062>>. Acesso em: 23 maio 2013.

FARGIONE, J. "Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt". **Sustainable Chemistry and Engineering**, v. 319, n. 5867, pp.1235-8, 2008.

FEHRENBACH, H. 2008. "GHG accounting methodology and default data according to the biomass sustainability ordinance (BSO)". GBEP 2nd TF Meeting on GHG Methodologies, Washington, 6-7 mar. 2008. Disponível em: <http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user_upload/gbep/docs/2008_events/Washington/TF_day1/Fehrenbach_-_GHG_BSO_03-06-08.pdf>.

FISCHER, G., PRIELER, S., VELTHUIZEN, H. *et al.* "Biofuel production potentials in Europe: Sustainable use of cultivated land and pastures, Part II: Land use scenarios". **Biomass and Bioenergy**, v. 34, n. 2, pp. 173-87, fev. 2010.

FISCHER, G., SCHRATTENHOLZER, L. "Global bioenergy potentials through 2050". **Biomass and Bioenergy**, v. 20, n. 3, pp. 151-9, mar. 2001.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Land degradation assessment**. Disponível em: <<http://www.fao.org/nr/land/degradation/en/>>. Acesso em: 15 abri. 2013.

FRAZÃO, L.A., PAUSTIAN, K., CERRI, C.E. *et al.* "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).

FURLAN JR., J. **Biodiesel: Porque tem que ser dendê**. EMBRAPA, 1. ed., Belém, Brasil, 205 pp., 2006.

GALINDO, M.F.G. **Universal Electricity Access in Remote Areas Building pathways towards universalization in the Brazilian Amazon**. Doctoral Thesis 2014. School of Industrial Engineering and Management, Department of Energy, Technology/Energy and Climate Studies Unit KTH, Royal Institute of Technology, Estocolmo, Suécia.

GALLAGHER, E. **The Gallagher Review of the indirect effects of biofuels production**, Renewable Fuels Agency, St. Leonards-on-Sea, 90 pp., 2008.

GERASIMCHUK, I., BRIDLE, R., BEATON, C. *et al.* "State of Play on Biofuel Subsidies: Are policies ready to shift?", **Research Report**, jun. 2012, Disponível em: <http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/bf_stateplay_2012.pdf>.

_____, KOH. **The EU Biofuel Policy and Palm Oil: Cutting subsidies or cutting rainforest?** The International Institute for Sustainable Development. Disponível em: <http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/bf_eupalmoil.pdf>, 2013. Acesso em: 18 dez. 2013.

GERMER, J., SAUERBORN, J. “Estimation of the impact of oil palm plantation establishment on greenhouse gas balance”. **Environmental, Development and Sustainability**, n. 10, pp. 697-716, 2008 (doi: 10.1007/s10668-006-9080-1).

GIBBS, H., JOHNSTON, M., FOLEY, J.A. *et al.* “Carbon payback times for crop-based biofuel expansion in the tropics: the effects of changing yield and technology”. **Environmental Research Letters** 3, 10 pp., 2008.

GINGOLD, B., STOLLE, F., DOUARD, P. *et al.* “How to identify degraded land for sustainable palm oil in Indonesia”. World Resources Institute WRI. Sekala. Working paper, 24 pp., 2012.

GLASS, V. **Expansão do dendê na Amazônia brasileira: elementos para uma análise dos impactos sobre a agricultura familiar no nordeste do Pará**. Centro de Monitoramento de Agrocombustíveis. ONG Repórter Brasil, 15 pp., 2013.

GLOBAL BIOENERGY PARTNERSHIP (GBEP). **Global Bioenergy Partnership Sustainability Indicator for Bioenergy**, 1. ed., 2011. IP/A/ENVI/ST/2008-10 & 11. Disponível em: <<http://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=1006&menu=1348&nr=1531>>. Acesso em: 4 set. 2013.

GLOBAL BIOENERGY PARTNERSHIP (GBEP). **Pilot testing of Global Bioenergy Partnership (GBEP) indicators for sustainable bioenergy in Colombia and Indonesia**. E-ISBN 978-92-5-108570-7. 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/89b66085-1b6d-449c-b245-9a4709923f5f/i4059e.pdf>> Acesso em 28 de março de 2015.

GNANSOUNOU, E., PANICHEL, L., DAURIAT, A. *et al.* “Accounting for indirect land-use changes in GHG balances of biofuels: Review of current approaches”. Ecole Polytechnique Federal de Lausanne. Lausanne, mar. 2008.

