



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO E DOUTORADO EM ECONOMIA**

EDILENE DE JESUS SANTOS

**AGRONEGÓCIO, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO REGIONAL:
PERSPECTIVAS E CONTRADIÇÕES RECENTES DA PRODUÇÃO DE GRÃOS NO
OESTE BAIANO**

Salvador
2022

EDILENE DE JESUS SANTOS

**AGRONEGÓCIO, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO REGIONAL:
PERSPECTIVAS E CONTRADIÇÕES RECENTES DA PRODUÇÃO DE GRÃOS NO
OESTE BAIANO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Economia.

Área de Concentração: Desenvolvimento Econômico.

Orientador: Prof. Dr. Henrique Tomé da Costa Mata

Salvador
2022

Ficha catalográfica elaborada por Valdinea Veloso CRB 5/1092

Santos, Edilene de Jesus
S237 Agronegócio, meio ambiente e desenvolvimento regional;
perspectivas e contradições recentes da produção de grãos no
Oeste baiano / Edilene de Jesus Santos. _ Salvador, 2022.

176 f. tab.; fig.; graf.

Tese (Doutorado em Economia) - Faculdade de Economia,
Universidade Federal da Bahia, 2022

Orientador: Prof. Dr. Henrique Tomé da Costa Mata

1. Desenvolvimento sustentável 2. Agronegócio. 3. Produção
agrícola. 4. Oeste baiano I. Mata, Henrique Tomé da Costa II.
Título III. Universidade Federal da Bahia

CDD 338.981



Universidade Federal da Bahia
Faculdade de Economia
Programa de Pós-Graduação em Economia
Mestrado e Doutorado em Economia

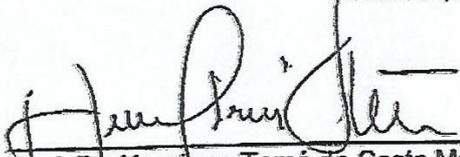
TERMO DE APROVAÇÃO

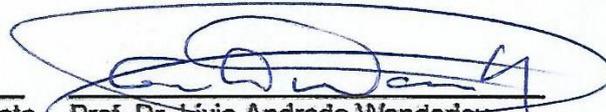
Edilene de Jesus Santos

"Agronegócio, Meio ambiente e Desenvolvimento Regional: Perspectivas e
contradições recentes da produção de grãos no Oeste Baiano."

Tese de Doutorado aprovada como requisito parcial para obtenção do Grau de
Doutora em Economia no Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade
de Economia da Universidade Federal da Bahia, pela seguinte banca examinadora:

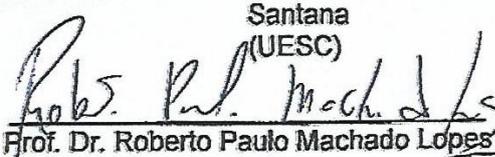
Salvador, 25 de março de 2022.


Prof. Dr. Henrique Tomé da Costa Mata
(Orientador - PPGE/ECO/UFBA)


Prof. Dr. Lívio Andrade Wanderley
(UFBA)

Prof. Dr. Raymundo José Santos Garrido
(UFBA)

Prof. Dr. Alessandro Fernandes de
Santana
(UESC)


Prof. Dr. Roberto Paulo Machado Lopes
(UESB)

Salvador
2022

Aos meus avós maternos, Odília (in memorian) e José Crispim (in memorian).

AGRADECIMENTOS

Uma jornada como esta, só se chega ao final com o apoio e a participação de algumas pessoas que foram cruciais durante a minha caminhada. Venho aqui expressar a minha eterna gratidão.

À Deus, que pela sua infinita misericórdia me deu forças, estrutura e sustento para trilhar o plano D'ele em minha vida.

Aos meus pais, Maria Helena e Diógenes, por tudo que fizeram por mim.

Aos meus familiares, em especial, minha tia Darci, pelo apoio e amor incondicional em todos os momentos.

A amiga Lúcia, pelas palavras de incentivo, pelas horas de desabafo, pela amizade verdadeira e companheirismo.

Aos amigos (anjinhos) Meire, Marlene, Júlio César e minha prima Cláudia que me ajudaram durante esta jornada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Henrique Tomé, por todo o apoio dispensado para a construção deste trabalho, pela acolhida e ter aceitado me conduzir à finalização da Tese. Agradeço pelos ensinamentos, direcionamentos nas conversas e orientações. Um exemplo de pessoa, profissional que jamais esquecerei.

À banca examinadora, a todos os professores pela disponibilidade em participar da avaliação deste trabalho.

Ao prof. Dr. Roberto Paulo Lopes pelo apoio e incentivo desde que ingressei no Doutorado. Pela paciência e presteza em esclarecer dúvidas e incentivar a conclusão do curso. Pessoa importantíssima, exemplo de profissional o qual tenho muita estima e gratidão pela amizade.

Aos docentes do Programa de Pós-graduação em Economia (PPGE) da Faculdade de Economia da UFBA, pelo aprendizado compartilhado, incentivo e colaboração durante o meu curso de Doutorado. Ao Prof. Dr. Lívio Wanderley pela acolhida, compreensão e disponibilidade em ajudar. Aos professores doutores Renildo Souza, Paulo Balanco, Uallace Moreira, Gilca Oliveira, pelos ensinamentos compartilhados na sala de aula.

Aos meus colegas discentes do PPGE, por todos os momentos compartilhados. Em especial, à turma de 2016 do mestrado e doutorado: Castro e Sabrina por toda a parceria para superar os

desafios enfrentados durante a jornada do curso. Ao amigo Clélio, com quem dividi as angústias e incertezas na reta final da escrita da Tese.

Ao meu querido amigo Harlen Cunha por tanto carinho, atenção, ombro amigo e incentivo durante a jornada. Companheiro de estudos, de conversas, descontrações, dos cafés e por sempre estar disposto a ouvir os meus desabafos e angústias.

À amiga professora Dr^a Fernanda Calasans. Não tenho palavras para descrever o quanto a sua ajuda foi valiosa. Agradeço o apoio, incentivo, o ombro amigo desde o período que convivemos na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). O seu apoio foi fundamental para a minha caminhada no Doutorado.

Aos funcionários e funcionárias do PPGE, pelo excelente atendimento prestado aos discentes do Programa e por todo auxílio dado no decorrer do curso de Doutorado. Aos funcionários e funcionárias das bibliotecas da UFBA, pelo bom atendimento.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), que me concedeu a bolsa de estudo sem a qual seria difícil a conclusão deste curso.

Aos meus ex-alunos e hoje amigos Engenheiros Agrônomos Hugo Caires e Henan Crisóstomo, pelo suporte agrônômico, tirando dúvidas em relação às lavouras estudadas.

À amiga Nanci, pelo apoio, por ser um ombro amiga disposta a ouvir e ajudar na parte quantitativa da tese.

À Élio Humberto, pelo apoio nos momentos finais deste trabalho.

À amiga Geovânia, minha primeira amiga de faculdade, amizade de longas datas que durante esse período foi mais que um ombro amigo.

Ao médico e amigo André Marques pela amizade, carinho e pela disponibilidade em ajudar e aconselhar durante essa jornada. Gratidão!

Às amigas Jaci Leal, Isla Jemima e Ismirna por todo carinho, palavras de incentivo, torcida e apoio durante o andamento deste curso.

À amiga Priscila e família, por ter sido um porto seguro na minha chega a Salvador, uma rede de apoio, que tão bem acolheu e me abraçou no início da caminhada. A minha gratidão e o meu muito obrigada!

A todos os que colaboraram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

O homem é parte da natureza e a sua guerra contra a natureza é, inevitavelmente, uma guerra
contra si mesmo.

Rachel Carson

RESUMO

Esta tese analisa as relações entre o processo de produção de grãos do oeste baiano e sua sustentabilidade ambiental no período de 2006 a 2019. O objetivo principal é analisar o padrão do desenvolvimento e sustentabilidade da expansão da produção de grãos nos municípios de Barreiras, Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério, principais produtores de grãos do Oeste da Bahia. Para isso, adota o método de investigação quali-quantitativo. Inicialmente, apresenta o debate teórico em torno da Economia Ambiental e Ecológica no que tange à sustentabilidade da dinâmica de produção agrícola no Oeste do estado da Bahia. Em seguida, traça o perfil da produção agrícola da economia baiana contemporânea, avaliando o papel dos municípios produtores de grãos da região Oeste, bem como, a sua contribuição para a dinâmica econômica do estado e para o Desenvolvimento regional. Posteriormente, analisa o potencial de contaminação de solos agrícolas por defensivos nos municípios da região durante o período e faz-se isso com base nas formulações teóricas de sustentabilidade ambiental agrícola proposta pelo - Índice de Sustentabilidade Ambiental Agrícola - ISAGRI , com vistas a estimar o Uso e Potencial de Contaminação por Defensivos Agrícolas- IDEF adaptado para a realidade regional do oeste baiano, especialmente nos municípios acima citados. Além disso, investiga a utilização da água nas lavouras selecionadas, e, para isso elabora a estimativa para cada município. Em relação ao uso e consumo dos recursos hídricos utilizou-se o cálculo para estimar a pegada Hídrica e a Água Virtual. Os resultados da aplicação do IDEF, sob o ponto de vista da sustentabilidade ambiental, as lavouras de milho, algodão e feijão alcançaram o índice na faixa considerada sustentável. Apenas a lavoura da soja alcançou índice considerado não sustentável. Os resultados encontrados em relação a estimativa do consumo de água demonstram que os dados sobre a pegada hídrica dos municípios produtores de grãos no Oeste da Bahia ao longo de 14 anos analisados, tem na soja a cultura de maior variação e aumento no uso da água no sistema de produção. A partir de tais resultados, o cenário atual coaduna para um aumento da expansão da área plantada de soja, logo, contribui para a intensificação do uso do solo e degradação ambiental. A lavoura de soja apresentou índices de sustentabilidade ambiental variando de ruim a péssimo. Isto posto, a exploração da produção agrícola de *commodities* com destaque para a soja, configura um padrão produtivo que contribui para a degradação do ambiente local, visto que, tende a intensificar a contaminação do solo e o consumo de água para diluir tais resíduos devido a quantidade de agrotóxicos utilizada no seu processo produtivo.

