



PUC GOIÁS

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO, RELAÇÕES
INTERNACIONAIS E DESENVOLVIMENTO – MESTRADO**

POLLYANNA MARINHO MEDEIROS CEREWUTA

**A ALGACULTURA NA AGROENERGIA EM GOIÁS: PERSPECTIVA
ECONÔMICA E QUADRO JURÍDICO**

**Goiânia
2014**

POLLYANNA MARINHO MEDEIROS CEREWUTA

**A ALGACULTURA NA AGROENERGIA EM GOIÁS: PERSPECTIVA
ECONÔMICA E QUADRO JURÍDICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Direito, Relações Internacionais e Desenvolvimento da Pontifícia Universidade Católica de Goiás como requisito para a obtenção do título de Mestre em Direito, sob a orientação do Professor Doutor Jean Marie Lambert.

**Goiânia
2014**

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação (CIP)
(Sistema de Bibliotecas PUC Goiás)

Cerewuta, Pollyanna Marinho Medeiros.

C414a A algacultura na agroenergia em Goiás [manuscrito] :
perspectiva econômica e quadro jurídico / Pollyanna Marinho
Medeiros Cerewuta. – Goiânia, 2014.
146 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de
Goiás, Programa de Mestrado em Direito, Relações Internacionais
e Desenvolvimento, 2014.

“Orientador: Prof. Dr. Jean Marie Lambert”.

Bibliografia.

1. Alga - Cultura e meios de cultura. 2. Sustentabilidade. I.
Título.

CDU 639.64(043)

POLLYANNA MARINHO MEDEIROS CEREWUTA

**A ALGACULTURA NA AGROENERGIA EM GOIÁS: QUADRO JURÍDICO E
PERSPECTIVA ECONÔMICA**

Dissertação defendida no Curso de Mestrado em Direito, Relações Internacionais e Desenvolvimento, da Escola de Direito e Relações Internacionais, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, para obtenção do grau de Mestre. Aprovada em 08 de dezembro de 2014, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes professores:

Dr. Jean Marie Lambert
Professor Orientador e Presidente da Banca
PUC/GO

Dra. Luciane Martins Araújo
Professora Membro da Banca
PUC/GO

Dr. Rabah Belaidi
Professor Membro da Banca
UFGO

Aos meus avós maternos Manoel Marinho da Silva e Maria Pereira da Silva (*in memoriam*) reservatórios de inspiração; e, à memória de meu sobrinho João Bento Pereira Neto que precocemente partiu.

AGRADECIMENTOS

A produção de um trabalho acadêmico envolve esforço, dedicação e tenacidade e às vezes só pode ser concluído devido às relações sociais que se estabelecem no período de estudo e confecção e o apoio de amigos e familiares que representam a melhor fonte de inspiração.

Ao elaborar este trabalho, visando o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Direito, Relações Internacionais e Desenvolvimento, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, os professores que ministraram as disciplinas cursadas enriqueceram de forma essencial não só para compor o conteúdo do trabalho, mas essencialmente porque trouxeram uma visão de mundo e autores que deixaram sua marca intelectual, assim agradeço aos professores Doutores Geisa Cunha Franco, Haroldo Reimer, Eliane Romero, Dimas Pereira Duarte Júnior, José Antônio Tiezmann e Luciane Martins Araújo; aos meus colegas da turma 2012 que compartilharam experiências, dificuldades e incentivos, meus sinceros agradecimentos.

Ao meu orientador, Doutor Jean Marie Lambert, minha eterna gratidão, pela paciência e entusiasmada defesa pelas novas ideias, cuja orientação competente e dedicada foi o responsável pela conclusão do trabalho.

Aos professores Doutores Luciane Araújo Martins e Rabah Belaidi pelas importantes críticas e sugestões que muito elucidaram pontos que no desenvolver do trabalho acadêmico não nos é perceptível, o que tornou a pesquisa mais interessante e estimulante.

Ao colega professor da Faculdade Lions, Doutor Oyama Rodrigues da Silva, que em razão de seus estudos desenvolvidos em microbiologia na Universidade São Paulo, contribuiu com críticas, sugestões e material bibliográfico que ajudou a transpor as barreiras da transdisciplinaridade.

À minha família, meu pai, Carlos Alberto Medeiros Sousa, e minha mãe, Maria dos Santos Silva Medeiros, pelo apoio e incentivo.

Ao meu cunhado e colega, Iuri Jucá de Castro, de notável inteligência perspicaz, que compartilhou ideias e pesquisas, meus agradecimentos.

Ao meu amado esposo, Stanislau Cerewuta Jucá Marinho, pela inesgotável fonte de incentivo, apoio e confiança, minha gratidão e meu respeito.

Ao meu filho, Heitor, que ainda não despontou para este mundo, mas já tão precocemente fez-me lutar pelo que eu acreditava haver perdido.

Muito obrigado a todos.

“Numerosas são as maravilhas da natureza, mas de todas a maior é o Homem! Singrando os mares espumosos, impelido pelos ventos do sul, ele avança e arrosta as vagas imensas que rugem ao redor! E Gê, a suprema divindade, que a todas as mais supera, na sua eternidade, ele a corta com suas charruas, que, de ano em ano, vão e vêm, revolvendo e fertilizando o solo, graças à força das animálias! (...) E a língua, o pensamento alado, e os costumes moralizados, tudo isso ele aprendeu! E também, a evitar as intempéries e os rigores da natureza! Fecundo em seus recursos, ele realiza sempre o ideal a que aspira! Só a Morte, ele não encontrará nunca, o meio de evitar! Embora de muitas doenças, contra as quais nada se podia fazer outrora, já descobriu remédio eficaz para a cura. Industrioso e hábil, ele se dirige, ora para o bem... ora para o mal... confundindo as leis da natureza, e também as leis divinas a que jurou obedecer, quando está à frente de uma cidade, muita vez se torna indigno, e pratica o mal, audaciosamente!”

SÓFOCLES. Antígone. Trad. J. B. Mello e Souza. 16. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, s.d., p. 83-84.

RESUMO

Esta dissertação analisa a inserção da algacultura como matriz agroenergética na produção de biocombustíveis a ser utilizada no Estado de Goiás, levando em consideração a perspectiva econômica desse empreendimento e a regulação normativa disposta em Programas de incentivo e financiamento de pesquisa de espécies de microalgas encontradas no Estado, devido ao fato de que pesquisas desenvolvidas principalmente nos Estados Unidos da América comprovaram a grande produtividade lipídica dessas grandes captadoras de dióxido de carbono, o gás que ao mesmo tempo representou o progresso humano e o envenenamento do atmosférico, gerando inúmeros problemas indesejáveis que serão arcados pelas gerações futuras. Parte-se da hipótese da viabilidade da adoção dessa matriz energética nas cadeias produtivas do agronegócio goiano, levando em consideração as políticas públicas de incentivo e financiamento em âmbito nacional e regional, por ser um recurso renovável e disponível por excelência, assim atendendo ao paradigma de sustentabilidade disposto nas normas internacionais. Desta forma, em se tratando de biocombustíveis o Brasil só se tornou o maior consumidor de energia limpa do mundo, porque investiu por décadas e ainda investe em pesquisa, e, ainda intervém na economia regulando a adição e a disposição no mercado de consumo, biocombustíveis a preços mais atrativos que os estritamente provenientes de combustíveis fósseis. A proposta consiste em demonstrar que a algacultura é a matriz energética mais eficiente, muito embora dependa da vontade governamental para se tornar uma alternativa à substituição de combustíveis fósseis em vias de tornarem-se escassos, graças ao aumento do consumo de energia pelo desenvolvimentismo industrial. A metodologia para demonstrar essa hipótese vem da análise de pesquisa exploratória bibliográfica multidisciplinar de ramos da biologia, da engenharia química, da química, desenvolvidas no Brasil e no exterior sobre as espécies que possuem maior capacidade de biomassa rica em triglicérides e a biotecnologia utilizada para a extração dessa biomassa, considerando os custos da produção, levando em consideração as normas jurídicas internas e regionais de orientação ética à promoção da sustentabilidade, que antes de ganharem autonomia, dependem da intervenção estatal para sua inserção no mercado.

Palavras-chave: algacultura; sustentabilidade; agroenergia; economia verde; incentivo governamental.

ABSTRACT

This dissertation analyzes the inclusion of seaweed-like culture agro-energy matrix in the production of biofuels to be used in the State of Goiás, taking into the economic perspective of this undertaking and normative regulation disposed in the Programs of incentive and funding of research of species of microalgae found in the State, due the fact that research developed mainly in the United States confirmed the large lipid productivity of these great carbon dioxide catchers, the gas that simultaneously represented human progress and the atmosphere poisoning, generating numerous problems with undesirable consequences for future generations Starts from the hypotheses of the feasibility of adopting this energy matrix in the productivity of agribusinesses in Goiás, considering the public policy of encouraging and funding at the national and regional level, being a renewable and available resource in the highest degree, so meeting the paradigm provisions in international sustainability standards. Therefore, in the case of biofuels Brazil became the largest consumer of clean energy in the world only because invested for decades and still invests in research, and also intervenes in the economy by regulating the addition and disposal in the consumer market, biofuels prices more attractive than the strictly from fossil fuels. The proposal is to demonstrate that algae-culture is the most efficient energy matrix, although subject to governmental desire to become an alternative to replace fossil fuels about becoming scarce, Due to the increased energy consumption for industrial developments. The methodology to demonstrate this hypothesis comes from the analysis of bibliographic exploratory multidisciplinary branches of biology, chemical engineering, chemistry, developed in Brazil and International about the species that have greater capacity for biomass rich in triglycerides and biotechnology used for this biomass extraction, considering the costs of production, seeing the internal and regional legal standards of ethical guidance to promote sustainability, that before gaining autonomy, depend on state intervention in the market for its insertion.

Keywords: algae culture; sustainability; bioenergy; green economy; government incentive.

LISTA DE ABREVIATURAS

ANEEL	- Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	- Agência Nacional do Petróleo
BASA	- Banco da Amazônia S.A.
BBC	- British Broadcasting Corporation
BNDS	- Banco Nacional de Desenvolvimento
CEPEA	- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CEPEA	- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CNP	- Conselho Nacional do Petróleo
CNPE	- Conselho Nacional de Política Energética
CONAMA	- Conselho Nacional de Meio Ambiente
EECM	- Estação Experimental de Combustíveis e Minérios
EUA	- Estados Unidos da América
FAEG	- Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Goiás
FAPEG	- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás
FETAEG	- Federação dos Trabalhadores da Agricultura no Estado de Goiás
FIEG	- Federação das Indústrias do Estado de Goiás
FINEP	- Financiadora de Estudos e Projetos
FUNAPE	- Fundação de Apoio à Pesquisa
FUNBIODIESEL	- Fundo de Incentivo ao Biodiesel
HA	- Hectare
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA	- Internacional Energy Agency
INT	- Instituto Nacional de Tecnologia
MAPA	- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
MME	- Ministério das Minas e Energia
NPDEAS	- Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Energia Autossustentável
OCB/GO	- Sindicato e Organização das Cooperativas do Estado de Goiás
OPEP	- Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PETROBRÁS	- Petróleo Brasileiro S.A.
PNA	- Programa Nacional de Agroenergia

PNPB	- Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel
PROÁLCOOL	- Programa Nacional do Álcool
PRONAF	- Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
REN21	- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century
SEAGRO	- Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
SECTEC	- Secretaria de Ciência e Tecnologia
SEFAZ	- Secretaria da Fazenda do Estado de Goiás
SEMARH	- Secretaria do Meio-Ambiente e dos Recursos Hídricos
SEPLAN	- Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento
SIC	- Secretaria da Indústria e Comércio
SICAM	- Secretaria de Estado de Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos
SIFAEG	- Sindicato da Indústria de Fabricação de Álcool do Estado de Goiás.
SISNAMA	- Sistema Nacional do Meio Ambiente
TEEB	- The Economics of Ecosystems and Biodiversity
UE	- União Europeia
UEG	- Universidade Estadual de Goiás
UFG	- Universidade Federal de Goiás

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Preços do petróleo entre 1940-2004.	26
Figura 02: Microalgas cianofíceas (procariônicas)	36
Figura 03: Microalgas clorofíceas (eucariônicas)	38
Figura 04: Sistema aberto de microalgas em lagoa, Melbourne, Flórida, EUA.	40
Figura 05: Maior fazenda de microalgas do mundo, Kailua-Kona, Hawai, EUA.	41
Figura 06: Tanque de microalgas em Extremoz, Rio Grande do Norte.	42
Figura 07: Fotobiorreator tubular fechado, Curitiba, Paraná, Brasil.	43
Figura 08: Instalação de fotobiorreatores no topo de prédios urbanos.	44
Figura 09: Sistema de cultivo de microalgas.	46
Figura 10: Processo de extração de biodiesel de microalgas em fotobiorreatores. ..	71
Figura 11: Cadeia produtiva de microalga.	72
Figura 12: Biodiesel de algas com a utilização de vinhaça.	74

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Produção por oleaginosa de biodiesel.	39
TABELA 2: Êxodo rural entre 1940-2010.	50
TABELA 3: Área cultivada de produção agrícola de 2013/2014 no Brasil.	51
TABELA 4: Principais produtos agrícolas produzidos em Goiás, no ano de 2012. .	54
TABELA 5: Empresas goianas produtoras de biodiesel.	55
TABELA 6: Suprimento Mundial de Energia.	58
TABELA 7: Produção por oleaginosa no Brasil.	61
TABELA 8: Preços por kg de biomassa de oleaginosas em 2011.	73
TABELA 9: Incentivos fiscais para produção de biodiesel.	112

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
LISTA DE ABREVIATURAS.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	12
INTRODUÇÃO.....	15
CAPÍTULO 1- A ALGACULTURA E A PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS	22
1.1 - Combustíveis fósseis e a inserção dos biocombustíveis.....	25
1.2 - Biocombustíveis: a solução para a escassez de petróleo?	29
1.3 - Microalgas: a nova fonte energética	33
1.3.1 – Algas: natureza e espécies	33
1.3.2 - Microalgas.....	35
1.3.4 - Sistema produtivo da algacultura para geração de biocombustível	38
CAPÍTULO 2 - A PRODUÇÃO AGROENÉRGICA DE ALGACULTURA SOB O ENFOQUE DA ECONOMIA VERDE	47
2.1 - Breve cenário histórico do desenvolvimento agroeconômico brasileiro	47
2.2 - A evolução da produção rural brasileira.....	50
2.2.1 - O quadro agroeconômico de Goiás	53
2.3 - A Agroenergia.....	57

2.3.1 - A transição da matriz energética dos combustíveis fósseis para as energias renováveis	57
2.3.2 - A Produção de energias renováveis no Brasil: Plano Nacional de Agroenergia	59
2.3.3 - Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)	62
2.3.4 - Programa ABC ou Agricultura de Baixo Carbono	64
2.4 - As microalgas como matéria-prima viável de biocombustíveis	70
2.5 - A agroenergia sob o enfoque da economia verde.....	75
CAPÍTULO 3 - A ALGACULTURA SOB A PERSPECTIVA JURÍDICA PARA INCLUSÃO DE NOVAS FONTES DE AGROENERGIA	83
3.1 - Da utilização dos recursos naturais sob o aspecto ético-jurídico	84
3.1.1 - O paradigma da ecologia profunda na sociedade tecnológica.....	85
3.1.2 - Hans Jonas e o princípio responsabilidade.....	86
3.1.3 - A Crítica da razão indolente segundo Boaventura de Sousa Santos.....	90
3.2 - Os regimes internacionais do meio ambiente	93
3.3 - As principais normas sobre a tutela energética brasileira	104
3.4 - A regulamentação da agroenergia no Estado de Goiás.....	116
CONSIDERAÇÕES FINAIS	125
REFERÊNCIAS.....	131

INTRODUÇÃO

A Dissertação de Mestrado que ora se apresenta preocupa-se em abordar a relevância do estudo das microalgas como matéria-prima para produção de biocombustível, enquanto fonte alternativa às formas convencionais comumente utilizadas, como a cana-de-açúcar, a soja, a mamona, o girassol, o amendoim, os óleos de origem animal e outras matrizes. O biocombustível incrementou as cadeias produtivas do agronegócio, principalmente com o interesse internacional em adquirir matéria-prima de origem vegetal e os incentivos governamentais locais na tentativa de manter uma margem de independência em relação aos combustíveis fósseis, estes já com reservas em vias de esgotar-se, dada a intensificação do consumo.

Na verdade, muito antes da crise do petróleo em 1973, mas de certa forma estimulados por ela, estudos têm sido realizados no sentido de escapar da dependência dos combustíveis fósseis, altamente poluentes e limitados.

Muito embora, o uso de biocombustível de origem vegetal tenha se tornado um alento para a crise da escassez dos combustíveis fósseis, a utilização de espécies vegetais para obtenção de biocombustíveis foi extremamente criticada, porque estas culturas utilizam sistemas tradicionais de plantio, pois envolvem o uso do solo e da água em grandes quantidades. E, ainda com o crescimento econômico de países como o Brasil, gradativamente e logicamente aumentará a necessidade de consumo de energia, e mais recursos energéticos fósseis serão necessários, de modo que será exigido o aumento da produtividade do solo e do uso da água para abastecer a demanda pelos biocombustíveis, que como é sabido, são comprovadamente limitados, tanto quanto as reservas de combustíveis fósseis.

Por consequência, em razão do aumento da demanda por fontes energéticas para garantir a produção industrial, e com a possibilidade de escassez dos combustíveis fósseis, os sistemas produtivos alimentares serão comprometidos pelo aumento da necessidade de plantio de matrizes energéticas vegetais, muitas vezes provenientes dos sistemas não alimentar, para produção energética.

O Estado de Goiás, por seu turno, possui forte participação na produção de espécies vegetais oleaginosas e outras cadeias produtivas do agronegócio no PIB nacional¹, de modo que também implementou programas e pesquisas para produção de biocombustíveis, principalmente para o biodiesel, garantindo incentivos fiscais e financiamento de pesquisa no setor. Contudo, o sistema segue a mesma proposta de ampliar as cadeias produtivas tradicionais sobre as culturas vegetais, que apresentam problemas comprometedores da sobrevivência das gerações futuras à medida que a necessidade de energia aumenta, motivada pelo crescimento econômico.

Dessa forma, o Estado de Goiás promove políticas públicas de incentivo na intensificação da criação e expansão de polos industriais em produção alimentar e energética, como se observa com o teor do Decreto n. 6.085, de 21 de fevereiro de 2005, que institui o programa de biodiesel, cujo objetivo é fomentar a cadeia produtiva do biodiesel em Goiás, no intuito de contribuir para o desenvolvimento sustentado do Estado (art.1º).²

Em pesquisa pioneira, o Bureau de Eficiência Energética e Energia Renovável, vinculado ao Departamento de Energia dos Estados Unidos da América, elaborou o Relatório Tecnológico sobre Biocombustíveis de Algas (FERREL; REED, 2010, p. 9) em que avalia a viabilidade de utilização de algas ou fitoplâncton para a produção de biocombustível. Isto decorre do simples fato de que por meio da cultura de algas aproveita-se a capacidade fotossintética delas em utilizar energia solar para conversão de CO₂ em oxigênio, produzindo carboidratos e lipídios, numa velocidade e com eficiência altamente superior ao reino vegetal terrestre, compondo uma verdadeira nano-usina.³

Logo, a pesquisa orienta-se pela problematização da inclusão de uma nova matriz energética que não usa o solo, não utiliza grandes quantidades de água e são

¹Disponível

em:<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.shtm>>. Acesso em 01 ago. 2014.

² Disponível em: < http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina_decretos.php?id=694>. Acesso em: 21 fev. 2012.

³ A nano-usina decorre do uso da nanotecnologia, que consiste na utilização de moléculas na escala de bilionésimos de metro, denominados nanômetros, em que um milímetro corresponde a um milhão de nanômetros, em que se manipulam moléculas e átomos de modo a criar novas estruturas ou produtos com o aporte tecnológico apropriado. Concebida no meio científico internacional a partir do trabalho do engenheiro norte-americano Eric Drexler, autor do livro *Engines of creation: the coming era of nanotechnology*. (SHULZ, 2013). O termo nano-usina foi empregado para referenciar a utilização dessa tecnologia em escala industrial para produção de biocombustíveis.

as mais eficientes captadoras de dióxido de carbono, e ainda pode gerar mais produtividade que qualquer outra espécie vegetal, que é a utilização de microalga. São seres extremamente simples e que datam sua existência coincidente com a origem da própria vida.⁴

Partindo dessa ideia, questiona-se como objetivo geral, a viabilidade econômica e a influência de normas jurídicas para a inclusão da algacultura nas cadeias produtivas de biocombustíveis no agronegócio goiano em sede agroenergética, enquanto atividade promotora de um paradigma de desenvolvimento sustentável.

Assim, desenvolvem-se os objetivos específicos, buscando identificar, através de dados científicos, se a algacultura constitui verdadeira prática sustentável de produção de biocombustíveis. Para então, estudar a evolução econômica do Estado de Goiás, suas características e sua necessidade ou interesse frente ao incremento de novas tecnologias ou novos métodos de desenvolvimento econômico não degradante. E, por fim, analisar as normas jurídicas produzidas em âmbito interno e internacional acerca do incentivo à produção de biocombustíveis de forma sustentável.

Nesse sentido, levantam-se como hipóteses, primeiramente, a utilização da algacultura, conforme ditam as pesquisas científicas desenvolvidas no Brasil e nos Estados Unidos, ser viável técnica e economicamente, o que repercute numa maior probabilidade de que a implementação deste tipo de produção poderia ser aceita pelas cadeias produtivas do agronegócio goiano.

Além disso, levantam-se outras hipóteses, no que tange às normas jurídicas produzidas nos tratados em que o Brasil é signatário e o que vem sendo produzido internamente, em âmbito nacional e goiano, para incentivo e a regulamentação de biocombustíveis, garantiram a inclusão de novas matrizes energéticas, este fator

⁴ Segundo a Teoria Heterotrófica, criada por Oparin, em 1935, o Planeta Terra, há mais de quatro bilhões de anos, não possuía oxigênio e nitrogênio, predominava a existência de gases como o metano, amônia, hidrogênio e vapores d'água, além de receber luz ultravioleta diretamente em sua superfície e não contar com camada de ozônio, que a tornava extremamente quente, em torno de 74° C. A partir de reações químicas provocadas pelas tempestades elétricas surgiu as primeiras proteínas denominadas coacervados, o que durou pelo menos, dois bilhões de anos. Em seguida, esta estrutura simples dá origem aos seres unicelulares heterotróficos (fermentadores) que se nutriam de matéria orgânica, produziam gás carbônico e álcool, tratava-se das bactérias. Em seguida, surgem os seres unicelulares autotróficos (fotossintetizantes), no caso as cianobactérias (algas azuis), estas captavam gás carbônico e produziam oxigênio. Assim, a vida tornou-se viável, com a camada de ozônio produzida pelas bactérias que tornavam a atmosfera rica em oxigênio para os seres pluricelulares. (SILVA; NISHIDA, s.d.)

poderia ser utilizado inclusive para a algacultura. Desse modo, a última hipótese, consiste em demonstrar que se a algacultura constitui um modelo de sustentabilidade, então poderia necessariamente reunir o conceito de desenvolvimento adjetivado pela definição de sustentabilidade, já que alia o aspecto econômico (sob a perspectiva do lucro), e o progresso social e ambiental, reciprocamente considerados.

Assim sendo, o tema proposto foi inspirado na realidade do interesse governamental goiano na produção de biocombustíveis, principalmente com a instalação de várias usinas de biodiesel, como é o caso da usina de Rio Claro, em Caçu, a de Acreúna, de Porangatu dentre outras que aproveitam a partir de soja, sebo de boi e girassol, adquiridos de indústrias e produtores de grãos (PROCURADORIA GERAL DO ESTADO, 2010). Contudo, o biodiesel depende das forças do solo e ocupa tempo, espaço e interesse do agroempresário que o privilegia, até pelo atrativo econômico e recursos governamentais de investimento, em detrimento da produção de alimentos, fonte esta de intensos debates no âmbito internacional.

Do mesmo modo, a inserção da algacultura também necessita de incentivo e regulamentação do setor para se estimular a produção de biocombustíveis de algas, cuja hipótese reside em pensar que práticas sustentáveis necessitam de apoio das políticas públicas, mais do que a exclusiva manifestação dos setores privados.

Assim, sob a perspectiva do Direito pós-moderno, segundo a Teoria Crítica do Direito, que ao aproximar o Direito da política e conceder-lhe caráter ideológico, prega o abandono do purismo dos postulados científicos das ciências naturais (objetividade, cientificidade, neutralidade, estatalidade e completude), para voltar-se aos valores construídos numa sociedade historicamente transformada, cujos fenômenos sociais promovem mutações contínuas em suas relações e requerem aberturas no espaço de interpretação e construção da própria norma jurídica. (BARROSO, 2001, p. 10-11)

A inserção da ética no normativismo jurídico, como referencial teórico trazido pela Teoria Crítica, permite demonstrar que o Direito e a ética formam um sistema harmônico, isto é, um sistema aberto de valores, que numa dimensão suprapositiva promovem a permeabilidade com elementos externos, ou seja, um ordenamento pluralista e dialético que melhor atenda aos anseios sociais. (BARROSO, 2001, p. 12-13)

Analisa-se, desta forma, que a proposta da inclusão de uma nova matriz energética repercute na questão ética levantada sobre responsabilidade para com as gerações futuras, ou seja, o princípio da sustentabilidade, normatizado no artigo 225, *caput*, da Constituição Federal Brasileira de 1988.

Sob essa perspectiva, adota-se como marco teórico, a teoria elaborada por Hans Jonas para fundamentar a necessidade de propor reformulações paradigmáticas de modelos econômicos, que repercutem nas construções jurídicas da norma e das decisões judiciais, em que é preciso repensar a condição do ser humano e a responsabilidade que assume em prol das gerações futuras. O ser humano solidariamente comprometido com a biosfera avalia os problemas ecológicos e as consequências da biotecnologia já que através da tecnociência pode produzir mais destruição, muito embora se propaguem diversas utopias políticas, os problemas da modernidade resultam das perspectivas éticas clássicas e modernas que não conseguiram lidar com a crise ecológica e econômica atual, demonstrando seu caráter relativista. (JONAS, 2006, p. 63-64)

A grande questão reside em atribuir ao Direito a veiculação dessa nova ética que atende aos mais diferenciados anseios sociais, ambientais e políticos, transformando a responsabilidade numa obrigação com exigência de reciprocidade para as gerações futuras, sob o comando da norma. (JONAS, 2006, p. 201)

Além disso, tem-se a contribuição de Boaventura Sousa Santos que também provoca as discussões sobre a inovação nos saberes tradicionais. A ideia é discutir, segundo este, a monocultura de saberes imposta pela Razão ocidental eurocêntrica que não acolhe medidas alternativas mesmo que estas provenham de nichos periféricos do conhecimento. (SANTOS, 2006, p. 779)

Para isso, perfaz-se o caminho da relutância dessa razão ocidental, denominada por Boaventura indolente, em reconhecer que o conhecimento se tornou monolítico, linear e insuperável, e para o qual dispensa diálogo com outros saberes. Assim, propõe o trabalho de tradução como forma de propor soluções para as crises no que pertine à problematização do paradigma econômico de desenvolvimento que impõe um modelo predatório e antropofágico. (SANTOS, 2006, p. 778)

Metodologicamente, a pesquisa em Direito possui particularidades que envolvem o estudo analítico da norma jurídica e sua concreção na realidade social ou teórica a ser pesquisada. Desta forma, o método de abordagem para elucidação

do problema proposto consistirá no método hipotético-dedutivo, pelo fato de partir dos dados das pesquisas realizadas por cientistas sobre a produção de biocombustíveis a partir de microalgas e amplamente divulgados na comunidade científica.

A análise do tema proposto utilizará o tipo de pesquisa exploratória que se iniciará com os procedimentos técnicos de análise de obras bibliográficas sobre a temática abordada e de documentos legislativos que tragam as normatizações a respeito dos tratados ratificados pelo Brasil acerca do direito ao desenvolvimento com sustentabilidade, bem como as normas brasileiras e programas governamentais federais que deram ensejo à edição do Decreto n. 6.085, de 21 de fevereiro de 2005, que instituiu o Programa Goiano de Biodiesel, os estudos de viabilidade do uso da algacultura, em que neste ponto a abordagem será também hermenêutica e multidisciplinar.

O tema proposto, em se valendo de estudos quantitativos e qualitativos, pode-se contribuir para a análise e promoção de políticas públicas, no incentivo de importação de tecnologias, bem como da legislação produzida no âmbito interno que selam o compromisso com a cooperação internacional, inclusive porque muito se investe no agronegócio goiano e há necessidade de estudar as políticas e legislações que realmente promovam o desenvolvimento econômico-social sobre uma perspectiva de proteção ambiental, salvaguardando o direito de usar recursos naturais e ainda preservá-los para as gerações futuras.

Desse modo, organiza-se o estudo em três partes. Num primeiro momento, a abordagem recai sobre o estudo técnico da algacultura e o processamento para produção de biocombustíveis, para em seguida avaliar sua viabilidade econômica, principalmente no âmbito goiano, e por fim, encerra-se a discussão num capítulo específico, em que é analisado o aspecto ético-jurídico sobre a implementação de modelos sustentáveis como a algacultura.

A pertinência do tema justifica-se pelas análises e críticas sobre as medidas tomadas no âmbito interno acerca da implementação de novas tecnologias que supram as necessidades humanas de produção alimentícia e energética vegetal em consonância a um ambiente equilibrado, o que favorece debates futuros sobre a discussão internacional acerca da cooperação e importação de tecnologias para o estabelecimento de circunstâncias propícias para o desenvolvimento humano.

Assim, o intuito essencial da pesquisa é desenvolver uma análise das conjecturas econômicas e jurídicas acerca da viabilidade de incrementar o agronegócio goiano em agroenergia utilizando microalgas como matriz energética. Nessa relação de oposição entre usar um determinado espaço para se produzir alimento ou biocombustível, a algacultura, de acordo com a sua viabilidade tecnológica e econômica de implantação e produção, não compete com os espaços agropecuários na produção alimentos e constitui um meio de inovar e promover um real meio sustentável para o agroempresário, ainda mais, pelo fato do constante aumento populacional, que exige o aumento de produção agrícola, alimentar e energético.

A ideia é considerar que a partir do encadeamento dos assuntos da forma como foi proposto, possa-se construir uma reflexão sobre a complexidade de se inovar tecnologicamente com a inserção de uma nova matriz energética de acordo com a perspectiva econômica da sustentabilidade, coadunada com a produção de regulamentação e projetos governamentais de incentivo a projetos como esse, em que a algacultura poderia ser incluída entre as práticas sustentáveis viáveis.

CAPÍTULO 1

A ALGACULTURA E A PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

A pesquisa para encontrar novas fontes energéticas tem sido motivo de preocupação no cenário internacional⁵, o que levou a buscar matrizes oleaginosas ou fermentadoras de origem vegetal que pudessem produzir biodiesel ou bioetanol. As microalgas foram pesquisadas devido ao seu potencial lipídico e descobriu-se que é uma das formas mais eficientes de geração de biocombustível, por ser considerada uma verdadeira fonte renovável que potencialmente pode satisfazer, junto com outras matrizes, a crescente demanda por fontes energéticas, (CRUZ, 2011, p. 5), tendo em vista o inevitável esgotamento⁶ das reservas de petróleo no Brasil e no mundo.

O petróleo sem dúvida desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento industrial e na satisfação de necessidades humanas desde o século XIX, tornando-o item essencial da vida moderna. No entanto, a relação de dependência a essa matéria-prima energética não atentou para o fato de que a escassez provocaria uma grande crise de âmbito econômico, além dos nocivos efeitos causados ao meio ambiente acumulados há mais de um século, como as consequências relativas à extração e ao resultado do uso, como a emissão de gases poluentes como dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), dióxido de enxofre (SO₂)⁷ e o material particulado de pó e cinzas produto da queima de combustíveis fósseis. (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, p. 117).

Por acomodação ou por descaso com os bens ambientais, o fato é que só há real atuação quando as comodidades podem ser retiradas, isto é, segundo estudos realizados pela Agência Internacional de Energia (2002) as reservas de petróleo, considerando o consumo atual, só irão durar quarenta anos.

Contudo, no Brasil, a descoberta de reservas de petróleo na camada pré-sal no litoral brasileiro, em 2006, tem levantado questionamentos sobre a real perspectiva da escassez. O pré-sal consiste numa camada de sal de 2.000 metros de espessura, formada a mais de 100 milhões de anos, devido a separação dos

⁵ Crise do petróleo de 1973.

⁶ Mesmo a descoberta do pré-sal no Brasil e o xisto americano são fontes limitadas.

⁷ O dióxido de enxofre é o resultado da queima de combustíveis para produção de energia elétrica nas termelétricas.

continentes Americano e Africano, formado pelo acúmulo de matéria orgânica submetido a processos termoquímicos, que a transformou em hidrocarbonetos. Estima-se que possua 80 bilhões de barris, o que colocaria o Brasil na posição de sexto maior produtor do mundo. (PETROBRAS, 2014)

A província do pré-sal brasileira possui 800 km de extensão e 200 km de largura, entre os Estados do Espírito Santo e Santa Catarina. A extração que começou em 2008, atualmente extrai 500 mil barris de petróleo por dia, que corresponde a 20% da produção brasileira, em 2018, chegará a 52% da produção nacional, com dez plataformas em produção, cujos investimentos chegarão em 2018 a US\$102 bilhões. (PETROBRAS, 2014)

Mas, o alvoroço gerado pela descoberta da província do pré-sal não significa que não haja empecilhos para a sua extração. Na verdade, primeiramente supera-se a camada do pós-sal e do sal, para chegar ao pré-sal, o que gira em torno de 6.000 metros de profundidade e torna o processo mais caro. Logo, o barril precisa ser economicamente atrativo. Por exemplo, em 2008 custava US\$145 e em outubro de 2014 chegou a US\$ 86,13. Além do mais, o pico da produção demorará segundo estimativas, em torno de 15 anos para ser alcançada e se novas reservas forem descobertas, o preço cairá ainda mais, como o gás de xisto, cuja reserva americana (Colorado, Utah, Wyoming) possui 2,7 trilhões de metros cúbicos e poderá abastecer o mercado americano por 100 anos. (ROQUE, 2013)

Todavia, no momento atual é inviável devido ao preço da extração em relação ao preço do barril de petróleo e o método de extração que exige a injeção de grandes quantidades de água para liberar o gás e pode contaminar fontes de água potável. Além disso, há a reserva de petróleo no Alasca, com 10 bilhões de litros de petróleo. (ROQUE, 2013)

As energias renováveis podem ser uma saída viável como alternativa energética ao petróleo, já que as novas reservas demonstram maiores gastos para sua extração. Diante dessa realidade, o Brasil é o segundo maior produtor de energia limpa do mundo, com participação de 43% do mercado mundial, e em 2035 essa participação poderá duplicar. Segundo a EIA, em 2035 os biocombustíveis serão responsáveis por 40% das exportações, o que representa que a ideia das energias renováveis não perderam espaço, mas necessitam de investimentos e

incremento tecnológico para superar a dependência aos combustíveis fósseis.⁸

Talvez tardiamente, mas não irremediavelmente a busca por novas fontes energéticas em substituição aos combustíveis fósseis, que agora precisam estar alinhadas ao paradigma da sustentabilidade, também são propostas como paradigmas de energia limpa. Mas, a questão é agravada, porque as necessidades humanas apenas aumentam, seja implementada pela necessidade de se utilizar mais tecnologia nos mais diversos setores sociais, ou pelo aumento populacional, a verdade é que existe pressa, e o petróleo não é uma fonte renovável e está em vias de esgotamento de suas reservas ou tornar-se inviável econômico e ambientalmente.

Hans Jonas alerta para o fato de a tecnociência levar o progresso humano para a ausência da consciência de si mesmo. O objetivismo científico destitui a ética e, portanto, o subjetivismo humano da reflexão científica. (JONAS, 2006, p. 44). As críticas lançadas às matrizes energéticas são voltadas para as necessidades do mercado que determina o preço do produto pelo aprimoramento tecnológico que gera menos despesa no processo produtivo.

Assim, teoricamente sob a perspectiva de um novo ideal moral, se questiona a posição do homem como o único sujeito de direitos em detrimento da tutela ambiental, cujo enfoque das questões ambientais fez com que se repensasse a posição do ser humano, e assim deduzir a proposta de uma nova relação, um novo “contrato natural”, superando a ideia do contrato social. (FERRY, 1994, p. 67)

O antropocentrismo marcado desde a Revolução Francesa e a história econômica, intelectual e artística proveniente dos ideais dessa época – humanismo metafísico - provoca e estimula o desenraizamento do homem em face da natureza, pois o desprezo cartesiano pela natureza demonstra que o homem sempre concentrou seus esforços em colonizar a natureza, como senhores ou possuidores, o que Luc Ferry chama de homem antinatureza. (FERRY, 1994, p. 33).

Assim, faz-se necessário compreender a hegemonia do uso dos combustíveis fósseis e a necessidade de substituí-los pela inserção gradativa dos biocombustíveis através da relação homem-natureza que moralmente é questionada pela displicência quanto aos efeitos danosos e comprometedores da própria existência humana.

A questão é estabelecer quais matrizes energéticas subsistirão de maneira a

⁸ Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/noticia/economia/se-pre-sal-vingar-brasil-deve-se-tornar-grande-exportador-diz-aie/imprimir>>. Acesso em: 14 jan. 2014.

não provocar a derrocada da própria existência humana. Os danos ambientais serão tolerados por quanto tempo mais? Ou seja, quantas gerações humanas poderão sobreviver com a falta de reflexão da geração do presente?

1.1 - Combustíveis fósseis e a inserção dos biocombustíveis

Os Combustíveis fósseis são aqueles derivados da decomposição da biomassa de algas, plantas e animais por milhões de anos, mas que só foram utilizados com o advento da Revolução Industrial no século XVIII. Primeiramente, com o carvão nos maquinários movidos a vapor, que foi substituído pelo petróleo quando foi criado o motor a combustão, e a inclusão posteriormente do gás natural (TAVARES, 2009, p. 1).

E assim, desde esse período o petróleo tem sido a principal fonte energética do mundo moderno mesmo com as energias renováveis do lixo, das hidrelétricas, solar e outras. Na verdade constitui uma verdadeira dependência o uso do petróleo, apesar dos efeitos danosos que sua utilização provoca.

Essa dependência foi constatada em números pela Agência Internacional de Energia (2003), cujo percentual de 80,3% constitui o consumo de energia no mundo proveniente da queima de combustíveis fósseis como: carvão mineral (25,1%), gás natural (20,9%) e, petróleo (34,3%). O restante vem de combustíveis renováveis e lixo (10,6%), hidrelétricas (2,2%), nuclear (6,5%) e outras (geotérmica, solar, vento, calor etc.) (0,4%).