GOLDEMBERG, J., COELHO, S.T., LUCON, O. “How adequate policies can push renewables”, **Energy Policy**, v. 32, pp.1141-6, 2004.

GOOVAERTS, L., PELKMANS, L., GOH, C.S. *et al.* “Examining Sustainability Certification of Bioenergy”. **Strategic Inter-Task Study: Monitoring Sustainability Certification of Bioenergy**, IEA Bioenergy, fev. 2013.

GOUVELLO, C. **Estudo de baixo carbono para o Brasil**. Banco Mundial. Departamento de Desenvolvimento Sustentável, Região da América Latina e Caribe, BANCO MUNDIAL. 280 pp., 2010.

GREAT BRITAIN RENEWABLE FUELS AGENCY. **The Gallagher review of the indirect effects of biofuels production**, St. Leonards-on-Sea, East Sussex: Renewable Fuels Agency, 2008.

GRIFFITHS, H., MARTI, S., TARIGAN, A. **Losing ground – The human rights impacts of oil palm plantation expansion in Indonesia**. Report Friends of the Earth, LifeMosaic and Sawit Watch, February 2008.

HARTEMINK, A. “Plantation Agriculture in the Tropics: Environmental Issues”. **Outlook on Agriculture**, v. 34, n. 1, pp. 11-21, 2006.

HASSAN, M.N.A., JARAMILLO, P., GRIFFIN, W.M. “Life cycle GHG emissions from Malaysian oil palm bioenergy development: the impact on transportation sector’s energy security”. **Energy Policy**, v. 39, n. 5, pp. 2615-25, 2011 (doi 10.1016/j.enpol.2011.02.030).

HENSON, I., RUIZ, R.R., ROMERO, H.M. “The greenhouse gas balance of the oil palm industry in Colombia: a preliminary analysis. I. Carbon sequestration and carbon offsets”. **Agronomía Colombiana**, n. 30, pp. 359-69, 2012.

HERRERA, S. “Análise da Governança Global da Sustentabilidade dos Biocombustíveis e Proposta para o Etanol Brasileiro”. **Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético**, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 216 pp., 2014.

HIRA, A., OLIVEIRA, L.G. “No substitute for oil? – How Brazil developed its ethanol industry”, **Energy Policy**, v. 37, n. 6, pp. 2450-6, 2009.

IEA—The International Energy Agency. *Energy Balances of Non-OECD Countries 2001*, Paris. OECD. 2002

INDEX MUNDI. Disponível em: <http://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=palm-oil&graph=production>. Acesso em: 5 maio 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/>.

_____. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 12 dez. 2012.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM), 2009. Disponível em: <http://www.ipam.org.br/revista/Plano-Estadual-de-Prevencao-Control-e-Alternativas-ao-Desmatamento-do-Estado-do-Para/148>. Acesso em: 15 dez. 2014.

INSTITUTO PEABIRU. Indicadores de Sustentabilidade. Programa de Agricultura Familiar da Agropalma. Tailândia, Pará, 2011. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/institutopeabiru/programa-dend-caderno-de-indicadores-de-sustentabilidade-programa-de-agricultura-familiar>. Acesso em 2 fev. 2012.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change: The Physical Science Basis**. Contribuição do Grupo de Trabalho I para o IV Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, 2007. Disponível em: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/spms2.html.

_____. **Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation – Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. ISBN: 978-1-107-02340-6, 2012.

_____. **Guidelines for National greenhouse gas inventories**. 2006.

_____. **Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Climate Change 2014: Synthesis Report**. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp., 2014. Disponível em <<http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>>. Acesso em 25 de março de 2015.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **World Energy Outlook 2013**. OECD, Paris, 2013b.

ISLAS, J., MANZINI, F., MASERA, O. “A prospective study of bioenergy use in Mexico”. **Energy**, n. 32, pp. 2306-20, 2007.

JACCOUD, D., VILLELA, A. “Observing opportunities and risks for the expansion of palm oil in the Brazilian Amazon”. In: **World Bioenergy Symposium**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2013.

JOHNSON, F.X. **Food versus Fuel or Food and Fuel?: Biofuels at the energy-climate-development interface**. Apresentação, Helsinki, 2012.

_____, SILVEIRA, S. “First movers in the transition to alternative fuels: comparison of ethanol programmes and policies in Brazil, Malawi and Sweden”. In: **Environmental Innovation and Societal Transitions**, 2013. No prelo.