Palavras-chave: Produção agrícola. Sustentabilidade Ambiental. Pegada Hídrica. Oeste Baiano.

ABSTRACT

This thesis analyzes the relationships between the grain production process in western Bahia and its environmental sustainability in the period from 2006 to 2019. The main objective is to analyze the pattern of development and sustainability of the expansion of grain production in the municipalities of Barreiras, Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães and São Desidério, main grain producers in western Bahia. For this, it adopts the qualitative-quantitative method of investigation. Initially, it presents the theoretical debate around Environmental and Ecological Economics regarding the sustainability of agricultural production dynamics in the West of the State of Bahia. It then traces the profile of agricultural production in the contemporary Bahian economy, evaluating the role of grain producing municipalities in the West region, as well as their contribution to the economic dynamics of the state and to regional development. Subsequently, it analyzes the potential for contamination of agricultural soils by pesticides in the municipalities of the region during the period and this is done based on the theoretical formulations of agricultural environmental sustainability proposed by the - Agricultural Environmental Sustainability Index - ISAGRI, with a view to estimating the Use and Potential of Contamination by Agricultural Pesticides - IDEF adapted to the regional reality of western Bahia, especially in the municipalities mentioned above. In addition, it investigates the use of water in the selected crops, and, for that, it prepares the estimate for each municipality. Regarding the use and consumption of water resources, the calculation was used to estimate the Water footprint and Virtual Water. The results of the application of the IDEF, from the point of view of environmental sustainability, the corn, cotton and bean crops reached the index in the range considered sustainable. Only the soybean crop reached an index considered unsustainable. The results found in relation to the estimate of water consumption demonstrate that the data on the water footprint of the grain producing municipalities in the West of Bahia over the 14 years analyzed, has soybeans as the crop with the greatest variation and increase in water use in the production system. Based on these results, the current scenario supports an increase in the expansion of the soybean planted area, thus contributing to the intensification of land use and environmental degradation. The soybean crop presented environmental sustainability indices ranging from bad to very bad. That said, the exploitation of agricultural production of commodities, especially soybeans, configures a productive pattern that contributes to the degradation of the local environment, since it tends to intensify soil contamination and water consumption to dilute such residues due to amount of pesticides used in its production process.

Keywords: Agricultural production. Environmental Sustainability. Water Footprint. West Bahia.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Localização dos municípios da Região Oeste da Bahia (IBGE, 2018).....	75
Figura 2-	Composição do Produto Interno Bruto-PIB dos municípios do Oeste da Bahia em 2018, por setores, (em %).	93
Figura 3-	Evolução do uso da terra na Região do MATOPIBA , 2000 -2018.....	97
Figura 4-	Termômetro da indicação de sustentabilidade.....	108
Figura 5-	Representação esquemática dos componentes da pegada hídrica.....	122
Figura 6-	Composição no uso da água com a produção de milho, algodão, soja e feijão no período de 2006-2019	131

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1-	Algodão, soja e milho- maiores produtores de grãos, 2019.....	78
Gráfico 2 -	Distribuição da produção mundial de soja, 2019.....	79
Gráfico 3-	Distribuição da Produção de soja por países entre 2000 a 2019	80
Gráfico 4-	Evolução da produção de grãos na região do Matopiba, 1995-2019.....	84
Gráfico 5-	Evolução da quantidade produzida de soja no Matopiba, 1995-2019.....	85
Gráfico 6-	Tamanho dos estabelecimentos por estados em 2017.....	86
Gráfico 7-	Evolução da área plantada de soja, milho, algodão e feijão no estado da Bahia 2000-2019.....	87
Gráfico 8-	Evolução da área plantada de soja em municípios baianos de 2000-2019.....	87
Gráfico 9-	Evolução da quantidade produzida de soja em municípios baianos 2005-2019.....	88
Gráfico 10-	Produtividades médias observadas nas culturas do algodão, soja, milho e feijão nos municípios produtores, 2000 e 2019.....	89
Gráfico 11-	Evolução do VBP das culturas do algodão, soja, milho e feijão, 2000 e 2019..	91
Gráfico 12-	Número de estabelecimentos não-familiares que utilizaram agrotóxicos por unidade, em 2017.....	104
Gráfico 13-	Preço médio anual em R\$ dos agrotóxicos no estado da Bahia (2016-2021)....	105
Gráfico 14-	Água virtual na produção de Milho em Barreiras -Ba, 2006 a 2019.....	134
Gráfico 15-	Consumo de água virtual na produção de Algodão em Barreiras -Ba,2006 -2019.....	134
Gráfico 16-	Água virtual associada à produção da Soja em Barreiras -Ba, 2006 - 2019.....	135
Gráfico 17-	Água virtual na produção do Feijão em Barreiras -Ba, 2006 - 2019.....	136
Gráfico 18-	Estimativa da Água virtual na produção de Milho em São Desidério -Ba, 2006 - 2019.....	137
Gráfico 19-	Água virtual associada à produção de Algodão em São Desidério -Ba, 2006 -2019.....	137
Gráfico 20-	Água virtual associada à produção da Soja em São Desidério -Ba, 2006 - 2019.....	138
Gráfico 21-	Uso da água virtual na produção de Feijão em São Desidério -Ba, 2006 - 2019.....	138

Gráfico 22-	Consumo da água virtual na produção de Milho em LEM, 2006 - 2019.....	139
Gráfico 23-	Consumo da água virtual na produção de Algodão em LEM, 2006 - 2019.....	140
Gráfico 24-	Consumo de água virtual no sistema de produção da Soja em LEM,2006 - 2019.....	140
Gráfico 25-	Água virtual consumida na produção de Feijão em LEM, 2006 - 2019.....	141
Gráfico 26-	Consumo de água virtual na produção de Milho em Formosa do Rio Preto, 2006 – 2019.....	142
Gráfico 27-	Consumo da água virtual na cultura do Algodão em Formosa do Rio Preto, 2006 -2019.....	142
Gráfico 28-	Consumo da água virtual na produção da Soja em Formosa do Rio Preto, 2006 - 2019.....	142
Gráfico 29-	Consumo da água virtual na produção de Feijão em Formosa do Rio Preto-Ba, 2006 - 2019.....	143
Gráfico 30-	Consumo de água virtual na produção de Milho no estado da Bahia, 2006 - 2019.....	143
Gráfico 31-	Consumo de água virtual na produção de Algodão no estado da Bahia, 2006 - 2019.....	143
Gráfico 32-	Consumo de água virtual na produção de Soja no estado da Bahia, 2006 - 2019.....	144
Gráfico 33-	Consumo de água virtual na produção do Feijão no estado da Bahia, 2006 - 2019.....	145
Gráfico 34-	Evolução das exportações de soja e importações dos municípios produtores de soja no estado da Bahia, 2006 - 2019.....	147
Gráfico 35-	Evolução das exportações de soja dos municípios produtores da Bahia, 2006 - 2019.....	147
Gráfico 36-	Evolução da água virtual exportada por meio da soja dos municípios produtores da Bahia, 2006 - 2019	148

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-	Características de uma agricultura sustentável	50
Quadro 2-	Padrão de Reprodução do Capital na América Latina.....	55
Quadro 3-	Padrão Exportador de Especialização Produtiva.....	61
Quadro 4-	Ajuste externo e as medidas de transição da economia brasileira - 1983-2000.....	68
Quadro 5-	Problemas derivadas do uso de agrotóxicos nas lavouras.....	101
Quadro 6-	Consumo de água potável em litros para nove países com maiores consumo no mundo.....	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Distribuição regional da produção de soja no Brasil em 2020.....	81
Tabela 2-	Evolução do Índice de Gini nas regiões produtoras de soja – 1985-2006...	83
Tabela 3-	Área plantada em hectares de soja na região do Matopiba, 1995-2019.....	85
Tabela 4-	Evolução do preço médio anual da soja, milho, algodão e feijão, em R\$, 2014 – 2020.....	90
Tabela 5-	Produto Interno Bruto a preços Correntes dos municípios produtores de grãos do Oeste da Bahia, 2010-2018.....	91
Tabela 6-	Valor adicionado da agropecuária, Indústria e Serviços dos municípios produtores de grãos do Oeste da Bahia, 2010-2018.....	92
Tabela 7-	Formas de uso da terra privada e produção na região do Matopiba, 2017	98
Tabela 8-	Formas de uso da terra privatizada e produção nos municípios de Barreiras, LEM, Formosa do Rio Preto e São Desidério, 2017.....	99
Tabela 9-	Subíndices e Indicadores componentes do ISAGRI.....	107
Tabela 10-	Índice e indicadores do IDEF.....	110
Tabela 11-	Índice de potencial de contaminação do uso de defensivos agrícolas por uso agrícola dos municípios produtores do Oeste Baiano, 2006-2019.....	111
Tabela 12-	Índice de potencial de contaminação do uso de defensivos agrícolas por uso agrícola dos municípios produtores do Oeste Baiano, 2019- simulação.....	113
Tabela 13-	Pegada Hídrica Azul, Verde e Cinza da produção e milho, algodão, soja e feijão no estado da Bahia, 2006, em m ³ /t.....	128
Tabela 14-	Pegada Hídrica Azul, Verde e Cinza da produção e milho, algodão, soja e feijão no estado da Bahia, 2019, em m ³ /t.....	130