Sendo que 2/3 das reservas estão localizadas no Oriente Médio que consome 6% do consumo mundial; a América do Norte possui 4,8% das reservas, mas consome cerca de 30%; o Brasil, por seu turno possui 0,8% das reservas, que corresponde a 1.100 milhões de toneladas, consome 2,4%. Além do mais que a geração de energia termelétrica no Brasil funciona a base de óleo diesel, e segundo dados da ANEEL, em setembro de 2003, havia 412 usinas em operação no Brasil, produzindo 4.193,72 MW. (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2009, p.114)

A questão é que a escassez de uma fonte energética como o petróleo, pode gerar o corolário de uma crise econômica nunca vista, a qual se teve uma demonstração de seus efeitos com a crise do petróleo de 1973 devido ao embargo

dos países integrantes da OPEP⁹ com o aumento gradativo dos preços de barris de petróleo chegando a mais de 300% num período de três meses, isto é, passou de US\$2,90 para US\$11,65, em reação ao apoio dado pelos Estados Unidos e pela Europa a Israel na Guerra de *Yom Kippur* (Dia do Perdão). (PINTO, s.d.)

Além da Revolução Iraniana 1978-1979, que reduziu a produção de petróleo, provocou e, portanto, inflacionou o produto, o preço bruto do barril de petróleo que era de US\$14 em 1979, aumentou para US\$ 35 em janeiro de 1981, só se estabilizando em 1983, quando passou a custar US\$ 28.

Figura 01: Preços do petróleo entre 1940-2004.



Fonte: Portal BBC Brasil, Especial, "O petróleo no mundo".¹⁰

Os efeitos foram potencialmente sentidos pelos países extremamente dependentes deste combustível fóssil. O custo elevado gerou o endividamento de vários países que culminou em 1979 com a declaração de moratória de vários países latino-americanos, inclusive o Brasil, em razão do Banco Central Americano (*Federal Reserve*) ter elevado a taxa de juros. (ALTMAN, 2013)

O problema é que os países da OPEP detectaram a escassez do produto que

⁹ A OPEP criada em 1960, em Bagdá, é composta pelos países Arábia Saudita, Irã, Iraque, Kuwait e Venezuela grandes produtores de petróleo com o intuito de rechaçar o cartel praticado pelas maiores empresas petrolíferas ocidentais: Standard Oil, Royal Dutch Shell, Mobil, Gulf, BP e Standard Oil as "sete irmãs". (ALTMAN, 2013)

¹⁰ Disponível em: http://www.bbc.co.uk/portuguese/especial/1930_oilg/page5.shtml. Acesso em: 21 jan. 2014.

tinham em grande quantidade em suas reservas e os demais países não tinham uma segunda opção viável para substituir o petróleo, em tese. (ALTMAN, 2013)

Na verdade o tema biocombustível não era algo novo. A ideia de usar óleos vegetais começou em 1900, veiculada pelo alemão Rudolph Diesel, ao criar um motor movido com um novo sistema denominado “ciclo do diesel”, que utilizava óleo vegetal extraído do amendoim, o qual foi utilizado nas primeiras décadas do século XX nos veículos fabricados por Henry Ford, o Ford T. (TAVARES, 2009, p.10)

Mas, o custo elevado dessa espécie vegetal acabou por estimular a busca por outras fontes que fornecessem óleo. Com o valor do diesel mais alto e a gasolina barata, devido ao custo baixo para refino, e em abundância, fez com os óleos vegetais fossem substituídos pelo óleo refinado de petróleo, ficando para segundo plano o uso dos óleos vegetais. (TAVARES, 2009, p. 13).

Muito embora, o fracasso do biocombustível de amendoim, as pesquisas de outras espécies vegetais não foram abandonadas. O Brasil, através da Estação Experimental de Combustíveis e Minérios (EECM), hoje denominada Instituto Nacional de Tecnologia – INT, na década de 20, subordinado originalmente ao Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, atualmente está vinculado ao Ministério de Ciência e Tecnologia, surgiu com a função de “investigar e divulgar os processos industriais de aproveitamento de combustíveis e minérios do País”, a partir de pesquisas que pretendiam utilizar o álcool como aditivo da gasolina fez com que fosse desenvolvida a tecnologia do automóvel movido a álcool. Na década seguinte, as pesquisas foram voltadas para a descoberta de óleos vegetais que poderiam ser utilizados na produção de biocombustíveis, além de provar a existência de petróleo no Brasil. (INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA, 2014).¹¹

O Presidente Ernesto Geisel, em 1975, em resposta ao embargo árabe editou o Decreto n. 76.593 de 14 de dezembro de 1975¹², que instituiu o Programa Nacional do Álcool – Proálcool. O objetivo era criar uma fonte renovável de energia no intuito de reduzir a importação do petróleo que provocava o desequilíbrio na balança comercial brasileira devido aos altos preços praticados pela OPEP. (PETROBRAS, s.d.)¹³

¹¹ Disponível em: <<http://www.int.gov.br>>. Acesso em: 21 jan. 2014.

¹² Disponível em: < <http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=123069>>. Acesso em: 21 jan. 2014.

¹³ Disponível em: < <http://memoria.petrobras.com.br/curiosidades/voce-sabia/pro-alcool#.VGqFPckqUWI>>. Acesso em: 21 jan. 2014.

A produção de etanol implicava numa série de medidas governamentais sem as quais o projeto jamais ganharia concreção. No caso, na década de 1980, no Governo de João Figueiredo, incentivos financeiros foram dados aos agricultores para a produção de cana-de-açúcar, criação de refinarias e destilarias, bem como, o incentivo à indústria de automóvel movidos a álcool, em 1977, para estimular o consumo. O etanol era a ideia do sucesso em 1981 um quarto dos carros produzidos no Brasil era movido a álcool¹⁴.

Mas, o momento áureo durou pouco. Em 1985, houve a queda brusca no preço do petróleo e a ideia foi abandonada pelos usineiros que preferiram investir na produção de açúcar, como o álcool desde o início precisou ser subsidiado, a Petrobrás acumula um prejuízo de mais de seiscentos milhões de dólares desde 1981¹⁵, que para manter o consumo na década de 1990 mantinha o preço da gasolina elevado.

No entanto, com a fabricação de carros *flex* na década de 2000 e sua aceitação no mercado brasileiro no percentual de 80%¹⁶, coloca o Proálcool novamente no cerne de investimentos e pesquisas científicas que abrem espaço novamente para os biocombustíveis. Nesse caso, a PETROBRAS¹⁷ criou em 2008, a empresa subsidiária Petrobras Biocombustível, cujo objetivo é administrar projetos para produzir etanol e biodiesel.

Nos Estados Unidos, em agosto de 1982, realizou-se a I Conferência Internacional sobre Óleos Vegetais, em Fargo, Dakota do Norte,¹⁸ com o intuito de buscar novas alternativas energéticas que diminuíssem a dependência do petróleo, como o preço do uso de aditivos a combustíveis e a extração e efeitos do uso de óleos vegetais, principalmente devido ao altíssimo consumo desse combustível

¹⁴ Disponível em: < http://veja.abril.com.br/arquivo_veja/proalcool-alcool-etanol-geisel-petroleo-carros-flex-economia-exportacao-cana-de-acucar.shtml>. Acesso em: 14 jan. 2014.

¹⁵ Disponível em: < http://veja.abril.com.br/arquivo_veja/proalcool-alcool-etanol-geisel-petroleo-carros-flex-economia-exportacao-cana-de-acucar.shtml>. Acesso em: 14 jan. 2014.

¹⁶ Disponível em: < http://veja.abril.com.br/arquivo_veja/proalcool-alcool-etanol-geisel-petroleo-carros-flex-economia-exportacao-cana-de-acucar.shtml>. Acesso em: 14 jan. 2014.

¹⁷ Disponível em: <<http://sites.petrobras.com.br/minisite/petrobrasbiocombustivel/>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

¹⁸ A partir dessa Conferência foi aperfeiçoado o Ato Institucional do Ar Limpo que previa o aumento de oxigênio na gasolina para diminuir as emissões de monóxido de carbono; e, em 1992 foi aprovado o Ato Institucional de Política Energética, aprovado pelo EPA (Environmental Protection Agency) que visava o aumento de consumo de combustíveis alternativos nas frotas de veículos do governo americano. (HESS, M. Combustíveis: História e vantagens. Disponível em: < <http://carros.hsw.uol.com.br/biodiesel1.htm>>. Acesso em: 16 mar. 2014).

naquele país. (LIMA, 2011) ¹⁹.

O Relatório Brundtland (Nosso Futuro Comum) de 1987, que ao enfatizar os problemas ambientais do aquecimento global e da diminuição da camada de ozônio, propôs como medidas para solução deste problema, dentre outras, a diminuição do consumo de energia e o desenvolvimento de tecnologias com o uso de fontes energéticas renováveis, além de serem minimamente adequadas ao desenvolvimento sustentável. Programas como o bioetanol e o biodiesel atenderiam ao que foi sugerido pelo Relatório, pelo fato de que os padrões de consumo de energia ultrapassam as reservas naturais de fontes energéticas, com o uso de fontes renováveis menos poluidoras. (NOSSO FUTURO COMUM, 1987, p. 17)

Para Hans Jonas (2006, p. 54), deve-se ter no mínimo um compromisso ético com as gerações futuras, assumindo uma postura responsável sobre a utilização da tecnologia e como no Relatório propõe inclusive frear o desenvolvimento tecnológico para tentar diminuir o consumo, uma proposta que não ganhou adeptos, principalmente nos setores industriais.

1.2 - Biocombustíveis: a solução para a escassez de petróleo?

Os biocombustíveis a princípio são obtidos a partir de espécies vegetais, como biodiesel de sementes oleaginosas a partir de óleo de nabo, óleo de girassol, óleo de colza, mamona, soja, algodão, óleo usado (óleo de cozinha) ou o bioetanol proveniente do açúcar da beterraba, da cana-de-açúcar, milho e outros. (OLIVEIRA, 2011, p. 71)

São denominados de biocombustíveis de primeira geração que devido ao seu mais singular inconveniente – a competição com a produção de alimentos pode afetar a capacidade de produtividade do solo. No caso do biodiesel, maior custo e produção de grandes quantidades de glicerina que podem não ser utilizadas pelo mercado farmacêutico; no caso do etanol a queima da palha no canavial produz gases tóxicos e a vinhaça ou vinhodo devido à fermentação do caldo da cana, resíduo da produção que exala forte odor, que nos anos 70 era lançado nos rios e lagoas, poluindo as águas e matando a fauna, além de ter atingido o lençol freático de alguns locais. (OLIVEIRA, 2011, p. 71)

¹⁹ Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/biodiesel-um-compromisso-com-o-meio-ambiente/64790/>>. Acesso em: 13 jan. 2014.

Como fora mencionado, o uso de óleos vegetais como fonte energética, mesmo com o fracasso do início do século XX, não foi de todo abandonada. Os óleos vegetais ou triglicérides²⁰ são ésteres²¹ de ácidos gordos²² e glicerol, caracterizados pela alta viscosidade, baixa volatilidade e caráter poli-insaturado²³ provoca combustão incompleta e problemas nos motores, cuja solução foi encontrada com a transesterificação²⁴ como forma de reduzir a viscosidade e aumentar a combustão. O processo consiste em adicionar um álcool (metanol, etanol, propanol, butanol) e catalisadores (que podem ser ácidos, básicos ou enzimáticos) extraíndo-se a glicerina por decantação²⁵. (MENEGUETTI, 2013, p. 68-70).

Propôs-se, a partir dessa realidade a o uso de toda espécie de biomassa e matéria orgânica residual, como a celulose e outras fibras vegetais, gorduras animais (sebo), microalgas, etc. Estes foram chamados de biocombustíveis de segunda geração. (TAVARES, 2009, p. 2).

As pesquisas atuais se intensificam e têm despertado o interesse de investidores e agricultores ao uso das microalgas, dado os altos índices de produtividade em relação às outras espécies de matéria-prima, a abundância na de espécies na natureza, e a rápida reprodução, considerando ainda que não compete com os espaços destinados à agricultura de produção de alimentos. No entanto, há de se levar em consideração os custos ambientais e econômicos para obtenção de biomassa, além da grande quantidade de espécies faz-se necessária mais pesquisas para escolha das espécies mais promissoras em acúmulo de lipídios, colheita e processamento de modo a garantir sua viabilidade econômica.

A partir das pesquisas desenvolvidas os tipos de biocombustíveis consistem em: bioetanol, biodiesel, biogás, biometanol, bioéter dimetílico, bio-ETBE, bio-MTBE, sintéticos, bio-hidrogênio, bio-óleo, óleo vegetal, bioquerosene. Mas, os que mais se

²⁰ Triglicéride ou triglicerídeo é um “éster da glicerina na qual três hidroxilas reagiram com ácidos, especialmente os graxos.” (HOUAISS, 2009, p. 1880).

²¹ Ésteres constitui uma “classe de compostos orgânicos derivados da reação de ácido com álcool” (HOUAISS, 2009, p. 832).

²² Ácido graxo “ácido orgânico oleoso”. (HOUAISS, 2009, p. 988)

²³ Poli-insaturados são “compostos orgânicos que possuem ligações duplas ou triplas, cuja concentração do soluto é menor do que a sua solubilidade.” (HOUAISS, 2009, p. 1088).

²⁴ Transesterificação é uma “reação química em que o álcool do éster é substituído por outro álcool.” (HOUAISS, 2009, p. 1867).

²⁵ A decantação é “a filtragem de impurezas contidas em um líquido (...); processo de separação de separação de líquidos imiscíveis, ou sólidos em suspensão, por ação da gravidade.” (HOUAISS, 2009, p. 600).

destacam no mercado produtor e consumidor são a biomassa de materiais orgânicos (resíduos de madeira, óleo vegetal ou lixo), como o bioetanol (ésteres de óleo vegetal, produzido a partir da fermentação da sacarose), e o biodiesel (lipídios orgânicos ou óleos vegetais). (MENEGUETTI, 2013, p. 73)

Ainda mais porque vem aumentando o interesse e o consumo de energias renováveis, muito embora o REN21 (2012, p. 21) informou que o consumo de energia no mundo consiste em 78,4% no consumo de combustíveis fósseis, 2,6% é proveniente de energia nuclear e, 19% de fontes renováveis, sendo que a tradicional biomassa corresponde a 9%; e, 10% das modernas fontes renováveis, em que a biomassa, a energia solar e a geotérmica correspondem a 4,2%; hidrelétricas 3,8%; eólica, solar, biomassa e geotérmica, 1,2%; e os biocombustíveis apenas 0,8%.

Segundo esse relatório o uso de energias renováveis vem ganhando espaço no consumo de energia principalmente nos setores de produção de eletricidade, aquecimento, transportes e energia para as zonas rurais, os quatro principais setores de consumo. No entanto, os combustíveis fósseis mantem a dianteira do consumo pelo fato de serem mais baratos e de fácil disponibilidade para o mercado consumidor. (TAVARES, 2009, p. 2).

Com o aumento gradativo do uso das fontes renováveis, os biocombustíveis tem ganhado maior expressão, principalmente porque a capacidade global de produção aumentou de 15%, no ano 2000, para 30% até 2007, em destacam-se a energia fotovoltaica em 60%, a eólica em 28% e de biocombustíveis em 40% (RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY, 2007).

A aposta no uso de biocombustíveis reside nas suas características de baixa toxicidade, porque a emissão de gases como dióxido de carbono, o monóxido de carbono, hidrocarbonetos diversos, óxidos de enxofre e fuligem, é bem menor em relação aos lançados pelos combustíveis fósseis e biodegradabilidade (RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY, 2007). Além de favorecer o agronegócio com a inclusão de novas tecnologias e aumento de empregabilidade, principalmente os de primeira geração.

Numa análise ligeira não haveria inconvenientes em investir e utilizar biocombustíveis de primeira geração²⁶, mas a questão se mostrou problemática

²⁶ Como já foi mencionado, são aqueles obtidos a partir de espécies vegetais, como biodiesel de sementes oleaginosos a partir de óleo de nabo, óleo de girassol, óleo de colza, mamona, soja,

quando para incrementar o cultivo passou-se também a utilizar fertilizantes, pesticidas e herbicidas, além de grandes quantidades de água, avanço da fronteira agrícola exigindo grandes espaços de solo agricultável para produzir biomassa suficiente, degradação do solo e abandono das culturas tradicionais de produção de alimentos, fato este que vai repercutir na realidade social.

Assim, os três marcos da sustentabilidade não podem ser inteiramente atendidos, que consiste no equilíbrio entre as três realidades da tutela ambiental: preservação do meio ambiente, crescimento econômico e equidade social. Os custos de produção e uso dos recursos naturais caros à sobrevivência humana colocam os biocombustíveis de primeira geração quase que em paridade com os combustíveis fósseis em matéria de degradação ambiental. (TAVARES, 2009, p. 11)

O que se observa é que sem investimento, pesquisa científica, principalmente de iniciativa governamental, as práticas alternativas, porém não sustentáveis, reforçam a manutenção da estagnação da dependência de combustíveis fósseis em seus altos índices. Nesse aspecto, a pesquisa voltada para os biocombustíveis produzidos pela biomassa de microalgas, biocombustível de segunda geração, tem se mostrado uma alternativa promissora que merece um olhar diferenciado.

Boaventura Sousa Santos (2006, p. 777) ao refletir sobre a globalização hegemônica e contra hegemônica demonstrou a relação de dependência dos países periféricos em razão do conhecimento produzido pelos países ricos. Isto claramente se observa com a dependência de combustíveis fósseis, poluentes e inviáveis ambientalmente é proposto como a fonte energética do progresso, o que implica em crescimento econômico.

O Brasil demonstrou que com pesquisas com a cana-de-açúcar é possível criar um modelo de biocombustível menos poluente e que a experiência social admitiu esse combustível em seu mercado interno, muito embora a um custo elevado para essa inserção. E agora, essa produção científica desenvolvida em pesquisas nacionais que culminaram no Programa Pró Álcool que precisou ser diversificada com a inclusão de outras matrizes para produção de biocombustíveis, admitiu novas matrizes, mas não com o mesmo nível de investimento que o petróleo.

algodão, óleo usado (óleo de cozinha) ou o bioetanol proveniente do açúcar da beterraba, da cana-de-açúcar, milho e outros. (OLIVEIRA, 2011, p. 71)

Boaventura (2006, p. 778) ao demonstrar os conflitos da globalização hegemônica que transmite certa tradição científica e filosófica de modo a desconsiderar o conhecimento local, provoca o desperdício das ideias produzidas e perpetua a dependência, desperdiçando a experiência produzida pelos movimentos alternativos que são desacreditados pelo intrincado sistema proposto pela globalização neoliberal.

Por exemplo, no Brasil o investimento em biocombustível, apesar de ser o país que mais consome energia limpa no mundo (INTERNACIONAL ENERGY AGENCY, 2003), ainda centraliza seus recursos na extração de petróleo no pré-sal, que demonstrou ser muito oneroso financeiramente e depende de um longo período de pelo menos 15 anos para obter a produtividade esperada (ROQUE, 2013). Além do mais, a política energética brasileira pretende investir mais em exportação dessa produção, do que satisfazer o mercado interno.²⁷

1.3 - Microalgas: a nova fonte energética

Como se discutia anteriormente é interessante notar que uma das soluções para matéria-prima de biocombustíveis de segunda geração recaiu sobre as improváveis, simplórias e incrivelmente fartas na natureza, as microalgas.

Muito embora, sejam utilizadas para produção de alimentos naturais, funcionais humanos e ração para animais (aquicultura), cosméticos, condicionantes do solo, indústria química e farmacêutica e mais recentemente na produção de energia, dentre outras, a sua importância para a sobrevivência humana ultrapassa séculos de história, como os povos nativos do Chade (África), os astecas (lago Texcoco, México) alimentavam-se de produtos feitos com biomassa de *Spirulina spp. Bory, (Cyanophyceae)*. (DENER, 2006, p. 1.960).

1.3.1 – Algas: natureza e espécies

Algas são organismos fotossintéticos que surgiram há mais de dois bilhões de anos, primeiramente como organismos unicelulares responsáveis pela produção de

²⁷ Segundo a EIA, em 2035 a produção brasileira deverá alcançar seis milhões de barris por dia, que poderá coloca-lo na sexta posição mundial de produção de petróleo, a um custo anual de investimentos de 90 bilhões de dólares. (disponível em:< <http://veja.abril.com.br/noticia/economia/se-pre-sal-vingar-brasil-deve-se-tornar-grande-exportador-diz-aie>>. Acesso em: 14 jan. 2014).

oxigênio no hostil ambiente primitivo da terra. Pertencentes ao Reino Protista, em que estão inclusos os protozoários (heterótrofos) e as **algas inferiores (autótrofos ou fotossintetizantes)**, nas espécies euglenófitas, pirrófitas (dinoflagelados) e crisófitas (diatomáceas), estão organizadas em diferentes grupos protistas, mas que apresentam como características serem eucariontes²⁸ (autotróficos, heterotróficos e multicelulares) ou procariontes²⁹ (cianobactérias). (BICUDO, 2010, p. 49).

São encontradas no ambiente terrestre úmido e na água, doce ou salgada, vivendo sozinhas ou em colônias, em estrutura microscópica ou macroscópica³⁰. As microalgas que vivem em comunidades habitam o plâncton que nada mais é do que um grupo de seres vivos que vivem em suspensão nas águas, as quais formam o fitoplâncton, consideradas organismos produtores ou fotossintetizadores (mais de 90% da fotossíntese do planeta) que constituem a base da cadeia alimentar, como os dinoflagelados e as diatomáceas. O fitoplâncton convive com o zooplâncton formado pelos organismos consumidores ou heterótrofos, como os protozoários, pequenos crustáceos e larvas de invertebrados e de peixes. (BICUDO, 2009, p. 50)

No Brasil, estudos científicos produzidos por BICUDO (2010, p. 53) informam que há 5.614 de espécies de algas presentes no território nacional, sendo 3.689 epicontinentais, distribuídas nas 164 espécies de *Cyanophyceae*, 50 de *Rhodophyceae*, 10 de *Prasinophyceae*, 700 de *Chlorophyceae*, 875 de *Charophyceae*, 370 de *Euglenophyceae*, 42 de *Dinophyceae*, 20 de *Cryptophyceae*, 1200 de *Bacillariophyceae*, 10 de *Raphidophyceae*, 2 de *Prymensiophyceae*, 14 de *Chrysophyceae*, 40 de *Synurophyceae*, 62 de *Xanthophyceae*; e, 1.925 marinhas, catalogadas as espécies em 164 de *Cyanophyceae*, 455 de *Rhodophyceae*, 2 de *Prasinophyceae*, 223 de *Ulvophyceae*, 6 de *Euglenophyceae*, 296 de *Dinophyceae*, 653 de *Bacillariophyceae*, 2 de *Raphidophyceae*, 92 de *Phaeophyceae*, 27 de *Prymnesiophyceae*, 5 de *Dictyocophyceae*.

As algas epicontinentais são as que mais interessam ao estudo da

²⁸ Eucarionte do grego *eu* ou *eu*, "bom, perfeito"; e *kápuov* ou *karyon*, noz ou amêndoa, núcleo, são organismos vivos unicelulares ou pluricelulares constituídos por células dotadas de núcleo, distinguindo-se dos procariontes (grupo parafilético), cujas células são desprovidas de um núcleo bem diferenciado. (RIBEIRO NETO, 2009)

²⁹ Procarionte do grego *pro*, anterior, antes, primeiro, primitivo e *karyon*, noz ou amêndoa – núcleo, significa literalmente núcleo primitivo, são organismos unicelulares, na maioria, que não apresentam seu material genético delimitado por uma membrana, como as cianobactérias. (RIBEIRO NETO, 2009)

³⁰ Podem ser uni ou pluricelulares, formam os fitobentos (fixas no solo ou em rochas subaquáticas) em que alcançam vários metros de altura e podem reproduzir-se de forma sexuada, sem possuir raiz, caule ou folha. (BICUDO, 2010, p. 53)

algacultura, até porque o Estado de Goiás não é banhado pelo mar, não sendo o foco as algas marinhas. Nesse ponto há uma crítica substancial sobre a importância de se estudar a algacultura, porque antes de tudo é preciso conhecê-las. Nas regiões Sul e Sudeste possuem pesquisas muito mais amplas sobre as espécies de algas do que em qualquer outra região. Em segundo lugar, A região Nordeste que curiosamente possui estudos catalogando suas algas epicontinentais, apesar de não contar com a riqueza de recursos hídricos que as regiões Norte e Centro-Oeste possuem. (BICUDO, 2010, p. 57)

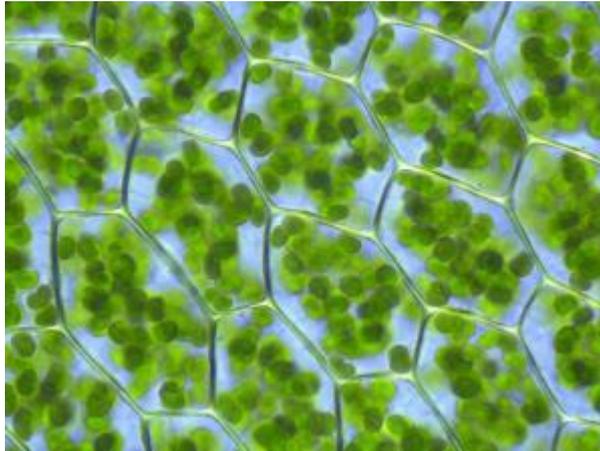
Na região Centro-Oeste foi catalogado espécies taxonômicas de algas sendo: 5 *Dinophyceae*, 92 *Chlorophyceae*, 14 *Charophyceae*, 4 *Cryptophyceae*, 6 *Chrysophyceae*, 98 *Euglenophyceae*, 3 *Synurophyceae*, 19 *Bacillariophyceae*, 46 *Cyanophyceae*, 11 *Xanthophyceae*. Destas estão presentes no cerrado 6 *Chrysophyceae*, 66 *Euglenophyceae*, 17 *Bacillariophyceae*, 19 *Charophyceae*, 4 *Cryptophyceae*, 41 *Cyanophyceae*, 9 *Xanthophyceae*, 4 *Dinophyceae*, 93 *Chlorophyceae*. (BICUDO, 2010, p. 55)

Em Goiás são encontradas espécies epicontinentais, das quais temos: 7 *Bacillariophyceae*, 4 *Chrysophyceae*, 27 *Euglenophyceae*, 3 *Dinophyceae*, 81 *Chlorophyceae*, 5 *Charophyceae*, 4 *Cryptophyceae*, 10 *Synurophyceae*, 10 *Xanthophyceae*, 151 *Cyanophyceae* (BICUDO, 2010, p. 57). Mas, ainda há uma precariedade de informações e conhecimentos sobre as microalgas utilizadas na agroenergia.

1.3.2 - Microalgas

Referiu-se anteriormente, que as microalgas são formas de algas de estrutura celular procarionte (*Cyanophyta* ou cianobactérias e *Prochlorophyta*) ou de estrutura celular eucariótica (*Chlorophyta*, *Euglenophyta*, *Rhodophyta*, *Haptophyta* ou *Prymnesiophyta*, *Heterokontophyta*, *Cryptophyta* e *Dinophyta*) que podem representar mais de 200 milhões de espécies, pois ainda não há um número preciso de espécies catalogadas pelos cientistas, apenas estimativas de sua diversidade. (DENER, 2006, p.1960).

Figura 02: Microalgas cianofíceas (procariônticas)



Fonte: Portal *Net Nature*³¹.

Estes organismos de estrutura simples ainda possuem a particularidade de serem encontrados em grande quantidade na natureza e de possibilidade de cultivo em sistemas de produção. Podem ser utilizados cultivos a céu aberto, dependendo das fontes naturais de iluminação e temperatura ou em tanques de concreto, ou de fibra de vidro, policarbonato, com fundo de terra ou revestidos com material plástico ou em fotobiorreatores, estes possuem índices de alta produtividade de biomassa. Isto ocorre porque as condições de cultivo são controladas, como a quantidade de nutrientes, temperatura, iluminação e etc. Desta forma a algacultura alcança os padrões de eficiência na produtividade em escala comercial, principalmente no que tange ao biocombustível. (DENER, 2006, p. 1961).

Por serem organismos precursores da vida no planeta Terra seu sistema biológico unicelular teve que se adaptar às condições climáticas mais adversas, desta forma, consegue absorver energia solar com mais eficiência que as plantas terrestres, crescem mais rapidamente o que pode ocorrer em algumas espécies em até 24 horas, o que significa que possuem uma taxa de crescimento maior que qualquer planta terrestre, o que gira em torno de cinquenta vezes mais rápido. E ainda, não possuem folhas, caules ou raízes para serem retirados para recolher a parte produtora de biomassa, não dependem da sazonalidade das culturas de grãos, sobrevivendo em condições climáticas adversas, além do que o ciclo de vida da maioria das microalgas dura apenas algumas horas. (DENER, 2006, p. 1962)

³¹ Disponível em:< <https://netnature.wordpress.com/2011/01/25/1-origens-da-vida/>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

Mas, o aspecto mais interessante nestes organismos é a quantidade de biomassa lipídica que são capazes de conter. Pode variar de 1 a 40% do peso seco, e dependendo das condições de cultivo chegam a 85%. (DENER, 2006, p. 1962).

1.3.3 - Aspectos fisiológicos e bioquímicos das microalgas

As microalgas possuem vantagens em relação às plantas terrestres como já foi dito, principalmente no aproveitamento da conversão da luz solar pela fotossíntese de seis a doze vezes maiores que as plantas terrestres. (TAVARES, 2009, p. 17). Mas, como as plantas terrestres, as algas são organismos que necessitam de água, luz, nutrientes inorgânicos e gás carbônico.

A particularidade está em possuírem diferentes modalidades de nutrição (trófica), dentre os quais se tem as autotróficas ou fototróficas³² que produzem seu próprio alimento através da fotossíntese³³ ou quimiossíntese³⁴ a partir da fixação de gás carbônico; as heterotróficas ou fagotróficas não conseguem produzir seu próprio alimento e necessitam de organismos autótrofos ou heterotróficos para sobreviver; e, as mixotróficas, que utilizam tanto gás carbônico quanto fontes orgânicas para se nutrir. (CRUZ, 2011, p. 22).

As microalgas possuem uma estrutura celular bastante simples: primeiramente, na maioria das espécies, possuem em sua composição química proteínas, carboidratos, lipídios/ácidos graxos, clorofila e carotenoides; e, em segundo não possuem lignina ou lenhina que confere rigidez, impermeabilidade e resistência e a celulose presente nas células dos vegetais superiores ou terrestres. Desta forma, não precisa de tratamento ácido usado para extração de óleos vegetais de grãos, o que reduz os custos da produção de biomassa para biocombustíveis. (TAVARES, 2009, p.17).

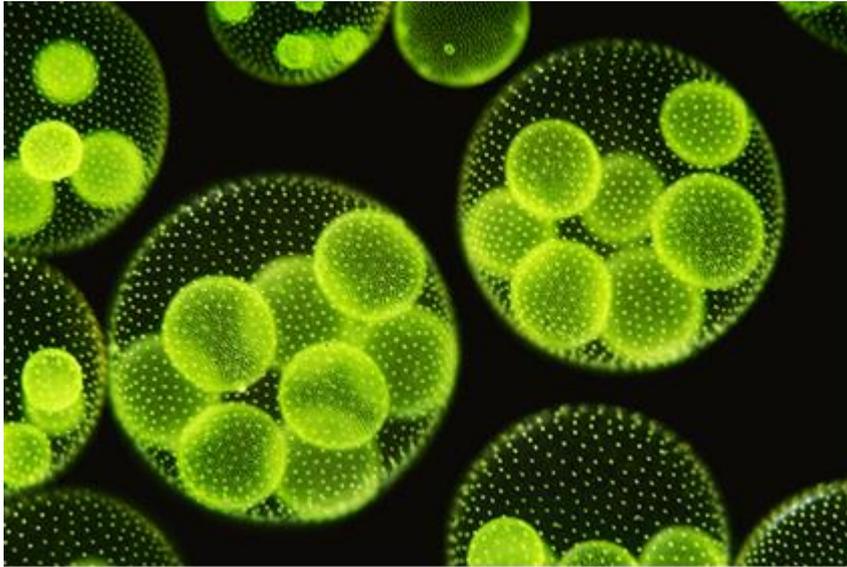
Mas, a diversidade de espécies é tão grande que se utiliza para caracterizá-las os pigmentos (verde, azul etc.), os produtos resultantes da fotossíntese ou quimiossíntese, flagelos, composição química da parede celular, presença de núcleo celular e ciclo de vida e reprodução.

³² Estão nesta modalidade as cianobactérias, algumas algas e plantas. (CRUZ, 2011, p. 20)

³³ Fotossíntese é a "síntese de moléculas orgânicas a partir do dióxido de carbono atmosférico e da água, utilizando a luz como fonte de energia". (HOUAISS, 2009, p. 923)

³⁴ Quimiossíntese é a "síntese de compostos orgânicos a partir do dióxido de carbono, graças à utilização da energia derivada de reações químicas". (HOUAISS, 2009, p. 1595)

Figura 03: Microalgas clorofíceas (eucariômicas)



Fonte: Portal Brasil Escola.³⁵ (FOGAÇA, 2012)

Logo, é necessário selecionar a espécie mais adequada às condições do local que se pretende fazer o cultivo, mesmo considerando que o sistema de produção pode ser manipulado e direcionado com a inserção de materiais inorgânicos que potencializam a produção. Sabe-se que a quantidade de gás carbônico, principal alimento das microalgas autotróficas, presente no ar atmosférico é de 0,03%, por isso pode-se instalar sistemas de produção próxima às indústrias com alta produtividade desse gás³⁶. Podem ainda ser inseridos nutrientes como o nitrogênio ou nitratos de custo relativamente baixo (US\$1,4 Kg) e fósforo. (CRUZ, 2011, p. 23). Desta forma, facilita a produção de algas em ambientes não aráveis. As desvantagens estão na dependência de luz solar e riscos de contaminação da água.

No entanto, não impede que se utilizem as algas heterotróficas nos sistemas de fermentação tradicional como a cana-de-açúcar rica em nutrientes e carbono, ou utilizando a água do mar, esgotos e efluentes industriais.

1.3.4 - Sistema produtivo da algacultura para geração de biocombustível

Pensar em sistemas produtivos de microalgas para produção de

³⁵ Disponível em: <

<http://www.brasilecola.com/upload/conteudo/images/7f9d3c2079ef29054ac78670166fc051.jpg>>.

Acesso em 13 set. 2012.

³⁶ Pesquisas demonstraram que a cada 100 toneladas de biomassa de microalgas, estas fazem a captação de 180 toneladas de gás carbônico. (CRUZ, 2011, p. 21)

bicombustíveis não é algo resultante de pesquisas recentes, na verdade, desde a década de 1950 já se utilizava o gás carbônico (CO₂) resultante da queima de combustíveis fósseis para estimular o crescimento das microalgas que seriam utilizadas em larga escala. O Japão, em 1960, foi um dos primeiros países a utilizar o gênero *Chlorella* nesse sentido.

De 1978 a 1996, os Estados Unidos promoveu pesquisas com o programa *Aquatic Species Program* (ASP), pelo *National Renewable Energy Laboratory* (NREL), com mais de 3.000 espécies de microalgas, das quais 300 serviriam como fonte de matéria-prima para produção de biodiesel, no entanto, a conclusão dos estudos indicou que o custo da produção inviabilizava a produção de biocombustíveis de microalgas, pelo fato de que a tecnologia utilizada na época e a impossibilidade de utilizar águas residuais não tornariam aptas a substituir plenamente o uso dos combustíveis fósseis. (TAVARES, 2006, p. 17)

Mas, das microalgas é possível extrair cem vezes mais óleo que a soja, a vedete do agronegócio brasileiro, e outros grãos, devido à sua estrutura celular lipídica. Numa análise comparativa, a Tabela 01 demonstra a capacidade de produção das microalgas por hectare equivalente à mesma ocupada pelos grãos.

TABELA 1: Produção por oleaginosa de biodiesel.

Matéria-prima	Rendimento em óleo (litros/hectare)
Milho	172
Soja	446
Canola	1190
Jatropha	1892
Coco	2689
Palma	5950
Microalgas (70% óleo na biomassa seca)	136900
Microalgas (30% óleo na biomassa seca)	58700

Fonte: (TAVARES, 2006, 17)

O sistema produtivo de microalgas abrange o cultivo, a colheita e o processamento da biomassa a partir da espécie selecionada com a inclusão de aditivos que aumentem a produtividade. Assim, as formas de cultivo compreendem

os sistemas abertos e os sistemas fechados. Em ambos é necessária a exposição à luz, fornecimento de dióxido de carbono, água, sais orgânicos e temperatura entre 20° e 30° C, obviamente dependendo da espécie. (TAVARES, 2006, p. 18)

Os sistemas de cultivo abertos ou “*raceways*” são feitos em reservatórios naturais, como em lagos, lagoas e represas, ou, em reservatórios artificiais utilizando tanques construídos para este fim. (TAVARES, 2006, p. 18)

As lagoas são utilizadas para produção comercial desde a década de 1950 em razão do baixo custo, não havendo a necessidade de criar uma infraestrutura mais elaborada como a dos fotobiorreatores e de operacionalização simplificada. Todavia, como é mais suscetível às intempéries ambientais, como pouca exposição de ao CO₂, contaminação por microorganismos predadores, pouca agitação da água; e, climáticas, exposição à luz, algumas espécies possuem alta densidade o que não permite que a luz as atinja satisfatoriamente, salinidade, PH esse sistema pode apresentar desvantagens quanto à produtividade. (TAVARES, 2006, p. 20)

Além do mais, as pesquisas demonstraram a necessidade de fornecer nutrientes inorgânicos ou orgânicos, dependendo da espécie de microalga, autótrofa ou heterotrófica ou mixotróficas. (CRUZ, 2008, p. 27)

Figura 04: Sistema aberto de microalgas em lagoa, Melbourne, Flórida, EUA.



Fonte: Portal Greentechmedia. (KANELLOS, 2010)³⁷

Os reservatórios artificiais construídos em tanques abertos tem sido outra

³⁷ Disponível em: <<http://www.greentechmedia.com/articles/tag/petroalgae>>. Acesso em: 13 set. 2012.

alternativa para o cultivo de microalgas em sistema aberto. Geralmente são tanques construídos com tijolos e concreto nas paredes e no fundo solo batido ou revestido com filme plástico ou geomembrana. A geomembrana diminui a contaminação, percolação (extração da biomassa) e agitação de partículas de terra que acabam por sombrear as microalgas impedindo a passagem de luz, muito embora não tenha aumentado a produtividade. (CRUZ, 2011, p. 28).

Figura 05: Maior fazenda de microalgas do mundo, Kailua-Kona, Hawaii, EUA.



Fonte: Portal da Cyanotech.³⁸

No Brasil, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte em parceria com a Petrobrás Biocombustíveis está desenvolvendo o projeto “Cultivo de microalgas para a produção de biocombustíveis” para a produção em larga escala de dez espécies de microalgas no Centro Tecnológico de Aquicultura (CTA), Fazenda Samisa, no município de Extremoz, Rio Grande do Norte. (LIMA, 2013)

Segundo a Planta Piloto do projeto, foram construídos tanques fotobiorreatores com capacidade útil de quatro mil litros de armazenagem, numa área com mais de três mil metros quadrados. Nos laboratórios são dispostos garrafões de até 20 litros, o que gera uma produção de 500 quilos de biomassa por mês, quantidade suficiente para fabricar aproximadamente dois mil litros de biodiesel. (LIMA, 2013).