KIRKMAN, G.A.; SERES, S.; HAITES, E.; SPALDING-FECHER, R. **Benefits of the Clean Development Mechanism 2012**, United Nations Framework Convention on Climate Change, 2012.

KOH, L.P., BUTLER, R.A. **Can REDD make natural forests competitive with oil palm?** Institute of Terrestrial Ecosystems, ETH Zürich, CHN G 73.1 Universitätstrasse 16, 8092, Zúriq, Suíça.

KRAXNER, F, Nordström EM, Havlik P, Gusti M, Mosnier A, Frank S, et al. Global bioenergy scenarios e future forest development, land-use implications, and trade-offs, **Biomass Bioenergy** 2013;57:86-96..

LAMERS, P., HAMELINCK, C., JUNGINGER, M. *et al.* “International bioenergy trade – A review of past developments in the liquid biofuel market”. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n. 15, pp. 2655-76, 2011.

LAPOLA, D.M., SCHALDACH, R., ALCAMO, J. *et al.* “Indirect land use changes can overcome carbon saving from biofuels in Brazil”. **PNAS**, 1. ed., pp. 1-6, 2010.

LA ROVERE, E.L., PEREIRA, A.S., SIMÕES, A.F. “Biofuels and Sustainable Energy Development in Brazil”. **World Development**, v. 39, pp. 1026-36, 2011.

_____, AVZARADEL, A.C., MONTEIRO, J.M.G. “Potential synergy between adaptation and mitigation strategies: production of vegetable oils and biodiesel in northeastern Brazil”. **Climate Research**, v. 40, pp. 233-9, 2009.

LEVERMANN, R. A. Óleo de palma: o crescimento da indústria global. **Agroanalysis**. FGV EEESP. 2014. Disponível em: http://www.agroanalysis.com.br/materia_detalhe.php?idMateria=1659. Acesso em 13 de Abril de 2015.

LIMA, S.M.V., FREITAS FILHO, A., CASTRO, Antonio M.G. *et al.* “Desempenho da Cadeia Produtiva do Dendê na Amazônia Legal”. SUDAM/Fundação do Desenvolvimento da UFPE, Manaus, 2000.

LOTZE-CAMPEN, H., POPP, A., BERINGER, T. *et al.* “Scenarios of global bioenergy production: The trade-offs between agricultural expansion, intensification and trade”. **Ecological Modelling**, v. 221, n. 18, pp. 2188-96, 10 set. 2010.

MARCIAL, E.C, R.J.S. GRUMBACH. **Cenários prospectivos: como construir um mundo melhor**. 4 Edição. FGV Editora.2006

MCCARTHY, J.F., CRAMB, R.A. “Policy narratives, landholder engagement, and oil palm expansion on the Malaysian and Indonesian frontiers”. **Geographical Journal**, 175 (2), pp. 112-23, 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Anuário Brasileiro da Soja 2014**. Disponível em: <http://www.grupogaz.com.br/editora/anuarios/show/4547.html>. Acesso em: 23 maio 2014.

_____. **Palma de óleo, programa de produção sustentável**. 12 pp., 2010.

_____. **Produção Oleaginosas – Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)**. 48 pp., 2012. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/portal/saf/programas/biodiesel/2286313>. Acesso em: 10 maio 2013.

_____, SECRETARIA DE PRODUÇÃO E AGROENERGIA. **Anuário Estatístico da Agroenergia**. Brasília, MAPA/ACS, 160 pp., 2009.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Resenha Energética Brasileira**. 2013. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores;jsessionid=A0F7CD193EA38C1F771E339D0F6C7660.srv155>. Acesso em 2 de abril de 2015.

MONTEIRO, J.M.G. “Plantio de oleaginosas por agricultores familiares no semiárido nordestino para produção de biodiesel como uma estratégia de mitigação e adaptação às mudanças climáticas”. **Tese de Doutorado**, COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ. 315 pp., 2007.

MOREIRA, J.R., GOLDEMBERG, J. “The alcohol program”. **Energy Policy**, n. 27, pp. 229-45, 1999 (doi: 10.1016/S0301-4215(99)00005-1).

NKONYA, E., SRINIVASAN, R., ANDERSON, W. *et al.* **Assessing the economic benefits of sustainable land management (SLM) practices in Bhutan**. IFPRI, Washington, EUA, 2014.

NOVACANA. Revista eletrônica. Disponível em: < <http://www.novacana.com/cana/uso-vinhaca-cultura/>>. Acesso em 28 de abril de 2015.