LISTA DE SIGLAS

BACEN	Banco Central do Brasil
BIRD	Banco Intramericano de Desenvolvimento
BNB	Banco do Nordeste do Brasil
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEDRS	Conselhos Estaduais de Desenvolvimento Rural Sustentável
CEPAL	Comissão Econômica para a América latina
CHESF	Companhia Hidroelétrica do São Francisco
CMDRS	Conselhos Municipais de Desenvolvimento Rural Sustentável
CONTAG	Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura
CUT	Central Única dos Trabalhadores
CVM	Conselho Monetário Nacional
CVSF	Comissão do Vale do São Francisco
DESER	Departamento de estudos Sócio- Econômicos Rurais
DNTR	Departamento Nacional dos Trabalhadores Rurais
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FAT	Fundo de Amparo ao Trabalhador
FCO	Fundos Constitucionais do Centro Oeste
FMI	Fundo Monetário Internacional
FNE	Fundos Constitucionais do Nordeste
FNO	Fundos Constitucionais do Norte
FUNCAFÉ	Fundo de Defesa da Economia Cafeeira
IBRA	Instituto Brasileiro da Reforma Agrária
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
MATOPIBA	Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDIC	Ministério da Indústria e Comércio
INDA	Instituto Nacional de Desenvolvimento Agrário
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
ODS	Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável
OGM	Organismos Geneticamente Modificados

PEEP	Padrão Exportador de Especialização Produtiva
PRC	Padrão de Reprodução do Capital
PMDR	Plano Municipal de Desenvolvimento Rural
PROCERA	Programa de Crédito Especial para Reforma Agrária
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PROVAP	Programa de Valorização da Pequena Produção Rural
SBPE	Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo
SNCR	Sistema Nacional de Crédito Rural
SUDAM	Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	OBJETIVOS.....	22
1.1.1	Geral.....	22
1.1.2	Específicos.....	22
1.1.3	Hipóteses.....	23
1.2	METODOLOGIA.....	23
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	25
2	ASPECTOS CONCEITUAIS SOBRE O DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA E MEIO AMBIENTE: BREVE DIGRESSÃO SOBRE O DEBATE EM TORNO DA ECONOMIA ECOLÓGICA E ECONOMIA AMBIENTAL.....	27
2.1	O DESENVOLVIMENTO CAPITALISTA DA AGRICULTURA E O PROBLEMA DA SUSTENTABILIDADE.....	27
2.2	ECONOMIA AMBIENTAL <i>VERSUS</i> ECONOMIA ECOLÓGICA: LIMITES E CONFLITOS EM TERMOS DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE.....	36
2.3	CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL AGRÍCOLA.....	44
3	O PADRÃO DE REPRODUÇÃO DO CAPITAL NA AGRICULTURA BRASILEIRA E SUAS REPERCUSSÕES NA REGIÃO DO OESTE BAIANO	52
3.1	O PADRÃO DE REPRODUÇÃO DO CAPITAL NA AGRICULTURA BRASILEIRA E SEUS REFLEXOS NO DESENVOLVIMENTO REGIONAL E DO AGRONEGÓCIO.....	52
3.2	COMPLEXOS AGROINDUSTRIAIS E AGRICULTURA MODERNA.....	65
3.3	A DINÂMICA RECENTE DA AGRICULTURA BAIANA E A INSERÇÃO DO OESTE NO CONTEXTO REGIONAL.....	72
3.3.1	Aspectos econômicos, sociais e ambientais na Região do Oeste Baiano.....	72
3.3.2	Dimensão econômica, social, comercial e regional da produção de grãos.....	77
3.3.3	Produção de grãos, valor da produção e produtividade da soja no Cerrado e Oeste Baiano.....	83
3.4	ANÁLISE DA PARTICIPAÇÃO DO AGRONEGÓCIO NO PIB REGIONAL E DO ESTADO DA BAHIA.....	91

4	INTENSIDADE E USO DE FATORES AGRÍCOLAS E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA REGIÃO	95
4.1	SENSIBILIDADE AMBIENTAL DO BIOMA DA REGIÃO OESTE DA BAHIA E A INTENSIDADE DE USO DA TERRA	95
4.2	USO DE FATORES QUÍMICOS E BIOTENOLÓGICOS E SEUS EFEITOS AMBIENTAIS.....	100
4.3	ESTIMATIVA DO ÍNDICE DE POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE USO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS (IDEF) COMO MEDIDA DE IMPACTO AMBIENTAL.....	106
4.3.1	Procedimento metodológico.....	108
4.3.2	Resultado e Discussão.....	111
5.	PRODUÇÃO AGRÍCOLA E USO DE RECURSOS HÍDRICOS NA REGIÃO OESTE DA BAHIA.....	116
5.1	A RELEVÂNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS NO SETOR AGRÍCOLA – PEGADA HÍDRICA E ÁGUA VIRTUAL.....	116
5.2	A “PEGADA HÍDRICA” E ÁGUA VIRTUAL NO CONTEXTO DA REPRODUÇÃO DO CAPITAL DO OESTE BAIANO.....	124
5.2.1	Procedimentos metodológicos: Estimativa da pegada hídrica como medida de exportação de água na produção agrícola regional.....	125
5.2.2	Procedimentos metodológicos: Estimativa regional de água virtual no Oeste da Bahia.....	133
5.3	DIMENSÃO DA ÁGUA VIRTUAL NA PRODUÇÃO DE GRÃOS NO OESTE DA BAHIA.....	134
5.3.1	Estimativa da Água Virtual no município de Barreiras.....	134
5.3.2	Consumo de Água Virtual no município de São Desidério.....	136
5.3.3	Consumo de Água Virtual no município de Luís Eduardo Magalhães.....	138
5.3.4	Consumo de Água Virtual no município de Formosa do Rio Preto	140
5.4	CONSUMO DE ÁGUA VIRTUAL NAS CULTURAS DO MILHO, SOJA, ALGODÃO E FEIJÃO NO ESTADO DA BAHIA.....	143
5.5	EXPORTAÇÃO DA ÁGUA VIRTUAL POR MEIO DA CULTURA DE SOJA NO ESTADO DA BAHIA.....	145
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	151
	REFERÊNCIAS.....	159

1 INTRODUÇÃO

As discussões e debates relacionados ao futuro das sociedades sejam no campo político, social, econômico e ambiental, quase sempre passam pela compreensão de que muitos dos problemas atuais decorrem em parte do avanço do capitalismo pós- Revolução Industrial e sua posterior dinâmica de transformação. Essas mudanças foram intensificadas a partir da globalização que propiciou avanços suficientes para integrar diferentes partes do planeta e alterar os sistemas de produção e relações campo-cidade.

A grande demanda por grãos no mercado internacional, sobretudo de países asiáticos, tem causado alterações profundas nas relações econômicas e de produção entre países, principalmente naqueles de industrialização tardia. Nesse contexto, tal dinâmica tem favorecido o saldo da balança comercial brasileira que segue expandindo a produção de bens destinados à exportação, pela elevação dos preços das principais *commodities* no mercado internacional e crescente participação na pauta do comércio exterior (FAOSTAT, 2020; CONAB, 2020; SISCOMEX, 2020).

Em paralelo às transformações resultante da nova reestruturação produtiva mundial, ganha força o debate sobre a gestão dos recursos naturais, bem como, as consequências ambientais decorrentes do desenvolvimento das atividades agrícolas associados à industrialização e o uso intensivo de capital na agricultura e no meio rural (GRAZIANO DA SILVA, 1981; GOODMAN *et.al.*,1989). Desse modo, o debate corrente sobre o uso da terra e meio ambiente no meio rural vem sendo caracterizado por uma pluralidade de posições e perspectivas teóricas em função de seus impactos diretos e indiretos (CAVALCANTI, 2010; ROMEIRO, 2018; CHECHIN, 2018; CARVALHO, 1995).

De acordo com Osório (2012) a partir da década de 1980 diante das transformações no âmbito do comércio internacional pode-se inferir que as relações comerciais e econômicas propiciaram o surgimento de um novo padrão produtivo na América Latina. Esse novo padrão exportador tem como instrumento fundamental a comercialização, sobretudo, de mercadorias para os mercados mundiais e aliado a isso, a destinação crescente de recursos para os principais centros de reprodução de capital.

Na medida em que o referido Padrão de Reprodução do Capital está calcado na produção em *plantation*, ou seja, grosso modo na produção e exportação de *commodities* agrícolas, como a soja e o milho, bem como de que tal processo se consubstancia sobejamente a partir de técnicas produtivas bastante agressivas ao ecossistema¹ e, neste, também à força de trabalho, o que encontramos na verdade, é um processo de valorização do capital que, em resposta às necessidades de acumulação de economias do centro do sistema capitalista, cria o que se tem chamado de economias de enclave² a partir de ilhas de prosperidade inseridas em mares de pobreza, com pouco ou nenhum transbordamento.

Diante disso, tal formato acaba por beneficiar no âmbito nacional, ou mesmo regional, uma parcela muito pequena da população. Isto, num ambiente que cria como externalidade a degradação das condições naturais de produção, que se torna ainda mais amarga, quando analisada as suas futuras consequências ou repercussões sobre as fontes de energias vitais da humanidade representadas pela natureza e pela força de trabalho.

A região Oeste da Bahia tem se tornado alvo das transformações que ocorreram no meio rural brasileiro nas últimas décadas face ao padrão de especialização produtiva, sobretudo quando no final da década de 1970 a região passou a integrar o circuito econômico global, como área produtora de *commodities* agrícolas. O avanço da produção na fronteira agrícola com a expansão de plantios de soja, algodão e milho foi fruto da articulação do Estado com os capitais tanto nacionais e estrangeiros maciçamente injetados na região.

Dessa forma, a região Oeste da Bahia se consolidou nos últimos anos, como um dos eixos principais do capital agroexportador do país principalmente na produção de grãos, de modo que em 2019 a produção de milho, soja, algodão e feijão dos municípios de Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães, Barreiras já correspondia a 37% do total da produção de grãos do estado (IBGE, 2020).