³⁸ A fazenda de algas apontada na figura 5 é de propriedade da empresa *Cyanotech* e possui 85 tanques *raceways* dispostos em 85 hectares. Disponível em: <<http://www.cyanotech.com/>>. Acesso em: 20 jan.2014.

Figura 06: Tanque de microalgas em Extremoz, Rio Grande do Norte.



Fonte: Portal da Petrobrás³⁹

Estes tanques são geralmente rasos, entre 15 e 20 cm de profundidade, construídos em forma de pista (raceway) agitados por rodas de pás podem ser agitados por rodas de pás para promover a deposição da biomassa no fundo do tanque, também há o fornecimento de CO₂ através de bolhas por um dispersor, ou pelo mecanismo de carbonação contracorrente, bolhas desse gás injetadas em uma coluna com meio de cultura. (CRUZ, 2011, p. 30).

A desvantagem dos tanques abertos consiste nas perdas pela evaporação, riscos de contaminação, poluição e difusão de gás carbônico para a atmosfera, requerem grandes áreas de cultivo, crescimento lento da biomassa, (CRUZ, 2011, p. 26), ainda assim, são baratos e de fácil operacionalização e passíveis de expansão, muito embora a técnica pareça rudimentar, é a mais usada nos Estados Unidos, Israel e China, pois não precisa de constantes limpezas e esterilizações.

A segunda forma de cultivo, considerada mais moderna, é a utilização de sistemas fechados através de estruturas denominadas fotobiorreatores fechados, que admitem estruturas de fotobiorreatores de sacos, fotobiorreatores de placas planas, de colunas *airlifts*, de tanque agitado e fotobiorreatores tubulares. A ideia desenvolvida em laboratório e aplicada em projetos pilotos surgiu como resposta aos problemas dos sistemas abertos, tendo em vista a possibilidade de controlar melhor

³⁹ Disponível em: <<http://sites.petrobras.com.br/minisite/petrobrasbiocombustivel/o-que-fazemos/>>. Acesso em: 13 jun.2014.

as condições de cultivo, sem contaminações, com o objetivo de aumentar a produtividade, utilizar mais espécies de microalgas e produzir o ano inteiro, mas são mais caros para construir, operacionalizar e manter. (CRUZ, 2011, p. 27)

Figura 07: Fotobiorreator tubular fechado, Curitiba, Paraná, Brasil.



Fonte: Portal do NPDEAS - 2011⁴⁰

A figura 7 mostra um fotobiorreator tubular construído no Brasil, pelo Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Energia Autossustentável (NPDEAS, 2011) da Universidade Federal do Paraná, que começou a funcionar em agosto de 2011, cujo objetivo é voltado para a obtenção de biodiesel de microalgas e a tecnologia de modelagem de fotobiorreatores compactos.

Os fotobiorreatores de sacos são aqueles construídos com sacos plásticos transparentes suportados por uma estrutura metálica. Os fotobiorreatores de placas planas são formados a partir de placas finas que se movimentam em direção à luz solar. Os fotobiorreatores de colunas *airlifts* consistem em estruturas dispostas em duas zonas, uma em que se inserem gases e na outros líquidos, promovendo a movimentação ascendente e descendente. O fotobiorreator de tanque agitado usa-se energia para ativar a movimentação das algas. E fotobiorreatores tubulares formado por tubos de plástico, de acrílico ou de vidro posicionados na horizontal, vertical ou inclinados com diâmetro de até 10 cm para obter a maior exposição à luz solar, cuja movimentação se faz por bombas ou injeção de gás carbônico. (GUIMARÃES, 2012, p. 43-45)

O uso de fotobiorreatores ainda possui o desafio de ser viável comercialmente

⁴⁰ Disponível em: <<http://npdeas.blogspot.com.br/2011/06/os-fotobiorreatores-do-npdeas.html>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

para a produção de biodiesel em larga escala, atualmente é mais cômodo utilizá-lo para indústria farmacêutica, nutracêutica e cosmética. Outro fator consiste na dificuldade de promover a exposição à luz no meio de cultura, o custo com energia elétrica e fabricação do equipamento.

Figura 08: Instalação de fotobiorreatores no topo de prédios urbanos.



Fonte: Portal do Laboratório de Química do Estado Sólido da UNICAMP⁴¹

Nestes sistemas de cultivo, a colheita da biomassa das microalgas pode ser feita por centrifugação, flotação, floculação, filtração ou sedimentação por gravidade.

A centrifugação consiste em separar a biomassa da água que pode chegar a 90% de produto e com baixa umidade. É considerado o mais eficiente, mas também o mais dispendioso pela necessidade do consumo de energia e constante manutenção das centrífugas. (GUIMARÃES, 2012, p. 45)

A flotação consiste na injeção de ar na água, de modo que as células são arrastadas por micro bolhas formando uma espuma com alta concentração de biomassa à superfície, que é posteriormente removida. A desvantagem é custo para implantação de sistemas de injeção de ar. (GUIMARÃES, 2012, p. 46)

A floculação, por sua vez, requer a adição de floculantes químicos, como cloreto férrico, sulfato férrico e sulfato de alumínio, fazem com que as microalgas se

⁴¹Disponível

em: <http://lqes.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/lqes_news/lqes_news_cit/lqes_news_2009/lqes_news_novidades_1338.html>. Acesso em: 16 jun. 2014.

reúnem formando flocos que decantam ou sedimentam. (GUIMARÃES, 2012, p. 46)

A filtração é a utilização de um filtro ou membrana que através de alta pressão, filtram as microalgas. É utilizado principalmente nas espécies de microalgas de maior dimensão (>70 µm) e de custo relativamente baixo. (GUIMARÃES, 2012, p. 46)

O próximo passo após a colheita é a extração do óleo da biomassa de microalgas. O processamento de conversão da biomassa envolve processos mecânicos e processos químicos.

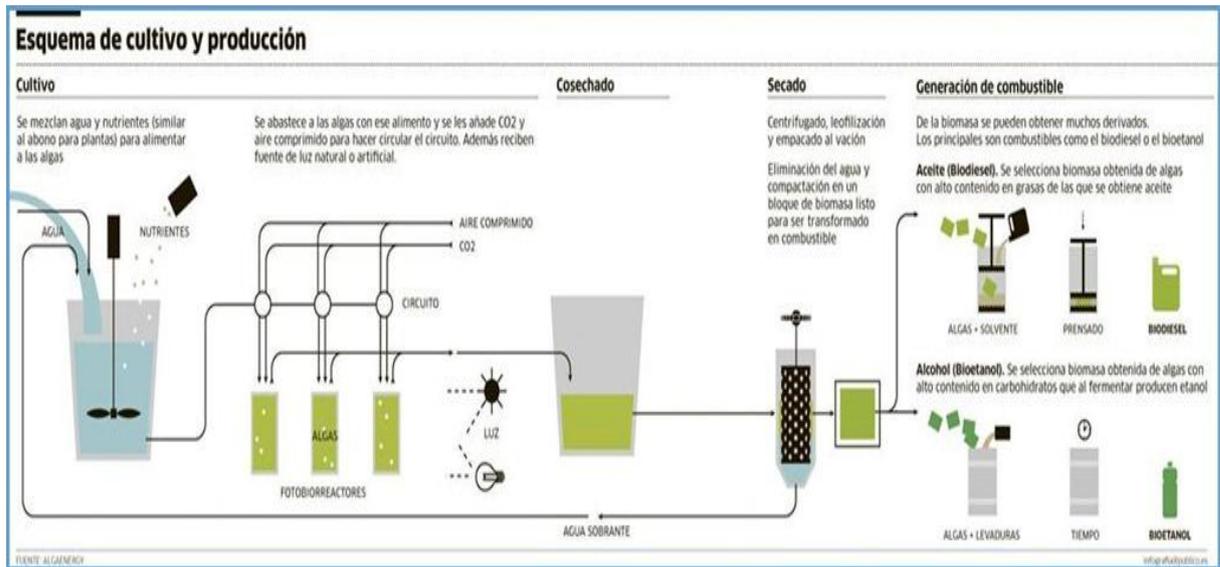
Os processos mecânicos usam **moinho** que são lâminas em forma de hélice que fazem a moagem das algas; **prensagem**, que consiste na compressão provocando esmagamento; **autoclave** que essencialmente é um processo de aquecimento e secagem; e, **cavitação ultrassom** que são vibrações que geram a ruptura celular. (GUIMARÃES, 2012, p. 47)

Os processos químicos podem ser **bioquímicos**, como a fermentação (reação química enzimática sobre o açúcar das microalgas), a digestão anaeróbica (organismos degradam a matéria orgânica da biomassa) e a transesterificação (conversão de triglicerídeos através da atuação de um catalizador e reagem com um álcool, produzindo ésteres de ácidos gordos e glicerina); e **termoquímicos**, como a gaseificação (secagem por aquecimento, pirólise, combustão ou queima, reação entre carbono e oxigênio para formar monóxido de carbono e hidrogênio), liquefação (conversão de gás em líquido), pirólise (decomposição térmica pelo aquecimento de biomassa a altas temperaturas, sem oxigênio, formando líquidos, gases e cinzas), e hidrogenação (adição de hidrogênio, com ou sem uso de catalisador). (GUIMARÃES, 2012, p. 48)

O problema é que para utilizar esses processos faz-se necessário um tratamento anterior de desidratação da biomassa, para o qual se usa a liofilização⁴², processo este moroso e dispendioso. (GUIMARÃES, 2012, p. 48)

⁴² Liofilização é a “desidratação de substâncias realizada em baixas temperaturas”. (HOUAISS, 2009, 1185)

Figura 09: Sistema de cultivo de microalgas.



Fonte: Portal Bioreactorcrc. (TORRES, 2011)⁴³

As pesquisas ainda não definiram qual dos sistemas de extração de biomassa de microalgas é o mais eficaz, porque há etapas de processamento que ao ser escolhidas geram mais custo financeiro para o produtor tornando o produto caro ao mercado consumidor. Atualmente, as pesquisas estão direcionadas em conversão de biomassa sem que haja a desidratação completa, principalmente aqueles utilizados em processos termoquímicos, como a gaseificação, liquefação, pirólise e hidrogenação. (TAVARES, 2009, p. 21)

Muitos aspectos ainda são obscuros e carentes de tecnologia que possam colocar a algacultura de biocombustíveis como a fonte renovável de biocombustível mais promissora para substituição dos combustíveis fósseis. O fator econômico pode mitigar o interesse em investir em pesquisa ou criar fazendas com produção em larga escala. O que se faz necessário direcionar a discussão para a viabilidade econômica e a possibilidade de iniciar projetos dessa natureza em Goiás.

⁴³ Disponível em: <http://bioreactorcrc.wordpress.com/2011/>. Acesso em: 25 fev. 2014.

CAPÍTULO 2

A PRODUÇÃO AGROENÉRGICA DA ALGACULTURA SOB O ENFOQUE DA ECONOMIA VERDE

A produção agroenergética tem sido o foco das ações governamentais, principalmente com a certeza da escassez dos combustíveis fósseis, que se pautam em promover a transição do uso desta matriz energética para fontes renováveis.

Assim, algumas ações como o Plano Nacional de Agroenergia, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento e o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, do Ministério do Meio Ambiente, traduzem algumas das políticas governamentais criadas levando em consideração que o Brasil está na vanguarda do uso de biocombustíveis dentre as fontes de sua matriz energética, pois já usa 46% de fontes renováveis, enquanto o mundo utiliza apenas 15%, segundo o Anuário Estatístico de Agroenergia (MAPA, 2009, p. 5). Obviamente que o líder do setor é a produção alcooleira iniciada em 1975 com o Programa Proálcool.

Para entender a relação da vocação agrícola brasileira e em especial goiana, é necessário observar como historicamente houve avanços e regressos até chegar à formatação do atual lucrativo agronegócio brasileiro.

2.1 - Breve cenários históricos do desenvolvimento agroeconômico brasileiro

O Brasil, com suas fartas e diversificadas riquezas naturais, acabou por enveredar sua atividade econômica no setor agropecuário e de extração de minérios, compondo uma história construída às expensas da natureza.

Desde 1530, no início da colonização, quando se inicia a exploração econômica brasileira, destacava-se a produção agrícola, principalmente de cana-de-açúcar no Nordeste, a qual sobreveio à exploração de jazidas de ouro e diamantes em Minas Gerais, caracterizada pela predação da natureza logo esgotadas no final do século XVIII. A crise que se instalou só viria a ser amenizada no século XIX, com o plantio do café, algodão, cacau na agricultura, e carne e couro na pecuária. (FURTADO, 2007, p. 13-14)

O Estado de Goiás não foge a essa regra, iniciou sua história pela busca do ouro em 1682, pelo bandeirante Francisco Bueno, tornando-se capitania em 1748. Mas, em 1780 as jazidas já haviam se esgotado também, iniciando-se o processo de

ruralização da sua economia. Nesse período, a agricultura era basicamente de subsistência não havia mercado consumidor ou ainda escoamento da produção, devido à ausência de um sistema viário. Desta forma, até o século XIX Goiás viveu um período de pobreza e isolamento geográfico. (BARBOSA et ali, 2005, p. 59).

Esse período foi de suma importância em razão da presença família real no Brasil, em 1808, que promoveu a abertura dos portos brasileiros para o mercado externo, com a construção de portos e infraestrutura viária (FRUTADO, 2007, p. 142). Em Goiás desenvolve-se a pecuária que mudou a situação gerada pela dependência da produção agrícola de subsistência, isto é, houve um grande número de migrantes para esta região. (BARBOSA et ali, 2005, p. 63).

A vastidão territorial, a qualidade do solo e a fartura de recursos hídricos⁴⁴ reforçaram no Brasil a ideia de que as forças produtivas deveriam se concentrar na agricultura, retardando o processo de industrialização também necessário para amparar a produção agroexportadora. (FURTADO, 2007, p. 164) Além do mais, desde o século XVIII se seguia a ideia de que a riqueza vem da terra⁴⁵, em que se uniam as forças da natureza e do homem para produzir um excedente líquido. (ABBOT, 2013, p. 39)

A grande Depressão que atingiu a economia mundial, devido à quebra da Bolsa de valores de New York, nos Estados Unidos, em 1929, também desbancou o principal produto de exportação brasileiro, o café, que viu seu preço e de outros produtos exportados decair. Contudo, por outro viés, estimulou o Brasil e retomar um processo de industrialização para tornar sua economia mais autônoma, diante da desordem mundial. (FURTADO, 2007, p. 251)

A industrialização brasileira buscou estabelecer-se em setores considerados estratégicos, como aço, minas e energia e petróleo. Assim, com Getúlio Vargas, em 1941, durante a ditadura do Estado Novo (1937-45), em parceria com a empresa americana US Steel⁴⁶, criou a Siderurgia de Volta Redonda (RJ), inaugurada em 1945. Em seguida, implantou-se no segundo governo de Vargas (1951-1954), no

⁴⁴ O Brasil possui 12 regiões hidrográficas, contudo 80% da disponibilidade hídrica estão na região hidrográfica da Amazônia. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index.html>. Acesso em 23 abr. 2014.

⁴⁵ François Quesnay defendia o valor da agricultura e ajudou a criar a escola francesa fisiocrata. (ABBOT, 2013, 39)

⁴⁶ O Presidente norte-americano Franklin Delano Roosevelt emprestou ao Brasil US\$ 20 milhões de dólares para construção da Siderúrgica de Volta Redonda. (FURTADO, 2007, 312)

setor de minas, a Companhia Vale do Rio Doce, e de energia, a Petrobrás (1953). (FURTADO, 2007, p. 263)

A exploração do petróleo pelo Estado foi defendida na campanha “O petróleo é nosso!” com o fim de tornar o Brasil independente economicamente do capital externo. Mas, o Estado e o empresariado nacional não tinham dinheiro suficiente, muito menos tecnologia, para explorá-lo, surgindo o debate de quem deveria fazê-lo: a iniciativa privada ou o Estado. Prevaleceu esta última opção com a criação da empresa estatal brasileira, Petrobrás. (FURTADO, 2007, p. 264)

No governo de Juscelino Kubitschek (1956-60) ocorreu a presença estatal na construção de Brasília e das Brás (infraestrutura) e acelerou-se a política da “substituição das exportações” pela produção industrial interna, financiada pelo capital estrangeiro, como exemplo atraindo as montadoras de automóvel e as multinacionais. (FURTADO, 2007, p. 266)

Em 1964, com a queda do governo de João Goulart, instaurou-se no Brasil o regime militar, que economicamente, apoiavam-se numa base composta pelas empresas nacionais privadas, as corporações multinacionais e as empresas estatais, com investimentos em infraestrutura, hidrelétricas, energia atômica, ponte Rio-Niterói, Transamazônica. No governo Médici e ainda com o crescimento das empresas do Estado, fez com que o país atingisse a posição da 8ª economia do mundo capitalista, a economia brasileira então era pautada no intenso intervencionismo estatal. (FURTADO, 2007, p. 267)

Em razão das pressões internacionais e da crise interna, não tardou, na década de 1990, a adoção de medidas pelo governo para abertura econômica global e ainda a privatização das empresas estatais, que eram mais de 500, atraindo novos investimentos estrangeiros para fomentar a inclusão do Brasil no mercado de exportações internacionais. (FURTADO, 2007, p. 320)

É interessante notar como o Brasil em todo seu processo histórico utilizou o potencial de seus recursos naturais desde o seu descobrimento até os dias atuais para promover o seu crescimento econômico, seja marcado por um forte intervencionismo estatal ou por investimentos tanto em infraestrutura, quanto na industrialização, seja pela atuação da iniciativa privada, o fato é que as perspectivas futuras apontam uma liderança mundial no âmbito do crescimento do agronegócio brasileiro, principalmente no setor da agroenergia.

2.2 - A evolução da produção rural brasileira

O Brasil, como foi dito, tem um longo histórico como produtor agrícola de alimentos e que viveu momentos de regressão e ascensão até chegar ao que é hoje - o alicerce de sua economia. Sob o formato de agronegócio, termo adotado na década de 1990, consiste numa maneira de conceber a produção rural de maneira sistematizada e em cadeias inter-relacionadas com setores industriais. Assim, a doutrina conceitua o agronegócio como,

Conjunto de todas as operações e transações envolvidas desde a fabricação dos insumos agropecuários, das operações de produção nas unidades agropecuárias, até o processamento e distribuição e consumo dos produtos agropecuários *in natura* ou industrializados. (ARAÚJO, 2010, p. 5)

Assim, a produção agrícola colocada sob a perspectiva do agronegócio, passa a ser entendida como um segmento econômico, com uma visão sistêmica das cadeias produtivas, seja nos sistemas agroalimentar ou nos sistemas não agroalimentar. Ou seja, envolve os setores “antes da porteira ou a montante da produção agropecuária” (fornecedores de insumos e serviços); “dentro da porteira ou produção agropecuária” (atividade produtiva que envolve o manejo do solo, plantio, irrigação, colheita etc.); e, “após a porteira ou jusante da produção agropecuária” (armazenamento, beneficiamento, industrialização embalagens, distribuição, consumo da biomassa). (ARAÚJO, 2010, p. 9-10)

O Brasil sempre teve forte tradição na produção agropecuária, mas o século XX mostrou uma realidade importante, pois com a crescente industrialização experimentada desde os anos 1930, o campo sofreu com o êxodo rural, e carecia reformular-se. Assim, entre 1940 e 2010, temos os seguintes dados (ARAÚJO, 2010, p. 4):

TABELA 2: Êxodo rural entre 1940-2010.

Anos	Pop. Total (milhões)	Pop. Urbana (milhões)	Pop. Rural (milhões)	Rural/total (%)	Urbana/total (%)
1940	41,1	13,0	28,2	68,45	31,55
1950	51,9	18,8	33,1	63,78	36,22
2000	170,1	138	32,1	18,87	81,13
2010	192,3	163,4	28,9	15,03	84,97

Fonte: Portal do IBGE.⁴⁷

A população rural em 1940, segundo a Tabela 2, era praticamente o dobro da urbana, quando a realidade do campo era outra e a base da economia brasileira era a produção agrícola. O campo sofreu com o êxodo rural e a população urbana aumentou, porque nestas áreas que se concentrava a produção industrial e captava mais mão- de-obra. No século XXI, observou-se um salto de mais de 100% de crescimento da população urbana em relação à rural devido a fatores econômicos, sociais, culturais e institucionais. Na verdade a população rural é a mesma de 1940, mas a produção aumentou devido às novas tecnologias que incrementaram a produção rural.

A saída do homem do campo na segunda metade do século XX tem um fator socioeconômico importante, porque estar no meio rural e sobreviver dele significava atraso, dado o passado de crises, enquanto a industrialização era indício de modernidade, quando se refere a pequenos produtores. Mas, os incrementos da tecnologia e de fatores institucionais de investimento modificaram essa realidade do meio rural. Ou seja, o intervencionismo estatal por meio de políticas públicas de incentivo, principalmente na década de 1970, promoveu o um novo fôlego para a agricultura. (ARAÚJO, 2010, p.5)

O novo meio rural do século XXI, concebido sob o modelo agroindustrial, apresenta-se com grandes safras com avanço da fronteira agrícola e beneficiamento industrial dessa produção, como se observa a diversidade de produtos agrícolas e a área utilizada na Tabela 3, segundo dados do IBGE:

TABELA 3: Área cultivada de produção agrícola de 2013/2014 no Brasil.

Produtos Agrícolas	Área (ha)		
	Colhida safra 2013	A ser colhida safra 2014	Variação %
Total	67 758 334	71 227 618	5,1
Algodão herbáceo (em caroço)	939 093	1 128 520	20,2

⁴⁷Disponível

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.shtm>. Acesso em 01 ago. 2014.

Produtos Agrícolas	Área (ha)		
	Colhida safra 2013	A ser colhida safra 2014	Variação %
Amendoim (em casca) - Total	107 992	108 626	0,6
Amendoim (em casca) 1ªsafra	99 130	99 587	0,5
Amendoim (em casca) 2ªsafra	8 862	9 039	2,0
Arroz (em casca)	2 348 956	2 356 056	0,3
Aveia (em grão)	214 463	208 289	-2,9
Batata-inglesa – Total	128 432	130 730	1,8
Batata-inglesa 1ª safra	64 285	68 129	6,0
Batata-inglesa 2ª safra	41 391	41 181	-0,5
Batata-inglesa 3ª safra	22 756	21 420	-5,9
Cacau (em amêndoa)	690 217	712 053	3,2
Café (em grão) – Total	2 038 757	1 984 244	-2,7
Café (em grão) – arábica	1 575 735	1 524 476	-3,3
Café (em grão) - canephora	463 022	459 768	-0,7
Cana-de-açúcar	9 835 169	9 915 301	0,8
Cebola	55 094	54 986	-0,2
Cevada (em grão)	85 369	92 724	8,6
Feijão (em grão) – Total	2 831 008	3 267 802	15,4
Feijão (em grão) 1ª safra	1 403 013	1 775 465	26,5
Feijão (em grão) 2ª safra	1 221 735	1 311 991	7,4
Feijão (em grão) 3ª safra	206 260	180 346	-12,6
Laranja	707 661	714 319	0,9
Mamona	43 115	58 755	36,3
Mandioca	1 525 441	1 592 091	4,4
Milho (em grão) – Total	15 317 432	15 208 668	-0,7
Milho (em grão) 1ª safra	6 389 559	6 303 032	-1,4
Milho (em grão) 2ª safra	8 927 873	8 905 636	-0,2
Soja (em grão)	27 864 915	30 256 578	8,6
Sorgo (em grão)	772 893	693 703	-10,2
Trigo (em grão)	2 209 745	2 704 298	22,4
Triticale (em grão)	42 582	39 875	-6,4

Fonte: IBGE.⁴⁸

Esses números indicativos da grande produtividade também repercutiram nas importações. Segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (2013), a receita com exportação foi de US\$101,5 bilhões de dólares em 2013, gerando um superávit na balança comercial brasileira de US\$83 bilhões. De 2000 a

2013 o volume de exportações cresceu 230%. A região Sul do Brasil destaca-se como a maior exportadora agrícola, enquanto a região Centro-Oeste se destacou pela exportação de cereais, leguminosas e oleaginosas no percentual de 66% da produção; a Região Nordeste investiu e exportou mais cereais, leguminosas e oleaginosas, enquanto na Região Sudeste destacam-se os produtos da cana e sacarídeos. A Região Norte, por seu turno, exportou mais bovínica.

O Brasil cresce e investe no agronegócio, porque ao se somar fatores naturais como água⁴⁹, luz e solo em abundância e a atenção das políticas públicas voltadas para a pesquisa, neste caso as pesquisas desenvolvidas pela EMBRAPA e as parcerias desenvolvidas com as Universidades e com instituições particulares e empresas, viu-se um vertiginoso crescimento da produção, que, em muito se deve ao incremento de novas tecnologias, que é o diferencial, por exemplo, que coloca Estados Unidos e União Europeia no topo das maiores exportações. No entanto, não têm a possibilidade de expandir as fronteiras agrícolas de seus países e por ficarem em regiões de clima temperado, contam com as intempéries climáticas mais agressivas. (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2006)⁵⁰

O Brasil por seu turno é capaz de obter da mesma área de cultivo duas safras diferentes, como após da colheita da soja, planta-se milho, e ainda possui um potencial de terras agricultáveis de cerca de 150 milhões de hectares e explora menos de um terço dessa área. (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2006).

Não haveria espaço em tamanha diversidade para investimentos em agricultura no sistema do agronegócio brasileiro, e em especial em Goiás? O que se diz a realidade econômica e ambiental de Goiás?

2.2.1 - O quadro agroeconômico de Goiás

O Estado de Goiás que durante sua história experimentou o sucesso e o declínio da atividade mineradora e da agricultura e pecuária quase cíclicas, hoje

⁴⁹ O Brasil possui 3,607m³ de água armazenada em reservatórios artificiais por habitante, sendo o maior do mundo. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index.html>. Acesso em 23 abr. 2014.

⁵⁰ Dados do Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011, elaborado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

assenta sua produção de maneira diversificada na agricultura, pecuária⁵¹, mineração, metalurgia e produção de alimentos. Segundo dados do Governo de Goiás, a produção da agroindústria detém a dianteira, é o quarto produtor de grãos no Brasil, como se observa na Tabela 4.

TABELA 4: Principais produtos agrícolas produzidos em Goiás, no ano de 2012.

Principais Produtos Agrícolas - 2012*		
Produto	Quantidade (toneladas)	Participação Goiás/Brasil (%)
Cana-de-açúcar	58.348.797	8,64
Soja	8.385.097	12,76
Milho	8.230.149	11,51
Tomate	1.157.078	31,56
Sorgo	850.990	42,12
Algodão	351.014	7,10
Feijão	335.540	11,87
Abacaxi	103.807	6,29
Alho	35.753	32,98
Fonte: IBGE. Elaboração: Instituto Mauro Borges / SEGPLAN-GO Gerência de Sistematização e Disseminação de Informações Socioeconômicas – 2013. *Preliminar.		

Fonte: Portal SEGPLAN, Estatísticas Básicas Trimestrais do 1º. Trimestre de 2013. (2013, 10)

52

A produção do agronegócio goiano é bem expressiva e principalmente na cana-de-açúcar que alimenta a indústria sucroalcooleira, e, portanto, indicativa da propensão a investimentos em agroenergia.

Com uma extensão de 340.112 km² ⁵³, o Estado de Goiás possui em seu território 90% do bioma cerrado, o segundo maior do Brasil, que possui área total de 2.039.386 km², sendo que neste bioma há 1/3 da biodiversidade nacional e 5% da

⁵¹ É o terceiro maior rebanho do Brasil do 21,7 milhões de cabeças de gado. (ESTATÍSTICAS BÁSICAS TRIMESTRAIS, SEGPLAN, 2013, 10).

⁵² Disponível em: < <http://www.seplan.go.gov.br/sepin/down/1trimestre2013.pdf>>. Acesso em 14 jul. 2014.

⁵³ Área territorial brasileira por estado, segundo o IBGE. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/principal.shtm>>. Acesso em 13 mar. 2014.

flora e fauna mundiais⁵⁴, no entanto, 989,81 km² até 2010 já havia sido desmatados.⁵⁵

Ainda é banhado por três regiões hidrográficas: Araguaia/Tocantins, São Francisco e Paraná, cujos principais rios de médio e grande porte, são: Paranaíba, Aporé, Araguaia, São Marcos, Corumbá, Claro, Paranã, dos Bois, das Almas, Vermelho, Verdão e Maranhão, além das águas subterrâneas, e ainda conta com vários lagos e lagoas, que representam 1,6% do território.⁵⁶

Apesar de possuir um balanço hídrico considerado satisfatório, em razão da abundância de água, o uso consuntivo considerando a vazão de retirada é de 192,02 m³/s. Deste modo, 66% dessa água é utilizada para irrigação, cuja área que recebe essa irrigação representa 525.072 ha; 19% da água são para uso industrial; 8% para uso urbano; e, 7% para uso animal, segundo o relatório da Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil, elaborado pela Agência Nacional de Águas (2013, p. 11).

Em matéria de biocombustíveis o Estado de Goiás é o quarto maior produtor da região centro-sul de etanol, com 34 usinas sucroalcooleiras em atividade e 14 a serem implantadas, que produziram em 2012, 2,8 bilhões de litros de álcool. A produção de biodiesel conta com 03 usinas implantadas e 10 em processo de instalação.⁵⁷ As usinas construídas ou em fase de implantação estão dispostas na Tabela 5.

TABELA 5: Empresas goianas produtoras de biodiesel.

Empresa	Cidade	Capacidade autorizada de produção (litros/dia)	Capacidade autorizada de produção (milhões litros/ano)	Rota tecnológica	Fase
Binatural	Formosa	30	9	Metílica/etílica	Construída
Eco óleo	Chapadão do Céu	8	2,4	Etílica	Construída

⁵⁴ Dados obtidos no site do Governo de Goiás. Disponível em: <<http://www.goias.gov.br/paginas/conheca-goias/o-cerrado/>>. Acesso em: 23 jul. 2014.

⁵⁵ Dados obtidos do relatório de monitoramento do bioma cerrado 2009-2010, elaborado pelo Ministério do meio Ambiente em parceria com o IBAMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/arquivos/relatoriofinal_cerrado_2010_final_72_1.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2014.

⁵⁶ Dados obtidos no site do Governo de Goiás. Disponível em: <<http://www.goias.gov.br/paginas/conheca-goias/aspectos-fisicos/hidrografia>>. Acesso em: 23 jul. 2014.

⁵⁷ Dados obtidos no site da Agência Nacional do Petróleo. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=470>>. Acesso em: 23 jan. 2014.

Grandiesel ⁵⁸	Anápolis	333.333	100	Etílica/metílica	Construída
Allcotton ⁵⁹	Acreúna	380.00	114	Etílica/metílica	Em construção
Benz Oil	Senador Canedo	333.667	100	Etílica/metílica	Em construção
Bionasa	Porangatu ⁶⁰	7333,33	220	Etílica/metílica	Em construção
Bionorte ⁶¹	São Miguel do Araguaia	83	25	Etílica/metílica	Em construção
Caramuru	Itumbiara	366,7	110	Metílica	Em construção
Caramuru	São Simão	375	112,5	Metílica	Construída
Center Trading	Luziânia	375	112	Etílica/metílica	Em construção
Jataí Ecodiesel ⁶²	Jataí	330	100	Etílica/metílica	Em planejamento
Planalto biodiesel	Padre Bernardo	30	9	Etílica/metílica	Em construção
Usina Piloto ⁶³	UFG	-	-	Etílica	Sem autorização da ANP

Fonte: Portal da ANP.⁶⁴

Assim, é necessário entender que a sistemática das cadeias produtivas do agronegócio consiste na necessidade de fazer fortes investimentos em sistemas agroindustriais. A ideia é promover o encadeamento prospectivo ou retrospectivo que alimenta e realimenta outros setores produtivos, já que o crescimento desenvolvimentista propõe que as indústrias são viáveis quando juntas formam uma complexa rede de interações (ABBOT, 2013, p. 190-191).

Desse modo, não há resultados satisfatórios do cultivo de certa cultura sem antes contar com uma indústria fornecedora de insumos (sistema antes da porteira) e após uma rede de aproveitamento dessa biomassa (sistema após a porteira), além de um mercado consumidor para ela.

Por isso, o petróleo, cuja exploração constitui uma matriz energética mais barata, constitui o principal recurso propulsor da industrialização, ou seja, sua grande fonte energética. Usinas de produção de energia complementam as atividades das indústrias que atendem aos setores mais diversificados e, neste

⁵⁸ Matéria-prima: soja e nabo forrageiro.

⁵⁹ Matéria prima: soja e caroço de algodão.

⁶⁰ Matéria-prima: soja, girassol e gordura animal

⁶¹ Matéria prima: Pinhão manso, Girassol, Nabo forrageiro, Mamona e Sebo.

⁶² Matéria prima: algodão, soja e girassol.

⁶³ Matéria prima: rejeitos graxos da indústria e comércio de Goiás (FIEG e ACIEG) e de óleos de plantas nativas e introduzidas no Cerrado (23 espécies).

⁶⁴ Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=470>>. Acesso em: 23 jan. 2014.

complexo sistema de encadeamentos de indústrias os governos tem dado um grande impulso na inclusão da indústria da agroenergia. Investimento, por vezes, inviável ao setor privado, porque depende que esta produção seja comprada por outros setores industriais e nem sempre o preço é mais vantajoso que o petróleo. Assim, é importante avaliar a perspectiva da agroenergia como uma política pró-mercado e como uma alternativa sustentável e rentável.

2.3 - A Agroenergia

2.3.1 - A transição da matriz energética dos combustíveis fósseis para as energias renováveis

A inserção dos bicombustíveis como forma alternativa de fonte energética no decorrer do século XX comprovou que ainda se percorrerá um longo caminho até que os combustíveis fósseis possam ser substituídos pelas alternativas renováveis, o que vai depender sobremaneira de aspectos tecnológicos, políticas públicas ambientais, fatores econômicos e sociais.

É essencial para a transição da matriz energética fóssil para as fontes renováveis que as políticas públicas de incentivo à pesquisa e produção de bioenergia sejam o ponto inicial e fundamental para estimular o seu incremento, para chegar ao momento que o mercado paulatinamente assuma a consolidação desse produto.

No Brasil, programas de incentivo à agroenergia tem demonstrado o interesse governamental em investir na instalação de cadeias produtivas de matriz energética no agronegócio, como o Plano Nacional de Agroenergia e o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, e o Programa ABC (Agricultura de Baixo Carbono), bem como na produção de normas regulatórias e interventivas.

A lei n. 9.478/97 em seu art. 6º, inciso XXIV, define biocombustível como “combustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna ou, conforme regulamento para outro tipo de geração de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustível de origem fóssil.”.

Nesse mesmo sentido, as convenções internacionais, desde a Convenção do Rio de Janeiro, em 1992, provocaram a necessidade de viabilizar a eficiência tecnológica para obtenção de energia renovável a custo mais baixo e demonstraram

o interesse global de novas fontes renováveis reconhecidas como menos poluidoras, ainda mais porque há uma tendência a utilizar um percentual maior de energia pelos países em desenvolvimento que não será abarcada pelas reservas de combustíveis fósseis. Estima-se que seja 5TW de energia a serem utilizadas nos próximos quarenta anos. (PLANO NACIONAL DE AGROENERGIA, 2006, p. 54).

Os investimentos dos setores privados para produção de biocombustíveis em longo prazo tem atraído a atenção, principalmente em relação ao etanol, dado que a produção garante preços mais competitivos, devido à regulação e incentivos promovidos pelo governo.

Numa perspectiva otimista a demanda pela bioenergia crescerá invariavelmente, estima-se que de 1996 até 2020 ao consumo total de energia crescerá 78%, e a demanda para energia elétrica chegará a 92%, segundo o Departamento de Energia dos Estados Unidos, conforme dados da Tabela 6.

TABELA 6: Suprimento Mundial de Energia.

País	Suprimento primário de energia (TEP ⁶⁵)	Energia renovável (TEP)	Energia renovável (%)
Argentina	57,6	6,2	10,8
Austrália	115,6	6,6	5,7
Brasil	185,1	66,4	35,9
França	265,6	18,6	7,0
Alemanha	351,1	9,2	2,6
Reino Unido	235,2	2,5	1,1
Estados Unidos	2.281,4	99,1	4,3
Mundo	10.038,3	1.351,9	13,5

Fonte: Plano Nacional de Agroenergia, portal do MAPA/IEA (2009).

Assim, se não houve diversificação da matriz energética não haverá possibilidade de atender às necessidades de consumo. Neste aspecto a agricultura de energia tem sido a maior aposta como substituto sustentável para os combustíveis fósseis, o que o Brasil vem fazendo desde a década de 1970.

Segundo os dados da Tabela 6, o Brasil é quem mais utiliza energia limpa, isto é, 35,9% contra 13,5% do resto dos países do mundo, o que pode tornar o Brasil um líder mundial em biomercado. Além disso, possui uma extensa área aproveitável, em torno de 200 milhões de hectares distribuídas pelo Cerrado e o semiárido

⁶⁵ Tonelada Equivalente de Petróleo ou TEP é uma unidade de medida de energia determinada pela liberação de calor durante a combustão de uma tonelada de petróleo cru que corresponde a 42 GJ (giga joules) ou 11,630 MWh. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Tonelada_equivalente_de_petr%C3%B3leo>. Acesso em: 15 ago. 2014.

Nordestino, considerando a possibilidade da integração pecuária–lavoura, utilização das pastagens degradadas, das áreas de reflorestamento e das atualmente marginalizadas.

Além disso, pode-se utilizar “janelas produtivas”, pelo sistema de safra e safrinha (mamona e girassol), isto em razão da irradiação solar permanente, durante o ano todo, o clima tropical e subtropical que caracteriza a diversidade de clima e biodiversidade da flora, pode-se fazer opções de espécies vegetais (soja, girassol, dendê, mamona e canola, além de outras), em plantios intercalados, em diferentes regiões do Brasil. O que não é possível em países europeus, que só usam colza e beterraba e nos Estados Unidos que produzem apenas milho e soja, segundo o Plano Nacional de Agroenergia (2006, p. 51).

É inevitável que a demanda por biocombustíveis vá crescer na medida em que os combustíveis fósseis, principalmente o petróleo, comecem a tornarem-se mais dispendiosas a sua extração com a descobertas das novas reservas no pré-sal no Brasil e de xisto nos Estados Unidos, por isso é tão essencial que se discuta as novas fontes de energia, renováveis e limpas, que ainda precisam de grandes investimentos em pesquisa e fluxos de investimentos governamentais que estimulem essa transição, sem necessariamente intervir ou proteger a empresa nacional contra a concorrência, para que o mercado assimile e compre a ideia. Ou seja, o mercado decide onde investirá.

2.3.2 - A Produção de energias renováveis no Brasil: Plano Nacional de Agroenergia

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento criou o Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011 (2006, p. 11-12), considerando a possibilidade de crescimento do mercado agroenergético, a produção expressiva de biomassa e o aporte de novas tecnologias que possam garantir mais competitividade com os biocombustíveis fósseis, além da criação da EMBRAPA Agroenergia. As fontes de biomassa utilizadas no Brasil são:

As derivadas de cultivos ricos em carboidratos ou amiláceos, que geram o etanol; as derivadas de lipídios vegetais e animais, que geram o biodiesel; a madeira, que pode gerar o metanol, briquetes ou carvão vegetal; e os resíduos e dejetos da agropecuária e da agroindústria. (PLANO NACIONAL DE AGROENERGIA, 2006, p. 49-50).