ÖKO-INSTITUTE, RSB, UNEP. “Criteria and Potential for Sustainable Use of Degraded Lands”. **Joint International Workshop on High Nature Value**, Paris, 30 jun. 2008. Disponível em: <http://www.bioenergywiki.net/Joint_International_Workshop_Mapping>. Acesso em: 25 jun. 2009.

OLIVEIRA, M.E.C., SENA, A.L.S., SILVA, M.B.S.W. **Relatório síntese do I Workshop do Programa de Produção Sustentável da Palma de Óleo no Brasil**. Agricultura familiar e P, D & I. Belém, Pará, fev. 2013. Disponível em: <<http://palmadeoleo.cpatu.embrapa.br/menu/arquivos>>. Acesso em: 19 jan. 2014.

OOSTERVEER, P., MOL, A.P.J. “Biofuels, trade and sustainability: a review of perspectives for developing countries”. **Bioproducts and Biorefining**, v. 4, n. 1, pp. 66-76, dez. 2009. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/227710321_Biofuels_trade_and_sustainability_a_review_of_perspectives_for_developing_countries>. Acesso em: 23 ago. 2013.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). “Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews. A Synthesis Report by the Group on the State of the Environment”. **Environment Monographs**, n. 83, Paris, 1993.

OVERBEEK, W. “Dendê: o avanço do monocultivo ameaça a agricultura familiar na Amazônia paraense”. Entrevista. Fase Amazônica (Org.). Nov. 2013.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**, 2013. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

PROJETO TERRACLASS. Disponível em: <<http://www.inpe.br/cra/index.php>> e <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/default_div_int.shtm?c=1>.

RASWANT, V., HART, N., ROMANO, M. **Biofuel Expansion: Challenges, Risks and Opportunities for Rural Poor People**. IFADs Governing Council, 14 fev. 2008.

RODRIGUES, A. *et al.* “Boom-and-bust development patterns across the Amazon deforestation frontier”. **Science**, 324 (5933), 1435-7. AAAS. 2009.

ROUND TABLE ON SUSTAINABLE PALM OIL. **RSPO Principles and Criteria for**

Sustainable Palm Oil Production: Guidance Document, Malásia, 2006.

RUDORFF, B.F.T., EWERS, R.M., PARRY, L. *et al.* “Studies on the Rapid Expansion of Sugarcane for Ethanol Production in São Paulo State (Brazil) Using Landsat Data”, **Remote Sensing**, v. 2, n. 4, pp. 1057-76, 2010. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2072-4292/2/4/1057>>.

RUYSSCHAERT, D., DARSOYO, A., ZEN, R. *et al.* **Developing palm-oil production on degraded land**. 2011.

Disponível em: <<http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/c59f7800430faa78aa5beb5868db7602/Developing+OP+plantation+on+degraded+land-draft+Output+22.pdf?MOD=AJPERES>>.

Acesso em: 8 set. 2012.

SAATCHI, S.S., HARRIS, N.L., BROWN, S. *et al.* “Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents”. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, n.108, pp. 9899-904, 2011 (doi: 10.1073/pnas.1019576108).

SACHS, I. **The Biofuels Controversy**. United Nations Conference on Trade and Development. UNCTAD/DITC/TED/2007/12.

SALOMÃO, I.L., **Análise do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel no Brasil entre os anos 2005 e 2010: o papel dominante do biodiesel de soja**. Tese de Doutorado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2013.

SCARLAT, N., DALLEMAND, J.F. “Recent developments of biofuels/bioenergy sustainability certification: A global overview”, **Energy Policy**, n. 39, pp. 1630-46, 2011.

SCHAFFEL, S.B., HERRERA, S., OBERMAIER, M. *et al.* “Can Family Farmers Benefit from Biofuel Sustainability Standards? Evidence from the Brazilian Social Fuel Certificate”. **Biofuels**, v. 3, n. 6, pp. 725-36, 2012.

_____, LA ROVERE, E.L. “The Quest for Eco-Social Efficiency in Biofuels Production in Brazil”, **Journal of Cleaner Production**, v. 18, pp. 1663-70, 2010.

SCHARLEMANN, J.P.W., LAURANCE, W.F. “How Green are biofuels?” **Science**, n. 319, pp. 43-4, 2008.

SCHOLZ, L., SCHMIDT, L. **Reducing emissions from deforestation and forest degradation in developing countries: Meeting the main challenges ahead**. Deutsches Institut für Entwicklungspolitik, 2008.

SCHUBERT, R., SCHELLNHUBER, H.J., BUCHMANN, N. *et al.* **Future bioenergy and sustainable land use**. London; Sterling, VA: Earthscan, 2009.