No que concerne ao Oeste Baiano, a forma pela qual se materializam as tendências de movimento do capital conformam uma espécie de “labirinto do crescimento”, do qual a saída

¹ O ecossistema é definido por ODUM (1969) como a unidade de organização biológica composta por todos os organismos em uma dada área (isto é, comunidade). Eles interagem com o meio físico de forma que o fluxo de energia leva a uma estrutura trófica característica e ciclos materiais dentro do sistema (ODUM, 1969, p. 164).

² Economias de enclave são economias estabelecidas em um espaço periférico que tem seu funcionamento vinculado ao capital e tecnologia exógenos, atraídos mediante vantagens competitivas (principalmente incentivos fiscais, disponibilidades de terras, mão de obra barata), em que os lucros retornam aos donos do capital residentes em países diferentes daquele no qual a atividade está sendo desenvolvida.

só se tornaria, de fato, possível, por uma via que rompesse com as determinações da condição de dependência externa.

O estudo acerca dos impactos ambientais decorrentes da expansão da produção de grãos nos municípios do oeste Baiano torna-se importante para avaliar o comprometimento ambiental dos recursos utilizados no processo produtivo a exemplo da água e do solo. Portanto, busca-se estudar as relações entre o processo de produção de grãos do Oeste Baiano e sua sustentabilidade ambiental, analisando em que medida essa dinâmica de produção concorre para seu esgotamento, ou seja, avaliar se as técnicas produtivas (exploratórias e inseridas em uma lógica capitalista de busca do lucro a qualquer custo) que garantem os ganhos de produtividade presente são as mesmas que comprometem a produção futura.

Na tentativa de estabelecer uma relação entre a expansão da produção agrícola e a maior intensificação/pressão sobre o meio ambiente local, esta tese tem como objeto de estudo a sustentabilidade ambiental do processo da produção de grãos na região Oeste da Bahia. Contudo, o avanço da produção que propicia resultado econômico positivo e embute representatividade nas *commodities* agrícolas tanto para as exportações brasileiras quanto para a pauta de exportações baianas contrasta com a atividade agrícola que potencializa a perda da biodiversidade e favorece a concentração de terras, afetando e provocando modificações no ecossistema local. A partir destes desdobramentos, torna-se válido e pertinente o estudo pautado na análise sobre os impactos da agricultura nos moldes do agronegócio, sobretudo, quanto às consequências ambientais.

Considerando relevância econômica e expressividade da produção de grãos no território baiano, no período de 2000 a 2019, surge o questionamento: A produção de grãos instalada no Oeste Baiano em seu formato atual pode configurar-se num processo produtivo ambientalmente sustentável no longo prazo?

Para além da questão econômica, aspectos socioambientais e regionais associados à concentração da destinação do crédito rural para os quatro principais municípios produtores de grãos do estado serão analisados a dinâmica do desmatamento e degradação ambiental associados à concentração de terras na região.

A pesquisa é desenvolvida na região do Oeste da Bahia, em especial nos municípios de Barreiras, Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério. Os quatro

municípios citados se destacam no cenário regional e territorialmente pela expansão do agronegócio e aumento da atividade agroindustrial.

1.1 OBJETIVOS

Foram definidos os seguintes objetivos:

1.1.1 GERAL

O objetivo geral da pesquisa é analisar o padrão do desenvolvimento e sustentabilidade da expansão da produção de grãos nos quatro municípios acima descritos.

1.1.2 ESPECÍFICOS

- Elaborar um quadro referencial teórico que envolva o debate em torno da agenda de desenvolvimento e sustentabilidade dentro do escopo da Economia Ambiental e Ecológica;
- Apresentar e desenvolver o conceito de Padrão de Reprodução do Capital e do Padrão Exportador de Especialização produtiva bem como seus reflexos sobre a agricultura brasileira;
- Estimar e analisar a partir do Índice de Sustentabilidade Ambiental Agrícola-ISAGRI, os Índice de Contaminação por Defensivos Agrícolas –IDEF da produção de grãos para os municípios produtores da região, como medida de mensuração dos impactos ambientais;
- Estimar e avaliar a dimensão da produção de grãos dos municípios produtores.

1.1.3 HIPÓTESE

- A hipótese do trabalho é que a produção de grãos no Oeste baiano, consubstanciada numa agricultura monocultora é, em si, insustentável, pois é um padrão de reprodução que se alimenta predatoriamente dos recursos que possibilitam a sua própria sobrevivência no longo prazo, portanto, danos ambientais graves são causados ao longo da cadeia produtiva. Deste

modo, a dinâmica da produção de grãos no oeste baiano não é ambientalmente sustentável porque se torna cada vez mais dependente de quantidades maiores de defensivos agrícolas de modo a potencializar a contaminação do solo e da água, comprometendo a produtividade, aumentando os custos de produção tornando a produção inviável economicamente e ambientalmente.

1.2 METODOLOGIA

Diante do exposto, para responder aos objetivos propostos, foram utilizadas as abordagens teóricas e metodológicas da Economia Ambiental e Ecológica, e a análise do Padrão de Reprodução do Capital-PRC. O método de análise em estudo de caso também foi aplicado, em que serão considerados casos dos municípios produtores de grãos da região Oeste da Bahia, a saber, Barreiras, Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério.

Em termos metodológicos, procedeu-se a estimação quantitativa da variável IDEF - Uso e Potencial de Contaminação por Defensivos Agrícolas, proposta por Silva (2007), que se fundamenta na tese de Pressão – Estado - Resposta³ - PER adotada pela OECD - Organization for Economic Co-operation and Development, que, por sua vez, serviu de base para a estimação do ISAGRI - Índice de Sustentabilidade Ambiental Agrícola. Do ponto de vista analítico, o IDEF permite avaliar a pressão que a atividade agrícola exerce sobre o meio ambiente. Os procedimentos metodológicos de forma mais detalhada, na qual se apresentam as equações, referências e os marcadores que foram utilizados no trabalho são discutidos nos capítulos 4 e 5.

Os índices de sustentabilidade que compõem o ISAGRI consideram um sistema agrícola sustentável, de acordo com Silva (2007) como aquele sistema que mantém a qualidade do solo em longo prazo a partir da utilização de práticas de manejo que podem ser caracterizadas como preservacionistas. Para facilitar a compreensão dos resultados, Silva (2007) estabelece um termômetro de sustentabilidade, a partir da revisão de literatura dos principais sistemas de indicadores. Para esta tese, adotou-se o seguinte critério de classificação da sustentabilidade

³ A metodologia Pressão-Estado-Resposta (PER) adotada pela Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) uma das metodologias mais utilizadas e reconhecidas internacionalmente (SILVA, 2007). De acordo com a OECD (1993) a metodologia Pressão-Estado-Resposta (PER) é composta por três indicadores, cada um deles corresponde a uma dimensão ou abrangência de análise.

ambiental agrícola proposto por Silva (2007) medido com a utilização do termômetro, a saber: Os valores situados no intervalo entre 0,00 e 0,19: péssima sustentabilidade; valores situados no intervalo entre 0,20 e 0,39: sustentabilidade ruim; valores situados no intervalo entre 0,40 e 0,59: sustentabilidade regular; valores situados no intervalo entre 0,60 e 0,79 : boa sustentabilidade ; e finalmente, valores situados no intervalo entre 0,80 e 1,00 : ótima sustentabilidade (SILVA, 2007).

A partir desses parâmetros, pode-se estimar o Índice de contaminação do solo por defensivos agrícolas para os quatro municípios produtores de milho, feijão, soja e algodão. Para tanto, as variáveis: área plantada e quantidade de defensivos aplicados por hectare foram utilizadas. E a partir disso, pode-se avaliar o nível de comprometimento ambiental do solo pelo cultivo dos produtos agrícolas acima citados.

Em relação ao uso e consumo dos recursos hídricos utilizou-se o uso do cálculo da pegada Hídrica, que é um instrumento que permite quantificar o total de água consumida ao longo da cadeia produtiva de fornecimento global (ALLAN, 1994; 1998) e a Água virtual proposta por Hoekstra *et al.* (2011). A partir deste instrumento de quantificação, foi possível calcular a quantidade de água consumida durante o processo produtivo, bem como, estimar o percentual de água utilizada por cada lavoura analisada. Desse modo, estimou-se o consumo de água subterrânea, da água derivadas de precipitações e a água relacionada à quantidade de água necessária para diluir o poluente, que volta para o sistema na forma de efluentes. Essa abordagem consubstancia a hipótese de danos ambientais causados ao longo da cadeia produtiva.

A investigação apresentada na tese tem como base de sustentação três categorias de análise: a agricultura capitalista, o padrão de reprodução do capital e o meio ambiente. A categoria padrão de reprodução do capital, enquanto categoria de análise intermediária, colocada entre um nível mais abstrato (leis de movimento do capital) e um nível mais concreto (a formação social geograficamente localizada – objeto de estudo) conforme definido por Osório (2012) parece de substancial utilidade e poder explicativo, com grande potencial para instrumentalizar uma análise aprofundada das complexas inter-relações, que se localizam, por assim dizer, na “parte submersa da montanha de soja” do Oeste Baiano. Portanto, esta é a principal contribuição que se propõe esse trabalho, de forma a apontar a relação existente entre a reprodução do capital na agricultura e o meio ambiente, levando em consideração as especificidades do espaço analisado.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

A tese encontra-se estruturada em cinco capítulos além deste capítulo introdutório. O segundo capítulo aborda as principais questões no contexto das transformações decorrente da relação homem – natureza na perspectiva capitalista, com ênfase nas abordagens da Economia Ambiental e Economia Ecológica, a fim de se destacar as características desse debate bem como as concordâncias e dissonâncias sobre o desenvolvimento e a sustentabilidade.