O Plano Nacional de Agroenergia (2006, p. 12-13) possui importantes diretrizes políticas que consistem em:

- a) Desenvolvimento da agroenergia: expansão do etanol; implantação da cadeia produtiva do biodiesel; aproveitamento de resíduos e expansão de florestas energéticas cultivadas;
- b) Agroenergia e produção de alimentos: não competir com a produção de alimentos já que os coprodutos do biodiesel, como torta de soja e de girassol, podem ser usados para alimentação humana e animal.
- c) Desenvolvimento tecnológico: para agregar valor aos produtos e reduzir os impactos ambientais, o uso de tecnologias promoverão maior competitividade dos produtos, bem como garantir a inserção socioeconômica para os pequenos produtores;
- d) Autonomia energética comunitária: geração de energia pelas comunidades isoladas ou agricultores individualmente, cooperativados ou associados, assentamentos de reforma agrária;
- e) Geração de emprego e renda;
- f) Otimização do aproveitamento de áreas antropizadas: desestimula a expansão da fronteira agrícola em direção aos ecossistemas protegidos através da sustentabilidade dos sistemas produtivos;
- g) Otimização das vocações regionais: Incentivo à instalação de projetos de agroenergia em regiões com oferta abundante de solo, radiação solar e mão-de-obra;
- h) Liderança no comércio internacional de biocombustíveis: impulsionar a exportação dos produtos energéticos brasileiros, devido a sua clara vantagem de possuir áreas agricultáveis potencializadas;
- i) Aderência à política ambiental: integração com as disposições do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto, aumentando a utilização de fontes renováveis, com menor emissão de gases de efeito estufa.

Esta é a proposta do governo federal para manter e aumentar a competitividade e sustentabilidade das cadeias produtivas do agronegócio ligado à produção agroenergética. O que envolve equidade social, crescimento econômico e sustentabilidade do sistema não alimentar sem competir, mas na verdade funcionando em complementariedade ou encadeado ao sistema alimentar de agronegócio.

Assim, o Plano prevê como fontes de financiamento: fontes orçamentárias do Tesouro Nacional, do Fundo Nacional de Pesquisas em Agroenergia ou fundos que vierem a ser criados por lei além daqueles de origem privadas.

Por óbvio que o investimento governamental partiu do já consagrado sucesso do agronegócio brasileiro em biocombustíveis, como no caso do já estabelecido bioetanol, mas com o Plano inclui suas pesquisas agrônômicas e industriais em biodiesel, florestas energéticas, biogás, aproveitamento de resíduos e dejetos.

A cana-de-açúcar produzida em grande quantidade nas Regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste possui uma área total cultivada de 7.906.745 de hectares, em que São Paulo detém 66,3% (4.190.036 ha), Minas Gerais com 8,9% (539.407 ha), Paraná com 8,4% (573.215 ha), Goiás com 7,4% (405.310 ha), Mato Grosso do Sul com 5,4% (280.282 ha) e Mato Grosso com 3,6% (220.594 ha) da produção, conforme as estatísticas levantadas pelo MAPA do setor sucroalcooleiro, no Anuário Estatístico da Agroenergia⁶⁶ (2009).

Desta forma, segundo o Anuário, a cadeia produtiva do bioetanol brasileiro corresponde a 40% da produção mundial, que corresponde a 15 bilhões de litros, enquanto a produção mundial é de 40 bilhões de litros. A algacultura ainda não é colocada em escala comercial, porque ainda é objeto de pesquisas no Brasil.

Quanto ao biodiesel, a produção agrícola de oleaginosas constitui em parte a produção, conforme se observa na tabela 7.

TABELA 7: Produção por oleaginosa no Brasil.

Safra	2011/2012 (mil toneladas)
Soja	66.680
Girassol	113
Caroço de Algodão	3.222
Amendoim	297
Mamona	73
Canola	51
Dendê / Palma de Óleo	1.130
Total	70.43

Fonte: Portal do MAPA (2009).

A soja ocupa o primeiro lugar em produção de oleaginosas no Brasil e isso se deve a sua cotação no mercado e a qualidade do óleo vegetal extraído dela, que

⁶⁶Disponível

em: <http://www.agricultura.gov.br/arg_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/estatisticas/anuario_cana.pdf> Acesso em: 23 abr. 2013.

tem sido apontada como mais adequado para biodiesel. O biodiesel é o objeto do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel que será mais bem delineado a seguir.

2.3.3 - Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)

O biodiesel tornou-se foco das políticas públicas brasileiras na década de 1980, com o Programa Nacional de Produção de Óleos Vegetais para fins Energéticos, ou Proóleo e um de seus subprogramas era o Prodiesel, este programa foi desativado quando a crise do petróleo cessou.

Mas, com a mudança da matriz energética brasileira na década de 1990, foi criado em 2002 o Programa Brasileiro de Biocombustíveis ou Probi biodiesel, pela Portaria Ministerial nº702, de 30 de outubro de 2002⁶⁷, vinculado ao Ministério de Ciência e Tecnologia, cuja ideia essencial era atender às disposições do Protocolo de Kyoto, como medida para reduzir a emissão de gases na atmosfera.

Este programa foi renomeado em 2004 para Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), agora interministerial, no sentido de promover a ampliação e o consumo em escala comercial de forma sustentável, com o uso de fontes diversificadas de matérias-primas, e das regiões produtoras, como forma de inclusão social pela criação de emprego e renda, ainda mais propondo a utilização de terras inadequadas para o plantio de sistemas alimentares.

A lei n. 9.478/97 em seu art. 6º, inciso XXV, define biodiesel como,

Biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil.

O biodiesel possui a característica da ampla gama de opções de oleaginosas que podem ser utilizadas (tabela 08), de modo que a variedade se apresenta em diversas regiões do Brasil, em culturas nativas ou não, mas adequados ao clima e solo, como palma e babaçu no Norte, mamona no Nordeste, soja, amendoim, girassol e etc. nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

Além do mais, o biodiesel promove o encadeamento prospectivo com a

⁶⁷ Disponível em:< <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/731485/pg-23-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-06-11-2002>>. Acesso em: 13 jun. 2014.

cadeia produtiva do etanol, porque em sua composição possui 87% de óleo vegetal, 12% de etanol e 1% de catalisador.

A proposta do governo, pela Resolução n. 03/2005, do Conselho Nacional de Política Energética, é impor o acréscimo de percentuais de 2%, entre 2008 e 2010 (B2) e 5% (B5), obrigatório em 2013, de biodiesel no óleo diesel mineral, podendo chegar a 40%. No entanto, ainda não se produz hoje a quantidade suficiente de biodiesel para atender a meta estipulada no programa para 2006 que era de 750 milhões de litros, biodiesel B2, enquanto produz-se anualmente 176 milhões de litros, isto é, supre apenas 17% da demanda do B2. (NASCHE, 2012, p. 53)

Mas, estratégias foram previstas no PNBP para estimular a produção e comercialização do biodiesel. Uma delas foram os leilões públicos de compra antecipada de biodiesel, regulados pela ANP e pelo Ministério das Minas e Energia, o que resultou na compra de 820 milhões de litros, entre 2005 e 2007, mas a produção não chegou nem perto dessa quantidade, na verdade no final de 2008 foram 300 milhões de litros, e em litros de alguns fornecedores a qualidade do produto estava abaixo do exigido pela ANP, o que gerou a devolução do produto pelas distribuidoras.

Outra atuação política governamental foi a criação do Selo Combustível Social, concedido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário, o qual é conferido aos produtores que comprarem matérias-primas produzidas em regime de agricultura familiar, através de contrato estabelecendo prazos e preços e fornecimento de auxílio técnico a esses fornecedores, em contrapartida há a redução nas alíquotas do PIS/COFINS, linhas de crédito especial junto ao BNDS, BASA e Banco do Brasil, (NASCHE, 2012, p. 73-74).

Muito embora, o apoio do governo, críticas não faltam ao biodiesel, principalmente quanto ao aspecto da sustentabilidade econômica. O fato é que reduz impactos ambientais e promove a inclusão social, principalmente ao estímulo da agricultura familiar na sua cadeia produtiva, mas possui o inconveniente do alto preço da cotação das oleaginosas, como a soja.

A produção dessa matéria-prima custa de 75% a 80% dos custos operacionais e essa mesma agricultura familiar que é posta em evidência tem sido um dos problemas devido o não cumprimento dos prazos e a qualidade do produto entregue por falta de apuro técnico dos pequenos fornecedores (NASCHE, 2012, p. 74). Além disso, competem com os espaços viáveis para a produção alimentar e

exigem o uso da água em grandes quantidades.

Mesmo assim, para a produção de biodiesel pode-se usar óleo de origem animal ou artificial, e novamente a qualidade tem sido questionada em diversas dessas fontes, como o óleo de alguns peixes marinhos e alguns vegetais que são inviáveis para biodiesel. O que inclui um alto gasto de energia para diminuir a viscosidade de alguns desses óleos que podem exigir o uso de altas temperaturas e pressão, deixando o processo ainda mais caro. (DABDOUB, 2009, p. 784).

Segundo Tavares (2009, p. 15), o custo operacional de biodiesel derivado de palma, de maior rendimento e o da soja, a mais cultivada, gira em torno de 1,5 a 3 vezes mais caro que o custo da produção de diesel de combustível fóssil. O que faz o etanol ainda ser mais atraente economicamente e mais produzido, enquanto o biodiesel depende de subsídios, regulação estatal e incentivos fiscais para ser colocado no mercado. O que, mesmo assim, não coloca o biodiesel numa posição competitiva.

A questão recai sobre a escolha da matéria-prima. Nesse aspecto, a algacultura tem se apresentado como uma alternativa viável para produção de biodiesel e como complemento de cadeias produtivas que evitam resíduos inconvenientes como a vinhaça da cana-de-açúcar processada, mas também possui suas desvantagens.

Como o foco é a atratividade da agroenergia para o agronegócio é importante ainda ressaltar outro programa governamental com intenções de uma proposta sustentável, o programa ABC.

2.3.4 - Programa ABC ou Agricultura de Baixo Carbono

O Plano Agrícola Pecuário produzido pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) consiste num conjunto de políticas públicas para promover o incremento, o fomento e a eficiência do agronegócio brasileiro, cuja missão baseia-se em “promover o desenvolvimento sustentável e a competitividade do agronegócio em benefício da sociedade brasileira.” (PLANO AGRÍCOLA E PECUÁRIO, 2013, p. 3).

Como mencionado, a evolução da história econômica do Brasil só confirma sua forte vocação para o agronegócio, dada a expansão, a cada ano, dos números da exportação, que gira em torno, segundo o MAPA, de 215 países e a safra

2012/2013 previu um recorde na produção de grãos com 181,1 milhões de toneladas, liderada pela expansão da produção de soja e milho. (MAPA, 2013, p. 13).

No Plano Agrícola e Pecuário 2013/2014 serão destinados ao setor R\$ 136 bilhões para financiamento de operações de custeio, investimento, comercialização e subvenção ao prêmio do seguro rural (MAPA, 2013, p. 25). O Programa ABC junto com o Modeagro (Programa de Modernização da Agricultura e Conservação dos Recursos Naturais) constituem as frentes do Plano Agrícola Pecuário da política de produção sustentável no campo.

Um dos programas adotados no Plano Agrícola Pecuário 2013/2014, o Programa Agricultura de Baixo Carbono, criado na safra 2010/2011 e instituído pela Resolução do Banco Central do Brasil nº 3.896, de 17 de agosto de 2010, sob a denominação de Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Programa ABC) visa a reagir à excessiva emissão de gases e tem por fim o sequestro de carbono pelo desenvolvimento vegetal ou pela redução do desmatamento e a ampliação das atividades agropecuária e florestal em áreas degradadas ou em recuperação, incentivando especialmente as práticas agronômicas que assegurem a mitigação dos gases causadores de efeito estufa. (PLANO AGRICOLA E PECUÁRIO, 2013, p. 33).

Assim, serão destinados R\$ 4,5 bilhões aos produtores do Programa ABC para investimento, com recursos do BNDES e do Banco do Brasil, em que produtores rurais e suas cooperativas contam com um limite de financiamento por beneficiário de R\$ 1 milhão. O prazo de reembolso, conforme o projeto pode variar entre 05 e 15 anos, para aqueles que adotarem práticas agronômicas sustentáveis para minimizar o impacto da emissão de gases de efeito estufa.

Segundo o MAPA (2013, p. 33).

O programa financia a recuperação de áreas e de pastagens degradadas, a implantação e a ampliação de sistemas de integração lavoura-pecuária-florestas, correção e adubação de solos, implantação de práticas conservacionistas de solos, implantação e manutenção de florestas comerciais, implantação de agricultura orgânica, recomposição de áreas de preservação permanente ou de reserva legal e outras práticas que envolvem produção sustentável e culminam em baixa emissão de gases causadores do efeito estufa.

Na busca por novas fontes de energia menos poluentes, o Brasil é precursor

do uso e da tecnologia da agroenergia, principalmente da cana-de-açúcar que se consolidou como a segunda fonte energética mais importante, atrás apenas do petróleo. A cana-de-açúcar para fins energéticos responde por 50,3% (4,2 milhões de hectares) da área total ocupada com essa cultura e 7,9% da área plantada de grãos. (MAPA, 2013, p. 15)

No Plano Agrícola Pecuário, a agroenergia ocupa lugar de destaque pelo aquecimento no setor com a geração de emprego e renda no campo e na cidade, e ainda contribui a melhoria da qualidade do ar nos grandes centros urbanos e, principalmente, a diminuição das emissões de gases de efeito estufa, ajudando o País a cumprir as metas voluntárias de redução assumidas em Copenhagen.

Os programas de Plantio Comercial e Recuperação de Florestas (Propfora) e de Estímulo à Produção Agropecuária Sustentável (Produsa) procuram mitigar problemas ambientais por meio do aumento da área de florestas plantadas e seus efeitos benéficos, como: a ocupação de áreas degradadas, a fixação de gases causadores de efeito estufa e a diminuição da pressão para desmatamento sobre florestas primárias, todos com linhas de financiamento e juros acessíveis a produtores rurais de pequeno, médio e grande porte e de agricultura familiar. (MAPA, 2013, p. 16).

Sob este cenário de políticas públicas, o agronegócio brasileiro recebe incentivo e financiamento para o crescimento econômico sob a perspectiva da sustentabilidade amplamente reiterada nos programas citados, mas o uso gratuito da sustentabilidade enquanto expressão linguística de forte cunho ideológico esconde as reais intenções de programas com propostas aparentemente protetivas do meio ambiente, na verdade o que se vê, inclusive nos Planos da Agroenergia é o estímulo ao avanço das fronteiras agrícolas, sem prever uma forma eficiente de fiscalizar a utilização desses recursos para práticas verdadeiramente sustentáveis.

Inclusive, convém ressaltar os investimentos na agricultura familiar que basicamente abastece o mercado interno urbano de produção alimentar e não alimentar⁶⁸, subsidiados pelo PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) cujo objetivo é integrar a agricultura familiar às cadeias produtivas, no intuito de valorizar o trabalho do pequeno produtor rural e produtores

⁶⁸ Neste último caso o estímulo dado à produção de oleaginosas do Programa Probiodiesel, que de acordo com a lei 11.116/05 financia pelo PRONAF o plantio de culturas utilizadas na produção de biocombustíveis que serão adquiridos por leilões organizados pela ANP, conforme Instrução Normativa n. 02/05, do Ministério do Desenvolvimento Agrário.

familiares de modo a agregar valor à propriedade e à produção.⁶⁹

A ONU escolheu o ano de 2014 como o Ano Internacional da Agricultura Familiar, nesse contexto a EMBRAPA promoveu o encontro "Agricultura Familiar: Construindo uma agenda com visão de futuro", em dezembro de 2013, cujo objetivo era a partir do debate realizado com agricultores familiares, elaborou uma agenda de futuro com as temáticas: desenvolvimento tecnológico, acesso aos mercados, elaboração de políticas públicas para produção sustentável de alimentos no Brasil e no mundo, considerando os pressupostos da agroecologia.⁷⁰

Assim, a EMBRAPA responsável pelo desenvolvimento tecnológico organiza eventos (seminários, cursos, ações, campanhas e etc.), e ainda, participa de programas governamentais inclusive o Programa ABC, Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO), Plano Safra de Agricultura Familiar, dentre outros⁷¹. Esta entidade constitui o suporte técnico necessário para auxiliar produtores sobre a produção, mas ainda não desenvolveu pesquisas sobre a algacultura para produção de biocombustíveis, mesmo que estas sejam as mais eficientes captadoras de dióxido de carbono e estaria perfeitamente enquadrada no Programa ABC e outros programas governamentais, além da iniciativa da Petrobrás Biocombustíveis, no município de Extremoz, no Rio Grande do Norte.

Além do mais, há também certa dificuldade em garantir o acesso a todos os eventos desenvolvidos pela EMBRAPA no sentido de promover ações sustentáveis no sistema da agricultura familiar. No Brasil há 4.366.267 milhões de unidades produtivas, com 14 milhões de trabalhadores envolvidos nesse sistema de produção e participação no valor bruto da produção de R\$54 bilhões, sendo que apenas 5% dos estabelecimentos se encontram no Centro-Oeste, enquanto 50% estão no

⁶⁹ De acordo com Ministério do Desenvolvimento Social, terão a possibilidade de obter o PRONAF os produtores que atendam aos seguintes requisitos: "os produtores rurais que atendam as condições abaixo e apresentem a DAP (Declaração de Aptidão ao PRONAF), emitida pelas instituições e órgãos oficiais autorizados. a) explorem a terra na condição de proprietário, posseiro, arrendatário, parceiro ou concessionário do Programa Nacional de Reforma Agrária; b) residam na propriedade ou em local próximo; c) possuam, no máximo, quatro módulos fiscais (seis módulos fiscais, no caso de atividade pecuária); d) tenham o trabalho familiar como base da exploração do estabelecimento." Disponível em: <<http://www.mds.gov.br/falemds/perguntas-frequentes/bolsa-familia/programas-complementares/beneficiario/agricultura-familiar>>. Acesso em: 12 out. 2014.

⁷⁰ Disponível em: <<https://www.embrapa.br/embrapa-no-ano-internacional-da-agricultura-familiar>>. Acesso em 12 out. 2014.

⁷¹ Os outros programas informados pelo site são: Programa Brasil sem miséria, Política Nacional ILPF ou integração Lavoura-Pecuária-Floresta, Plano Agrícola Pecuário 2013-2014, Código Florestal, PPCDAm (Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento da Amazônia Legal) e Programa Pró-Equidade de Gênero, Raça e Diversidade na EMBRAPA. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/programas-de-governo>>. Acesso em 12 out. 2014.

Nordeste, 19% no Sul, 16% no Sudeste e 10% na região Norte⁷², que muitas vezes não tem acesso aos portais eletrônicos ou carecem de informações para buscar qualquer tipo de auxílio junto a esta entidade. São 46 unidades descentralizadas em todo o território nacional, e apenas 03 em Goiás.⁷³

Nesse caso, a algacultura poderia ser uma opção para pequenos produtores que poderiam utilizar sistemas abertos em lagoas e açudes que não servem mais para o consumo humano ou animal. Mas, sem informação ou treinamento pequenos produtores não conhecerão o potencial produtivo da biomassa de algas. Em regime de agricultura familiar, com a devida orientação sobre a técnica de cultivo e colheita poderia ser incrementada as atividades produtivas.

Uma iniciativa que merece ser mencionada é a desenvolvida no município de Icapuí, no estado do Ceará, na comunidade de Barrinha, com o cultivo de algas vermelhas pelas mulheres dos pescadores da região. Estas agricultoras já faziam a extração de algas que são lavadas e desidratadas para produção alimentar, como gelatinas e mousses utilizadas na merenda escolar, além de cosméticos, mas o faziam de forma predatória. Retiravam com a raiz do banco natural, o que depredava o meio ambiente. Com a iniciativa da Fundação Brasil Cidadão e a parceria da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, as oito mulheres fazem o plantio em cordas e cortam as hastes a cada três meses. Isso já lhes garante, apesar da pequena produção, 600 gelatinas e três mil mousses, um acréscimo na renda de R\$200,00 por mês.⁷⁴

Esta é uma iniciativa solitária, todavia, com o devido incentivo financeiro governamental, apoio tecnológico no incentivo a inserção das microalgas para produção de bicompostíveis, aproveitando estes saberes tradicionais destas comunidades, poderia contribuir para incrementar a produção de um produto verdadeiramente sustentável.

Nesse sentido, a EMBRAPA conta com um Departamento de Transferência de Tecnologia (DTT), cujas estratégias consistem na transferência de tecnologia

⁷² Dados conforme o Senso Agropecuário de 2006, sobre a Agricultura Familiar no Brasil. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/aiaf-14-agricultura-familiar-no-brasil>>. Acesso em 12 out. 2014.

⁷³ Informação disponível em: < <https://www.embrapa.br/embrapa-no-brasil>>. Acesso 12 out. 2014.

⁷⁴ Notícia publicada no site G1, da Rede Globo de Televisão. Disponível em:< <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2014/03/cultivo-de-algas-marinhas-garante-renda-extra-para-comunidade-no-ce.html>>. Acesso em: 12 out. 2014.

(TT) e Intercâmbio de conhecimentos (IC) ⁷⁵, a primeira que cuida do aprimoramento tecnológico e o segundo que promove um diálogo com os saberes tradicionais com a tecnologia desenvolvida.

Segundo Boaventura Sousa Santos (2009, p. 796-797) a sociologia das emergências considera este tipo de alternativa como possibilidade concreta, realizável, uma verdadeira axiologia do cuidado, que surge de uma consciência antecipatória e inconformista de um futuro restritivo proposto pela sociologia das ausências em que as experiências sociais são reduzidas, contraindo o presente e dilatando o futuro. A sociologia das emergências, por seu turno, dilata o presente, pois harmoniza experiência social e expectativas sociais com possibilidades e capacidades reais no presente, e encurta o futuro, sem a noção de progresso infinito, abstrato e universal.

Têm-se, dessa forma, expectativas contextuais concretas em busca de promover a emancipação social desses grupos pequenos e sem articulação organizada, empoderando setores desprovidos de articulação política e econômica.

Porém, segundo os Programas governamentais apresentados ainda resiste à ideia de produzir mais espécies vegetais para reduzir a emissão de gases do efeito estufa dada a captação feita pelas plantas, tão amplamente disposto como projeto governamental eficiente, apenas demonstra que a preocupação não é simplesmente ambiental, mas expandir o agronegócio, pois como são sabido as algas são mais eficientes captadoras de gás carbônico do que as florestas e podem formar cadeias produtivas com agroindústrias e outros empreendimentos do agronegócio que emitem dióxido de carbono que geram rentabilidade para todos os setores envolvidos no aproveitamento da biomassa, principalmente para a agricultura familiar.

⁷⁵ “**Transferência de Tecnologia (TT)** – É um componente do processo de inovação, no qual diferentes estratégias de comunicação e interação são utilizadas por grupos de atores com o objetivo de dinamizar arranjos produtivos, mercadológicos e institucionais, por meio do uso de soluções tecnológicas; **Intercâmbio de Conhecimento (IC)** – É um processo interativo e dialógico que possibilita adaptar soluções tecnológicas já desenvolvidas a contextos específicos, a partir da troca entre saberes tradicionais ou conhecimentos tácitos e conhecimentos científicos. O enfoque interativo permite que tecnologias e conhecimentos já desenvolvidos sejam interpretados e adaptados, mediante realidades específicas e valores particulares.” Disponível em: <<https://www.embrapa.br/transferencia-de-tecnologia>>. Acesso em 12 out. 2014.

2.4 - As microalgas como matéria-prima viável de biocombustíveis

As microalgas têm sido apontadas por diversos pesquisadores de engenharia química e de biotecnologia como uma das alternativas mais viáveis para a produção de biocombustíveis (bioetanol ou biodiesel), mas resta, antes de proclamá-la a melhor opção, verificar a possibilidade de ser produzida em larga escala no Brasil.

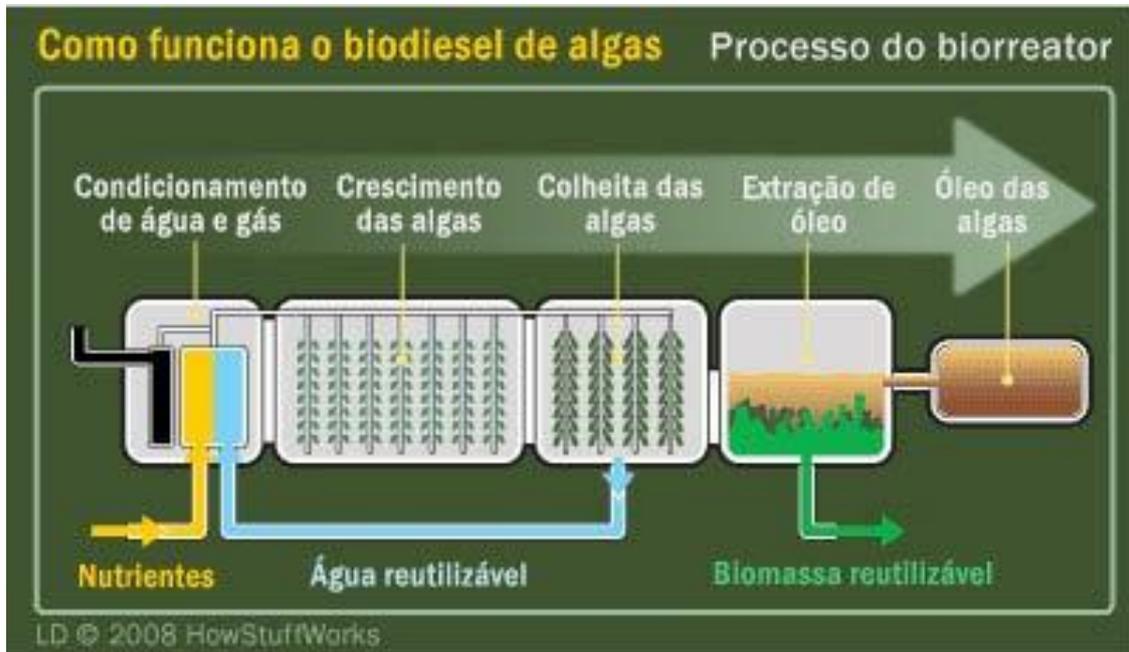
Primeiro ponto é selecionar a espécie que seja capaz de produzir grande quantidade de triglicerídeos, o que deve ser avaliado o conteúdo lipídico e a composição química dos óleos que as compõem. Aquelas que possuem o composto de ácidos graxos poli-insaturados de cadeias longas produzem óleo com tendência à oxidação, tornando-o inapropriado para o biodiesel. Exemplo, as espécies *Chlorella kesslen*, *Chlorella vulgaris* e *Scene-demus obligines*, *Parie-tochloris incise*, cianobactérias, etc. (DABDOUB, 2009, p. 786).

Por mais que pesquisas teóricas em laboratório tenham apontado que muitas microalgas são capazes de produzir de 20% a 50% de triglicerídeos, o que se poderia obter 30.000 litros por hectare, Dabdoub (2009, p. 786) alerta que na verdade obteve-se de 10% a 20% do peso da célula seca em óleo o que as tornam inviáveis economicamente.

Por outro lado, existem espécies que produzem óleo sem ácidos graxos poli-insaturados de cadeias longas, principalmente se cultivadas em fotobiorreatores em condições controladas que podem duplicar ou triplicar o percentual do peso da célula seca em óleo. Como também restringir certos nutrientes, ou adicionar bicarbonato de sódio, ou expô-las excessivamente ao dióxido de carbono para aumentar a produção de óleo, dependendo da espécie autotrófica ou heterotrófica, processo este que pode ser visualizado na figura 8. Desta forma, é possível obter um biodiesel de alta qualidade.

Dabdoub (2009, p. 787) cita uma espécie de microalga heterotrófica que alcançou excelentes resultados de crescimento, a *Chlorella protothecoides*, utilizando fermentadores, “com a adição de hidrolisado de milho em pó como fonte de glucose, resultou na produção e acúmulo de 55,2% de lipídeos de composição química”. Outras pesquisas apontaram a *C vulgaris hlorella*.

Figura 10: Processo de extração de biodiesel de microalgas em fotobiorreatores.

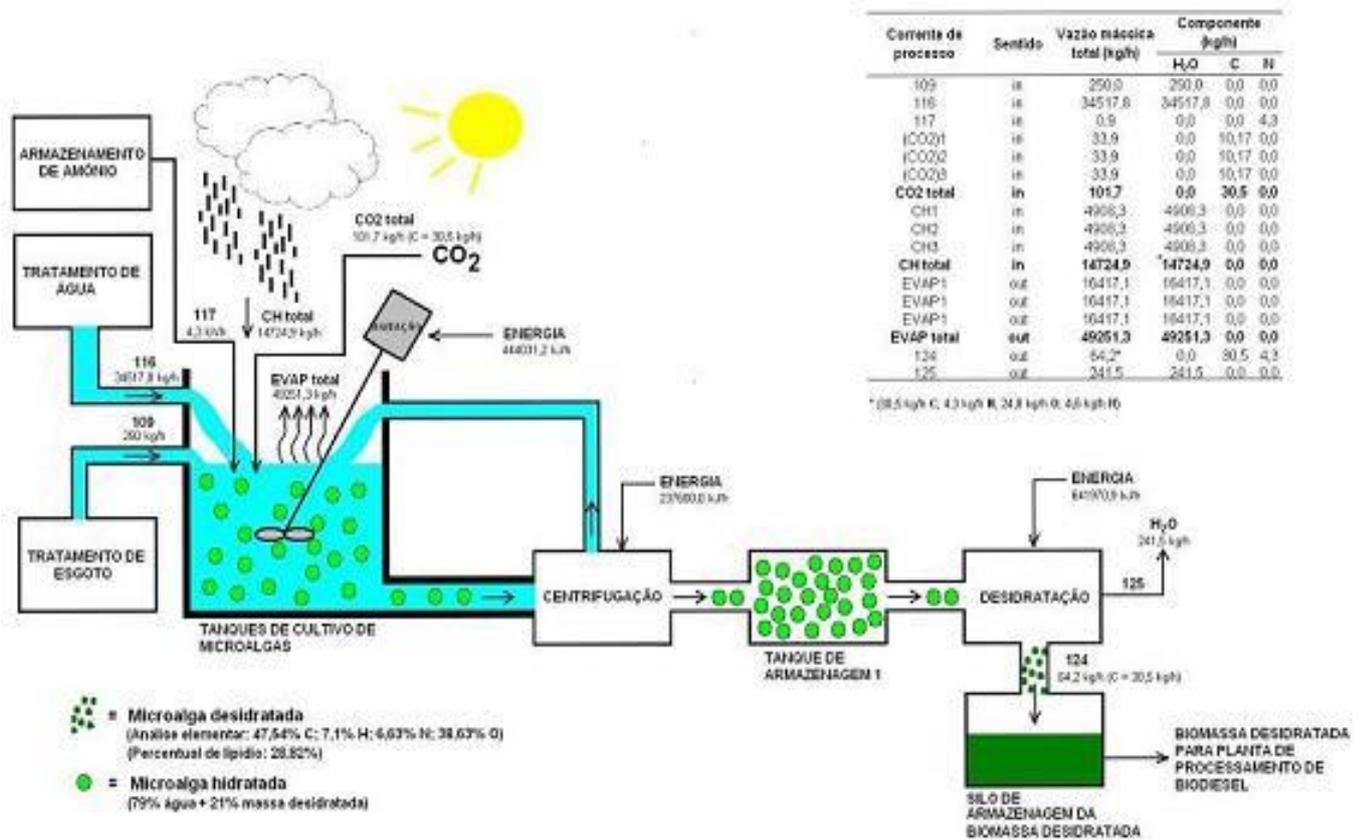


Fonte: NEWMAN (s.d.).⁷⁶

Uma pesquisa foi realizada para avaliar, sob o aspecto técnico-econômico, o cultivo de microalgas na usina termelétrica Barbosa Lima Sobrinho, da Petrobrás, no Rio de Janeiro. A ideia do pesquisador foi utilizar uma área dentro da unidade da usina para construir três tanques de cultivo no modelo *raceway*, com 15417,8 m³ cada um, capazes de fornecer até 15 g/m²/dia de massa celular seca, cuja espécie escolhida foi a *Chlorella sp*, utilizando o CO₂ residual desta termelétrica, que pode ser observado na figura 9. (DIAS, 2011, p. 52).

⁷⁶ Disponível em: <http://carros.hsw.uol.com.br/biodiesel-de-algas5.htm>. Acesso em: 13 set. 2013.

Figura 11: Cadeia produtiva de microalga.



Fonte: DIAS, 2011, p. 73.

Segundo Felipe A. Pereira Dias (2011, p.17) o investimento inicial seria de R\$ 2.389.845,07, que leva em consideração a construção dos tanques (R\$ 1.710.344,00); compra de equipamentos (centrífugas, secador, tanque de armazenamento de torta de microalga, silo de armazenamento de microalga seca, R\$168.000,00); equipamentos de segurança e outros diversos (R\$469.586,00); água inicial (R\$41.011,22); e, nitrogênio inicial (R\$903,85). Uma produção de 46,22 t/mês, teria o custo operacional mensal de R\$ 126.719,73 que inclui gastos com mão-de-obra (operador diurno e noturno e técnico químico) a R\$25.050,27; insumos (sal de amônio, energia e água) o valor de R\$93.951,36; e manutenção (material e mão-de-obra) R\$ 7.718,10. E assim, a partir desses valores o preço estimado de venda seria de R\$3.155, 61 por tonelada de biomassa seca.

O problema é que o preço cobrado por quilo de outras oleaginosas é bem mais barato que o cobrado pela biomassa de microalgas, conforme se observa na Tabela 8.

TABELA 8: Preços por kg de biomassa de oleaginosas em 2011.

Oleaginosa	Teor de Lipídeos no grão (%)	Preço por kg (R\$)	Relação preço (R\$) / quantidade de lipídeos em 1 kg de massa (kg)
Microalga	28,8	3,16	10,97
Soja	18	0,78	4,33
Amendoim	40-43	1,12	2,6
Mamona	45-50	1,22	2,44
Dendê	22	0,17	0,77

Fonte: DIAS, 2011, p. 78.

Sabe-se que a microalga pode alcançar um teor muito maior de lipídeo que 28,8% indicado na tabela 9. Na verdade, o índice leva em consideração uma média dentre várias espécies, mas é curioso notar que a soja possui a menor quantidade de lipídeo por grão, apenas 18%, mas é a mais produzida por causa do preço por quilo. Em 11 de setembro de 2014, a cotação preço da soja em grão comercial no Estado de Goiás, produzida em Acreúna, custa R\$51,00 a saca de 60 kg, o que gira em torno de R\$0,85/kg.⁷⁷

Assim, convém ainda mencionar que o uso de microalgas em cadeias produtivas de agroenergia tem ajudado a resolver problemas relacionados com resíduos dessas cadeias que provocam inconvenientes ambientais e sociais, principalmente na produção de etanol, que gera vinhaça.

O problema é que para cada litro de etanol são produzidos dez litros de vinhaça. Em 2010, dos vinte e cinco bilhões de etanol produzidos gerou o resíduo de duzentos e cinquenta bilhões de vinhaça. Por mais, que desde 1978, o governo tenha determinado ao aproveitamento ambiental deste resíduo, o que foi feito na adubação da lavoura da própria cana-de-açúcar, por serem rico em sais minerais, potássio e matéria orgânica, ainda sobram cento e sessenta bilhões de litros não aproveitados na ferti-irrigação. (OLIVEIRA, 2011, p. 72).

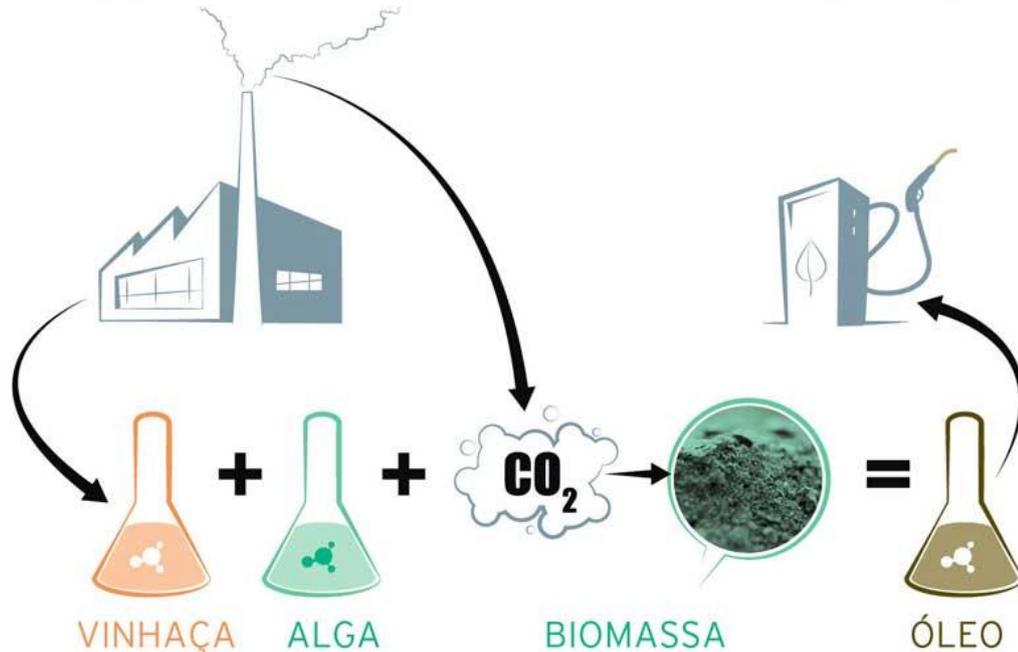
A empresa Fermentec, de Piracicaba, São Paulo, a partir das pesquisas realizadas pela empresa Algae Tecnologia, utiliza a vinhaça e o CO₂ da indústria sucroalcooleira para a produção de óleo de microalgas heterotróficas na fabricação de biodiesel, cujo processo pode ser observado na figura 12.

⁷⁷ Dados obtidos no AGROLINK. Disponível em: < <http://www.agrolink.com.br/cotacoes/graos/soja>>. Acesso em: 11 set. 2014.

Figura 12: Biodiesel de algas com a utilização de vinhaça.

Trajetória até o biodiesel

Vinhaça produzida na usina é transformada em biomassa pelas algas



Fonte: OLIVEIRA, 2011, p.72.

Certo é que mesmo o preço sendo desfavorável para a comercialização de biomassa, ainda não há um apuro tecnológico suficiente para ser utilizado nas cadeias produtivas das microalgas, por mais que a tendência seja voltada para intensificar as pesquisas que envolvem a viabilidade comercial, é inegável o valor enquanto fonte renovável da biomassa das algas e a são os mecanismos biológicos mais eficientes em captação de CO₂ e não dependem da água potável para sobreviver, dependendo da espécie pode-se utilizar de origem marinha, ou faze-las crescer em ambientes como vinhaça e esgoto.