SILALERTRUKSA, T., GHEEWALA, S.H. “Environmental sustainability assessment of palm biodiesel production in Thailand”. **Energy**, v. 43, n. 1, pp. 306-34, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2012.04.025>>.

SILVA, F.L., HOMMA, A.K.O., PENA, H.W.A. “Bases para uma política de desenvolvimento da cultura do dendezeiro na Amazônia”. In: VIEGAS, I.J.M., MÜLLER, A.A. **A cultura do dendezeiro na Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, pp. 11-30, 2000.

SILVEIRA, S. “Bioenergy in Brazil – from traditional to modern systems”. In: DAHLQVIST, E. **Biomass as energy source: resources, systems and applications**, Taylor & Francis Group, 2013.

SISTI, C.P.J., SANTOS, H.P., KOHHANN, R. *et al.* “Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil”. **Soil Tillage Research**, n. 76 pp. 39-58, 2004 (doi: 10.1016/j.still.2003.08.007).

SOMMER, R., DENICH. M., VLEK. P.L.G. “Carbon storage and root penetration in deep soils under small-farmer land-use systems in the eastern Amazon region, Brazil”. **Plant Soil**, n. 219, pp. 231-41, 2000 (doi: 10.1023/A:1004772301158).

SORDA, G., BANSE, M., KEMFERT, C. “An overview of biofuel policies across the world”, **Energy Policy**, v. 38, n. 11, pp. 6977-88, 2010.

SOMALIA WATER AND LAND INFORMATION MANAGEMENT (SWALIN). **Land degradation assessment of a selected study area in Somaliland: application of Lada-Wocat approach**. Project Report N. L-10, jul. 2007.

STERN, Nicholas. **The Economics of Climate Change: The Stern Review**. (A Economia da Mudança Climática: A Análise Stern.) Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

TURNER II, B.L. SKOLE, D.L., SANDERSON, S. *et al.* **Land-use and land-cover change**. Science/Research Plan. Estocolmo e Genebra: IGBP Report n. 35 e HDP Report n. 7, 132 pp. 1995.

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO (UNICA). Site oficial. 2008. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/>>.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Global Environment Outlook (GEO-4)**. Nairobi, 2007. Disponível em: <[HTTP://unep.org/geo/geo4/media](http://unep.org/geo/geo4/media)>. Acesso em: 10 jan. 2012.

_____. **The impacts of biofuel production on biodiversity: A review of the current literature**. 36 pp., 2009.

VAN DAM, J., FAAJ, A., JÜRGENS, I. *et al.* “Overview of recent developments in sustainable biomass certification”. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, n. 8, pp. 749-80, ago. 2008.

_____. **The impacts of biofuel production on biodiversity: A review of the current literature**. 36 pp., 2009.

VEIGA, L.S., FURIA, L.R.R. “Avaliação do dendezeiro como opção para o sequestro de carbono na Amazônia”. In: VIEGAS, I.J.M., MÜLLER, A.A. **A cultura do dendezeiro na Amazônia Brasileira**, pp.125-44, Belém, 2000.

VENTURIERI, A. “Programa de Mapeamento e Monitoramento da Expansão do Plantio de Palma de Óleo no Brasil”. Plantio de Palma de Óleo no Brasil. Presentation Made at the 8th Ordinary Meeting of the Palm Oil Committee in August, 2012, Brasília, Brasil.

VILLELA, A. **Expansão da Palma na Amazônia Oriental para Fins Energéticos**. Programa de Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 388 pp., 2014.

_____. **O Dendê como Alternativa Energética Sustentável em Áreas Degradadas da Amazônia**. Tese de MSc, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2009.

WICKE, B. **Bioenergy production on degraded and marginal land: Assessing its potentials, economic performance, and environmental impacts for different settings and geographical scales**. Utrecht University, Faculty of Science, Copernicus Institute, Group Science, Technology and Society, 2011a.

_____ *et al.* “Explore land use changes and the role of palm oil production in Indonesia and Malaysia”. **Land Use Policy**, n. 28, pp. 193-206, 2011b.

WIEGMANN, K., HENNENBERG, K.J., FRITSCHÉ, U.R. **Degraded land and sustainable bioenergy feedstock production**. Joint International Workshop on High Nature Value Criteria and Potential for Sustainable Use of Degraded Lands, Paris, 30 jun.-1 jul. 2008.

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** 8:044031, 2013 (doi: 10.1088/1748-9326/8/4/044031).