No terceiro capítulo se desenvolve o conceito de padrão de reprodução do capital e do padrão exportador de especialização produtiva e os reflexos desse modelo num contexto de economia globalizada, bem como as relações estabelecidas por este processo no âmbito brasileiro em termos de política agrícola. Realiza-se a análise da reinserção da economia brasileira ao mercado mundial, sob a influência da demanda internacional de *commodities* a partir dos anos 2000, bem como os impactos no setor agropecuário brasileiro e a caracterização da região Oeste da Bahia no qual são destacados os principais aspectos e características da agricultura e do agronegócio, estrutura e posse da terra, área plantada, quantidade produzida, valor bruto da produção. Portanto, são apresentadas as contribuições em escala nacional, regional e a participação da região para o estado da Bahia nas atividades setoriais, bem como a sua relevância em termos regional e nacional.

No quarto capítulo realiza-se a análise do uso da terra e a intensidade dos fatores de produção e a sustentabilidade ambiental na região Oeste a partir do índice de sustentabilidade do ISAGRI, que compõe a metodologia de Pressão – Estado - Resposta (PER) adotada pela OCDE. As variáveis componentes do IDEF e seus critérios e definições de análise são descritos neste capítulo, assim como os resultados da aplicação para os municípios.

No quinto capítulo trata-se da análise da relevância da água para a produção agrícola, a intensidade do uso dos recursos hídricos e os riscos potenciais para a escassez hídrica. Para tanto, realiza-se o cálculo da Pegada Hídrica e da água virtual para as lavouras selecionadas. Em seguida, descrevem-se os resultados e a análise por município.

E por fim, são apresentadas as considerações finais, na qual se destaca os principais resultados e a confirmação ou refutação da hipótese estabelecida, assim como os principais obstáculos e as recomendações.

2 ASPECTOS CONCEITUAIS SOBRE O DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA E MEIO AMBIENTE: BREVE DIGRESSÃO SOBRE O DEBATE EM TORNO DA ECONOMIA ECOLÓGICA E ECONOMIA AMBIENTAL

O modo de produção capitalista tem como âncora de sustentação a acumulação de riquezas e extração de recursos naturais de forma predatória moldando a sustentabilidade da relação homem-natureza ao longo do tempo. Isso se deve ao consumo generalizado de produtos industrializados e a demanda de matérias-primas que definiu a trajetória das transformações econômicas, sociais e ambientais baseadas em novas formas de produção.

O debate contemporâneo sobre a gestão do uso da terra e recursos naturais e de como se comportam os agentes neste sistema de reprodução econômica e desenvolvimento das forças produtivas, sobretudo, no campo da agricultura caracteriza a pluralidade de posições e perspectivas teóricas sobre o tema. Este capítulo busca apresentar o debate teórico em torno da Economia Ambiental e Ecológica no que tange à sustentabilidade da dinâmica de produção agrícola no Oeste do Estado da Bahia. O objetivo é apresentar as particularidades da inserção do modo de reprodução capitalista na agricultura com destaque para as consequências da industrialização e seus reflexos para o meio ambiente. Diante disso, uma síntese acerca do desenvolvimento capitalista na agricultura e a sustentabilidade são apresentadas na seção 2.1, com o intuito de destacar os principais aspectos que envolvem o debate entre o desenvolvimento e a sustentabilidade nos dias atuais. Na seção 2.2 busca-se fornecer reflexões e subsídios teóricos em torno da complexidade do problema ambiental na perspectiva da Economia Ambiental e Ecológica e na seção 2.3 apresenta-se o conceito de sustentabilidade ambiental agrícola e a delimitação proposta para este trabalho.

2.1 O DESENVOLVIMENTO CAPITALISTA DA AGRICULTURA E O PROBLEMA DA SUSTENTABILIDADE

O sistema de produção agrícola nos moldes atuais de exploração predominantemente capitalista produz muitos impactos ambientais, não obstante a sua importância para a produção e segurança alimentar global. No campo econômico as discussões sobre a agricultura, especialmente sobre a renda da terra (MARX, 2015; KAUTSKY, 1980; RICARDO, 1983; SMITH, 1983; LÊNIN, 1980) e sobre a produção de alimentos

(RICARDO, 1983; MALTHUS, 1996; BOSERUP, 1987) encontram-se inteiramente associadas à evolução das sociedades, o que confere um caráter histórico ao debate. Contudo, no campo econômico, a dinâmica de crescimento econômico e os efeitos da evolução das forças produtivas sobre o meio ambiente já estavam presentes nos escritos de Marx no século XIX, no qual o autor chamou a atenção para o fato de que o modo de produção capitalista levaria ao esgotamento da energia da força do trabalho e também da própria natureza, com a dilapidação das riquezas e dos recursos naturais.

De acordo com MARX (2015) a incursão do capitalismo na agricultura foi possível através da criação de um mercado interno, elemento fundamental para o desenvolvimento do capitalismo e a divisão social do trabalho. O desenvolvimento do capitalismo na agricultura fundamentou-se na separação dos diferentes processos de transformação das matérias-primas, antes retiradas da agricultura, para posterior transformação (MARX, 2015). Tratou-se de um ciclo de insumo-produto na agricultura semelhante à especialização e organização da produção de mercadorias na própria indústria. Ainda de acordo com o autor, o ponto principal do processo da divisão social do trabalho desenvolvido a partir da troca de mercadorias, seria a separação entre o campo e a cidade, onde o modo de produção capitalista destruiu os laços primitivos que uniam a agricultura e a manufatura, dando lugar a nova síntese nas condições materiais de reprodução.

A separação campo-cidade pode ser interpretada como resultado de dois processos, de um lado, a destruição da economia natural, devido a retirada progressiva da força de trabalho no campo, que asseguravam a harmonia do regime de produção baseado na relação Homem-Natureza, e, do outro, a nova recomposição baseada no conhecimento e no controle cada vez maior da Natureza, com possibilidades da reprodução artificial das condições naturais, pela industrialização da agricultura. Dessa forma, o processo de subordinação da Natureza ao capital libertaria o processo de produção agropecuária das condições naturais dadas, passando a fabricá-las sempre que se fizessem necessárias. Assim, onde faltassem condições naturais de clima, solo, precipitação, fertilidades, doenças, etc, ou outros fatores, haveria reposição.

O alerta exposto acima sobre as transformações produtivas como reflexo do rompimento da relação Homem/Natureza associado à utilização de tecnologias predatórias na natureza tornou-se notório a partir da Revolução Industrial no século XVIII que transformou a relação homem-natureza a partir do processo de industrialização e o uso massivo e predatório dos recursos naturais. As mudanças nos processos produtivos fruto da Revolução Industrial e a

utilização dos recursos naturais de forma acelerada colocaram a sociedade na trilha de um caminho em busca de um progresso tecnológico jamais vivenciado anteriormente. A partir da separação entre homem e natureza, gera-se uma crise que deflagra conflitos não só na agricultura em geral, mas em todas as relações sociais, entre homens e entre homens e natureza.

No século XX, mais precisamente após a Segunda Guerra mundial, a agricultura passou por transformações profundas impactando a produção agrícola em todo o mundo. Tal revolução estava consubstanciada num conjunto de medidas e promoção de técnicas de plantio baseadas na introdução da melhoria genética das plantas e na produção agrícola, com a finalidade de ampliar, sobretudo, a produção de alimentos no mundo. As transformações impostas a partir desse padrão de produção tornaram-se fundamentais para a mudança das bases tecnológicas agrícolas, com a incorporação maciça de tecnologias (inovação físico-química, mecânicas, genéticas e técnicas). Essa revolução representou uma integração importante do setor agrário com o industrial.

De fato, a introdução das técnicas produtivas permitiu o aumento em larga escala da produção de alimentos em várias partes do mundo, inclusive em regiões que apresentavam condições edafoclimáticas desfavoráveis para a produção. Contudo, atrelada às novas possibilidades e potencialidades de produção, os pacotes tecnológicos que aumentaram a produtividade foram desenvolvidos a partir do uso de substâncias químicas para uso na Primeira e Segunda Guerra Mundial e a partir disso, passaram a ser utilizados nos novos plantios para combater pragas e ervas daninhas.

A este respeito, Romeiro (1991) aponta que o modelo euro-americano de modernização da agricultura⁴ difundido mundialmente nos anos de 1960 provocou modificações profundas na produção agrícola como um todo, sejam nos aspectos econômicos, sociais, políticos e ambientais. Nesse sentido, o modelo Euro-americano consubstanciado no que foi denominado como Revolução Verde⁵, proporcionou o avanço das técnicas produtivas que alavancaram e

⁴ Conforme definido por Romeiro (1991) é o sistema de produção que tornou viável a difusão em larga escala da prática da monocultura (ROMEIRO, 1991, p. 175).

⁵ Criada em 1966, por William Gown, a expressão Revolução Verde representa um conjunto de inovações tecnológicas ocorridas na agricultura, a partir da década de 1960, para a obtenção de maior produtividade na produção de alimentos. Por meio do desenvolvimento de pesquisas em sementes, fertilização do solo, utilização de agrotóxicos, mecanização no campo, entre outros insumos industriais. A questão consistia basicamente em aumentar a produção dentro de um dado espaço agricultável, ou seja, intensificar a produção ocupando menor espaço para isso.

disseminaram mundialmente a exploração da monocultura e a utilização de agrotóxicos para acelerar o processo produtivo.

Por possuir como base fundamental a utilização intensa de fertilizantes químicos e a seleção de sementes com uma capacidade de resposta considerável ao tipo de fertilização, nas primeiras décadas do século XX o modelo de produção agrícola praticado na Europa e nos Estados Unidos generalizou-se em várias partes do mundo (ANDRADE; ROMEIRO, 2011; CHECHIN, 2018; CARVALHO, 1995).

No que tange à produção agrícola, o desenvolvimento técnico-científico e a evolução da genética criaram bases através da hibridização, que resultaram nos pacotes tecnológicos, garantindo as condições de monopolização pela reprodução de sementes, redesenhando os campos através das inovações biológicas. Nesse redesenho das atividades agrícolas está presente à busca pela maximização de uso da terra, do trabalho, do capital implicando em escolhas tecnológicas, que são definidas a partir das potencialidades endógenas das unidades produtivas.