Um ponto comum entre as conclusões das pesquisas bioquímicas é que somente as pesquisas em biotecnologia potencializarão a produção de óleo de algas, de modo que possa ajudar a modificar a composição e os teores de ácidos graxos para ampliar sua aplicabilidade, o que lhes garantirá viabilidade econômica.

Nesse sentido, a agroenergia é um desafio para o agronegócio que requer

crescimento econômico e propõe-se a ampliar sua fronteira agrícola e pecuária. Mas, em que medida se coaduna com a proposta da economia verde? Só a produção lucrativa é sustentável? Fala-se mais em números positivos das exportações do agronegócio no PIB do que efetivamente nos avanços alcançados nas medidas sustentáveis adotadas, inclusive no Plano Agrícola Pecuário do MAPA.

Desta forma, a agroenergia proposta em cadeias produtivas do agronegócio também corresponderia a um modelo econômico que consiga equilibrar crescimento econômico, equidade social e sustentabilidade? Então, é preciso analisar se a agroenergia corresponde às propostas de um modelo econômico pautado na sustentabilidade que vem sendo chamado de economia verde ou economia do meio ambiente.

2.5 - A agroenergia sob o enfoque da economia verde

O Brasil é conhecido internacionalmente por sua natureza pródiga desde o momento de sua descoberta pelos portugueses, que ficaram fascinados com a exuberância de sua natureza, como foi relatado por Pero Vaz de Caminha, na famosa Carta ao El-Rei Dom Manuel, datada de 1º de maio de 1500, cujas palavras merecem ser apreciadas:

Contudo a terra em si é de muito bons ares frescos e temperados como os de Entre-Douro-e-Minho, porque neste tempo d'agora assim os achávamos como os de lá. Águas são muitas; infinitas. Em tal maneira é graciosa que, querendo-a aproveitar, dar-se-á nela tudo; por causa das águas que tem!
(CAMINHA, P. V. de).

Pero Vaz de Caminha não estava errado. O potencial do agronegócio brasileiro tem gerado grandes expectativas nas políticas públicas que se multiplicam nos planos e programas de incentivo, pesquisa e fomento de cadeias produtivas agropastoris. Desta forma, o Brasil tornou-se em 2010 o terceiro maior exportador de produtos agrícolas do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da União Europeia, mas está em primeiro lugar em exportações de açúcar, carnes bovinas e de frango, café, suco de laranja, tabaco e álcool, e segundo maior exportador de soja e milho do mundo. (LANDIM, 2010)

Mas, todo esse avanço tem contribuído para os três pilares da sustentabilidade, crescimento econômico, equidade social e preservação do meio

ambiente?

O Brasil tem se ressentido por tanto tempo de ter deslocado a produção agrícola para segundo plano que agora, principalmente na última década tem se esmerado em ultrapassar todos os recordes de produção e exportação de produtos agrícolas?

A ânsia pelo crescimento econômico, em que pese o aumento do PIB, com o aumento da produção de bens e serviços, maximizando a renda, foi e continua sendo o foco das ações políticas e privadas. Obviamente, não é fácil equilibrar crescimento econômico, preservação do meio ambiente e equidade social, mas esse é o objeto da “economia verde” (Green Economy), iniciativa lançada pelo PNUMA em 22 de outubro de 2008, cujo objetivo é “mobilizar e reorientar a economia para investimentos em tecnologias verdes e infraestrutura natural”, dispendo em três pilares o fundamento da iniciativa:

Valorização e divulgação de serviços ambientalmente corretos para consumidores; geração de empregos no marco dos empregos verdes (Green Jobs) e definição de políticas nesse sentido; instrumentos e indicativos do mercado capazes de acelerar a transição para uma economia verde. (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE, 2008).

Economia verde significa “aquela que resulta na melhoria do bem-estar humano e da igualdade social, ao mesmo tempo em que reduz significativamente os riscos ambientais e a escassez ecológica”. (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE, 2008).

A questão levantada pelo PNUMA (2008) é a de que o novo desafio do cenário econômico desenvolvimentista é a certeza da escassez de matérias primas, principalmente de matriz energética fóssil e o consumo voraz destes, que representarão o custo da prosperidade. O que faz com que as discussões sejam voltadas para criar uma oportunidade de discutir o futuro da economia, cuja transição depende em grande parte da iniciativa dos governos na formatação de um Estado de Direito Socioambiental, principalmente na implementando ações nos setores de energia e tecnologia limpa, como a reciclagem, energia rural, energia renovável e biomassa sustentável; agricultura sustentável; infraestrutura ecossistêmica, redução de emissões por desmatamento e construções verdes.

Para atender essas ações o PNUMA (2008) trabalha com três estudos

essenciais: o Global Green New Deal (Novo Plano Global Verde) que consiste num relatório sobre a transição para a Economia Verde a partir da divulgação de um panorama geral, análise e síntese da possibilidade das políticas públicas de promover essa transição; TEEB (Economia dos Ecossistemas e Biodiversidade) procura estimular os governos locais a considerar a dimensão econômica da biodiversidade como fator relevante no planejamento público; e, Green Jobs (Empregos Verdes): relatório sobre as tendências do mercado de trabalho.

O relatório “Rumo à economia verde: caminhos para o desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza”, lançado em fevereiro de 2011, faz uma análise macroeconômica aliada às práticas sustentáveis como forma de erradicação da pobreza, sem implicar em redução do crescimento econômico e da oferta de emprego. Mas, na verdade, promove o crescimento e geração de empregos, cujo enfoque consiste no incentivo de investimentos públicos e privados em dez setores críticos, apontados pelo relatório, para promover a transição para a economia verde, o que inclui agricultura, construção, silvicultura, pesca, manejo de resíduos e água, abastecimento de energia, indústria, turismo e transporte, a um custo que representa 2% do PIB global (US\$1,3 trilhão) em setores estratégicos. (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2011).

O Relatório propõe, por exemplo, no setor energético, temática central desta pesquisa, investimentos na ordem de US\$360 bilhões, ou o investimento 1,25% do PIB mundial em eficiência energética e energias renováveis reduziria em 9% a dependência dos combustíveis fósseis, e em 2050 esse percentual subiria para 40%. Assim, delimita como plano de investimentos em energias renováveis que apresentam oportunidades econômicas vantajosas, pois o custo social da atual tecnologia utilizada na extração, produção e consumo de combustíveis fósseis mostra-se desestimulante sob o aspecto ambiental. O “esverdeamento” da energia ainda depende, segundo o Relatório, de políticas governamentais de investimentos em energia renovável, com calendário definido, pagamento pela energia renovável produzida pelo usuário, subsídios e créditos fiscais. (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2011).

Os valores apontados no Relatório para investimentos nos setores que transacionariam para a economia verde sofreu críticas em razão do alto investimento em projetos verdes, num período de 2010 a 2050. Mesmo assim, se gasta quase o

dobro disso para financiar guerras, em tempo muito menor.⁷⁸

Não é simples, tampouco aceitável a transição de um modelo de produção certamente lucrativo, para outro mais caro e que exige um alinhamento de ações de escala coletiva e solidária de âmbito mundial. A ânsia desenvolvimentista de países em pleno processo de incremento do agronegócio e formação de polos industriais revela o dilema de abdicar do lucro certo e imediato para enveredar por decisões políticas nocivas à economia em curto prazo, mas eficientes em atenuar em longo prazo os efeitos danosos do modelo predatório adotado deste a Revolução Industrial, isto porque o meio ambiente não tinha sido incorporado pela economia.

Na verdade, o meio ambiente era considerado uma mera fonte de recursos, que servia de suporte para a vida animal, vegetal, lazer e estética e que absorveria os dejetos e resíduos resultantes do consumo e do processo produtivo. A natureza estava a serviço do homem e suportaria suas ações, ou seja, absorve suas externalidades. (ABBOT, 2013, p. 171)

Em 1932, Lionel Robbins define a economia como a ciência dos recursos escassos, em razão de que as necessidades humanas são infinitas para ser atendida por uma finita quantidade de recursos (terra, mão-de-obra, capital, empreendedorismo). Assim, nem todos os desejos podem ser atendidos de forma que é preciso definir como cada sociedade utiliza seus recursos, ou o quê, quando e quanto produzir, preferencialmente gerar recursos em longo prazo. (ABBOT, 2013, p. 171).

Para satisfação das necessidades humanas há um custo social que não está presente no preço do produto, chamado de externalidades. Os agentes econômicos, ao realizar interações com o mercado seja com o processo de produção, consumo ou troca, produz efeitos externos positivos ou negativos, a terceiros. Se positivas, por exemplo, há uma interação benéfica como a fábula de criadores de abelhas e produtores de maçãs que se beneficiam pela polinização das macieiras, que ao mesmo tempo alimenta as abelhas de néctar⁷⁹. (ABBOT, 2013, p. 137)

As externalidades negativas produzem resíduos prejudiciais à sociedade, como a poluição. A externalidade negativa é considerada uma falha de mercado

⁷⁸ A invasão do Iraque pelos Estados Unidos da América custou àquele país US\$2,2 trilhões, ao longo de dez anos, além de um saldo de mortos de 190 mil pessoas. (PINTO, 2013)

⁷⁹ Primeiramente James Meade, em 1952, dizia que os produtores de abelhas nada ganhavam com a polinização e paravam de criar abelhas; mas, em 1973 James Cheung mostrou que os criadores negociam e se beneficiam. (ABBOT, 2013, p. 137)

(deseconomia), já que o empreendedor não precisa arcar com os custos sociais reais do resultado da produção, o que leva a sociedade a tolerar mais resíduo poluidor do que é socialmente aceito. Além do que, não há mercado para a poluição. (ABBOT, 2013, p. 137).

Dessa forma, Arthur Pigou, em 1920, trouxe o questionamento sobre as externalidades negativas e propôs que o responsável pelo resultado nocivo do empreendimento, ou a externalidade negativa deveria ser internalizada, ou melhor, os custos sociais desses efeitos seriam arcados por ele. Para isso, propôs o imposto sobre a poluição, para que o poluidor fosse desencorajado a adotar medidas danosas à sociedade ou desincentivar o consumo excessivo desses produtos, no entanto, quantificar os efeitos dos danos é algo que o próprio Pigou disse ser de difícil realização. (ABBOT, 2013, p. 308).

A sociedade moderna foi constituída a partir da ideia de que o futuro seria progressivo ou sempre repetitivo. A sociedade industrial, calcada na ideologia de produzir necessidades para gerar consumo, estabelecia dessa forma a previsibilidade do futuro e limitava espacialmente sua atuação, sem levar em consideração os efeitos da atividade industrial no plano ambiental além das fronteiras toleradas pela natureza. Modelo esse que foi exportado e copiado por vários países, agravando a crise ambiental. A sociedade de risco dessa forma ganha sua dimensão globalizada.

E assim, foi dessa forma que se instituiu a sociedade de risco. Isto é, elevou os postulados da doutrina Truman⁸⁰, cujo desenvolvimento se opera a partir da forma como os países industrializados progrediram e desta forma os países subdesenvolvidos deveriam seguir o mesmo modelo ou padrões culturais para alcançar o progresso econômico. (ABBOT, 2013, p. 308)

A Sociedade de Risco⁸¹ não previu o efeito “bumerangue” de suas atividades industriais e da estimulação ao consumo. Os eventos catastróficos como chuva ácida, aquecimento global, crescimento populacional, explosão de reatores nucleares (Chernobyl) ganharam espaço nas discussões de cunho econômico e

⁸⁰ Discurso feito pelo presidente norte-americano Harry Truman em 1949 dispendo sobre as ideias de desenvolvimento. (ABBOT, 2013, p. 308)

⁸¹ A teoria da sociedade de risco desenvolvida por Ulrich Beck, em 1986, consiste nas atividades de produção e distribuição de bens desenvolvidos pela sociedade industrial, que mesmo com suporte tecnológico e científico, não foi capaz de prever e controlar os riscos da atividade que ultrapassam as diferenças sociais, econômicas, sociais e geográficas, e geram consequências graves para a saúde humana e o meio ambiente, isto é, riscos químicos, nucleares, genéticos e ecológicos. (GIVANT, 201, p. 95)

social. Ou seja, a pegada ecológica é o impasse da modernidade.

A sociedade passou a expor-se ao risco global, pois quando se importou mais com a potencialização da tecnologia em técnicas de exploração, sem a devida cautela, para proporcionar velocidade da produção, aumentou na mesma proporção o risco e a incerteza resultante desse processo.

O problema é que com a dominação desenfreada da natureza pela técnica (desenvolvimento técnico-industrial urbano), conduziu a humanidade ao suicídio, em que ficou conhecido esse fenômeno como morte ecológica. Desta forma seria necessário analisar o risco sob o enfoque moderno da prevenção e do controle das consequências futuras da ação humana, das diferentes consequências não desejadas da modernização radical.

Em 1972, A Conferência de Estocolmo propôs o ecodesenvolvimento como forma de promover o desenvolvimento com uma interação positiva com a natureza de modo a minorar as externalidades negativas.

Com isso ganhou lugar na Convenção de Estocolmo o princípio da prevenção proposta como a necessidade de prudência de antecipação de danos e à mitigação dos riscos e perigos. Sejam esses riscos concretos, aqueles em que a ciência delimita e impõe uma atitude de precaução; sejam de risco abstrato, pela incerteza científica de sua ocorrência ou extensão, impondo uma postura de precaução.

A sociedade e suas instituições deveriam agir com responsabilidade ao questionar-se se haveria um meio alternativo de se obter o resultado pretendido com a atividade escolhida. Ou seja, a ideia consistiria em respeito às gerações futuras, pois mesmo se não houver certeza científica quanto às relações de causa-efeito, prevalece a ação preventiva.

A prevenção importa em idealizar meios que evitem danos potenciais, em vez de administrá-los posteriormente. A obrigação da sociedade industrial seria de saber e informar, ou seja, do dever de compreender, pesquisar, informar e agir sobre os impactos em potencial, bem como ater-se à obrigação de compartilhar o poder com a democratização da tomada de decisões em questões de ciência e tecnologia.

Para o PNUMA (2008) a economia verde deve “produzir uma melhoria do bem-estar do ser humano, a equidade social, ao mesmo tempo em que reduz significativamente os riscos ambientais e a escassez ecológica”. O paradigma da satisfação das necessidades humanas ainda ocupa o papel central nas discussões ambientais, porquanto o consumismo ainda é a chave central para não estabelecer

regimes legais de maior responsividade. Por isso, ainda permite-se ou tolera-se os riscos ambientais.

Dessa forma, a economia verde possui matizes do princípio da prevenção, para através da previsibilidade dos danos causados pela produção industrial em larga escala possa transmutar o modo de produção para uma forma menos agressiva e não menos lucrativa. A proposta é investir em sistemas resilientes produtores de energia renovável de modo que se diminua a dívida ecológica, pela não compensação das externalidades negativas vem se acumulando a tanto tempo que é difícil precisar o seu tamanho.

A ideia que surgiu com apoio de economistas, pretendeu estabelecer uma forma de mobilizar e reorientar a economia para ações efetivamente ambientais. A experiência demonstrou que a condução do grande tema da modernidade, o meio ambiente, estaria sempre em conflito com o modo de produção capitalista que se apropria da natureza como objeto de uso e abuso. Uma nova tecnologia é usada para diminuir ou eliminar a anterior mantendo a sociedade num permanente estado de inovação, criando novos hábitos de consumo. (DUPAS, 2008, p. 72)

Os objetos simbólicos de desejo (consumo) introduzidos pela tecnologia constantemente provoca a destruição criativa, pela obsolescência de produtos desperdiçados ou programados para o descarte, o que exige extremo gasto de matérias-primas e de energia. Por exemplo, para fabricar um computador portátil de três quilos, precisa-se de 350 quilos de petróleo. Na França 14 kg de equipamentos elétricos viram lixo atualmente. Em 1965, era apenas 3 kg. Na Inglaterra, em 2005 100 milhões de eletrônicos foram abandonados. O que ocorrerá quando então se começar fabricar carros a três mil dólares. (DUPAS, 2008, p. 74)

Dessa forma, o PNUMA considera que determinadas iniciativas podem acelerar a transição para a economia verde principalmente pela adoção de práticas que estimulem e deem investimentos para:

Setores de energia e tecnologia limpa, incluindo reciclagem, energia rural, energia renovável e biomassa sustentável; de agricultura sustentável, incluindo orgânicos; de infraestrutura ecossistêmica; de redução de emissões por desmatamento e de construções verdes. (PNUMA, 2008)

Mas, nenhuma dessas atitudes seria provável sem o auxílio de políticas públicas para incentivar a mudança do paradigma econômico. Por mais que o PNUMA, o Sistema ONU, e outras instituições científicas se esforcem devem ainda

contar com um ponto crucial quando se trata de política e adesão cooperativa dos Estados na promoção de políticas públicas, isto é, deve-se levar em consideração a anarquia internacional e o entusiasmo ou interesse dos Estados em participar desse tipo de projeto.

Ainda mais pelo fato de que o termo “sustentabilidade” foi usado até para vender petróleo, gerou certo descrédito sobre a efetividade do termo. A princípio quando foram criadas, duras críticas foram-lhe destinadas, porque elegia o meio ambiente como tema central e aparentemente estaria subjugando o mercado a uma adaptação radical para o qual não estava disposto, muito menos preparado.

Programas voltados para a agroenergia tem uma proposta interessante se coadunada com outros setores industriais, cujas atividades convergiriam para o bem-estar social e equilíbrio ambiental, como transformar resíduos em recursos. O atual sistema econômico é linear, pois desperdiça matéria-prima e acumula resíduo. Na economia verde a proposta é pela economia circular em há o encadeamento do ecossistema industrial com o ecossistema natural que privilegia a duração de bens. (DUPAS, 2008, p. 77)

Logo, sem a participação estatal a transição para a economia verde será mais uma teoria utópica de cunho ecológico. A atividade estatal no envolvimento com políticas internacionais de resguardo ambiental que alinhe pensamentos e ações coletivas possam delinear a transição para um consumo consciente de recursos naturais e energia, como uma forma de crescimento econômico, muito embora a realidade demonstre que o crescimento econômico e a sustentabilidade formam uma ambivalência de difícil elucidação prática.

Não se pode negar que as novas matrizes energéticas tem mostrado certa disposição para repensar os usos das matérias-primas para produção de biocombustíveis. A questão é se haverá tempo para processar essa transição, dada à escassez de recursos. Assim, é imperiosa a atuação estatal principalmente na produção de leis que mesmo de forma interventiva direcionem para os usos de energias renováveis e uso de tecnologia para torna-las consumíveis.

CAPÍTULO 3

A ALGACULTURA SOB A PERSPECTIVA ÉTICO-JURÍDICA PARA INCLUSÃO DE NOVAS FONTES DE AGROENERGIA

As novas fontes energéticas, em especial a algacultura, embora nomeadamente promissoras, encontram entraves para sua efetiva utilização na produção de biocombustíveis, seja pela ausência de novas tecnologias. Seja pela falta de interesse governamental atraído para outras fontes produtivas, ou ainda pelo modelo energético concebido há um século sobre combustíveis fósseis.

Neste capítulo, analisam-se primeiramente o marco teórico da pesquisa que envolve o princípio responsabilidade proposto por Hans Jonas, e a crítica da razão indolente por Boaventura Sousa Santos, nos quais a problemática ambiental repercute em fatores éticos e sociais e que reforçam a necessidade de implantar novos valores que promovam a integração do homem para com a natureza e para consigo mesmo ao considerar a relevância das gerações futuras.

No primeiro, a discussão recai sobre a crise ecológica devido à possibilidade de comprometer a sobrevivência das gerações futuras em razão do poder gerado pela tecnociência, desprovida de valores. Assim, a partir da heurística do medo, propõe Hans Jonas (2006, p.21) repensar o ser humano no presente e sua responsabilidade para com as futuras gerações, o que importa pensar em um dos pontos críticos da modernidade que é a transição dos combustíveis fósseis para fontes energéticas limpas e renováveis, cuja proposta reside na diversificação da matriz energética com a inclusão da algacultura.

Já com Boaventura Sousa Santos (2009, p. 779) faz-se uma reflexão sobre os saberes tradicionais e o conhecimento monolítico das hegemonias econômicas que resistem à transição a uma economia verde que promove o intercâmbio de saberes, criticando a razão indolente ocidental e propondo como alternativa uma razão cosmopolita anti-hegemônica. Nesse ponto, a algacultura representa a associação de uma saber tradicional e milenar da utilização das algas e marginalização da pesquisa de novas matrizes energéticas renováveis e limpas que são incapazes de competir com o critério de produtividade capitalista que adotou os combustíveis fósseis com matriz energética essencial.

A partir dessas discussões teóricas, avalia-se como o sistema jurídico brasileiro em matéria ambiental, que foi fortemente influenciado pelos regimes

internacionais sobre as questões ambientais, e as iniciativas locais, isto é, em Goiás, pouco vocacionadas para novas fontes renováveis, muito embora tenha investido na cultura de oleaginosas que já faziam parte do seu sistema produtivo agrário para produção agroenergética.

3.1 - Da utilização dos recursos naturais sob o aspecto ético-jurídico

Como foi apontado, há uma dificuldade em construir leis embasadas num ideal de sustentabilidade que ganhe proporções concretas, mas isso decorre da relação homem-natureza que exige uma análise mais profunda sob a forma como foi construído o pensamento ecológico disposto nas legislações atuais que traçam políticas públicas agroenergéticas que devem coadunar a produção de energia limpa, menos poluente sem frear o progresso social e o crescimento econômico.

Inicialmente convém analisar três frentes teóricas ou três ecologias ou três correntes que tentam explicar a relação homem-natureza. Primeiramente, sob uma visão antropocentrista ou humanista⁸², o homem protege a si mesmo através da natureza, porque pretende se proteger até de si mesmo, não confere um valor intrínseco ao meio ambiente e o coloca na periferia, “a consciência do homem despertou para o fato de que, se continuar destruindo o meio que o cerca, o homem corre o risco de colocar sua própria existência em perigo”. (FERRY, 1994, p. 22)

A segunda corrente⁸³ de princípio utilitarista atribui “significado moral a certos seres não-humanos”, isto é, assegura ao homem a realização de seus interesses, mas restringindo o grau de sofrimento dos seres que o servem, trata-se do movimento da libertação animal. Desta forma, todos os seres suscetíveis de dor e prazer são considerados sujeitos de direito, para os quais se tem obrigações morais, assim os animais que mais convivem com o homem teriam mais consciência de prazer e dor. (FERRY, 1994, p. 20)

A terceira corrente⁸⁴ reivindica-se um direito para a natureza como um todo, inclusive, para suas formas vegetal e mineral, cujo embate se dá contra o

⁸² A corrente humanista ou antropocentrista é representada por Immanuel Kant que assevera sobre a razão subjetiva e autônoma de forma definitiva e absoluta; e, René Descartes que chegou a afirmar que o homem é o senhor e mestre da natureza.

⁸³ A segunda Corrente de princípio utilitarista possui como expoentes Bentham e Peter Singer, este último entusiasta protetor dos animais.

⁸⁴ Nesta corrente é possível encontrar intelectuais que comungam desta proposta como Aldo Leopold (EUA), Hans Jonas (Alemanha) e Michel Serres (França). (FERRY, 1994, p. 23)

antropocentrismo e prega a substituição do antigo contrato social pelo contrato natural em que o ecossistema ou a biosfera é defendido contra os homens e suas atitudes predatórias. É o que se chama modernamente de ecologia profunda (*deep ecology*), ecocêntrica ou biocêntrica que se opõe à ecologia superficial (*shallow ecology*) ou ambientalista, de cunho antropocentrista. (FERRY, 1994, p. 23).

3.1.1 - O paradigma da ecologia profunda na sociedade tecnológica

O homem, segundo Luc Ferry (1994, p. 28) é um ser antinatureza, pois já se afastou dos instintos e suas gerações demonstram a descontinuidade dos laços biológicos naturais, o que não ocorre no reino animal. Assim, Aldo Leopold, denominado o pai da ecologia profunda, propõe a necessidade de romper com os paradigmas dominantes das sociedades ocidentais. Abandona-se a concepção de que a terra é propriedade do homem e que este, portanto, teria direito de vida e de morte sobre ela, numa relação estritamente econômica. E, assim, passa a reconhecer a natureza como sujeito de valor e de direito.

Esta seria, segundo Ferry (1994, p. 96-97) uma visão de mundo inédita, denominada ecologia profunda, como um tipo ideal, que inspira hoje movimentos como o *Greenpeace*, a *Earth First*, o *Sierra Club*, os partidos verdes e filósofos como Hans Jonas e Michel Serres. A ecologia profunda se propõe a desconstruir o antropocentrismo para renovar o enfoque ético-jurídico da natureza, o que resulta a atitude do homem na morte do próprio homem. Mas, a ecologia profunda poderia se tornar um conceito de obrigação ampliado com capacidade de gerar uma potência moralizadora de controle social.

A ecologia profunda se delinea no bem-estar e no pleno desenvolvimento da vida humana e não-humana e são valores em si, pois estes valores são realizáveis pela diversidade das formas de vida. Os humanos não podem reduzir essas riquezas, salvo para atender necessidades vitais, de modo que o desenvolvimento da vida não-humana requer a diminuição da população humana, para garantir o desenvolvimento da vida humana e da cultura. A intervenção humana é excessiva e degrada o mundo não-humano, assim torna-se necessário mudar o rumo das concepções políticas, econômicas e ideológicas nos Estados, com a obrigação direta e indireta de promover mudanças. (FERRY, 1994, p. 97)

A característica ocidental de desenvolvimento a partir da destruição que

prossegue escalonadamente desde o século XVII das coisas não humanas, provoca a hostilidade da ecologia profunda, ou seja, a tecnologia é prejudicial à natureza, mas essencial para o homem. (FERRY, 1994, p. 98)

Assim, haveria a necessidade do homem tornar-se um ser simbiótico, que num retorno à natureza, numa relação de reciprocidade, em que devolve a ela a qualidade de sujeito de direitos. Esse contrato natural de simbiose e reciprocidade é criticado por Hans Jonas por não se tratar a natureza de pessoa, mas a reconhece como um fim em si, ou possuidora de um valor intrínseco, criando valores supra-humanos. Então, a ecologia profunda defende a tese de que se deve frear o avanço da tecnologia em prol da sobrevivência do homem e da natureza. (FERRY, 1994, p. 97)

3.1.2 - Hans Jonas e o princípio responsabilidade

O filósofo Hans Jonas escreveu a obra Princípio Responsabilidade em 1979, e nesta traça pontos relevantes sobre a concepção da sustentabilidade e o empenho ou falta dele, nas políticas públicas, instigadas pelo racionalismo utilitarista da sociedade ocidental, quando então propõe a necessidade de uma nova ética de solidariedade intergeracional.

Segundo Jonas (2006, 21), o mundo evolui em três etapas de poder: primeiro aquele poder que o homem adquire progressivamente contra a natureza para dominação desta, e para isto cria a técnica, que encontra seu ápice no século XVII. Em segundo, a técnica toma espaço e domina seu criador, porque não tem limites éticos, desse modo usando o mito grego de Prometeu Desacorrentado que em analogia ao poder da ciência atingiu forças inimagináveis e a economia com impulso infatigável apenas propõe-se a progredir exponencialmente, desta forma necessita de uma ética que crie freios voluntários e “impeça o poder dos homenes de se transformar em uma desgraça para eles mesmos”. Em terceiro, quer o homem o domínio da natureza pela força, pois a violação da natureza e a civilização do homem caminham de mãos dadas.

Os limites que deveriam existir para os abusos da tecnologia em prol do avanço científico são pautados nos sistemas de éticas clássica e moderna que não conseguem lidar com a possibilidade ou com o futuro, mas atuam dentro da proximidade e do presente. Isto é, a tecnologia trouxe riscos extremos que fez criar o

dever da responsabilidade, que não era objeto da ética clássica. Podemos, mas não devemos usar o poder tecnológico para progredir sem pensar nas consequências do futuro do homem e do planeta, pois segundo Jonas (2006, p. 21) “nada se equivale no passado ao que o homem é capaz de fazer no presente e se verá impulsionado a seguir fazendo, no exercício irresistível desse poder”. Assim, o *homo faber* triunfou sobre o *homo sapiens* que cada vez mais expande seu meio ambiente artificial e esta é a marca do sucesso do *homo faber*. (JONAS, 2006, p. 21)

Hans Jonas (2006, p. 48) propõe um novo imperativo ético de que as gerações presentes, não importa o ato individual ou coletivo, devem escolher não colocar em risco as gerações futuras. A satisfação das necessidades presentes não pode comprometer o bem futuro, ou seja, não é dada a escolha da não-existência das gerações futuras, os não-nascidos são impotentes diante de esse poder. Mas, o interessante é que o imperativo é voltado para a política pública muito mais do que para a ação individual, o que é relevante quando se trata da inclusão de biocombustíveis na matriz energética estatal.

A tomada de decisão do Estado repercute essencialmente na natureza do agir humano em longo prazo, seja pela lei que traça deveres e proibições ou estimulando e incentivando posturas que serão benéficas num futuro distante. A ciência demonstrou o risco, o Estado deve então incorporar princípios preservacionistas do futuro de modo a internalizar esse novo imperativo, pois “não há nada melhor que o sucesso, e nada nos aprisiona mais que o sucesso”. Mas, Hans Jonas ao estabelecer a responsabilidade como princípio ele a retira do campo estrito da reciprocidade, ou como responsabilidade jurídica e legal, ou do pai para com o filho, ou do político, ou dever contratual. (JONAS, 2006, p. 43)

Não se trata de reciprocidade, porque “o verdadeiro objeto da responsabilidade é o êxito do empreendimento coletivo e não o bem ou mal-estar dos camaradas”, logo se trata de uma ética da responsabilidade futura. Do mesmo modo do pai para com o filho vertical e condicionada. (JONAS, 2006, p. 169)

O *homo politicus* ambiciona o poder, mas Hans Jonas (2006, p.170) alerta que deve ambicionar a responsabilidade ligada ao poder para aqueles e não sobre aqueles que detém poder. Assume a responsabilidade sobre a coisa pública ou de todos, dentro dos deveres gerais de cidadania, o que implica abranger a sociedade e aprática de atos causais futuros.

A responsabilidade jurídica refere-se a atos praticados e a compensação

pelos danos dele decorrentes, mas sem valores impositivos haverá fuga das responsabilidades, no qual o poder causal é condição da responsabilidade, que no caso é moral, em que a qualidade e não a causalidade do ato importa para imputação causal. (JONAS, 2006, p. 170)

A responsabilidade contratual é artificial e derivada das regras jurídicas que asusme encargos específicos, e delimitada no tempo. A responsabilidade natural é “irrevogável e não-rescindível, além de englobar a totalidade do objeto” (JONAS, 2006, p.170).

A ecologia contemporânea levanta o medo como paixão política em três rubricas: “exaustão dos recursos naturais; multiplicação do lixo industrial e nuclear; e, a destruição das culturas tradicionais” (FERRY, 1994, p.119). Esses temores devem ser transmitidos às futuras gerações (medo-por-outrem) para que se fundamente uma política real, que segundo Hans Jonas (2006, p.26), é uma “heurística do medo”, pois o potencial destrutivo do homem e a consciência destes atos torna difícil aferir as consequências dos seus atos tecnológicos, econômicos e políticos.

O medo passa a ter então uma função ética e teórica ao converter-se em dever moral e princípio de conhecimento, por ser ínfimo o conhecimento sobre as ações humanas, para não correr o menor risco total, tese esta defendida por Jonas. (2006, p. 26).

Desta forma, é importante formular os termos de uma ética da responsabilidade, para que ações desastrosas que poderiam ser evitadas viessem da ignorância, ou se da previsibilidade possível. Mas, o utilitarismo pretende e reforça a ideia de uma especialização moral, em que interesses são matematicamente calculados para que se possam fazer escolhas éticas racionais. (JONAS, 2006, p. 27)

Não que haja um movimento de antimodernismo radical que promove a divinização da natureza em detrimento de uma rejeição da cultura moderna, assim o tipo ideal de ecologia profunda pode ser elaborada, mas merece atenção às críticas de suas dificuldades inerentes. Primeiramente, enquanto a ecologia profunda rejeita o antropocentrismo para atender aos direitos da ecosfera, ao mesmo tempo se mostra antropomórfica, relegada à sobrevivência do homem na terra. Todavia, para que isso não ocorra, precisa transformar os seres da natureza em sujeitos de direito, de modo que não haja a sacralização da natureza, sob pena de ocultar o que não é

harmônico, pacífico e belo na natureza. Em segundo, é preciso aceitar deveres indiretos para com a natureza. (FERRY, 1994, p. 120)

O princípio ético responsabilidade proíbe que as decisões humanas não sejam apostas do agir, porque ocorre a retomada do *vacuo moral* da ciência. Não se pode arriscar o futuro por nada, não é um mero conselho moral, a existência do homem exige uma finalidade intrínseca que mesmo empenhado no progresso da tecnologia, almeja a felicidade, seja pela autossatisfação da vontade de poder ou pelo princípio do prazer. O meio ambiente artificial não modificou a sua natureza a ponto de apartá-lo do meio ambiente natural definitivamente, pois “ao gerar vida, a natureza manifesta pelo menos *um* determinado fim, exatamente a própria vida” (JONAS, 2006, 139).

As perspectivas dos valores humanos mudaram com o avanço científico cuja questão reside não necessariamente na eficácia científica da previsão do desastre ou da falência dos recursos naturais, mas na satisfação das necessidades. No estágio atual de avanço não há possibilidade de limitá-lo como quer Hans Jonas (2006, p. 25), pelo alarmismo do suicídio humano, mas direcionar o homem que produz ciência, que em sua natureza é objetiva e neutra, aos postulados éticos da responsabilidade para com as gerações futuras.

Com essa nova reflexão ética, movimentos sociais e políticos que necessariamente surgiram da heurística do medo ajudaram a criar leis e declarações de intenções que refletem a necessidade de discursos práticos e ações efetivas no campo político, jurídico e social. Por mais que a responsabilidade jurídica tenha aspectos causais, ainda assim pode estabelecer normas programáticas de conteúdo ético, ademais o Direito não é uma disciplina estranha à ética. (JONAS, 2006, p. 21)

No âmbito federal os programas voltados para a sustentabilidade são estruturalmente melhores, já no âmbito estadual, por sua vez, é carente pela falta de compreensão do sentido da ética da responsabilidade como foi discutido neste capítulo. Contudo, ainda assim, toda ideia agregada ao desenvolvimento do agronegócio só comprova que o avanço técnico-científico não deixou seu velho intento de progresso econômico, e, ainda, baseado na primeira corrente ecológica antropocentrista.

A cultura de algas, surgida do avanço científico, coaduna com o princípio responsabilidade, já que serve de alternativa limpa para a produção de biocombustíveis, mas a questão é o quanto a inovação pode ser acatada no seio

das políticas públicas. Nesse ponto, Boaventura de Sousa Santos traz no item a seguir a perspectiva da crítica à razão indolente que limita as possibilidades de inserção de novas matrizes que se oponham a modelos energéticos adotados.

3.1.3 - A Crítica da razão indolente segundo Boaventura de Sousa Santos

Boaventura de Sousa Santos reforça a ideia de que as políticas públicas sustentáveis são tendenciosamente lineares e imobilizantes (SANTOS, 2009, p. 779). Os governos investem em modelos produtivos de biocombustíveis que tem uma perspectiva pouco promissora para o futuro uma vez que necessitará de amplos espaços terrestres e grandes quantidades de água para sustentar a demanda do crescimento econômico e industrial que não será estagnado em prol de qualquer princípio de preservação da natureza.

A reflexão de Boaventura consiste no conflito entre a globalização hegemônica e contra-hegemônica, ou seja, conflito Norte/Sul e quais alternativas seriam creditáveis ao capitalismo, principalmente pautadas na experiência social que alinha cultura e conhecimento fora da tradição científica ou filosófica ocidental. Então se propôs a criticar duzentos anos de um modelo de racionalidade ocidental dominante, o que chama de razão indolente que se instalou no estado liberal a partir das revoluções industriais, do colonialismo e do imperialismo europeu e norte-americano, para em seguida propor um novo modelo denominado razão cosmopolita. (SANTOS, 2009, p. 777)

A razão indolente se manifesta em quatro formas diferentes: com a razão indolente (nada pode fazer contra uma necessidade exterior); a razão arrogante (julga-se incondicionalmente livre, logo não é exercida); razão metonímica (julga-se única forma de racionalidade, o todo tem primazia pelas partes que o compõe); razão proléptica (julga conhecer o futuro e concebe como uma superação linear, automática e infinita do presente, com domínio da natureza e planejamento da história). (SANTOS, 2006, p. 779-780).

A razão indolente não permite a evolução do conhecimento, principalmente nas formas da razão metonímica e proléptica. A razão metonímica entende que a parte não existe fora do todo, proposta numa relação horizontal, mas na verdade é vertical, com uma visão parcial e seletiva do mundo, o que acaba por limitar-se a si própria. Dilata o presente, assim, não admite qualquer outra compreensão do mundo

que não seja a ocidental, por exemplo, o “Norte não é inteligível fora da relação com o Sul” (SANTOS, 2006, p. 783).

A razão metonímica se impõe pela produtividade e pela coerção legislativa. É um modo de produção da não-existência, como ocorreu em Estocolmo em 1972. Os países colocaram-se como cânones do conhecimento e da cultura que os países pobres deveriam seguir e copiar. Boaventura (2006, p.783) chama esse fenômeno de monocultura do saber e do rigor do saber.

Boaventura (2006, p. 787) traz cinco lógicas da não-existência, a primeira já mencionada, a monocultura do saber encontra uma via única de produção de conhecimento, aquele produzido pela cultura hegemônica. A proposta de Boaventura é superar a monocultura dos saberes pela ecologia dos saberes, em que os saberes não científicos podem ser alternativas aos saberes científicos, isto é, outros saberes podem contribuir em razão dos contextos e práticas sociais sob os quais se inserem, para a qual propõe o diálogo entre os saberes.

A segunda lógica (SANTOS, 2006, p.787) é a monocultura do tempo linear o andamento da história segue os passos já traçados, pois a história possui um único sentido que consiste em progresso, revolução, modernização, desenvolvimento, crescimento e globalização. Quem não segue esse caminho é atrasado e subdesenvolvido. A solução seria a ecologia das temporalidades, pois cada sociedade desenvolve-se em várias temporalidades, como a valorização da ancestralidade.

A terceira é a lógica da classificação social cuida de estabelecer uma hierarquia social, principalmente de aspecto racial, insuperável. Boaventura (2006, p. 787) propõe a ecologia dos reconhecimentos que supera a ideia do igual, porém diferentes. A quarta lógica é a da escala dominante sob o aspecto universal e global que privilegia as entidades que se expandem pelo globo e, por conseguinte, rivalizam com as realidades ou entidades locais. Neste caso, a ecologia das trans-escalas explora a desglobalização ou globalização contra-hegemônica considerando as práticas sociais locais independentes da globalização hegemônica. (SANTOS, 2006, p. 788)

A quinta lógica denominada produtivista trata da monocultura dos critérios de produtividade capitalista. Logo é produtivo o trabalho humano que gera lucro e a natureza produtiva é aquela fértil. Para esta a ecologia de produtividade considera os sistemas alternativos de produção. (SANTOS, 2006, p. 788)

Políticas públicas de fomento e incentivo à pesquisa de novas matrizes energéticas de cadeias não-alimentar, como a alga-cultura, demonstra uma necessária tentativa de sair do imobilismo da sociologia das ausências. Libertar-se da razão metonímica e valorizar a experiência e o conhecimento que pode ser produzido no Brasil e principalmente em Goiás, um estado com ampla vocação agroprodutora.

A razão metonímica é altamente contaminante, de modo que as pesquisas reproduzem o que vinha sendo feito nos Estados Unidos nos anos 60, a busca por fontes energéticas em plantas oleaginosas. Apesar do estudo das algas, enquanto matriz energética ter sido desenvolvido a princípio nos Estados Unidos, isso não significa que no âmbito local, pesquisadores goianos ou brasileiros poderiam inovar e encontrar espécies e um modo mais barato de extrair óleo das microalgas, produzindo conhecimento independente e inovador.

A experiência dos setores de pesquisa brasileiros são creditáveis, mas sem incentivo governamental não é praticável. A sociologia das ausências da razão metonímica atua com eficiência em não dar credibilidade ao conhecimento produzido em países pobres ou de pouca tradição em inovação tecnológica.

A razão proléptica decorre da contração do presente do tempo linear e, por conseguinte dilatou o futuro. Significa dizer que o progresso não tem limites, o futuro se apresenta amplo e irrestrito (SANTOS, 2006, p. 794). Aqui alinha a proposta de Hans Jonas a Boaventura, porque o futuro da sociedade é diferente do futuro dos indivíduos. O futuro precisa ser contraído, porque há comprometimentos gerados pelas ações praticadas no presente, que precisa ser dilatado (sociologia das ausências). O futuro é objeto de cuidado, logo a sociologia das emergências atua sobre possibilidades e sobre capacidades reais e presentes, considera as alternativas possíveis, diante da ideia de crescimento infinito da dilatação do futuro. (SANTOS, 2006, p. 798)

Todas as culturas são incompletas, logo a sociologia das ausências e a sociologia das emergências precisam ser complementadas pelo trabalho de tradução. Segundo Boaventura (2006, p. 801), o trabalho de tradução cria inteligibilidade, coerência e articulação num mundo rico em diversidade de saberes e experiências. Trata-se de um trabalho intelectual, político e emocional que promove o diálogo entre as experiências possíveis e disponíveis.

É necessário utilizar uma hermenêutica diatópica que verifica as relações de semelhanças entre as questões levantadas e as soluções que apresentam a sua maneira, considerando os saberes e as práticas sociais. Abarca diferentes visões de mundo que pode enriquecer-se mutuamente se puderem dialogar. Não há uma supremacia de saberes. (SANTOS, 2006, p. 803)

Por mais que esta teoria se apoie numa razão cosmopolita integradora ainda está-se longe de sua completa concreção. O que se vê é que pelo menos Boaventura (2006, p.805) admite que não se possa impedir o desenvolvimento e que os países pobres foram constituídos sobre esta lógica de progresso que os impulsiona, mas o fato de valorizar os saberes tradicionais, que o conhecimento pode ser produzido em âmbito local, reforça a tese de se pode alinhar crescimento econômico, equidade social e sustentabilidade.

A alga-cultura é uma proposta de aproveitamento da biodiversidade de uma espécie que pode ser uma alternativa num mundo que se cerca de alternativas mensuráveis e tangíveis e esquece-se da necessidade de diversificar as possibilidades de incremento da matriz energética. O trabalho de tradução nesse aspecto é sugerido pelo reforço das políticas públicas em estimular a pesquisa e produção de novas matrizes energéticas que não venham a tornar-se um novo problema futuro.

O Estado de Goiás ainda não atentou para o potencial do desenvolvimento da pesquisa e conseqüente produção de biocombustíveis de microalgas em seus sistemas produtivos, o que reflete a monocultura dos saberes atrelada à concepção de que produção de grãos, que na verdade representa a vocação do Estado estritamente ligado e limitado ao agronegócio.

3.2 - Os regimes internacionais do meio ambiente

Desde o final do século XIX, e mais acentuado no período pós-guerra, a economia mundial é impulsionada pelo capitalismo financeiro, não mais se dirigindo apenas à produção e circulação de mercadorias, mas basicamente voltado para um mercado de capitais global. (ABBOT, 2013, p. 74)

Países assolados pela Segunda Guerra se reconstruíam e impulsionavam o crescimento da economia mundial, principalmente pelos investimentos fornecidos

pelo Plano Marshall⁸⁵. Enquanto países da América Latina, Ásia e África⁸⁶ que estavam até então limitados à exportação de produtos primários e à exploração agropecuária, modernizaram gradativamente o seu setor industrial através da atuação das empresas transnacionais americanas, europeias e japonesas e a disposição interna dos seus governos em ampliar o polo industrial. (MAGNOLI, 2004, p. 240)

A busca pelo ingresso na economia mundial de países pobres e a proposta pela intensificação da criação e/ou expansão de polos industriais, criando a possibilidade de incrementar e expandir o consumo, fez com que surgisse a necessidade de investigar como, em longo prazo, se desenvolveria a sociedade industrial. Para este *mister*, em 1968, criou-se o Clube de Roma, que com uma formação multidisciplinar de cientistas, economistas e representantes de governos discutia o sistema global, principalmente para avaliar a relação entre o uso de recursos naturais e as sociedades humanas, de modo que foi questionado se não deveria haver limites para o crescimento. (MAGNOLI, 2004, p. 241)

Segundo Magnoli (2004, p. 241) o Clube de Roma propunha-se a estudar cinco tendências globais: industrialização acelerada, a rápida expansão demográfica, a desnutrição generalizada, o esgotamento dos recursos naturais não renováveis e a deterioração ambiental. Compreende-se a escolha desta abordagem, principalmente em razão da descolonização afro-asiática, que marcavam o Terceiro Mundo pela pobreza e altas taxas demográficas.

Das conclusões das discussões e pesquisas sobre estas premissas surgiu a preocupação sobre como os Estados criariam em suas economias mecanismos para compatibilizar o equilíbrio ecológico para a manutenção de recursos para as gerações futuras, que mais tarde seria chamado de desenvolvimento sustentável, que conforme o Princípio 3, da Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992, estabeleceu “o direito ao desenvolvimento deve exercer-

⁸⁵ Plano Marshall ou Programa de Recuperação Europeia foi instituído em 1948 e encerrou em 1952 que concedia empréstimos e doações financeiras a países europeus devastados pela II Guerra Mundial, para que reestruturassem a indústria e aumentassem o poder de consumo de suas populações, mas que na verdade tratou-se de uma campanha contra o comunismo fortemente defendido pela União Soviética que ganhava adesão de outros países pela economia planificada. (Disponível em: <http://www.infoescola.com/historia/plano-marshall/>. Acesso em 13 jan. 2014).

⁸⁶ O continente africano foi marcado pela descolonização no decorrer do século XX, o que exigia uma atenção especial ao extremo nível de pobreza da população, diante de grandes riquezas minerais, quadro esse agravado pelas disputas internas pelo poder político e a guerra entre etnias que não consentiam fazer parte da mesma circunscrição territorial. (MAGNOLI, 2004, p.239)

se de forma tal que responda equitativamente às necessidades de desenvolvimento e ambientais das gerações presentes e futuras.”.

Em 1972, em Estocolmo, Suécia, realizou-se a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, que reproduziu, em termos, as conclusões do Clube de Roma. A ideia era de que a iminência de uma grave crise ecológica minaria as perspectivas de desenvolvimento econômico o que significaria a “destruição e esgotamento de recursos insubstituíveis e graves deficiências, nocivas para a saúde física, mental e social do homem, no meio ambiente por ele criado, especialmente naquele em que vive e trabalha.” (MAGNOLI, 2004, p. 243).

Em Estocolmo as discussões tinham orientação idealista e conflitavam com o princípio da soberania nacional, limitando-se a estimular o financiamento de programas de controle de natalidade, numa releitura *neomalthusiana*. (MAGNOLI, 2004, p. 243)

Ocorre que o alarmismo disseminado de que não haveria condições de alimentar a população mundial, porque se chegaria ao ponto de que os recursos naturais estariam esgotados fez com que propusessem que os países pobres economicamente, mas fartamente enriquecidos de reservas naturais, não saberiam gerir a utilização desses recursos. Assim o disse no princípio 16 da Convenção de Estocolmo abaixo transcrito:

Princípio 16: Nas regiões onde exista o risco de que a taxa de crescimento demográfico ou as concentrações excessivas de população prejudiquem o meio ambiente ou o desenvolvimento, ou onde, a baixa densidade de população possa impedir o melhoramento do meio ambiente humano e limitar o desenvolvimento, deveriam se aplicadas políticas demográficas que respeitassem os direitos humanos fundamentais e contassem com a aprovação dos governos interessados.

Essa Convenção ficou marcada pela disputa entre os países do hemisfério Norte do planeta, em que estão dispostas as nações mais ricas, contra a ingerência de recursos naturais de países do hemisfério Sul (MAGNOLI, 2004, p. 242). É possível verificar em alguns princípios essa tendência dos países desenvolvidos de conduzirem o desenvolvimento econômico dos países subdesenvolvidos, sob a forma de “cooperação internacional”. Como no princípio 11 a seguir disposto:

Princípio 11: As políticas ambientais de todos os Estados deveriam estar encaminhadas para aumentar o potencial de crescimento atual ou futuro dos países em desenvolvimento e não deveriam restringir esse potencial nem colocar obstáculos à conquista de melhores condições de vida para todos. Os Estados e as organizações internacionais deveriam tomar

disposições pertinentes, com vistas a chegar a um acordo, para se puderem enfrentar as consequências econômicas que poderiam resultar da aplicação de medidas ambientais, nos planos nacional e internacional. (grifo nosso)

Essa Convenção marca a necessidade de se coadunar desenvolvimento econômico com a manutenção do equilíbrio do meio ambiente natural, que depois foi chamado de ecodesenvolvimento, como está descrito em seu princípio 4:

Princípio 4: O homem tem a responsabilidade especial de preservar e administrar judiciosamente o patrimônio da flora e da fauna silvestres e seu habitat, que se encontram atualmente, em grave perigo, devido a uma combinação de fatores adversos. Consequentemente, ao planificar o desenvolvimento econômico deve-se atribuir importância à conservação da natureza, incluídas a flora e a fauna silvestres.

Não muito tempo após o Clube de Roma, em 1973, o mundo vive a crise do petróleo, devido à alta de preços pelos cartéis dos países produtores (OPEP) e em face do possível esgotamento das reservas naturais, já evidenciando que o consumo cada vez maior de energia era necessário para o desenvolvimento econômico. (MAGNOLI, 2004, p. 241)

Em 1974 foi realizada a Conferência Mundial das Nações Unidas sobre a População, na Cidade do México, que objetivava dirimir as contradições entre o crescimento demográfico e o desenvolvimento econômico, em que se propunha um gerenciamento global da demografia e da economia, isto é, medidas no controle de natalidade e no desenvolvimento de “uma economia pós-industrial ancorada nos serviços”, ou seja, menos consumidora de energia, repetindo a ideia concebida em 1968, no Clube de Roma e Estocolmo, em 1972. Estava configurado como solução o controle de natalidade que necessariamente seria aplicada aos países subdesenvolvidos. (MAGNOLI, 2004, p. 241)

Havia um claro conflito entre o direito ao desenvolvimento econômico de países pobres, que era reconhecido em Estocolmo, com seus recursos naturais ainda fartos e a preservação ambiental. Esse direito foi novamente exigido pela Conferência Ministerial da Organização da Unidade Africana, em Banjul, Gambia, em 1981, que produziu a Carta Africana dos Direitos Humanos e dos Povos, que em seu artigo 22º afirma:

Artigo 22º: 1. Todos os povos têm direito ao seu desenvolvimento econômico, social e cultural, no estrito respeito da sua liberdade e da sua identidade, e ao gozo igual do patrimônio comum da humanidade.

2. Os Estados têm o dever, separadamente ou em cooperação, de assegurar o exercício do direito ao desenvolvimento.

No entanto, a Carta Africana mesmo admitindo a cooperação internacional não admite ingerências sobre o uso e gozo de seus recursos.

A matéria ambiental foi cada vez mais perscrutada realizando-se seguidas conferências, como, a Conferência de Recursos Hídricos (1975), Estabelecimentos Humanos (1976), Desertificação (1977), Fontes Novas e Renováveis de Energia (1981), Convenção de Viena (1985) e Protocolo de Montreal (1987)⁸⁷ dentre outras. Mas, estas decorriam da ideia inicial veiculada em Estocolmo, ou seja, a perspectiva dos problemas demográficos e da escassez de recursos, face o aumento do consumo de energia e alimentos por uma população que crescia em proporções geométricas, cujas medidas deveriam envolver a participação internacional. (MAGNOLI, 2004, p. 241)

Como as discussões se acaloravam sobre como garantir a qualidade ambiental para salvaguardar o bem-estar humano, a ex-primeira Ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, foi convocada pelo Secretário-geral da ONU, em 1983, para presidir a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que ao avaliar a ação humana sobre a natureza era necessário de um modo geral, propor medidas sobre o controle da natalidade, a proteção à biodiversidade, ecossistemas e recursos essenciais à vida como água, alimentos e energia, de modo que se diminuísse o consumo e ampliasse a busca de fontes renováveis de energia, além do uso de tecnologia para promover a industrialização com a menor produção de danos ao meio ambiente. (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p. 4).

Como resultado foi publicado em 1987 o relatório denominado “Nosso Futuro Comum”, em que foi substituído o termo codesenvolvimento para desenvolvimento sustentável. O relatório definiu desenvolvimento sustentável como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p. 9), antes proposto pela

⁸⁷ Estes últimos tratavam do problema da diminuição da camada de ozônio devido à emissão CFC (clorofluorcarbono), regulando o consumo de substâncias destruidoras da camada de ozônio, contou com a adesão de mais de 150 Estados, em que os signatários se comprometiam a eliminar em 15 anos tipos de CFC e de outras substâncias que têm efeitos similares, o que gerou inovação tecnológica de criação de novos produtos substitutos. (MAGNOLI, 2004, p. 242)

Convenção de Estocolmo, no princípio 1:

Princípio 1: O homem tem o direito fundamental à liberdade, à igualdade e ao desfrute de condições de vida adequadas em um meio ambiente de qualidade tal que lhe permita levar uma vida digna e gozar de bem-estar, tendo a solene obrigação de proteger e melhorar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras. A este respeito, as políticas que promovem ou perpetuam o *apartheid*, a segregação racial, a discriminação, a opressão colonial e outras formas de opressão e de dominação estrangeira são condenadas e devem ser eliminadas. (grifo nosso)

O Relatório Brundtland apontou problemas e soluções para se alcançar o desenvolvimento sustentável, uma delas, especialmente por conta da temática desta dissertação envolve o consumo de energia. A questão envolvia o aumento do consumo pelos países em desenvolvimento que até 2025 consumiriam tanto quanto os países industrializados e que seriam abastecidos essencialmente por energia primária, ou seja, combustíveis fósseis, o que gerará aquecimento global e acidificação do meio ambiente. (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p. 16).

Segundo o Relatório, somente medidas alternativas de baixo consumo de energia, com a mudança dos padrões de consumo, tendo como recurso as fontes renováveis, na verdade, “o alicerce da estrutura energética global do século XXI”. A proposta é que a partir do financiamento de pesquisas e projetos, possam ser desenvolvidas inovações tecnológicas capazes de aumentar a produção de energia das fontes renováveis de modo a alcançar a quantidade de energia gerada e consumida na década de 1980, pelos combustíveis fósseis. (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p. 16-17).

Para tanto, o Relatório incentiva que os governos, enquanto produtores e consumidores de energia formulem políticas públicas que incentivem a mudança na matriz energética, inclusive com a intervenção no domínio econômico, através da fixação de preços, para encorajar a inclusão de fontes renováveis de energia. (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p. 17).

Uma nova perspectiva se insurge com o Relatório da Comissão Brundtland, principalmente em oposição às ideias de ingerência propostas em Estocolmo (1972), que foi consolidada com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) ou Estocolmo+20, em 1992, realizada no Rio de Janeiro.

Abandonando o foco central sobre a temática da natalidade, a Rio-92 buscou centrar suas discussões na relação entre meio ambiente e desenvolvimento, em busca de revelar as distintas situações econômicas dos países do hemisfério Norte em detrimento do subdesenvolvimento dos países ao Sul do hemisfério global, ressaltando o conflito histórico e político entre os interesses dos países ricos e dos pobres.

As discussões buscavam identificar quem necessitava preservar recursos naturais já exauridos pela extrema industrialização, o consumo de energia e a emissão de gases poluentes, como consequência da manutenção de setores industriais em expansão. Assim, os países do Sul buscavam a efetivação do princípio das responsabilidades globais, porém diferenciadas concernente à preservação do patrimônio ambiental, em relação à realidade de cada Estado.

Desta controvérsia se reafirmou o novo conceito de desenvolvimento sustentável⁸⁸, conforme o Princípio 1 da Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento, em que “os seres humanos constituem o centro das preocupações relacionadas com o desenvolvimento sustentável. Têm direito a uma vida saudável e produtiva em harmonia com a Natureza.”.

A crise ambiental agora era fruto de dois séculos de atividade predatória dos países desenvolvidos, que gerou um fluxo crescente de consumo de energia para suprir o desenvolvimento industrial e sua excessiva produção de dejetos. Muito embora, tenha sido cogitado na Convenção de Estocolmo (1972) que, em defesa do patrimônio ambiental mundial, se relativizasse o princípio da soberania nacional, concedendo o direito à ingerência aos países ricos, devido ao fato de se considerar que os países de terceiro mundo não conseguiam gerir ou controlar seu patrimônio ambiental provocando um colapso ambiental global.

Os países em desenvolvimento ansiavam pelo exercício ao direito ao desenvolvimento, mas necessitavam de recursos financeiros e tecnológicos. Assim foi atribuída a responsabilidade⁸⁹ aos países desenvolvidos o agravamento da

⁸⁸ PRINCÍPIO 4: A fim de alcançar o desenvolvimento sustentável, a proteção do meio ambiente deverá constituir parte integrante do processo de desenvolvimento e não poderá considerar-se de forma isolada. (DECLARAÇÃO DO RIO SOBRE AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992).

⁸⁹ PRINCÍPIO 6: A situação e as necessidades especiais dos países em desenvolvimento, em particular os países menos adiantados e os mais vulneráveis do ponto de vista ambiental, deverão receber prioridade especial. Nas medidas internacionais que se adotem com respeito ao meio ambiente e ao desenvolvimento também se deveriam ter em conta os interesses e as necessidades de todos os países. E, PRINCÍPIO 7: Os Estados deverão cooperar com o espírito de solidariedade mundial para conservar, proteger e restabelecer a saúde e a integridade do ecossistema da Terra.

questão ambiental, logo os mesmos assumiriam o financiamento e o fornecimento de tecnologia para aqueles países, como foi disposto nos princípios 6, 7 e 9 da Declaração do Rio sobre Meio Ambiente.

Desta feita, a RIO-92 produziu os seguintes documentos: Carta da Terra; as convenções sobre Biodiversidade⁹⁰, Desertificação e Mudanças climáticas⁹¹; a Declaração de Princípios para a Administração sustentável das florestas⁹²; a Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento; e a Agenda 21.

Destes documentos uma nova concepção ambiental surgiu, principalmente demonstrando reações aos países desenvolvidos. Assim, a Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento reafirmou o direito soberano⁹³ de cada nação de explorar os próprios recursos, contrapondo-se a ideia de ingerência da Convenção das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em 1972.

A erradicação da pobreza nas nações subdesenvolvidas, pela Declaração, constitui requisito do desenvolvimento sustentável⁹⁴, além de reduzir e eliminar os sistemas de produção e consumo não sustentados e fomento às políticas demográficas (Princípio 8); a criação de normas de caráter ambiental (Princípio 11) adequada a cada país, adotando tanto o critério da precaução (Princípio 15) de

Tendo em vista que tenham contribuído notadamente para a degradação do meio ambiente mundial, os Estados têm responsabilidades comuns, mas diferenciadas. Os países desenvolvidos reconhecem a responsabilidade que lhes cabe na busca internacional do desenvolvimento sustentável, em vista das pressões que suas sociedades exercem no meio ambiente mundial e das tecnologias e dos recursos financeiros de que dispõem. PRINCÍPIO 9: Os Estados deveriam cooperar para reforçar a criação de capacidades endógenas para obter um desenvolvimento sustentável, aumentando o saber científico mediante o intercâmbio de conhecimentos científicos e tecnológicos, intensificando o desenvolvimento, a adaptação, a difusão e a transferência de tecnologias, entre estas, tecnologias novas e inovadoras. (DECLARAÇÃO DO RIO SOBRE AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992).

⁹⁰ A Convenção sobre a Diversidade Biológica, ratificada por 156 países, tratou da soberania dos Estados sobre seus recursos naturais; intercâmbio políticos de financiamento e tecnologia entre nações desenvolvidas e subdesenvolvidas em troca da conservação do patrimônio da humanidade, mas como observa Magnoli nada foi referenciado sobre o sistema de patentes. (MAGNOLI, 2004, p. 246)

⁹¹ A Convenção sobre as Mudanças Climáticas Globais, fruto da pesquisa realizada pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), demonstrou que a emissão de gases devido ao modelo energético adotado pelas economias desenvolvidas provocou o agravamento do efeito estufa.

⁹² Descreve as funções dos biomas das florestas e propõe medidas para proteção desta.

⁹³ PRINCÍPIO 2: Os Estados, de conformidade com a Carta das Nações Unidas e os princípios da lei Internacional, possuem o direito soberano de explorar seus próprios recursos segundo suas próprias políticas ambientais e de desenvolvimento, e a responsabilidade de velar para que as atividades realizadas dentro de sua jurisdição ou sob seu controle não causem danos ao meio ambiente de outros Estados ou de zonas que estejam fora dos limites da jurisdição nacional. (DECLARAÇÃO DO RIO SOBRE AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992).

⁹⁴ PRINCÍPIO 5: Todos os Estados e todas as pessoas deverão cooperar na tarefa essencial de erradicar a pobreza como requisito indispensável do desenvolvimento sustentável, a fim de reduzir as disparidades nos níveis de vida e responder melhor às necessidades da maioria dos povos do mundo. (DECLARAÇÃO DO RIO SOBRE AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992).

forma que evitem a degradação ambiental e responsabilizem aqueles que cometem danos ambientais (Princípios 13, 16, 17,18 e19).

A Agenda 21 trouxe um plano de ação dirigido às relações entre meio ambiente, pobreza, saúde, comércio, dívida externa, consumo e demografia, que na mesma proposta da Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento, elaborou princípios de cunho ideológicos que provocou intensa contrariedade e resistência aos tratados provenientes destas, pelos países desenvolvidos, principalmente no que pertine à transferência de recursos para financiar projetos ambientais.

Nos tratados, a Convenção sobre Mudanças Climáticas Globais provocou intensa controvérsia sobre a sua negociação, pois tentou criar limites compulsórios sobre os níveis de emissão de gases, para os países desenvolvidos e em transição para a economia de mercado. O que não seria imposto aos países em desenvolvimento. A discussão resultou em não estabelecer limites, mas garantiu aos países em desenvolvimento a transferência de recursos para substituir tecnologias energéticas poluidoras pelo mecanismo da *Global Environmental Facility*. (MAGNOLI, 2004, p. 244)

Se, por um lado, os países do hemisfério Sul e a União Europeia acordavam sobre a necessidade de limitar a emissão de gases, os Estados Unidos ao manter seu discurso individualista e defensor da liberdade econômica, fez com que se levantassem suspeitas de que a Convenção sobre Mudanças Climáticas Globais não seria cumprida, principalmente pelo fato de que os Estados Unidos emitem cinco vezes mais gases de estufa em relação à média mundial e não a ratificou. E ainda, constatou-se que a China⁹⁵ e os novos países industrializados da Ásia, países em desenvolvimento, aumentaram suas emissões de gases, dado o crescimento econômico acelerado, após a RIO-92. (MAGNOLI, 2004, p. 246-247).

As discussões que se iniciaram em 1990 sobre o acordo multilateral da Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima, assinada em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

⁹⁵ Em 12 de novembro de 2014, China e Estados Unidos, celebraram em Pequim, acordos bilaterais de ampliação do comércio, aproximação militar, cibersegurança, desnuclearização da Coreia do Norte e redução das emissões de GEE, em relação aos níveis de 2005. Em que a China comprometeu-se a reduzir as emissões até 2030, cuja proposta consiste em substituir sua matriz energética em 20%, para fontes limpas e renováveis. Os Estados Unidos se comprometeram a reduzir entre 26 % e 28% até 2025 suas emissões de GEE. (Disponível em: < <http://www1.folha.uol.com.br/mundo/2014/11/1546872-eua-e-china-acertam-aproximacao-militar-e-reducao-de-gases-poluentes.shtml>>. Acesso em 12 nov. 2014).

(CNUMAD), na Rio 92. Nesta Convenção estabeleceu-se o princípio da responsabilidade comum, mas diferenciada em que os países industrializados que por anos lançaram gases do efeito estufa, assumem proporcionalmente a responsabilidade por estas emissões, e ainda por contarem com maior possibilidade econômica e tecnológica de reparar e prevenir o problema. (THOME, 2014, p. 713)

Mesmo que o texto fosse elaborado com dispositivos programáticos a Convenção-Quadro sobre Mudanças do Clima realiza Conferências das Partes para tentar complementar e regulamentar estes dispositivos de modo a dar-lhes mais concretude. Dentre elas, convém ressaltar, a primeira que foi realizada em Berlim, na Alemanha, em 1995⁹⁶ (COP. 1). A segunda, realizada na cidade de Genebra, na Suíça, em 1996⁹⁷ (COP. 2). A COP. 3, realizada em Kyoto, no Japão, em 1997, que resultou no Protocolo de Kyoto.⁹⁸ Dentre os deveres a serem cumpridos neste Protocolo, destaca-se o aumento da eficiência energética, e a pesquisa, promoção, desenvolvimento, e aumento de novas fontes energéticas renováveis e de tecnologias de sequestro de carbono, além de ter criado três mecanismos adicionais de implementação: Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, Implementação Conjunta e Comércio de Emissões⁹⁹. (THOME, 2014, p. 714-717)

Desta forma, diante das responsabilidades assumidas pelo Brasil com a ratificação do Protocolo de Kyoto, em 12 de maio de 2005, e por ser um dos cinco países com maior emissão de gases do efeito estufa, o Brasil criou a Política Nacional sobre Mudança do Clima através da Lei 12.187, de 29 de dezembro de

⁹⁶ Na COP. 1, 160 países apenas discutiram sobre a necessidade de reduzir as emissões de gases, no entanto, não estabeleceram prazos ou percentuais para a redução. (THOME, 2014, 714)

⁹⁷ Com a participação de 150 países, a COP. 2 apenas reconheceram a influência das ações humanas na mudança do clima e reforçaram a iniciativa de criar objetivos legalmente vinculantes de limitação de gases do efeito estufa. (THOME, 2014, p. 715)

⁹⁸ A ratificação deste tratado dependia de no mínimo 55 países, que representassem 55% das emissões de GEE, até 2002, 100 países haviam ratificado, mas eram responsáveis por 43,7% das emissões de GEE, cuja vigência deu-se apenas com a ratificação da Rússia, em 16 de fevereiro de 2005. O Brasil ratificou o Tratado em 12 de maio de 2005, através do Decreto n. 5.455/05. Com exceção dos Estados Unidos que a época alegou prejuízos financeiros caso viessem a adotar a medidas restritivas do tratado. Tais medidas consistiam na redução em média de 5% em relação aos níveis de 1990, para os países elencados no Anexo I. O primeiro compromisso está estabelecido no período de 2008 a 2012. O segundo Compromisso ou Kyoto II, elaborado na COP 18, em Doha, Catar, sem a presença de grandes poluidores como Estados Unidos, Canadá e Rússia, acabou por ser ratificado por apenas 15% dos países que emitem GEE em grandes quantidades, que se iniciou em 1 de janeiro de 2013 e terminará em 31 de dezembro de 2020. (THOME, 2014, p. 716)

⁹⁹ O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo permite que países do Anexo I possam se beneficiar das reduções das emissões com a redução certificada de emissão (RCE) ou crédito de carbono; a Implementação Conjunta consiste na realização conjunta de projetos entre países para redução das emissões; já o Comércio de Emissões permite que um país compre de outro, cotas de reduções realizadas. (THOME, 2014, p. 721-722)

2009, com o objetivo de reduzir entre 36,1% e 38,9% até 2020 das emissões de GEE, com a intensificação da utilização de matriz energética renovável, com predomínio de hidrelétricas e de biomassa de lenha e biocombustíveis. (TOHMÉ, 2014, p. 733-736).

Assim, torna-se imperioso garantir incentivos governamentais e estimular a iniciativa privada em pesquisa científica e tecnológica em âmbito nacional, para diversificar sua matriz energética no sentido de incluir a algacultura como uma alternativa viável para esse fim.

Em junho de 1997, foi realizada a Rio+5, em New York, cuja intenção era avaliar as ações que demonstrassem a aplicabilidade prática do desenvolvimento sustentável definidos na Agenda 21, mas serviu basicamente para fomentar as discussões sobre a Conferência de Kyoto.

Assim, em 1997, na Conferência de Kyoto, no Japão, criou-se o Protocolo de Kyoto que fixou a meta global de redução de 5% dos gases que provocam o efeito estufa medidos em 1990, para ser atingida entre 2008 e 2012 (artigo 3º) pelos os países industrializados listados no Anexo 1, para diminuir o aquecimento global entre 1,4 e 5,8°C até 2100. (MAGNOLI, 2004, p. 245)

E ainda, estabeleceu um sistema de comércio de créditos de emissões de países que conseguissem reduzir mais do que o teto estabelecido para aqueles que não conseguissem alcançar a meta estipulada. No entanto, um dos países¹⁰⁰ que mais lançava gases poluentes que agravam o efeito estufa não ratificou o tratado que expirou em 2012. Os Estados Unidos justificaram sua postura em razão de não terem sido estabelecidos metas de redução para países em desenvolvimento. (MAGNOLI, 2004, p. 246)

Em 2002, foi realizada a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, Rio+10 ou Cúpula da Terra II, em Johannesburg, África do Sul, que tinha por fim discutir as medidas que foram implementadas a partir dos documentos produzidos na Rio 92. Desta resultaram dois documentos: Declaração de Johannesburg em

¹⁰⁰ Os maiores responsáveis pela emissão de gases do efeito estufam atualmente são: China, Estados Unidos, União Europeia e Índia. Destaque-se que os EUA eram os maiores emissores caiu para 5,8 toneladas em 2002 e a China aumentou para 6,2 toneladas em 2006 devido ao crescimento econômico acelerado. Contudo, os EUA continuam com a liderança do maior emissor per capita, o que significa dizer que o cidadão americano consegue emitir sozinho mais gases poluentes que qualquer outro cidadão do mundo. Disponível em: <http://www.aquecimento.cnpem.br/conteudo/historico_aq_paises.htm>. Acesso em: 23 set. 2013.

Desenvolvimento Sustentável que reafirmou os compromissos firmados na Conferência de Estocolmo e na Rio 92; e o Plano de Implementação (PI) que estabeleceu metas para erradicação da pobreza, alteração dos padrões de consumo e de produção e a proteção de recursos naturais.

A mais recente aconteceu em 2012, denominada Rio+20, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada no Rio de Janeiro, em que foram reafirmados os princípios da Declaração do Rio de 1992, reforçando os compromissos anteriormente assumidos naquela Declaração, mas afeto à necessidade erradicar a pobreza como condição indispensável para o desenvolvimento sustentável, e a criação de modalidades sustentáveis de produção e consumo. Ações estas que só podem ser implementadas com êxito a partir da atuação interconectada entre sociedade civil, governo e o setor empresarial.

Mas, ainda é difícil o cumprimento de metas a que os próprios países se obrigaram nesses trintas anos de discussão internacional sobre a sustentabilidade e as ações humanas reproduzidas em documentos de *soft law*. As ações internas que envolvem as políticas públicas e as legislações de cada nação tem a responsabilidade de promover o crescimento econômico em equilíbrio com a diminuição das desigualdades sociais e a manutenção da qualidade ambiental com, práticas sustentáveis, visando resultados locais e cosmopolitas. Essa proposta edificante de solidariedade socioambiental é embaçada pelo consumismo de produtos e energia que cresce na mesma proporção do despertar de novos “desejos” de consumo.

Em matéria de produção legislativa, o Brasil possui uma dos sistemas jurídicos mais avançados em tutela ambiental do mundo, instrumentalizados pelo empenho em resguardar princípios de acolhimento ético. Mas nem sempre foi assim, a seguir demonstram-se num breve histórico, as principais fontes legislativas que culminaram na diversificação da matriz energética brasileira.

3.3 - As principais normas sobre a tutela energética brasileira

No período da colonização brasileira a exploração dos recursos naturais antes que se descobrissem as riquezas minerais e as grandes produções agrícolas, baseava-se na cultura extrativista, no caso o pau-brasil, a primeira atividade econômica explorada do século XV ao século XIX, quando foi praticamente extinta.

Datado de 1605, o Regimento do Pau-Brasil foi criado com o intuito de proteger as florestas que continham o recurso econômico mais importante para a Coroa portuguesa, a madeira do pau-brasil, (THOMÉ, 2014, p. 51) que fornecia a brasileína, corante de cor vermelha utilizada para tingimento de tecidos e tintas para pintura. Aos colonos não era permitido explorar ou queimar a madeira, já que a matriz energética da época era a queima da madeira para produzir carvão, assim a Coroa concedia concessões, mediante pagamento de taxa para explorar economicamente a madeira.

Em sentido semelhante, a Carta Régia de 1797 dispunha sobre a proteção de rios, nascentes e encostas, declaradas de propriedade da Coroa portuguesa, cujo objeto era retirar dos colonos o direito de explorar bens lucrativos para a Coroa, devido ao potencial econômico (patrimonial) e energético. Em 1.799 foi editado o Regimento de Cortes de Madeira estabelecendo normas sobre o corte das arvores e a exploração da madeira. Na verdade, a exploração da matriz energética da época contava com invasões recorrentes de estrangeiros, como os franceses, que devido à extensão territorial dificultava a fiscalização pela Coroa, então restava submeter os colonos. (THOMÉ, 2014, p. 52)

No início século XX, com a introdução dos combustíveis fósseis, especialmente o petróleo na matriz energética brasileira e numa tentativa de criar uma nova fonte energética, foi editado o primeiro instrumento normativo a respeito da produção e uso de biocombustíveis, no caso foi o Decreto n. 19.717/31 que determinou a adição de 5% de álcool anidro à gasolina importada (art. 1º) e ainda havia o incentivo fiscal para quem necessitasse importar bens e maquinário necessário para a instalação da indústria alcooleira, conforme redação do art. 17 abaixo descrito:

Art. 17. Até 31 de março de 1932, gozará de isenção de direitos de importação, expediente e demais taxas aduaneiras, o material necessário à montagem de usinas para fabrico e redistilação do álcool anhido. Essa isenção abrange não só o material das primeiras instalações, como o indispensável ao aperfeiçoamento e adaptação para preparo do álcool anhido, das destilarias existentes no país. Igual favor é concedido, também, no aludido prazo, ao material destinado à destilação dos schistos betuminosos e ao aparelhamento das destilarias desta natureza, porventura, já instaladas. (*sic*)

Essa vertente do uso do incentivo fiscal para garantir o consumo do álcool no Brasil também foi regulamentada pela Lei n. 700/37, regulamentada pelo Decreto n.

300/38 que estabeleceu isenção tributária aos materiais destinados à fabricação, guarda melhoria e transporte, de álcool anidro e os agentes químicos utilizados para sua desidratação. O Decreto-Lei n. 25.174-A/48, por sua vez, concedeu incentivos à fabricação de álcool para ser utilizado em motores à combustão.

É interessante notar que por mais que as Constituições brasileiras até 1988 não tivessem dado ênfase para a tutela ambiental, as leis infraconstitucionais trataram do assunto de maneira mais entusiasta, principalmente sobre as externalidades provocadas pela adoção do modelo energético desde a industrialização e utilização de veículos automotores no Brasil. Os biocombustíveis nem sempre foram considerados alternativas ambientais, mas alternativa econômica à dependência do petróleo.

Depois da Convenção de Estocolmo em 1972 a orientação das normas brasileiras foi sensivelmente afetada por essa nova perspectiva. Por exemplo, em 1975 foi editado o Decreto-Lei n. 1.413 que obrigava as empresas poluidoras a prevenir e corrigir os prejuízos da contaminação do meio ambiente, em clara referência ao princípio da prevenção normatizado em Estocolmo.

Mas, as crises da escassez são as principais molas propulsoras da atuação humana. Obviamente já se tinha noção da poluição causada pela combustão dos combustíveis fósseis, inclusive pesquisas sobre bioetanol e biodiesel datam do início do século XX, mas o custo da produção desafiava os governos.

A crise do petróleo obrigou o governo a tomar medidas mais incisivas para inserção do álcool na matriz energética brasileira como fonte autônoma, inclusive por lançar menos poluição no ambiente. Assim, criou através do Decreto n. 76.593 em 14 de novembro de 1975¹⁰¹, cria o Programa Nacional do Álcool, denominado Proálcool, “visando ao atendimento das necessidades do mercado interno e externo e da política de combustíveis automotivos” (art. 1º). Na época a pesquisa por novas fontes energéticas já estava sendo empregada em todo o mundo que mantinha forte dependência do petróleo e necessitava ampliar sua matriz energética. Assim, é importante mencionar o art. 2º desse Decreto que traz a evidência dessa preocupação. Assim dispõe:

Art. 2º. A produção do álcool oriundo da cana-de-açúcar, da mandioca ou

¹⁰¹ Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-76593-14-novembro-1975-425253-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em 13 ago. 2014.

de qualquer outro insumo será incentivada através da expansão da oferta de matérias-primas, com especial ênfase no aumento da produção agrícola, da modernização e ampliação das destilarias existentes e da instalação de novas unidades produtoras, anexas a usinas ou autônomas, e de unidades armazenadoras.

A política agroenergética começa a ser delineada com o incentivo a possibilidade de se utilizar “qualquer outro insumo” para que se diversificasse a expansão da oferta de matérias-primas, cujo foco era necessariamente a produção agrícola, mas as pesquisas e o interesse do setor agrícola eram voltados para a cana-de-açúcar. A ideia era fornecer uma alternativa à gasolina, porque até então o álcool era acrescido à gasolina, e desse momento em diante passou a ser um novo combustível que seria comercializado para a população. Além do mais, estabeleceu linhas de financiamento pelo sistema bancário e pelo Sistema Nacional de Crédito Rural (art.5º).

Este Decreto foi revogado pelo Decreto n. 80.762/77¹⁰² consolidou as disposições criadas no Decreto 76.593/75, mas no art. 7º modernizou o programa ao prever que “o CNP estabelecerá um programa de distribuição às empresas distribuidoras de petróleo e/ou às empresas consumidoras, que receberão o produto a um preço a ser decidido por esse Conselho.”.