As transformações ocorridas a partir do desenvolvimento do capitalismo na agricultura foram interpretadas por Goodman *et.al* (1989), como consequência da mecanização por intermédio da apropriação do processo de trabalho e a quimificação como apropriação da natureza. Cada vez mais a implementação de maquinários modernos e sofisticados vem sendo adotados no processo de produção agrícola, bem como o uso de sementes manipuladas, resistentes a pragas e doenças e que tenham uma maior produtividade.

A aplicação de biotecnologias modernas marca uma quebra decisiva com os conhecimentos sobre a agricultura tradicional. Esses já foram corroídos pelos avanços dos insumos mecânicos e químicos. Agora, no entanto, plantas e animais obtidos por engenharia genética e produção em ambientes controlados demandam uma base informacional radicalmente nova. O fazendeiro dará lugar ao “bioadministrador” e a observação será substituída por “software”. A biotecnologia e as tecnologias da informação, portanto, andam de mãos dadas para criar um novo processo produtivo na agricultura (GOODMAN *et.al*, 1989, p.163).

Se do ponto de vista econômico, o processo de incursão do capital na agricultura via industrialização foi de fundamental importância para o aumento da produtividade, dando um grande impulso à produção agrícola em várias partes do mundo, do ponto de vista social e ambiental, não obteve o mesmo êxito. O uso de insumos e equipamentos modernos na

agricultura, além agravar os problemas ambientais, contribuiu sobremaneira para a precarização do trabalho no meio rural, do aumento do desemprego no campo com a transferência do trabalhador rural para os centros industriais, acarretando o inchaço das grandes cidades e conseqüentemente, o aumento da desigualdade e da piora das condições de vida dessa população.

De acordo com Georgescu-Roegen (1971) a humanidade caminha a passos largos para uma agricultura altamente mecanizada e densa em utilização de fertilizantes fruto do desenvolvimento e utilização da alta tecnologia que possibilita a sobrevivência de uma grande parte da população. Todavia, tais transformações são viabilizadas ao preço de um esgotamento maior dos recursos naturais, o que se supõe que a longo prazo, resulte na redução da perspectiva de vida futura de várias espécies essenciais para a manutenção do equilíbrio do ecossistema e a sobrevivência humana.

Georgescu-Roegen defende suas teses de insustentabilidade do sistema com base nas leis de entropia⁶, mostrando que o planeta terra, enquanto sistema fechado, tende ao aumento constante da degradação energética atingindo o seu nível máximo. E este processo, é, portanto, irreversível. O autor fundamenta a sua análise a partir dos pressupostos da segunda lei da termodinâmica que assegura que nem toda a energia utilizada para a realização de um trabalho é aproveitada na sua totalidade, pois uma parte dessa energia tende a se dissipar na forma de calor.

Ancorado nesses fundamentos, Georgescu-Roegen aponta que a energia e a matéria aproveitáveis no processo de transformação, são de baixa entropia; quando a energia e a matéria são utilizadas para a manutenção da organização do próprio sistema, são dissipadas, transformando-se em alta entropia. No que concerne ao processo econômico, o autor acrescenta que “aquilo que entra no processo econômico consiste em recursos naturais de valor e o que é rejeitado consiste em resíduos sem valor” (GEORGESCU-ROEGEN, 2012, p. 57). O processo econômico, portanto, absorve a matéria-energia num estado de baixa entropia e a descarta num estado de alta entropia.

⁶ A Entropia pode ser entendida como um conceito da Termodinâmica que mede a desordem de partículas de um sistema físico. Ou seja, toda transformação energética envolve produção de calor que tende a dissipar, e, portanto, o calor enquanto forma degradada de energia ainda que utilizado em boa parte, não é possível utilizá-lo em sua totalidade. De acordo com a segunda lei da termodinâmica, que é a lei da entropia, afirma que a degradação energética num sistema isolado tende a atingir o seu nível máximo.

A energia e matéria de baixa entropia são os únicos insumos verdadeiros do processo econômico. Apesar da função essencial dos insumos capital e trabalho na produção, estes são agentes transformadores que também dependem de recursos de baixa entropia para serem produzidos e mantidos. E os resíduos de alta entropia representam o único produto do processo econômico. Nas palavras de Georgescu-Roegen (2012) “em termos de entropia, o custo do empreendimento biológico ou econômico é sempre maior que o produto” (GEORGESCU-ROEGEN, 2012, p. 62), e assim, as atividades econômicas resultam num déficit, no que concerne à entropia.

A partir dessa vertente, Chechin (2018) ressalta que “também é assim que o sistema econômico mantém a sua organização material e cresce em escala: é aberto para a entrada de energia e materiais de qualidade, mas também para a saída de resíduos” (CHECHIN, 2018, p.35). A preocupação nesse processo inerente às atividades econômicas reside no fato de que as economias continuam a crescer, gerando uma quantidade cada vez maior de resíduos e um maior consumo dos recursos naturais. Embora exista a possibilidade de reciclagem de alguns resíduos, a reciclagem de materiais nunca pode ser total.

Quando se analisa a quantidade de materiais e energia processados pela economia, nota-se que a atividade econômica de uma geração tem influência na atividade das gerações futuras. Isso ocorre devido a utilização dos recursos naturais e a acumulação dos efeitos prejudiciais da poluição no ambiente. A depleção de recursos e o despejo de resíduos, consequências inevitáveis da atividade econômica de uma geração, afetarão em algum momento a possibilidade das gerações seguintes usufruírem de qualidade de vida igual ou maior que a geração atual.

Portanto, o meio ambiente considerado como um lugar de “todos” por abrigar não só a espécie humana, mas todas as outras que compõem o ecossistema têm na ação antrópica, o ponto de contradição, como elemento inerente à reprodução humana através do desenvolvimento das forças produtivas. Nesse contexto, evidenciou-se a necessidade de criar condições socioeconômicas, institucionais que estimulem um progresso poupador de recursos naturais e que propiciem mudanças no padrão de consumo da sociedade.

A partir dessas discussões, a emergência sobre o debate ambiental acerca de políticas que possam garantir a sustentabilidade no uso e utilização dos recursos naturais tem ganhado destaque nos últimos anos. A preocupação com o aumento populacional, demanda de alimentos, aquecimento global bem como essas mudanças ambientais oriundas das ações dos

seres humanos na natureza que possam afetar a sua própria sobrevivência no planeta, entram em evidência no debate em relação ao futuro das populações ao redor do mundo. Tais preocupações voltadas para a pressão exercida pela ação antrópica ao meio ambiente foram impulsionadas nas últimas três décadas do século XX, mas os estudos sobre a temática remontam ao século XIX com os primeiros escritos de Haeckel (1869) sobre as relações entre as espécies e o meio ambiente.

Embora a conferência de Estocolmo represente um marco inicial para a discussão sobre a temática ambiental em esfera global nas décadas de 1950 e 1960 no pós-guerra havia, ainda que pontual e emergente, uma preocupação com o uso dos recursos naturais por parte da comunidade científica realizando críticas não só ao modo de vida das populações, mas também ao modo de produção capitalista. Desse modo, a década de 1960 foi marcada pela inserção da questão ambiental na agenda de pesquisa dos economistas (CAVALCANTI, 2010; ROMEIRO, 2018).

Um dos fatos que contribuiu para o despertar sobre a importância da consciência ambiental e preservação dos recursos naturais na década de 1960 foi a publicação do livro de Rachel Carson, “A Primavera Silenciosa”, que fez um alerta sobre o uso agrícola de pesticidas químicos sintéticos. De acordo com Carson (1962) o respeito ao ecossistema em que vivemos seria vital para garantir a proteção ao meio ambiente e a saúde humana. Aliado a isso, outro fato relevante para o pensar sobre a questão ambiental ocorreu com a criação da World Wild Life Fund -WWF em 1961, na qual a organização tornou-se um dos primeiros fundos voltados para a preservação ambiental, hoje com importante contribuição ao redor do planeta, e atuação que simboliza o trabalho de conservação da natureza realizado pela organização de maneira mais ampla (WWF, 2020).

Os fatos apresentados acima contribuíram sobremaneira para a consolidação do debate ambiental que ocorreu na Conferência de Estocolmo em 1972, na Suécia e resultou num evento importante que alertou as nações do mundo sobre a emergência da discussão sobre a temática ambiental, a partir dos problemas ambientais decorrentes do crescimento econômico e suas consequências para o meio ambiente. A Conferência, portanto, resultou na criação de um documento que foi assinado pelos países participantes e teve como um de seus principais desdobramentos a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a primeira agência ambiental global (PASCHOALETO *et al.*, 2014; ALONSO, 2017; SILVA *et.al*, 2019).

A partir da conferência de Estocolmo em 1972, inúmeras conferências foram realizadas posteriormente e passaram a fazer parte da agenda ambiental global. Em evento recente, na 10ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP-10), realizada na cidade de Nagoya, Província de Aichi, Japão, foi aprovado o Plano Estratégico de Biodiversidade para o período de 2011 a 2020. De acordo com o relatório divulgado recentemente pela Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2020) que traz uma revisão completa dos avanços (e retrocessos) obtidos ao longo dos últimos dez anos na execução do Plano Estratégico de Biodiversidade para o período de 2011 a 2020, apenas 7 (sete) objetivos foram atingidos dos 60 propostos.

Em que pese às tentativas de construção e o reconhecimento de que políticas públicas voltadas para a preservação ambiental são imprescindíveis para a sobrevivência no planeta, cabe destacar, conforme aponta Silva (2010) que uma das contradições que está presente no modo de produção capitalista é justamente a sua necessidade crescente de autoreprodução e expansão; que esbarra e encontra obstáculo na capacidade restritiva do planeta em prover tais condições para a sua realização. Portanto, a preservação e a utilização consciente dos recursos naturais, para além de fazer parte de debates e reuniões necessitam efetivamente serem colocados em prática.