O governo brasileiro se esmerou ainda mais na tentativa de promover o escoamento e a comercialização do álcool, para isso editou o Decreto n. 82.476/78¹⁰³, que em seu art. 1º determinava que “O álcool para fins carburantes será faturado pelos produtores diretamente às companhias distribuidoras de derivados de petróleo.” Inclusive previu o ressarcimento aos produtores de álcool para fins carburantes, pelo Conselho Nacional do Petróleo os juros pelo prazo da operação de venda, não excedentes há trinta dias, por intermédio das distribuidoras de derivadas de petróleo (art.2º).

A intervenção estatal não para por aí. O Decreto 83.700/79¹⁰⁴ cria o Conselho Nacional do Álcool, com a função de formular políticas e propor diretrizes do Proálcool para consolidar as políticas públicas de incentivo e financiamento,

¹⁰² Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-80762-18-novembro-1977-429703-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

¹⁰³ Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-82476-23-outubro-1978-431484-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

¹⁰⁴ Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-83700-5-julho-1979-433063-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

principalmente o financiamento de estoques de álcool e investimentos para manutenção e expansão do programa. Neste aspecto, o Decreto 84.575/80¹⁰⁵ expandiu para a rede bancária privada, bancos de investimentos e Caixas Econômicas para garantir o financiamento do programa.

O Proálcool impulsionado pelas ações governamentais viu seu ápice na década de 1980, de modo que entre 1983 e 1989, 95% dos carros comercializados no Brasil eram movidos a álcool, que encontrou um ambiente favorável com o aumento do preço do petróleo e respectivamente a queda do preço do açúcar no mercado internacional. Mas, para que isso ocorresse o governo ainda utilizou normas regulatórias e interventivas, e assim editou o Decreto n. 88.626/83¹⁰⁶ que determinava ao Conselho Nacional do Petróleo, através do Fundo Especial da Estrutura de Preços de Combustíveis e Lubrificantes formado com 2% do preço de aquisição do álcool, cobriria os gastos da Petrobrás com imobilização de estoques de álcool, despesas com armazenamento e transporte, subsídio ao consumidor do álcool (Conta álcool) e os subsídios à indústria alcoolquímica.

Em 1981, foi promulgada a lei de Política Nacional de Meio Ambiente, lei n. 6938/81¹⁰⁷, que regulamenta o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), demonstrando um completo abandono da visão utilitarista dos recursos naturais que prevaleceu até meados da década de 1970. Esta lei estabeleceu os princípios, objetivos e instrumentos para implementação da preservação dos recursos naturais do País. Essa norma, em consonância com os princípios dispostos na Declaração de Estocolmo em 1972, dispôs como uma política nacional adotada no ordenamento visar o desenvolvimento sustentável, com a “compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação do meio ambiente e do equilíbrio ecológico” (art. 4º, inciso I, Lei 6938/81).

Por mais que se tivesse adotado no sistema jurídico brasileiro a vertente da sustentabilidade, o Proálcool não era necessariamente voltado para a preservação e uso racional dos recursos naturais (art.4º, Inciso IV, lei 6938/81), a proposta era expandir mais e mais a fronteira agrícola e favorecer a balança comercial brasileira incrementando o agronegócio. Incentivar e financiar o uso de um produto menos

¹⁰⁵ Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-84575-18-marco-1980-433956-norma-pe.html>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

¹⁰⁶ Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D88626.htm>. Acesso em: 13 ago. 2014.

¹⁰⁷ Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 13 ago. 2014.

poluente era o bônus de uma atividade que a princípio mostrou-se lucrativa. Mesmo assim, foi editada a Resolução n. 18/86 pelo CONAMA¹⁰⁸, que criou o Programa Nacional de Controle de Poluição do Ar por Veículos automotores (PROCONVE), que servia de estímulo ao uso do álcool, mas não era uma preocupação essencial do Proálcool.

O Brasil viveu seu momento de autonomia energética com a diminuição das importações de petróleo, que sem o subsídio do governo o álcool não teria sido considerada uma alternativa viável. Mas, as consequências foram extremas. O governo brasileiro dispendeu em torno de sete bilhões de dólares para subsidiar o álcool, inclusive fazendo com que a Petrobrás comprasse por um valor mais caro do litro de álcool dos fornecedores do que aquele praticado para os consumidores, para torna-lo economicamente viável. (KARAN, s.d.)¹⁰⁹

Em 1986 a situação do mercado internacional que se mostrava favorável no início da década de 1980, viveu uma reviravolta. O preço barril de petróleo diminuiu, enquanto o preço do açúcar aumentou. O governo que enfrentava uma crise econômica e institucional, não tinha recursos para continuar subsidiando o Proálcool e para agravar o setor sucroalcooleiro passou a produzir açúcar, em vez de álcool, minando o programa que começou perder o fôlego. E mais, o incentivo fiscal aos veículos movidos a álcool foi boicotado pela padronização internacional dos veículos movidos à gasolina, bem como àqueles produzidos com mil cilindradas construídos para ser movido também à gasolina, e como é notória a qualidade dos veículos movidos a álcool na década de 1980 eram de qualidade questionável. (FARIAS, 2013, p. 9.352).

A atitude interventiva e regulatória excessiva promoveu a criação do Programa Nacional de Desestatização pela lei n. 8.031/90¹¹⁰, porque a estatização da economia iniciada desde a década de 1930 tinha como proposta o desenvolvimento industrial do país a cargo do governo. Desse modo, ao longo dos anos, foi criado um grande número de empresas tanto em setores estratégicos, principalmente energia e siderurgia, quanto em setores menos importantes, mas que representavam mais uma enorme despesa para o Estado brasileiro que culminou em

¹⁰⁸ Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res1886.html>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

¹⁰⁹ Disponível em: < <http://cmais.com.br/aloescola/historia/cenasdoseculo/nacionais/proalcool.htm>>. Acesso em: 12 ago. 2014.

¹¹⁰ Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8031.htm>. Acesso em: 13 ago. 2014.

gastos excessivos para mantê-las e no endividamento público.

A perspectiva para o uso do etanol e a continuação do Proálcool na década de 1990 não era das melhores. Mas, um novo fôlego veio da atuação legislativa em matéria ambiental. Depois da Cúpula da Terra, ocorrida no Rio de Janeiro em 1992, houve um incremento na produção de leis nacionais que tornassem os princípios dispostos num documento de *soft law*, em normas impositivas internas determinadoras de posturas socioambientais. Nesse sentido, dentre outras, foi então criada a lei n. 8.723/93¹¹¹, que dispõe sobre a redução da emissão de poluentes por veículos automotores, como assim prescreve o seu artigo 1º:

Art. 1º Como parte integrante da Política Nacional de Meio Ambiente, os fabricantes de motores e veículos automotores e os fabricantes de combustíveis ficam obrigados a tomar as providências necessárias para reduzir os níveis de emissão de monóxido de carbono, óxido de nitrogênio, hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, fuligem, material particulado e outros compostos poluentes nos veículos comercializados no País, enquadrando-se aos limites fixados nesta lei e respeitando, ainda, os prazos nela estabelecidos. (grifo nosso)

Dessa forma a lei impunha a adição de 22% de álcool etílico anidro à gasolina, podendo variar entre 20 a 25% essa proporção por ato do Poder Executivo (art. 9º, *caput* e § 1º, da lei 8723/93). Agora, o Proálcool ganhava novo fôlego. Mas, o incentivo à pesquisa de novas fontes energéticas ainda não era o foco das políticas públicas. Segundo Talden Farias (2.013, 9354) essa lei “foi o primeiro ponto de interseção efetivo entre a legislação ambiental e a legislação energética brasileira”. Mas, ainda não era suficiente para que o Proálcool se recuperasse.

Depois de várias discussões em sede internacional e nacional sobre a escassez dos combustíveis fósseis e a necessidade de se buscar fontes renováveis, resultou na criação da Lei 9.478/97¹¹² que dispunha sobre a Política Energética Nacional que objetiva o aproveitamento racional das fontes de energia (art. 1º), inclusive regula as atividades relativas ao petróleo, monopólio da União (art. 4º), e ainda criou o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e a Agência Nacional do Petróleo (ANP). No entanto, o foco era o petróleo e seus derivados.

Na década de 2000, a tecnologia do veículo bicomustível ou *flex fuel* provocou um novo fôlego ao período de estagnação e redefinição das políticas

¹¹¹ Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8723.htm>. Acesso em: 13 ago. 2014.

¹¹² Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9478.htm>. Acesso em: 13 ago. 2014.

públicas de incentivo ao uso do etanol. Essa tecnologia desenvolvida nos Estados Unidos era utilizada desde o final dos anos 1980, mas que só chegou ao Brasil em 2002, o mercado consumidor se encarregou de dar os passos iniciais e essenciais para que os investimentos no bioetanol fossem retomados. (FARIAS, 2013, p. 9358).

Assim, a lei 10.453/02¹¹³, numa tentativa de manter o preço do álcool competitivo criou subvenções ao preço e ao transporte do álcool combustível e subsídios ao preço do gás liquefeito de petróleo – GLP, oriundos da CIDE combustíveis (art.1º) e ainda, conforme o artigo 2º:

Art. 2º. As subvenções ao preço e ao transporte de álcool combustível serão concedidas diretamente, ou por meio de convênios com os Estados, aos produtores ou a suas entidades representativas, inclusive cooperativas centralizadoras de vendas, ou ainda aos produtores da matéria-prima, por meio de medidas de política econômica de apoio à produção e à comercialização do produto.

A história do etanol que passou por uma séria crise, mostrou que o Brasil precisava diversificar sua matriz energética, desse modo, o Ministério da Ciência e Tecnologia publicou a Portaria Ministerial n.702/02¹¹⁴, criando o Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico de Biodiesel (Probiobiodiesel) e o biodiesel entra no cenário normativo governamental. O Probiobiodiesel destina-se a promover o desenvolvimento científico e tecnológico de biodiesel com base em ésteres etílicos de óleos vegetais puros e/ou residuais. Nessa mesma esteira, o Ministério das Minas e Energia, em 2003, criou o Programa Combustível Verde, primeiramente com o intuito de diversificar a matriz energética de modo a estimular a produção de 1,5 milhão de toneladas de biodiesel, como forma de promoção de emprego e renda.

Mas, somente com a lei 11.097 de 13 de janeiro de 2005¹¹⁵, foi incluído o biodiesel na matriz energética brasileira alterando a lei 9478/97, depois de mais de um século de seu descobrimento por Diesel. Aqui, mais uma vez foi necessária a intervenção estatal para que o biodiesel fosse introduzido no mercado de combustíveis. Assim, o artigo 2º, previa a adição de 2% a 5% de biodiesel ao óleo diesel, gradativamente. Esse artigo foi revogado pela Medida Provisória n.

¹¹³ Disponível em: < <http://www.leidireto.com.br/lei-10453.html>>. Acesso em: 13 ago. de 2014.

¹¹⁴ Disponível em:< <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/731485/pg-23-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-06-11-2002>>. Acesso em: 13 jun. 2014.

¹¹⁵ Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm>. Acesso em 13 ago. 2014.

647/2014¹¹⁶ que estabeleceu percentuais obrigatórios entre 6% e 7%, como assim dispõe seu artigo 1º:

Art. 1º Ficam estabelecidos os seguintes percentuais de adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, medidos em volume, em qualquer parte do território nacional:
I - seis por cento, a partir de 1º de julho de 2014; e
II - sete por cento, a partir de 1º de novembro de 2014.
Parágrafo único. O Conselho Nacional de Política Energética - CNPE poderá, a qualquer tempo, por motivo justificado de interesse público, reduzir esse percentual para até cinco por cento, restabelecendo-o quando da normalização das condições que motivaram a redução do percentual.

O biodiesel possui uma franca vantagem sobre o etanol, pois enquanto este necessitou de uma gama diversificada de incentivos e investimentos, principalmente em veículos adaptáveis ao seu uso, o biodiesel não precisa de qualquer modificação mecânica e pode inclusive substituir 100% o diesel de origem fóssil. Inclusive fala-se do diesel como uma “forma de prolongar a sobrevivência da cadeia do petróleo”. (FARIAS, 2013, p. 9359).

A Medida Provisória 227/04, depois convertida na lei 11.116/05¹¹⁷, trouxe mais um aspecto da atuação estatal na promoção do biodiesel, que para fiscalizar a produção segundo os padrões técnicos a produção de biodiesel, exige o Registro Especial, na Secretaria da Receita Federal do Ministério da Fazenda, de produtor ou importador de biodiesel. E ainda dá incentivo fiscal sobre a incidência da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS sobre as receitas decorrentes da venda desse produto.

TABELA 9: Incentivos fiscais para produção de biodiesel.

QUADRO RESUMO DOS INCENTIVOS FISCAIS FEDERAIS	
TRIBUTOS	REGIME TRIBUTÁRIO
IPI	Isenção
CIDE	não-incidência
PIS /COFINS	2 bases de cálculo 1ª = % sobre valor de venda 2ª = alíquota específica:

¹¹⁶ Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Mpv/mpv647.htm>. Acesso em: 13 ago. 2014.

¹¹⁷ Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11116.htm>. Acesso em: 13 ago. 2014.

	Base = R\$ 217,96 m3 Redutores: 100% = Norte, Nordeste, semiárido = agric. fam. 67,9% = agric. fam. = Brasil 30,5% = Norte, Nordeste, semiárido = palma/mamona = agronegócio.
--	---

Fonte: FIEG/SENAI.¹¹⁸

O incentivo à produção de biodiesel foi chamado de “Combustível Social” pelo incentivo financeiro através do PRONAF à agricultura familiar, em atendimento ao princípio constitucional da ordem econômica, porque ajuda a reduzir as desigualdades sociais e regionais (art.170, inciso VII, da Constituição Federal). Bem como, com a Instrução Normativa n. 02/05 do Ministério do Desenvolvimento Agrário¹¹⁹ com a criação do “Selo Combustível Social”.

Além disso, foram instituídos leilões organizados pela ANP para a compra da produção desses agricultores, que dispunha os percentuais mínimos de 50% para as regiões Nordeste e Semiárido; 30% para as regiões Sudeste e Sul e 10% para as regiões Norte e Centro-Oeste. Mas, esses percentuais foram alterados pela Instrução Normativa n.01/09¹²⁰, sendo 30% para as regiões Nordeste e Semiárido, Sudeste e Sul e 15% para a região Norte e Centro-Oeste.

Inegavelmente, essa alteração nos percentuais mínimos demonstra principalmente para o Centro-Oeste, a expansão da fronteira agrícola no Cerrado, essencialmente em Goiás, que tem se destacado pelas safras recordes, a necessidade de atender a demanda das cadeias produtivas agroenergéticas dessas regiões. Pode parecer um avanço para o desenvolvimento econômico para os Estados dessas regiões, mas por outro lado é um sinal de alerta, que na ânsia de ganhar a corrida agroenergética se provoque um dano irreparável aos biomas do Cerrado, da Amazônia e do Pantanal.¹²¹

As fontes renováveis de energia constituem uma das propostas para a

¹¹⁸ Disponível em: <
http://udop.com.br/download/estatistica/biodiesel/biodiesel_para_investidores.pdf>. Acesso em 15 set. 2014.

¹¹⁹ Disponível em: <
http://www.udop.com.br/download/legislacao/tributario/institucional_juridico_tributarios/in_02_%282005%29_biodiesel_projeto_producao.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2014.

¹²⁰ Disponível em:< <http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=78149>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

¹²¹ Segundo dados estatísticos apontados pelo IBGE. Disponível em:<
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.shtm>>. Acesso em 01 ago. 2014.

redução da emissão de gases que desequilibram o efeito estufa desde a Convenção Quadro sobre Mudanças Climáticas, e o Brasil assumindo o compromisso de reduzir suas emissões instituiu sua Política Nacional da Mudança do Clima através da lei 12.187/09, no entanto, tal lei teria trazido importante evolução para a inserção de novas fontes energéticas renováveis se não fosse o veto de seu art. 10¹²², que dispunha o seguinte:

Art. 10. A substituição gradativa dos combustíveis fósseis, como instrumento de ação governamental no âmbito da PNMC, consiste no incentivo ao desenvolvimento de energias renováveis e no aumento progressivo de sua participação na matriz energética brasileira, em substituição aos combustíveis fósseis.

Parágrafo único. A substituição gradativa dos combustíveis fósseis será obtida mediante:

I - o aumento gradativo da participação da energia elétrica produzida por empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos, concebidos com base nas fontes eólicas de geração de energia, nas pequenas centrais hidrelétricas e de biomassa, no Sistema Elétrico Interligado Nacional;

II - o incentivo à produção de biodiesel, preferencialmente a partir de unidades produtoras de agricultura familiar e de cooperativas ou associações de pequenos produtores, e ao seu uso progressivo em substituição ao óleo diesel derivado de petróleo, particularmente no setor de transportes;

III - o estímulo à produção de energia a partir das fontes solar, eólica, termal, da biomassa e da cogeração, e pelo aproveitamento do potencial hidráulico de sistemas isolados de pequeno porte;

IV - o incentivo à utilização da energia térmica solar em sistemas para aquecimento de água, para a redução do consumo doméstico de eletricidade e industrial, em especial nas localidades em que a produção desta advenha de usinas termelétricas movidas a combustíveis fósseis;

V - a promoção, por organismos públicos de Pesquisa e Desenvolvimento científico-tecnológico, de estudos e pesquisas científicas e de inovação tecnológica acerca das fontes renováveis de energia;

VI - a promoção da educação ambiental, formal e não formal, a respeito das vantagens e desvantagens e da crescente necessidade de utilização de fontes renováveis de energia em substituição aos combustíveis fósseis;

VII - o tratamento tributário diferenciado dos equipamentos destinados à geração de energia por fontes renováveis;

VIII - o incentivo à produção de etanol e ao aumento das porcentagens de seu uso na mistura da gasolina;

IX - o incentivo à produção de carvão vegetal a partir de florestas plantadas.

O referido artigo propõe a substituição gradativa dos combustíveis fósseis pelas energias renováveis, cuja transição a ser efetivada nos incisos III e V, do parágrafo merecem destaque. No inciso III a proposta é que se estimule a diversificação da matriz energética das fontes renováveis principalmente da biomassa, em que poderia ser enquadrada a algacultura. O inciso V complementa a

¹²² Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/12187.htm>. Acesso em: 28 out. 2014.

ideia da diversificação das fontes através de pesquisa científica e inovação tecnológica competindo aos organismos públicos esta ação. Este artigo continha os pressupostos da economia verde, pela necessidade de operacionalizar políticas públicas de promoção de novas tecnologias para inserção de novas fontes renováveis de energia.

Contudo, a mensagem do veto afirma que tal dispositivo não “está adequadamente concatenado com as necessidades energéticas do País, o que pode fragilizar a confiabilidade e a segurança do sistema energético nacional”¹²³, e ainda exemplifica que a produção energética está centrada na construção de hidrelétricas no Brasil, consideradas fontes de energia limpa, mas extremamente impactantes ao meio ambiente.

O Brasil passa hoje por uma crise de abastecimento de água, devido à escassez das chuvas e má gestão dos recursos hídricos que permitiu o esgotamento de lençóis freáticos que abasteciam bacias hidrográficas importantes para garantir a irrigação agrícola, além da poluição atmosférica intensa em determinadas regiões industriais que impedem as nuvens de chuva de alcançarem pontos críticos, como as cidades e alimentar os lençóis freáticos.

Além disso, intensificou-se a construção de hidrelétricas, que criam barreiras para o escoamento natural dos rios. Na verdade, as hidrelétricas¹²⁴ que respondem quase 95% da energia produzida no Brasil, fazem parte do Plano governamental de aceleração do crescimento (PAC), o que demonstra interesse financeiro em subsidiar grandes obras superfaturadas, em detrimento da necessidade de se enquadrar numa nova ética de responsabilidade para com as gerações futuras.

A algacultura, apesar de necessitar de água para a sua produção utiliza muito menos que qualquer cultura agrícola e não necessita de água potável, não competindo assim com o consumo humano. Além do mais, seria uma opção viável para os produtores que sofrem prejuízos com a estiagem e a irregularidade do regime das chuvas, o que prejudica também o plantio da safrinha. Esse risco não seria diminuído com a implementação da algacultura? O Estado de Goiás

¹²³ Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/Msg/VEP-1123-09.htm>. Acesso em: 28 out. 2014.

¹²⁴ Apesar de ser uma fonte de energia limpa e renovável, porque não emite poluentes durante a sua geração, possui inconvenientes de grande impacto ambiental e social, como destruição de vegetação natural, assoreamento do leito dos rios, desmoronamento de barreiras, extinção de espécies de peixes e etc. Disponível em: <<http://www.estudopratico.com.br/energia-hidreletrica-vantagens-e-desvantagens/>>. Acesso em: 13 out. 2014.

encontraria disposição para enfrentar esse novo desafio como encontra para aumentar progressivamente a produção agrícola-pecuária e desmatar em níveis alarmantes o cerrado?

No próximo item analisa-se a vocação da produção legislativa do Estado de Goiás para a implementação de fontes energéticas renováveis e o modo como a algacultura poderia ser inserida.

3.4 - A regulamentação da agroenergia no Estado de Goiás

A Constituição Brasileira de 1988 adotou a visão protecionista dos recursos naturais surgida com a Convenção de Estocolmo. A constitucionalização do meio ambiente era na verdade uma tendência internacional, cuja atuação do Estado na edição de normas infraconstitucionais e políticas públicas devem atender ao princípio do desenvolvimento sustentável e à proteção do meio ambiente saudável, conforme se observa no art. 225, *caput* da Constituição Federal. Assim, o meio ambiente saudável é alçado à categoria de interesse difuso e direito fundamental material, e de terceira geração ou direitos da fraternidade ou solidariedade. (THOMÉ, 2014, p. 62)

Assim, com base no modelo do federalismo cooperativo a competência legislativa infraconstitucional e a competência material ou administrativa foi repartida entre os entes federativos, conforme os artigos 18 e 23, da Constituição Federal de 1988. A União possui competência legislativa privativa para legislar sobre energia, conforme dita ao art. 22, inciso IV, da Constituição Federal. Os Estados detêm competência legislativa remanescente sobre as matérias que não lhes estiverem vedada implícita ou implicitamente, conforme dita o §1º, do art. 25 da Constituição Federal. Mas também podem legislar concorrentemente a União, Estados e Distrito Federal sobre defesa dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição, segundo o art. 24, inciso VI, da Constituição Federal, com a edição de normas gerais pela União (§1º, art. 24) e competência suplementar para os Estados e o Distrito Federal (art. 24, §2º).

A competência material ou administrativa foi estabelecida no art. 23 da Constituição Federal entre a União, Estados, Distrito Federal e Municípios para executar diretrizes, políticas e preceitos acerca da tutela ambiental. O federalismo cooperativo em âmbito administrativo foi reforçado pela Lei Complementar n. 140 de

08 de dezembro de 2011, em atendimento ao parágrafo único do citado art. 23 da Constituição Federal, cujo critério de atuação é determinado pelo princípio da preponderância de interesse. O que se verá com a análise das normas e programas goianos de âmbito estadual sobre matéria energética.

Em 2005, quando a Lei 11.097 de 13 de janeiro de 2005 alterou a lei 9.478/97 e incluiu na matriz energética brasileira o biodiesel, o Governo de Goiás, por sua vez, instituiu o Programa Goiano de Biodiesel no Decreto n. 6.085, de 21 de fevereiro de 2005¹²⁵, vinculado à Secretaria de Estado de Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos (SICAM).

O Programa Goiano de Biodiesel foi criado para seguir as seguintes diretrizes dispostas no art.1º, parágrafo único, incisos I, II e III, como se lê:

Art. 1º Fica instituído na Secretaria de Infra - Estrutura o Programa Goiano de Biodiesel, objetivando fomentar a cadeia produtiva do biodiesel em Goiás e contribuir para com o desenvolvimento sustentado do Estado.

Parágrafo único. São diretrizes do Programa de que trata o caput deste artigo:

I - buscar o atendimento dos objetivos econômicos, sociais e ambientais do Governo do Estado;

II - articular-se e interagir com o programa nacional de biodiesel e os programas que o apoiam;

III - formar parcerias com o setor privado para o planejamento e a implementação do Programa.

A princípio, as diretrizes do Programa não estabelecem de forma precisa um direcionamento de ação política para a produção de biodiesel de maneira concreta, como se vê no inciso I, a vaga expressão “ao atendimento econômico, social e ambiental” do Estado de Goiás que por si só já marca a imprecisão do programa.

O Decreto n. 6.085/05, em seu art. 2º, também criou o Comitê do Programa Goiano de Biodiesel, composto pelos Secretários de Estado, pelo Presidente da Companhia Energética de Goiás (CELG), por representantes dos setores privados de produção agrícola, produção industrial e comercialização e distribuição de energia automotiva (art. 3º, incisos I, II e III), que atua expedindo “instruções que se fizerem necessárias para a efetivação do Programa Goiano de Biodiesel” (art.8º), dentro de suas competências institucionais estabelecidas pelo Decreto para implementação dos programas dispostas nos incisos I ao VIII, que dizem o seguinte:

¹²⁵ Disponível em: < http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina_decretos.php?id=694>. Acesso em: 21 fev. 2012.

Art. 2º Fica instituído o Comitê do Programa Goiano de Biodiesel, que terá por competência:

- I - orientar politicamente as ações do Programa;
- II - propor, discutir e aprovar os objetivos, as estratégias e ações para a elaboração e implementação do Programa;
- III - discutir e aprovar projetos propostos para a elaboração e implementação do Programa;
- IV - realizar o acompanhamento regular de suas atividades;
- V - elaborar e divulgar sínteses e estatísticas sobre os resultados alcançados e as despesas efetuadas com o Programa;
- VI - avaliar os resultados da implementação do Programa e propor os ajustes necessários;
- VII - elaborar seu regimento interno;
- VIII - dirimir eventuais dúvidas relativas ao Programa.

Ao que tudo indica o Governo atribui a um Comitê praticamente a criação das atividades que serão desenvolvidas no Programa que tem que partir de uma ideia ampla de sustentabilidade na produção agroenergética. Isto é, sem diretriz precisa, na verdade, foi atribuída a obrigação de criar os objetivos, as estratégias e ações que vão efetivamente criar o Programa Goiano de Biodiesel a partir de uma diretriz genérica que mais parece ser pautada em alinhar-se com as políticas federais de incentivo e financiamento e buscar parcerias com a iniciativa privada do que concretizar um conceito de sustentabilidade em produção agroenergética.

Mas, para que essas competências fossem colocadas em práticas, o Governo ainda promulgou a lei 15.435, de 16 de novembro de 2005¹²⁶ que cria o Fundo de Incentivo ao Biodiesel – FUNBIODIESEL, que possui um Conselho Gestor formado por representantes das Secretarias estaduais (SICAM, SEFAZ, SEGPLAN, SEAGRO, SEMARH, SIC, SECTEC), produtores e trabalhadores da agricultura (FAEG, FETAEG, OCB/GO), e do setor de processamento e industrialização (FAEG e SIFAEG), cujos objetivos estão traçados no art. 2º, da referida lei disposto a seguir:

Art. 2º São objetivos do FUNBIODIESEL:

- I - incentivar a melhoria dos processos industriais, da qualidade do produto final, dos coprodutos e dos subprodutos e a rentabilidade global da cadeia de produção de biodiesel;
- II - incrementar a industrialização das espécies vegetais oleaginosas, de produtos graxos e de outras fontes de matéria-prima para a produção de biodiesel;
- III - promover o aumento do rendimento agrícola das espécies vegetais oleaginosas que sejam fontes de matéria-prima para a produção de biodiesel e estimular a disseminação destes cultivares no Estado de Goiás;
- IV - pesquisar novas espécies e novas variedades de oleaginosas

¹²⁶ Disponível em:< http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina_leis.php?id=990>. Acesso em: 21 fev. 2012.

apropriadas à produção de biodiesel e estimular a introdução das mesmas na produção agrícola do Estado de Goiás;

V - incentivar a pesquisa, a inovação e o desenvolvimento tecnológico em todas as etapas da cadeia produtiva do biodiesel;

VI - promover o treinamento e a capacitação técnica dos recursos humanos envolvidos em todas as etapas da cadeia de produção de biodiesel, assim como a qualificação e o aperfeiçoamento de profissionais de instituições públicas e privadas envolvidas diretamente na pesquisa e no desenvolvimento tecnológico dos processos produtivos de biodiesel;

VII - estimular a produção de biodiesel a partir de espécies oleaginosas nativas do Estado de Goiás, que sejam exploráveis em regime de extrativismo nas áreas de ocorrência natural dessas espécies. (grifo nosso)

Os objetivos do FUNBIODIESEL parecem explicitar o que ficou omissos na criação do Programa Goiano de Biodiesel, mas também tem seus problemas. No inciso I, fala em incentivo na melhoria dos processos industriais que geralmente que é o encarece a extração dos óleos para a produção do biodiesel coadunado com o inciso V que fala de incentivo à pesquisa, inovação e desenvolvimento tecnológico, o que é uma boa relação, mas onde são desenvolvidas essas pesquisas?

Há uma verdadeira carência de informações nos órgãos oficiais, no caso a SICAM, por exemplo, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), foi criada pela Lei 15.472, em 2005¹²⁷, para fomentar a pesquisa científica, tecnológica e de inovação, “contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico e cultural de Goiás”. Em 2012, a FAPEG¹²⁸ prestou auxílio financeiro a todos os seus pesquisadores no valor de R\$272.213,68, em diversas redes de pesquisa, em torno de 450 temáticas diferentes.

Especificamente para a temática “biocombustíveis” o foco centra-se no biodiesel, que conta apenas com três, quais sejam: “Rede Goiana de Pesquisa em biocombustíveis com ênfase em Biodiesel”, na área de agronegócio, desenvolvimento rural e fundiário, cujo objetivo é gerar tecnologia aplicada aos diferentes segmentos da cadeia de biocombustíveis, em especial ao biodiesel. A segunda é a “Rede Goiana de Pesquisa em Biodiesel”, na área de pesquisa inicial e fundamental, cujo objetivo é estudar o reaproveitamento de óleos e gorduras residuais. A terceira é a “Rede Goiana de Pesquisa em biodiesel para o desenvolvimento de pequenos e médios produtores da Região de Itumbiara-GO”, da área de agronegócio, desenvolvimento rural e fundiário. (FAPEG, 2014)¹²⁹

¹²⁷ Disponível em: < http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina_leis.php?id=1027>. Acesso em: 21 fev. 2012.

¹²⁸ Disponível em: < <http://www.fapeg.go.gov.br/sitefapeg/>>. Acesso em: 13 jul. 2014.

¹²⁹ Disponível em: < <http://www.fapeg.go.gov.br/sitefapeg/>>. Acesso em: 13 jul. 2014.

Assim, os incisos II e IV, do art. 2º, trazem outra problemática. No inciso II, observe-se que a ideia é “incrementar a industrialização das espécies vegetais oleaginosas, de produtos graxos e de outras fontes de matéria-prima para a produção de biodiesel” o que tem a ver com os projetos desenvolvidos. Mas, o inciso IV ao propor “pesquisar novas espécies e novas variedades de oleaginosas apropriadas à produção de biodiesel e estimular a introdução das mesmas na produção agrícola do Estado de Goiás”, não foi objeto de pesquisa, ainda mais porque o inciso V estimula a pesquisa em espécies vegetais nativas do Estado de Goiás.

Nesse ponto, a pesquisa com algas seria uma opção interessante para o Estado. Todavia, o inciso III, diz realmente o que a produção de biodiesel representa para o Estado de Goiás, isto é, “promover o aumento do rendimento agrícola das espécies vegetais oleaginosas que sejam fontes de matéria-prima para a produção de biodiesel e estimular a disseminação destes cultivares no Estado de Goiás”. Não se trata necessariamente de propor uma medida sustentável na cadeia agroenergética, mas simplesmente incrementar o agronegócio goiano para um mercado mundial que se abre para políticas de energia limpa e que se interessa pela produção.

Os recursos do FUNBIODIESEL vêm de fontes variadas, conforme o disposto no art. 4º, da lei 15.435/05 abaixo descrito:

Art. 4º Os recursos do FUNBIODIESEL são provenientes das seguintes fontes:

I - contribuição do percentual de até 3% (três por cento) sobre o valor do financiamento do crédito especial para investimento, concedido para empreendimentos relacionados à produção do biodiesel;

II - contribuição do percentual de até 20% (vinte por cento), a incidir sobre o montante da diferença entre o valor do ICMS calculado com a aplicação da tributação integral e o calculado com a utilização de benefício ou incentivo fiscal relativo ao biodiesel;

III - contribuição de produtores, indústrias de beneficiamento, instituições nacionais ou internacionais;

IV - financiamentos nacionais ou internacionais de projetos específicos de pesquisas e desenvolvimento;

V - recursos oriundos de convênios, ajustes ou acordos celebrados com organismos nacionais, internacionais ou estrangeiros;

VI - participação em créditos de sequestro de carbono ou similar;

VII - royalties por inovações tecnológicas implementadas;

VIII - recursos auferidos em razão de aplicações financeiras;

IX - recursos orçamentários;

X – outras contribuições, rendas e receitas a ele destinada. (grifo nosso)

Desta forma, o que se vê é que o Estado não criou um programa bem intencionado sem qualquer suporte prático ou concreto. A criação do FUNBIODIESEL demonstra que há a possibilidade de se visualizar medidas efetivas, não da mesma forma como em âmbito federal e da forma como ocorreu com o Proálcool, mas o incentivo principalmente à pesquisa e à produção tenta introduzir efetivamente o biodiesel no mercado de consumo.

A SICAM, através do Conselho Gestor, em parcerias com outras secretarias, instituições estaduais, UEG, ICT's, instituiu junto à Secretaria de Ciência e Tecnologia de Goiás (SECTEC) o projeto de pesquisa "Goiás Biodiesel" do "Programa Goiás Biodiesel"¹³⁰, em conformidade com o plano de ação do Ministério da Ciência e Tecnologia e do Programa Goiano de Biodiesel, que se desenvolve em cinco linhas de pesquisa:

- 1 - Desenvolvimento e otimização de tecnologia para a produção de matéria prima e utilização de subprodutos de biodiesel em escalas adequadas às produções locais;
- 2 - Aproveitamento de plantas nativas e introduzidas no Bioma Cerrado, na produção de Biodiesel;
- 3 - Caracterização, controle de qualidade e desempenho de biodiesel;
- 4 - Verificação de desempenho, testes em motores veiculares e estacionários;
5. Monitoramento Socioeconômico do Programa Biodiesel Goiás.

A Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de Goiás coordenou esforços de pesquisa junto à EMBRAPA que pesquisa tecnologias a serem utilizadas pela agricultura familiar para viabilizar a produção de biodiesel com o cultivo de grãos e oleaginosas. Além da Universidade Federal de Goiás, através do Laboratório de Métodos de Separação e Extração de Óleos (LAMES), do instituto de Química, que atua no projeto com o estudo das plantas nativas e as introduzidas no bioma cerrado para utilização de matéria-prima para o biodiesel conforme dita o inciso VII, do art. 2º, da Lei 15.435/05. E a Universidade de Rio Verde (FESURV) com a pesquisa em oleaginosas alternativas como pinhão manso, mamona, girassol, gergelim, soja e algodão, entre outras.

O Projeto parte da ideia de introduzir uma nova matriz energética no Estado

¹³⁰ Disponível em:< <http://www.sectec.go.gov.br/portal/wp-content/uploads/2010/07/biodiesel.pdf>>. Acesso em 21 fev. 2012.

de Goiás de natureza sustentável, considerando a viabilidade técnica e econômica das alternativas de produção de biodiesel e coprodutos, o que significa dizer segundo o Projeto,

Considerando a adaptabilidade, competitividade e preços, qualidade e garantia de suprimento, verticalização da produção agrícola através de empresas de base tecnológica e incrementos ao processo de inovação tecnológica no setor produtivo goiano. (SECTEC, 2013, 02)

Assim, a pesquisa em tecnologia da cadeia produtiva de oleaginosas é direcionada para a otimização desse tipo de produção na agricultura familiar. Nesse sentido, a proposta é atender aos programas do governo federal de incentivo ao sistema de produção da agricultura familiar, como uma política governamental de inclusão social.

Os objetivos específicos do projeto é construir uma usina piloto móvel para a produção de biodiesel, mais duas unidades para extração de óleo e uma de quebra-côco de palmáceos do cerrado com comunidades selecionadas dentro do perfil produtivo de agricultura familiar; otimizar os parâmetros de produção e processamento de biodiesel e coprodutos do sistema de cultivo de oleaginosas de modo a tornarem-se atrativas economicamente; e, formar recursos humanos e promover a transferência de tecnologia para produção de biodiesel e para sistemas agroecológicos. (SECTEC, 2013, p. 2).

O interessante nesse Programa é que os recursos serão provenientes da FINEP e FUNAPE no valor de R\$400.000,00, cuja contrapartida do Estado de Goiás, através da SECTEC será de 10% sobre esse valor, R\$40.000,00, dos quais R\$24.000,00 são para despesas correntes e R\$16.000,00¹³¹ para despesas de capital. São valores tímidos demais para serem alocados em pesquisa. A necessidade do biodiesel segundo a política energética do governo federal vai aumentar gradativamente, o que pode representar um alento aos produtores que dependem desse incentivo para incluir essa matriz no mercado consumidor.

Quando se incluiu o biodiesel na matriz energética brasileira com a Medida Provisória n. 214/2004, convertida na lei 11.097/05, estabeleceu-se um período de três anos com o percentual mínimo de 2%, e depois subindo para 5% de adição de biodiesel ao óleo diesel a ser comercializado ao consumidor final, por mais cinco

¹³¹ Disponível em:< <http://www.sectec.go.gov.br/portal/wp-content/uploads/2010/07/biodiesel.pdf>>. Acesso em 21 fev. 2012.

anos. (art.2º, *caput*, §1º). Com a edição da Medida Provisória n. 647 de 28 de maio de 2014, esse percentual subiu 6% (diesel B6) a partir de 1º de julho de 2014 e, ainda subirá para 7% (diesel B7) a partir de 1º de novembro de 2014.

Com o aumento do percentual da mistura do combustível B6, os leilões 37 e 38 adquiriram 638,4 e 625 milhões de litros respectivamente. A adição do biodiesel entre 2008 e 2001 segundo a FIPE gerou uma economia de R\$11,5 bilhões em importações de diesel fóssil. Com o B6 o Brasil precisará aumentar a produção de 2,9 bilhões de litros em 2013, para 3,5 bilhões de litros. E com o B7 em 2015 deverá aumentar para 4,3 bilhões de litros para suprir o mercado interno.¹³²

Esses números já são capazes de estimular as políticas públicas de investimentos em biodiesel. Mas, os projetos e programas em sede estadual trazem diretrizes vagas e mal elaboradas, criam fundos para subsidiar a produção e principalmente a pesquisa, mas ainda assim os valores são irrisórios diante da urgência e do potencial produtivo goiano.

O Brasil e os Estados Unidos são os únicos países do mundo que tem autonomia no setor energético e alimentar, o que traz a possibilidade de garantir liderança mundial. Mas como esse é um país de contrastes, se o Brasil crescer 1,5% precisará importar 9% de diesel e 13% de gasolina se as políticas internas de produção e pesquisa e incremento com a inclusão de novas fontes para extração de biodiesel não forem eficientes, esse percentual pode crescer para 600% em 2020.¹³³

Apesar de a iniciativa goiana ser válida, ainda é muito simplória e pouco significativa. A legislação precisa ser melhorada e os programas expostos de maneira clara, até mesmo para quem se destina o pequeno produtor do sistema de agricultura familiar. As pesquisas são voltadas para buscar novas fontes de oleaginosas dentre as espécies nativas do cerrado, o que incluem as microalgas, que devidamente aproveitado todo o seu potencial pode ser considerada uma larga vantagem em relação às culturas tradicionais de oleaginosas e dos demais vegetais que promoveram a expansão da fronteira agrícola até a exaustão das forças da terra.

Haveria uma explicação para tão pouca disposição para implementar inovação tecnológica? O Brasil que conta com uma das legislações mais avançadas

¹³² Disponível em: < http://www.aprobio.com.br/noticia_new.aspx>. Acesso em: 05 set. 2014.

¹³³ Segundo dados da Associação dos produtores de Biodiesel (APROBIO). Disponível em: < http://www.aprobio.com.br/noticia_new.aspx>. Acesso em: 05 set. 2014.

em matéria de tutela ambiental tem por outro lado tem pouca disposição para concretizar políticas sustentáveis? Se a algacultura é potencialmente mais produtiva e eficiente captadora de dióxido de carbono, por que tão pouco investimento em pesquisa, principalmente em Goiás que é simplesmente inexistente? Nesse aspecto é interessante traçar uma discussão teórica sobre o aspecto da necessidade de também modernizar as políticas públicas de concreção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A algacultura de microalgas constitui uma nova matriz energética limpa e renovável, que é vantajosa no sentido de ser cultivada em qualquer tipo de terreno, inclusive solo degradado e desértico, em estruturas de fotobiorreatores ou raceways, ou lagoas naturais ou artificiais, podendo gerar safras durante todo o ano, além de ser a mais eficiente captadora de dióxido de carbono da atmosfera e de grande capacidade de realização de fotossíntese, cuja biomassa pode produzir tanto biodiesel quanto etanol.

Para superar a dependência aos combustíveis fósseis que ao contrário das microalgas, emitem grandes quantidades de dióxido de carbono e outros gases na atmosfera, também degradam o meio ambiente quando da sua extração. Assim sendo, a ciência hoje tenta se encarregar da solução desse problema que foi criado por essa “mesma” ciência que se desvestiu de precaução no uso do conhecimento em prol do progresso e crescimento econômico da sociedade industrial.

A sociedade industrial foi então construída sob o paradigma da tolerância dos riscos que comprometem a continuidade de sua própria existência, em detrimento do seu progresso econômico e do avanço tecnológico desvestido de valores morais para sustentar suas mais variadas comodidades a colocou numa posição em que seria necessário reinventar a própria noção de economia e progresso. Era a perspectiva de que a tecnologia sempre atuou e sempre atuaria como protagonista desse crescimento, pois representava a aniquilação simbólica dos grandes males humanos: a miséria, a fome, a morte. Mas, não se tratava necessariamente disso, mas do consumismo de uma sociedade “inconsciente”.

Mario Vargas Llosa citando Octavio Paz (2013, 45) chama de civilização do espetáculo que quer e precisa satisfazer a necessidade por novidade, cujos “expectadores não têm memória; por isso, também não tem remorsos nem verdadeira consciência. Vivem à novidade, não importa qual, contanto que seja nova”. A responsabilidade pelos efeitos das decisões tomadas em prol do consumismo desenfreado gerou as previsões alarmistas produzidas na década de 1960, que ganharam reforço midiático sobre a catástrofe da escassez.

Desta forma, restou demonstrado que era necessário repensar o sistema econômico e tecnológico de produção de bens e prestação serviços, que na maioria das vezes a sociedade consumista exigia para satisfazer seu hedonismo

desenfreado e extremamente estimulado pela sociedade industrial. Surge a ideia da economia verde com a proposta de promover a transição do paradigma capitalista vigente para um modelo econômico que cobra uma relação mais conscienciosa dos usos dos bens naturais e a tutela dos interesses das gerações futuras.

Quando a questão é crescimento econômico o problema recai sobre o consumo de energia que aumenta gradativamente, enquanto as reservas de combustíveis fósseis diminuem, mesmo com a descoberta de novas reservas, estas se encontram em locais de difícil e dispendiosa extração, o que poderia tornar o próprio petróleo e seus derivados inviáveis economicamente.

Nesse sentido, a pesquisa para diversificação de matrizes energéticas apenas refletem a necessidade de encontrar substitutos para assumir o papel dos combustíveis fósseis, no caso, os biocombustíveis de origem vegetal, que em longo prazo também provocarão outras crises de escassez, porque o uso do solo e da água, mesmo com metodologias sustentáveis, podem não suportar toda a demanda energética necessária para esse modelo de consumo econômico.

A microalga é uma proposta inovadora como recurso natural disponível e renovável, características estas que a tornam, consonante com as recomendações das sucessivas normas de direito interno e internacional, um paradigma adequado de sustentabilidade em produção energética. Algumas variedades de algas alcançam uma produtividade por hectare 60 vezes superior à soja e ainda podem ser cultivadas em espaços não destinados ou impróprios à produção agrícola clássica.

A microalga em estado natural apresenta, por si só, um ciclo fotossintético extremamente rápido que pode ultrapassar em 50 vezes a produtividade das plantas terrestres, e ainda com a otimização das condições de metabolismo em meio controlado resultará na duplicação de matéria prima para produção de biocombustível em questão de horas. Assim, biodiesel e etanol são consequências da biomassa das microalgas, bem como o bagaço fornece rico elemento proteico para ração animal e auxilia no aproveitamento de resíduos de outras culturas como o vinhedo, resíduo da cana-de-açúcar, que após processo de fermentação, também produz bioetanol.

A cadeia produtiva das microalgas representa uma abertura na fronteira agroenergética inspirada no desafio de captação de CO₂, pois, a alga é alimentada pelo gás (CO₂) injetado na água que as acomoda resultante dos processos

industriais ou da queima de energia, captando do ar o mesmo gás que causa tantos transtornos ambientais. Com aporte de luz solar e/ou artificiais e nutrientes orgânicos ou inorgânicos, dispondo-as em estruturas de biofotorreatores tubulares verticais, ou horizontais de sistemas fechados, ou em sistemas abertos de *raceways*, a extração de óleo da biomassa para produção de biodiesel apesar de relativamente simples, ainda depara-se com seu custo operacional.

Além do mais, ainda há problemas relacionados a esse sistema de produção de algacultura de microalgas. Para alcançar níveis de produtividade exigidos pelo mercado consumidor e industrial é necessário cultivá-la em sistemas de ciclo fechado, o que exige mais investimento. Já se alcançou em laboratório percentual de extração de triglicerídeos no percentual de 50%, mas ficou demonstrado também que depende muito da espécie de microalga. As clorofíceas provaram serem as mais ricas em triglicerídeos, e o mais interessante é que no Estado de Goiás já foram catalogadas 81 espécies dessa microalga.

Se cultivadas em fotobiorreatores em condições controladas com a restrição de certos nutrientes, ou adicionamento de bicarbonato de sódio, ou ainda expô-las excessivamente ao dióxido de carbono para aumentar a produção de óleo, dependendo da espécie autotrófica ou heterotrófica, as microalgas podem duplicar ou triplicar o percentual do peso da célula seca em óleo e ainda obter um biodiesel de alta qualidade.

No entanto, a soja ocupa um espaço privilegiado devido ao custo da produção e o estímulo do mercado, que mesmo contendo uma quantidade menor de triglicerídeos, em torno de 18%, possui uma cadeia produtiva mais barata, cujo quilo custa em torno de R\$ 0,85, enquanto o quilo de biomassa de microalga custa R\$3,16. Essa atração pela soja ocorre em razão da possibilidade dessa espécie vegetal ser utilizada em sistemas alimentares e não alimentares. Mas, esta não é a melhor explicação para sua preferência. As microalgas alimentaram e ainda alimentam populações humanas e animal por vários milhares de anos, no entanto, nunca foi o foco de grandes produtores ou pensada em cultura de cadeia de agronegócio em sede energética.

A proposta da algacultura como matriz energética a ser incluída como política pública de incentivo e pesquisa poderia colocar o Estado de Goiás na vanguarda da revolução energética, dado o seu grande potencial produtivo, como veiculou o periódico *Gazeta Mercantil*, em 13 de agosto de 2007, pelo articulista Décio Gazzoni

(2012), em que pode oferecer até “170 toneladas de óleo por hectare ao ano, enquanto outras culturas precisariam de, por exemplo, 35 ha de dendê ou 280 ha de soja, para abastecer um mercado que precisaria de pelo menos 40 milhões de toneladas de óleo diesel.”.

Assim, o Brasil que consome 40 milhões de toneladas de diesel precisaria de 235.000 ha de microalgas em sistemas de fotobiorreatores, verticais ou horizontais, ou em *raceways*, sem utilizar o solo, enquanto a soja precisaria de mais de 65 milhões de hectares para produzir a mesma quantidade. Mas, para alcançar esses níveis de produtividade são necessários grandes investimentos em biotecnologia, o que demanda a atuação governamental.

O Brasil é o maior consumidor de energia limpa do mundo, isto é, consome 35,9% de toda energia limpa produzida, e por esse motivo possui programas e legislações que estimulam e financiam a pesquisa e produção de biocombustíveis, como é o caso do Plano Nacional de Agroenergia e o Programa ABC, vinculados ao MAPA, de forte tendência à cadeia alcooleira; e, o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), interministerial, em que para estimular a produção, principalmente pelos produtores de agricultura familiar, foram instituídos leilões e incentivos fiscais de acordo com a região do Brasil.

O Estado de Goiás, por sua vez, é o quarto maior produtor da região centro-sul de etanol, com 34 usinas sucroalcooleiras em atividade e 14 a serem implantadas, que produziram em 2012, 2,8 bilhões de litros de álcool. A produção de biodiesel conta com 03 usinas implantadas e 10 em processo de instalação, mas nenhuma pesquisa sequer foi proposta ou desenvolvida em biotecnologia para o aproveitamento energético das microalgas. Isto significa que sem a intervenção estatal, os biocombustíveis não terão espaço no mercado.

Na tentativa de buscar dar mais autonomia ao biodiesel, o Governo federal determinou pela MP 647/14 a adição de 6% de biodiesel ao diesel fóssil, o que estimular a superprodução de matrizes energéticas de espécies vegetais, ou a exemplo do que vem sendo feito em São Paulo, Paraná e Rio Grande do Norte, o estado de Goiás promova políticas de incentivo à pesquisa, na qual vislumbre a necessidade de investir em pesquisas com microalgas para produção de biocombustíveis inseridos nas cadeias produtivas agroenergéticas.

Mas, o grande problema das políticas públicas reside na insistência monolítica em ainda investir em cadeias produtivas que já degradam o meio ambiente no seu

processo de produção. Assim como, os estudos produzidos sobre a agroenergia foram conduzidos muito mais sob o prisma do fator econômico, isto é, sua repercussão na balança comercial nacional e regional, do que sobre sua real função como política de sustentabilidade.

O Estado de Goiás implementou políticas públicas para produção de biocombustíveis, especialmente o biodiesel, inclusive o Programa Goiano de Biodiesel padece de falta de sistematicidade de ações práticas e mesmo com financiamento do FUNBIODIESEL, criado para executar políticas imprecisas no Programa Goiano, os valores destinados à pesquisa são irrisórios para a seriedade e urgência da crise da escassez energética que se aproxima.

Sem grandes investimentos em biotecnologia nem a algacultura, nem qualquer outra matriz bioenergética será capaz de substituir o uso dos combustíveis fósseis. A algacultura é promissora, mas ainda é desproporcionalmente cara. Sem o incentivo e o interesse governamental no investimento em algas, logo se verá o crescimento sendo freado não por políticas sustentáveis, mas pelo próprio esgotamento dos recursos naturais.

A atuação política deve levar em consideração a diversificação das matrizes energéticas, não estritamente pelo aspecto econômico, mas essencialmente pelo princípio ético da responsabilidade para com as gerações futuras. Com Hans Jonas, a crítica à tecnociência consiste na produção de avanços científicos irresponsáveis, devido a um vazio moral, e chega a sugerir que se criem limites ao crescimento.

A civilização ocidental, principalmente ela que dissemina seu consumismo hedonista pelo mundo, não tem qualquer interesse nesse tipo de atitude, assim como Boaventura propôs é preciso criar um diálogo entre realidades distintas. Se de um lado, o progresso do mundo capitalista dos países do hemisfério Norte cria uma gama de desejos, mais do que necessidades, do outro a sanha desenvolvimentista dos países do hemisfério Sul procuram por reservas de petróleo, em vez de também avaliar sua potencialidade bioenergética.

Contudo, o Estado de Goiás ainda não atentou para a necessidade de investir em pesquisa em novas matrizes de biocombustíveis ou sequer disponibiliza qualquer incentivo para encontrar alternativas ao uso do solo e da água, numa clara submissão aos parâmetros adotados pelo agronegócio tradicional, em que a terra ainda é a grande moeda de valor do mercado, enquanto durar a sua produtividade.

E a questão é por quanto tempo durará esta produtividade com o avanço da fronteira agrícola que provoca a extinção do bioma cerrado, o uso de práticas não sustentáveis e a falta de racionalização na utilização da água, seja pela falta de fiscalização ou pela legislação pouco afeta à fragilidade dos recursos hídricos, o fato é que sem repensar eticamente as decisões tomadas no plano governamental sobre as matrizes energéticas e a necessidade de diversificá-las, como prevenção às crises de escassez de recursos naturais, as gerações futuras terão problemas muito mais graves de difícil solução do que o que aflige a sociedade atual.

REFERÊNCIAS

ABBOT, George et al. **O livro da economia**. São Paulo: Globo, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/07-Petroleo%282%29.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=470>>. Acesso em: 23 jan. 2014.

ALTMAN, Max. **Hoje na história: 1973 – OPEP decide cortar exportação de petróleo para aliados de Israel**. Opera mundi, 16 out. 2013. Disponível em: <<http://operamundi.uol.com.br/conteudo/historia/31835/hoje+na+historia+1973++opec+decide+cortar+exportacao+de+petroleo+para+aliados+de+israel.shtml>>. Acesso em: 14 jun. 2014.

AMARAL JR., Alberto. **Comércio Internacional e proteção do meio ambiente**. São Paulo: Atlas, 2011.

ANDRADE, Edmilton Tavares de et al. **Programa do Proálcool e o etanol no Brasil**. ENGEVISTA, Universidade Federal Fluminense, v. 11, n. 2, p. 127-136, dez. 2009.

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental**. 12. ed. Rio de Janeiro, Lumen Juris, 2010.

ARAÚJO, Massilon J. **Fundamentos de agronegócios**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24p.

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE BIODIESEL DO BRASIL. **Maior uso de biodiesel fará do Brasil segundo maior produtor mundial**. Notícias. Disponível em: <http://www.aprobio.com.br/noticia_new.aspx>. Acesso em: 05 set. 2014.
BARBOSA, Altair Sales; TEIXEIRA NETO, Antônio; e, GOMES, Horieste. Geografia: Goiás-Tocantis. 2. ed. Goiânia: UFG, 2005.

BARROSO, Luís Roberto. **Fundamentos teóricos e filosóficos do novo direito constitucional brasileiro (pós-modernidade, teoria crítica e pós-positivismo)**. Revista Diálogo Jurídico, Salvador, Ano I, vol. I, nº 6, 32 p, set. 2001.

BIODIESEL no Brasil. Curitiba, Paraná, s.d. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/brasil/biodiesel-brasil.htm>>. Acesso em: 23 set. 2013.

BICUDO, Carlos Eduardo de Mattos; MENEZES, Mariângela. **Introdução: As algas do Brasil**. v.1. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. p. 49-60. Disponível em: <<http://books.scielo.org>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

BOFF, Leonardo. **A opção terra: uma solução para a terra não cai do céu**. Rio de Janeiro: Record, 2009.

_____. **Sustentabilidade: o que é – o que não é**. Rio de Janeiro: Vozes, 2012.

BRASIL. Constituição (1988). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm>. Acesso em: 13 fev. 2012.

_____. Decreto nº 76.593, de 14 de dezembro de 1975. Disponível em: <<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=123069>>. Acesso em: 21 jan. 2014.

_____. Decreto n. 75.593, de 14 de novembro de 1975. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-76593-14-novembro-1975-425253-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em 13 ago. 2014.

_____. Decreto n. 80.762, de 18 de novembro de 1977. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-80762-18-novembro-1977-429703-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 13 ago.2014.

_____. Decreto n. 82.476, de 23 de outubro de 1978. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-82476-23-outubro-1978-431484-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

_____. Decreto n. 83.700, de 5 de julho de 1979. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-83700-5-julho-1979-433063-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

_____. Decreto n. 84.575, de 18 de março de 1980. Disponível em:<<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-84575-18-marco-1980-433956-norma-pe.html>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

_____. Decreto n. 88.626, de 16 de agosto de 1983. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D88626.htm>. Acesso em: 13 ago. 2014.

_____. Instrução Normativa n. 02, de 30 de setembro de 2005. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Disponível em: <http://www.udop.com.br/download/legislacao/tributario/institucional_juridico_tributarios/in_02_%282005%29_biodiesel_projeto_producao.pdf>. Acesso em 20 ago. 2014.

_____. Instrução Normativa n. 1, de 19 de fevereiro de 2009. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Disponível em:<<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=78149>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

_____. Lei n. 6938, de 31 de agosto de 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 13 ago. 2014.

_____. Lei n. 8.031, de 12 de abril de 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8031.htm>. Acesso em: 13 ago. 2014.

_____. Lei n. 8.723, de 28 de outubro de 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8723.htm>. Acesso em: 13 ago. 2014.

_____. Lei n. 9.478, de 6 de agosto de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9478.htm>. Acesso em: 13 ago. 2014.

_____. Lei n. 10.453, de 13 de maio de 2002. Disponível em:<<http://www.leidireto.com.br/lei-10453.html>>. Acesso em 13 ago. 2014.

_____. Lei n. 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm>. Acesso em 13 ago. 2014.

_____. Lei 11.116, de 18 de maio de 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11116.htm>. Acesso em: 13 ago. 2014.

_____. Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm>. Acesso em: 28 out. 2014.

_____. Medida Provisória n. 647, de 28 de maio de 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Mpv/mpv647.htm>. Acesso em: 13 ago. 2014.

_____. Mensagem de veto n. 1.123, de 29 de dezembro de 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/Msg/VEP-1123-09.htm>. Acesso em: 28 out. 2014.

_____. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Anuário Estatístico da Agroenergia**. Brasília: MAPA/ACS, 2009, 160 p. Disponível em:<http://www.agricultura.gov.br/arg_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/estatisticas/anuario_cana.pdf> Acesso em: 23 abr. 2013.

_____. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO; SECRETARIA DE PRODUÇÃO E AGROENERGIA. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. 2. ed. rev. - Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

_____. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Plano Agrícola e Pecuário 2012-2013**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/pap>>. Acesso em: 12 ago. 2014.

_____. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Plano agrícola e pecuário 2013/2014**. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arg_editor/file/acs/PAP20132014-web.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2014

_____. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Produção de oleaginosas no Brasil**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 21 jan. 2014.

_____. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Portaria nº702, de 30 de

outubro de 2002. Disponível em:< <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/731485/pg-23-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-06-11-2002>>. Acesso em: 13 jun. 2014.

_____. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL. **Agricultura familiar**. Disponível em: <<http://www.mds.gov.br/falemds/perguntas-frequentes/bolsa-familia/programas-complementares/beneficiario/agricultura-familiar>>. Acesso em: 12 out. 2014.

_____. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 18, de 6 de maio de 1986. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res1886.html>>. Acesso em 13 jun. 2014.

_____. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2013**. Brasília, 2013. Disponível em:< http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index.html>. Acesso em 23 abr. 2014.

_____. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS (IBAMA). **Monitoramento do bioma cerrado 2009-2010**. Brasília, ago. 2011. Disponível em:< http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/arquivos/relatoriofinal_cerrado_2010_final_72_1.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2014.

BUCKINGHAM, Will et ali; Tradução Rosemarie Ziegelmaier. **O livro da filosofia**. São Paulo: Globo, 2011.

CAMINHA, Pero Vaz. **A carta**. Brasília, s.d. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&o_obra=17424>. Acesso em: 03 jul. 2014.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Relatório PIB Agro-Brasil**. São Paulo, dez. 2013. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 03 jul.2014.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2.ed. Rio de Janeiro: Getúlio Vargas, 1991.

CRUZ, Rui Vogt Alves da. **Estudo da utilização de microalgas e cianobactérias para a captura de dióxido de carbono e produção de matérias-primas de**

interesse industrial. 2011,160 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

CULTIVO DE ALGAS MARINHAS GARANTE RENDA EXTRA PARA COMUNIDADE NO CEARÁ. G1, Globo Rural, Economia, Agronegócios, 23 mar. 2014. Disponível em:< <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2014/03/cultivo-de-algas-marinhas-garante-renda-extra-para-comunidade-no-ce.html>>. Acesso em: 12 out. 2014.

CYANOTECH. **Cyanotech's facility.** Disponível em:<<http://www.cyanotech.com/>>. Acesso em: 20 jan.2014.

DABDOUB, Miguel J.; BRONZEL, João L. **Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria.** Química Nova – Scielo, v.32, n. 03, p. 776-792, 07 abr. 2009.

DENER, Roberto Bianchini et al. **Microalgas, produtos e implicações.** Ciência Rural, Santa Maria, Rio Grande do Sul, v.36, n. 6, p. 1959-1967, nov./dez.2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cr/v36n6/a50v36n6.pdf>>. Acesso em 26 jan. 2014.

DIAS, Felipe Augusto Pereira. **Avaliação técnico-econômica da implementação de um sistema de cultivo de microalgas na usina termelétrica Barbosa Lima Sobrinho com vista à biofixação de CO₂.** 2011, 97 p. Dissertação (Mestrado em Química Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

DORTIER, Jean-François. Tradução Marcia Valéria Martínez de Aguiar. **Dicionário de ciências humanas.** São Paulo: Marins Fontes, 2010.

DUPAS, Gilberto. **Meio ambiente e crescimento econômico: tensões estruturais.** São Paulo: UNESP, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Agricultura familiar no Brasil.** Disponível em: < <https://www.embrapa.br/aiaf-14-agricultura-familiar-no-brasil>>. Acesso em 12 out. 2014.

_____. **Estímulo à produção autônoma e sustentável dos agricultores familiares.** <https://www.embrapa.br/embrapa-no-ano-internacional-da-agricultura-familiar>. Acesso em 12 out. 2014.

_____. **Programas de governo.** Disponível em: <
<https://www.embrapa.br/programas-de-governo>>. Acesso em 12 out. 2014.

_____. **Quais são os países que mais emitem gases do efeito estufa?**
 Disponível em:<
http://www.aquecimento.cnpm.embrapa.br/conteudo/historico_aq_paises.htm>.
 Acesso em: 23 set. 2013.

_____. **Transferência de Tecnologia e intercambio de conhecimentos.**
 Disponível em:< <https://www.embrapa.br/transferecia-de-tecnologia>>. Acesso em 12 out.
 2014.

ENERGIA hidrelétrica – vantagens e desvantagens. Disponível em: <
<http://www.estudopratico.com.br/energia-hidreletrica-vantagens-e-desvantagens/>>.
 Acesso em: 13 out. 2014.

EUA e china acertam aproximação militar e redução de gases poluentes. Folha de
 São Paulo, Caderno Mundo, 12 nov. 2014. (Disponível em: <
<http://www1.folha.uol.com.br/mundo/2014/11/1546872-eua-e-china-acertam-aproximacao-militar-e-reducao-de-gases-poluentes.shtml>>. Acesso em 12 nov.
 2014)

FARIAS, Talden. **Regulação jurídica dos biocombustíveis no Brasil: o caso do
 álcool combustível e do biodiesel.** RIDB, v. 9, Ano 2(2013), p. 9343-9372.
 Disponível em: < http://www.idb-fdul.com/uploaded/files/2013_09_09343_09372.pdf>. Acesso em 12 mai. 2014.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE GOIÁS; SERVIÇO NACIONAL
 DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Biodiesel para investidores.** S.d. Disponível
 em: <
http://udop.com.br/download/estatistica/biodiesel/biodiesel_para_investidores.pdf>.
 Acesso em 15 set. 2014.

FERREL, John; SARISKY- REED, Valerie. **National Algal Biofuels Technology
 Roadmap.** U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable
 Energy, Biomass Program. USA: DOE, 2010. Disponível em: <
http://www1.eere.energy.gov/bioenergy/pdfs/algal_biofuels_roadmap.pdf>. Acesso
 em 21 mar. 2013.

FERRY, Luc. **A nova ordem ecológica: a árvore, o animal, o homem.** Tradução
 Álvaro Cabral. São Paulo: Ensaio, 1994.

FOGAÇA, Jennifer. **Biodiesel de algas**. Brasil Escola. s.d. Disponível em: < <http://www.brasilecola.com/quimica/biodiesel-algas.htm>>. Acesso em: 13 set. 2012.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE GOIÁS. Disponível em: < <http://www.fapeg.go.gov.br/sitefapeg/>>. Acesso em: 13 jul. 2014.

FURTADO, Celso. **Formação econômica do Brasil**. 34. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

GASPARETO JÚNIOR, Antônio. **Plano Marshall**. Infoescola, História. Disponível em: < <http://www.infoescola.com/historia/plano-marshall/>>. Acesso em 13 jan.. 2014

GAZZONI, Décio Luiz. **Agronegócios: biodiesel de algas**. Disponível em: <<http://www.gazzoni.eng.br/pagina27.htm>>. Acesso em: 24 jun. 2012.

GOIAS. **Conheça Goiás**. Governo de Goiás. Disponível em:< <http://www.goias.gov.br/paginas/conheca-goias/aspectos-fisicos/hidrografia>>. Acesso em: 23 jul. 2014.

_____. Decreto n. 6.085 de 21 de fevereiro de 2005. Disponível em: < http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina_decretos.php?id=694>. Acesso em: 21 fev. 2012.

_____. Decreto n. 15.435, de 16 de novembro de 2005. Disponível em:< http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina_leis.php?id=990>. Acesso em: 21 fev. 2012.

_____. Lei n. 15.472, de 12 de dezembro de 2005. Disponível em:< http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina_leis.php?id=1027>. Acesso em: 21 fev. 2012.

_____. PROCURADORIA GERAL DO ESTADO DE GOIÁS. **Goiás ganha a 3ª maior usina de biodiesel**. Set., 2010. Disponível em: <http://pge-go.jusbrasil.com.br/noticias/1795219/goias-ganha-3-maior-usina-de-biodiesel>. Acesso em: 25 mar. 2013.

_____. SECRETARIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESTADOD E GOIÁS. **Programa Goiás Biodiesel**. Disponível em:< <http://www.sectec.go.gov.br/portal/wp-content/uploads/2010/07/biodiesel.pdf>>. Acesso em 21 fev. 2012.

_____. SECRETARIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS. **Programa Goiás Biodiesel- Projeto Biodiesel**, 2013. Disponível em:< <http://www.sectec.go.gov.br/portal/wp-content/uploads/2010/07/biodiesel.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2014.

_____. SECRETARIA DE GESTÃO E PLANEJAMENTO DO ESTADO DE GOIÁS. **Estatísticas básicas trimestrais**. ANO XIV, 1º Trimestre de 2013. Goiânia, 2013. Disponível em: < <http://www.seplan.go.gov.br/sepin/down/1trimestre2013.pdf>>. Acesso em 14 jul. 2014.

GUIMARÃES, Luís Pedro Costa. **Projeto e construção de um fotobiorreator para crescimento acelerado de algas**. 2012, 107 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Braga, Portugal.

GUIVANT, Julia. S. **A teoria da sociedade de risco de Ulrich Beck: entre diagnóstico e profecia**. Revista Estudos Sociedade e Agricultura, 16 abr. 2001, p. 95-112. Disponível em:< <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/brasil/cpda/estudos/dezesseis/julia16.htm>>. Acesso em: 18 out. 2014.

HERZ, Mônica; HOFFMANN, Andrea Ribeiro. **Organizações internacionais: história e práticas**. Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2004.

HESS, M. **Combustíveis: História e vantagens**. Disponível em: < <http://carros.hsw.uol.com.br/biodiesel1.htm>>. Acesso em: 16 mar. 2014.

HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles; e, FRANCO, Francisco Manoel de Mello. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da produção agrícola**. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.shtm>>. Acesso em 01 ago. 2014.

_____. **Área territorial brasileira**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/principal.shtm>>. Acesso em 13 mar. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA. **Cultivo de microalgas para produção de biocombustíveis**. Disponível em: <http://www.int.gov.br/programas-e-projetos/item/3191>. Acesso em: 21 jan. 2014.

JONAS, Hans. **O princípio responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2006.

KANELLOS, Michael. **Petroalgae, with no revenue, files for IPO**. Greentechmedia, 11 ago. 2010. Disponível em: <<http://www.greentechmedia.com/articles/tag/petroalgae>>. Acesso em: 13 set. 2012.

KARAN, Dora. **Proálcool. Alô escola, cenas do século**. Disponível em: <<http://cmais.com.br/aloescola/historia/cenasdoseculo/nacionais/proalcool.htm>>. Acesso em: 12 ago. 2014.

KRONEMBERGER, Denise. **Desenvolvimento sustentável: uma abordagem prática**. São Paulo: SENAC, 2011.

LABORATÓRIO DE QUÍMICA DO ESTADO SÓLIDO. **Edifícios coberto com algas? Sim: de olho nos biocombustíveis**. s.d. Disponível em: <http://lqes.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/lqes_news/lqes_news_cit/lqes_news_2009/lqes_news_novidades_1338.html>. Acesso em: 16 jun. 2014.

LAMBERT, Jean-Marie. **Curso de Direito Internacional Público: fontes e sujeitos**. Vol. II. Goiânia: Kelps, 2006.

LANDIM, Raquel. **Brasil já é o terceiro maior exportador agrícola do mundo**. Estado de São Paulo, São Paulo 06 mar. 2010. Economia. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,brasil-ja-e-o-terceiro-maior-exportador-agricola-do-mundo,520500>>. Acesso em 13 fev. 2014.

LEFF, Enrique. **Epistemologia Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2001.

LIMA, João Paulo de. **Microalgas obtêm maior produtividade na produção de biocombustíveis**. Boletim Especial da UFRN, ano III, n.73, Natal, Rio Grande do Norte, 24 out. 2013. Disponível em: <http://www.sistemas.ufrn.br/portal/PT/imprensa/boletim_especial/11346728>. Acesso em: 24 jan. 2014.

LIMA, José Ossian Gadelha de. **Biodiesel: um compromisso com o meio ambiente**. Webartigos, 26 abr. 2011. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/biodiesel-um-compromisso-com-o-meio-ambiente/64790/>>. Acesso em: 13 jan. 2014.

LLOSA, Mario Vargas. **A civilização do espetáculo: uma radiografia do nosso tempo e da nossa cultura**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2013.

MAGNOLI, Demétrio. **Relações Internacionais: teoria e história**. São Paulo: Saraiva, 2004.

MARCUSE, Herbert. **A ideologia da sociedade industrial: o homem unidimensional**. 6. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

MAY, Peter (org.) **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MATIELLO, Antônio. **Brasil não tem estratégia para energia**. ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE BIODIESEL DO BRASIL- APROBIO. Notícias. Disponível em: <<http://www.aprobio.com.br/noticias.html>>. Acesso em: 12 ago. 2014.

MENEGHETTI, S.M. P et al. **A Reação de Transesterificação, Algumas Aplicações e obtenção de biodiesel**. *Química-Revista virtual de química da Sociedade Brasileira de Química*, v.5, n. 1, p. 63-73, 17 jan. 2013. Disponível em: <<http://www.uff.br/RVQ/index.php/rvq/article/viewFile/389/296>>. Acesso em: 25 jan. 2014.

MIAILLE, Michel. **A construção do objeto da ciência jurídica: a instância jurídica**. *In: Introdução crítica ao direito*. 3.ed. Lisboa: Editorial Estampa, 2005, p.63-103.

NASCHE, Aline de Oliveira. **O papel do programa nacional de produção e uso de biodiesel como instrumento de política de redução das desigualdades regionais brasileiras**. 2012, 161 p. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

NEVES, Marcos Fava. (org.). **Agronegócios e desenvolvimento sustentável: uma agenda para a liderança mundial na produção de alimentos e bioenergia**. São Paulo: Atlas, 2007.

NEWMAN, Stefani. **Como funciona o biodiesel de algas**. Disponível em: <http://carros.hsw.uol.com.br/biodiesel-de-algas5.htm>. Acesso em: 13 set. 2013.

NOGUEIRA, João Pontes; MESSARI, Nizar. **Teoria das Relações Internacionais: correntes e debates**. Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2005.

NÚCLEO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE ENERGIA AUTOSSUSTENTÁVEL. **Fotobiorreatores do NPDEAS**. Curitiba, Paraná, 21 jun. 2011. Disponível em: <<http://npdeas.blogspot.com.br/2011/06/os-fotobiorreatores-do-npdeas.html>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

O PETRÓLEO no mundo. BBC Brasil, São Paulo, 19 jan. 2009. Especiais. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/especial/1930_oilg/page5.shtml>. Acesso em: 21 jan. 2014.

OBTENÇÃO de Biodiesel. Revista virtual de química da Universidade Federal de Alagoas, Maceió, v.5, n. 1, p. 63-73, 17 jan. 2013. Disponível em: <http://www.uff.br/RVQ/index.php/rvq/article/viewFile/389/296>. Acesso em: 21 jan. 2014.

OLIVEIRA, Marcos. **Vinhaça alternativa: Resíduo da produção de etanol pode ser usado para produzir biodiesel**. Pesquisa FAPESP, São Paulo, edição 186, p. 70-73, ago. de 2011. Disponível em: < <http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2011/08/070-073-186.pdf>>. Acesso em 15 jul. 2014.

PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. **Petrobrás biocombustíveis: Microalgas**. Disponível em: <<http://sites.petrobras.com.br/minisite/petrobrasbiocombustivel/o-que-fazemos/>>. Acesso em: 13 jun.2014.

_____. **Memória Petrobrás: Proálcool**. Disponível em: < <http://memoria.petrobras.com.br/curiosidades/voce-sabia/proalcool#.VGqFPckqUWI>>. Acesso em: 21 jan. 2014.

_____. **Pré sal**. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/pre-sal/>. Acesso em 15 out. 2014.

PINTO, Tales. **Guerra de Yom Kippur e a crise do petróleo**. História do mundo. Disponível em: <<http://www.historiadomundo.com.br/idade-contemporanea/guerra-do-yom-kippur-e-a-crise-do-petroleo.htm>>. Acesso em: 14 mar. 2013.

PIOVESAN, Flávia. **Direito ao desenvolvimento – desafios contemporâneos**. In: Direito ao desenvolvimento. Belo Horizonte: Fórum, 2010.

PROÁLCOOL. Arquivo Veja, Coleções. Disponível em:<
http://veja.abril.com.br/arquivo_veja/proalcool-alcool-etanol-geisel-petroleo-carros-flex-economia-exportacao-cana-de-acucar.shtml>. Acesso em: 14 jan. 2014.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Economia verde**. Disponível em:<
http://www.pnuma.org.br/eventos_detalhar.php?id_eventos=39>. Acesso em: 20 abr. 2013.

REIS, Reinaldo Fonseca dos (coord.). **Biodiesel para investidores**. Goiânia: Sistema FIEG/SENAI. Disponível em: <
http://udop.com.br/download/estatistica/biodiesel/biodiesel_para_investidores.pdf>. Acesso em 14 jul. 2014.

REN21. 2014. **RENEWABLES 2014: global status report**. Paris, 2014. Disponível em:
<http://www.ren21.net/portals/0/documents/resources/gsr/2014/gsr2014full%20report%20ow%20res.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

RIBEIRO NETO, José Carneiro. **Nossas células e nossa origem**. Evolucionismo, 14 out. 2009. Disponível em:<
<http://evolucionismo.org/profiles/blogs/nossas-celulas-e-nossa-origem>>. Acesso em: 25 mar. 2014.

RODRIGUES, Flavio. **Senado aprova MP do biodiesel**. 2 set. 2014. Disponível em:
 <
<http://www.biodieselbr.com/noticias/regulacao/politica/senado-aprova-mp-biodiesel-020914.htm>>. Acesso em: 05 set. 2014.

ROQUE, Leandro. **A maldição do petróleo continua a atormentar o Brasil**. Instituto Ludwig von Mises Brasil, 23 out. 2013. Disponível em:<
<http://www.mises.org.br/Article.aspx?id=1717>>. Acesso em: 17 out. 2014.

ROSSETI, Victor. **Origens da vida**. Disponível em:<
<https://netnature.wordpress.com/2011/01/25/1-origens-da-vida/>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência**. São Paulo: Cortez, 2009.

_____. **Para uma sociologia das ausências e uma sociologia das emergências**. In: Conhecimento prudente para uma vida decente: um discurso sobre as ciências. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2006, p. 777-815.

SCHULZ, Peter. **Nanotecnologia: uma história um pouco diferente**. Revista Ciência Hoje, n. 308, out. 2013. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2013/308/pdf_aberto/nanotecnologia308.pdf>. Acesso em 15 mai. 2013.

SE PRÉ-SAL vingar, Brasil deve se tornar grande exportador, diz AIE. Revista Veja, Economia, Petróleo, 12 nov. 2013. Disponível em:<<http://veja.abril.com.br/noticia/economia/se-pre-sal-vingar-brasil-deve-se-tornar-grande-exportador-diz-aie/imprimir>>. Acesso em: 14 jan. 2014.

SILVA, Marcelo Santos da; NISHIDA, Silvia Mitiko. **Vida primitiva: como teriam surgido os primeiros organismos vivos?** Museu Escola do Instituto de Biologia, Universidade Estadual Paulista – UNESP. Disponível em:<http://www2.ibb.unesp.br/Museu_Escola/6_origem/origem_vida/origem.htm>. Acesso em: 22 jun. 2013.

SÓFOCLES. **Antígone**. Tradução J.B. Mello e Souza. 16. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, s.d., p.83-84.

TAVARES, João Evandro Brandão. **Cultivo de microalgas do género *Botryococcus* visando à produção de biodiesel**. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Biotecnologia) – Universidade de Lisboa. Portugal: Lisboa, 2009.

TONELADA equivalente de petróleo. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Tonelada_equivalente_de_petr%C3%B3leo>. Acesso em: 15 ago. 2014.

THOMÉ, Romeu. **Manual de direito ambiental**. 4. ed. São Paulo: Jus Podium, 2014.

TORRES, Reinhardt Acuña. **Diseño de Foto-Bioreactores para el Cultivo Micro Algas Oleaginosas**. Parte 2. Bioproceso y Especificidades. Biotecnología Práctica y Aplicada. 21 mai. 2011. Disponível em: <http://bioreactorcrc.wordpress.com/2011/>. Acesso em: 25 fev. 2014.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Rumo a uma economia verde: caminhos para o desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza**, Press Release United Nations Environment Programme, fev. 2011. Disponível em:

<http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/GER_press_pt.pdf>.
Acesso em 13 out. 2014.

WEYERMÜLLER, André Rafael. **Direito Ambiental e Aquecimento Global**. São Paulo: Atlas, 2010.