A atenção para projeções catastróficas acerca da finitude dos recursos naturais evidenciavam a falta da inserção dos aspectos ecológicos aos modelos de crescimento econômico. Contudo, ao longo do século XXI esse debate ganha força e engendra reflexões sobre as bases que sustentaram o crescimento econômico ao longo dos anos, como bem destaca Altvater (1995) “O moderno sistema industrial capitalista depende de recursos naturais numa dimensão desconhecida a qualquer outro sistema social na história da humanidade, liberando emissões tóxicas no ar, nas águas e nos solos e, portanto, também na biosfera” (ALTVATER, p. 28, 1995).

A dependência dos recursos naturais para atender às demandas do sistema capitalista moderno é uma realidade. A finitude dos recursos naturais é também uma realidade. E a busca de alternativas que possibilitem o uso consciente dos recursos tornam-se essenciais para garantir o atendimento das necessidades e os padrões mínimos de consumo das próximas gerações. Diante disso, será preciso criar condições socioeconômicas, institucionais e culturais que estimulem um progresso poupador de recursos naturais e que proporcionem mudança no padrão de consumo.

A partir da evolução do conceito de ecologia e de desenvolvimento, a sociedade e os governos locais passaram a visualizar modelos de apropriação da natureza que visem a mitigar os danos causados pelas atividades econômicas ao meio ambiente. A esse respeito, cabe ressaltar que o conceito de Desenvolvimento Sustentável é de difícil definição, pois envolve questões que ultrapassam os limites de tempo, espaço e conceitos éticos e morais de uma determinada sociedade, além de abranger aspectos multidisciplinares situando-se num campo de discussão imbuída de complexidade, pois “uma vez que a economia é um subsistema de um ecossistema global finito e que não cresce, mesmo que se desenvolva, o crescimento econômico não pode ser sustentável por longos períodos de tempo” (DALY, 1990, p.2).

De modo geral percebe-se que o conceito de sustentabilidade surge e se consolida aliado a paradigmas da época ao qual está inserido e tende a moldar-se às várias teorias científicas consagradas ou reconhecidas como factível pelo poder vigente. Portanto, o conceito de sustentabilidade encontra-se suscetível a influências políticas que nascem com a sua estrutura e adere conforme a época, o espaço e os interesses de determinado período e/ou classes, conforme aponta Romeiro (2018).

Outrossim, Sachs (2009) ressalta que os países, sobretudo, aqueles em desenvolvimento devem buscar meios alternativos para alcançar os níveis de desenvolvimento com sustentabilidade amparados em princípios que atendam simultaneamente os critérios e relevância social, prudência ecológica e viabilidade econômica que são em tese, os pilares para o Desenvolvimento Sustentável. Ainda segundo o autor, os padrões de crescimento que não envolva impactos positivos simultâneos no âmbito econômico, social e ecológico, são incapazes de promover e garantir o desenvolvimento pleno das atividades na sociedade.

Portanto, o Desenvolvimento Sustentável e equilibrado só pode ser alcançado quando promover impactos positivos na esfera econômica, social e ecológica, de forma simultânea. E é justamente a busca por estas formas alternativas de desenvolvimento que atenda a todos esses pilares que torna mais complexo o desafio de garantir a sustentabilidade.

Isto posto, é possível constatar que “existe um enfrentamento sem solução aparente entre a expansão econômica e a conservação do meio ambiente” (MARTINEZ-ALIER, 2015, p.41) e diante da crescente preocupação com os problemas oriundos da contradição instalada entre o crescimento econômico e a degradação dos ecossistemas, bem como com certas interpretações teóricas que daí derivam e que não avançam para além dos modelos de

crescimento e mecanismos de mercado, surge a necessidade de um campo de debate transdisciplinar e mais amplo.

2.2 ECONOMIA AMBIENTAL *VERSUS* ECONOMIA ECOLÓGICA: LIMITES E CONFLITOS EM TERMOS DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE

A economia ambiental deriva da economia neoclássica que pressupõe a estrutura econômica como estável e a sociedade vista como um somatório de indivíduos que são regidos por um sistema cujas ações tendem ao equilíbrio. A partir dessa premissa, Cavalcanti (2010) destaca que o cerne do sistema econômico neoclássico estaria centrado nas relações de produção e consumo, logo não são visualizados as inter-relações entre o sistema econômico e o sistema ecológico.

Com a inclusão da temática ambiental no debate mundial a partir dos anos 1970, o *mainstream* econômico foi pressionado a considerar a questão ambiental em seu esquema analítico, devido a uma nova visão da relação entre a economia e o meio ambiente, oriunda, sobretudo, do relatório do Clube de Roma, que afirmava o crescimento zero como forma de impedir uma catástrofe ambiental. Portanto, Economia Ambiental surgiu em decorrência da pressão exercida sobre o *mainstream* econômico para que este incorporasse à sua estrutura analítica as considerações a respeito da problemática ambiental.

De acordo com Mueller (2007) a atividade econômica por intermédio da transformação de produtos exerce pressão sobre o meio ambiente devido ao fato de que os recursos naturais são extraídos do meio natural e devolvidos na forma de rejeitos e resíduos oriundos dos processos de produção e consumo. A partir deste entendimento, surge por parte da economia a preocupação com questões relacionadas à escassez crescente de recursos e com a poluição advinda do sistema produtivo, assim também como a possibilidade de que os ecossistemas não conseguiriam assimilar os resíduos oriundos desse processo.

A este respeito, Andrade (2008) aduz que “Na economia ambiental neoclássica, o meio ambiente é neutro e passivo e o seu instrumental está voltado para a mensuração dos impactos negativos causados pelo sistema econômico” (ANDRADE, 2008, p.3). Os problemas ambientais são entendidos como externalidades pontuais, que possuem origem nas atividades econômicas e, portanto, através do avanço tecnológico seria possível mitigar os impactos

ambientais negativos e promover o desenvolvimento econômico de forma a depender cada vez menos dos recursos naturais.

Para os defensores dessa abordagem os recursos naturais não representariam no longo prazo uma limitação para a expansão econômica pelo simples fato de que os recursos naturais poderiam ser utilizados de forma ilimitada, pois o sistema econômico seria grande o suficiente para ser limitado frente a indisponibilidade dos recursos naturais. Nesta acepção, se porventura existisse uma restrição esta seria superada pelo progresso técnico e o surgimento de novas tecnologias. De modo que, essa racionalidade repercutiu inúmeras críticas a esta abordagem que deixava implícito a infinitude dos recursos naturais.

Romeiro (2018) aponta que a economia ambiental neoclássica considera que os recursos naturais não se apresentam como um limite ao crescimento da economia no longo prazo, alicerçada em dois pressupostos, sendo o primeiro baseado na eficiência dos avanços tecnológicos que podem aumentar a produtividade dos recursos naturais, e o segundo considera que há a perfeita substituição entre capital, trabalho e meio ambiente, sendo o progresso tecnológico a variável principal capaz de promover o crescimento econômico.

Ainda segundo o autor, nos estágios iniciais do crescimento econômico a degradação do meio ambiente é gradativa com o aumento da renda *per capita*, até atingir um dado ponto e a partir deste estágio, advém uma melhora da qualidade do meio ambiente. Tal fenômeno ocorre pelo fato de que no início do desenvolvimento a degradação ambiental é considerada um “mal” necessário. Contudo, quando a população do país alcança certo patamar de bem-estar social e econômico, os indivíduos se sensibilizam a pagar para recuperar a qualidade de vida e a qualidade do meio ambiente outrora degradado, incentivando a criação de tecnologias institucionais capazes de eliminar as falhas de mercado.

Em contribuição ao debate, considerando o autor Montibeller (1999) aponta que a economia ambiental propõe a valoração dos recursos ambientais, uma vez que os preços praticados no mercado não refletem o valor exato dos recursos que são utilizados no processo de produção. Para essa corrente de pensamento a questão é como a alocação de recursos, realizada por intermédio do preço de mercado, pode levar em consideração o valor dos recursos naturais.

A inclusão da valoração econômica ambiental como pressuposto da economia neoclássica, conforme discutido por Montibeller (1999), reflete a necessidade de incorporar aos custos privados os custos sociais, com o objetivo de internalizar as externalidades negativas geradas

pelo processo produtivo ao meio ambiente. O ponto de partida das análises neoclássicas é o reconhecimento de que o sistema econômico pode gerar degradação ambiental e que tal degradação pode impedir o mercado de proceder à correta alocação dos recursos e, portanto, de conduzir o sistema econômico a uma situação de eficiência ótima. Tais falhas de mercado podem ser facilmente corrigidas a partir de determinadas suposições sobre a dinâmica do sistema e sobre o comportamento dos agentes.

Em resposta às inúmeras críticas destinadas as discursões sobre a Economia Ambiental, a mesma passou a incluir de forma tímida nas representações da função de produção, os recursos naturais, porém continuaria a persistir no fato de que existe e é possível uma substituição perfeita entre capital, trabalho e recursos naturais, através do progresso técnico. O limite de disponibilidade dos recursos naturais poderia ser superado pelo progresso técnico, devido ao fato de que como assinalam Andrade e Romeiro (2011) “em se tratando das possibilidades de substituição dos diversos tipos de capital, há aqueles que advogam ser possível substituir capital natural por capital construído pelo homem, originando o conceito de sustentabilidade fraca”⁷ (ANDRADE; ROMEIRO, 2011, p.13).

A sustentabilidade fraca de acordo com Romeiro (2018) ficou conhecida como o conceito de sustentabilidade que compreende que o sistema econômico seria capaz de substituir uma base de recurso para outra base sempre que uma das fontes fosse esgotada, de modo que o progresso tecnológico e científico possibilitaria a substituição, e, portanto, não haveria limitação ambiental para o crescimento econômico de longo prazo.

A partir da concepção de que existe a possibilidade de substituição dos recursos naturais por capital construído pelo homem, a economia ambiental segundo Romeiro (2018) não considera relevante às características únicas de certos recursos naturais que por não serem produzidos, não podem ser substituídos pela ação humana. Portanto, a Economia Ambiental não leva em consideração as peculiaridades de cada região, de cada espaço produtivo que compõem a singularidade e especificidade inerentes aos ecossistemas locais e sua biodiversidade.

Mais especificamente, a Economia Ambiental neoclássica, baseada na teoria neoclássica do Bem-Estar e dos Bens Públicos, conforma e se apoia em seu conceito de externalidades e, correspondentemente, de valor ambiental,

⁷ A sustentabilidade fraca considera a possibilidade de o capital crescer de forma quase que ilimitada, basicamente porque é possível realizar a substituição do capital natural pelo capital produzido sempre que houver a necessidade. Dessa forma, se o capital natural se tornar em escasso ao longo do processo de expansão econômica ocorrerá a substituição do capital natural pelo capital produzido e essa substituição ocorrerá da forma mais fácil com o desenvolvimento tecnológico.

definido em termos de utilidade ou preferências que os indivíduos atribuem ou associam, em termos monetários (sua disposição –a – pagar), aos bens, serviços, amenidades ou desamenidades ambientais (AMAZONAS, 2009, p.187).

Romeiro (2010) afirma que para a Economia Ambiental, a ampliação indefinida dos limites ambientais ao crescimento econômico acontece através dos mecanismos de mercado. Com relação aos bens ambientais transacionados no mercado (insumos materiais e energéticos), a escassez teria como reflexo uma elevação do seu preço, o que levaria à introdução de uma inovação para que ele fosse poupado ou até substituído por um recurso abundante. Já para os serviços ambientais não transacionados no mercado (natureza de bens públicos), como água, ar, ciclos bioquímicos globais de sustentação da vida, capacidade de assimilação de rejeitos, esse mecanismo de mercado falha. Dessa maneira, à medida que a escassez do recurso se eleva, é preciso que haja intervenção a partir da disposição a pagar por tais serviços ambientais (ROMEIRO, 2010).

Na tentativa de ampliar o debate sobre a questão ambiental e a relação entre economia e meio ambiente surge e se desenvolve em contraponto à Economia Ambiental a corrente teórica denominada Economia Ecológica. Desse modo, a Economia Ecológica enquanto uma corrente de pensamento que não compartilha com a visão linear da Economia Ambiental, percebe o sistema econômico como um subsistema de um todo maior que o contém e, portanto, impõe o sistema do qual o sistema econômico faz parte, acaba por impor uma restrição absoluta à sua expansão.

Em relação ao surgimento da economia ecológica existe um debate sobre as discussões iniciais sobre o tema. Para alguns autores, como Haeckel conforme aponta Begossi (1997), o surgimento da economia ecológica permeia o ano de 1870. No entanto, outros autores como Merico (1996) defendem seu aparecimento face à insatisfação que se verifica nos anos de 1960 a 1980 pela forma como a economia do meio ambiente abordava o ambiente natural e seus recursos em suas análises econômicas.

De acordo com Pillet (1993) a economia ecológica surgiu a partir da publicação em 1968, do artigo de Herman Daly denominado *Is Economics a lifescience?*. Em 1971, Georgescu-Roegen, utilizando os conceitos de entropia (segunda Lei da Termodinâmica) na questão do fluxo de energia na economia humana concluiu que a crescente entropia colocaria limites ao

crescimento. Por outro lado, Daly (1974) utilizou o mesmo princípio para fundamentar a economia do estado estacionário.

Em contribuição ao debate, Amazonas (1999) aponta que a economia ecológica nasceu a partir de críticas de cunho ambientalista apresentadas em fins dos anos 1960 e ao longo dos anos 1970, que deixaram a questão ambiental e do Desenvolvimento Sustentável em evidência, inclusive na ordem do dia do *mainstream* econômico. Daí surge a raiz do que veio a constituir-se na Economia Ecológica (AMAZONAS,1999).

Mattos (2004) informa que a economia ecológica promoveu avanços em relação às análises anteriores, por abranger a problemática que trata do uso dos recursos naturais e das externalidades do processo produtivo, enfatizando o uso sustentável das funções ambientais e a capacidade dos ecossistemas de geralmente, “suportarem a carga imposta pelo funcionamento da economia, considerando os custos e os benefícios da expansão da atividade humana” (MATTOS, 2004, p.12).

De acordo com May (1995) a economia ecológica apregoa a conservação dos recursos naturais – o que se constitui numa abordagem preventiva contra catástrofes ambientais iminentes, resguardando assim as necessidades potenciais das gerações futuras. Essa corrente considera reais os limites ao crescimento delimitados pela escassez dos recursos naturais e sua capacidade de suporte, que nem sempre são superáveis pelo desenvolvimento tecnológico. Assim sendo, salienta-se que a economia ecológica, além de observar os mecanismos tradicionais de alocação e distribuição normalmente aceitos na análise econômica, acrescenta o conceito de escala em relação à quantidade de matéria e energia convertida e absorvida nos processos entrópicos da expansão econômica (MAY,1995).

A economia ecológica corrobora com a Economia Ambiental, a convicção de que é possível instituir uma estrutura reguladora com base em incentivos econômicos que sejam capazes de aumentar a eficiência da utilização dos recursos para um melhor aproveitamento dos mesmos, mas a divergência entre as correntes de pensamento permanece quanto à capacidade de superação dos limites ambientais globais pelo progresso técnico. Esta, portanto, constitui-se na diferença fundamental entre as correntes. A sustentabilidade do sistema econômico não

seria possível sem estabilização dos níveis de consumo *per capita* de acordo com a capacidade de carga ou suporte⁸ do planeta.

Uma das principais características que define a diferença entre a economia ambiental e a economia ecológica reside no fato de que a última, ressalta a incompatibilidade do crescimento econômico e a conservação dos recursos no longo prazo. Portanto, a economia ambiental apresenta um conceito de sustentabilidade fraca e a economia ecológica a sustentabilidade forte. A economia ecológica, conforme discutido, parte do pressuposto da existência de um meio ambiente frágil, sujeito a alterações potencialmente desestabilizadoras devido a pressões antrópicas cumulativas. Para May *et al.* (2003) na abordagem da economia ecológica:

[...] o conceito de desenvolvimento sustentável é conhecido como sustentabilidade forte, ou seja, o crescimento é limitado pela escassez dos recursos naturais, pois a economia internaliza os custos ambientais, e o processo científico e tecnológico é visto como fundamental para aumentar a eficiência na utilização dos recursos naturais, não podendo ser superado apenas por meio de progresso tecnológico. Esta corrente faz uso do conceito termodinâmico de entropia (MAY *et al.* , 2003, p. 127- 312).

De acordo com Lima (1999) o conceito de sustentabilidade forte exige que o estoque de capital natural seja constante, dada à impossibilidade de substituição do capital natural por qualquer outra forma de capital. E esse ponto torna-se o debate fundamental da economia ecológica, ou seja, a presença e o caráter único de alguns recursos que não podem ser substituídos e nem produzidos pelo homem (LIMA, 1999).

A partir dessa compreensão, os serviços prestados pela natureza são um exemplo de capital natural que não pode ser substituído por ações humanas mediante técnicas produtivas. Pois, o capital natural consiste no fluxo de serviços prestados pela natureza como energia solar, a estrutura do solo, combustíveis fósseis, organismos vivos, a água, a regulação climática e serviços oferecidos pela interação de todos esses elementos dentro do sistema ecológico.

⁸ A capacidade de suporte ou de carga do meio, que é o nível de utilização dos recursos naturais que um sistema ambiental ou um ecossistema pode suportar, garantindo-se a sustentabilidade e a conservação de tais recursos e o respeito aos padrões de qualidade ambiental. Portanto, não importa se o recurso é renovável ou não-renovável, o meio ambiente sempre tem uma capacidade máxima de suporte relacionada ao tempo que aquele recurso leva para se regenerar naturalmente (exemplo: fixação de nitrogênio pelos microorganismos no solo). Desse modo, a capacidade de suporte de utilização de um recurso natural é ultrapassada a partir do momento em que ele começa a ser consumido mais rapidamente do que sua capacidade de reposição (PRIMACK, RODRIGUES, 2001).

Emerge desse fato, a limitação do uso de alguns recursos naturais que impõe a natureza como fator limitante ao crescimento econômico (ROMEIRO, 2018). O próprio processo produtivo agrícola implica em perda de biodiversidade local, em função da homogeneidade das espécies das culturas instaladas e produzidas em grande escala. Por este motivo, os processos produtivos simplificados têm apresentado sinais de saturação.

A interferência dos desequilíbrios ambientais sobre a agricultura se estende às adversidades resultantes da devastação da cobertura florestal que prestam serviços essenciais para a regulação do clima. Soma-se a esses efeitos, o processo de erosão desencadeado pela irrigação, assim como a necessidade de fertilizantes e de defensivos agrícolas em virtude do agravamento e proliferação de pragas, cada vez mais comuns e recorrentes, devido a homogeneidade das espécies cultivadas. A partir do exposto, o avanço tecnológico e o progresso técnico não se mostram suficientes para impedir que a natureza imponha limites ao crescimento constante em longo prazo.

Kaechele e Romeiro (2006) mostram que a economia ecológica se fundamenta – dada a capacidade de suporte da terra – na existência de limites absolutos que não podem ser superados pelo progresso científico e tecnológico. Salienta, no caso, a existência de riscos de perdas irreversíveis com potencial para se tornarem catastróficas o que leva à necessidade de se antecipar ao agravamento dos problemas ambientais. Os autores ressaltam ainda, o quadro de incertezas no qual, de modo geral, as decisões são tomadas face à incapacidade da ciência em prever todas as consequências de um dado problema ambiental.

A determinação da escala que se considera sustentável só pode ser realizada através de processos coletivos de tomada de decisão (ROMEIRO, 2018). E é justamente nesta arena de discussões de tomada de decisões que entram em choque os mais variados interesses, sejam eles políticos ou sociais. As decisões tendem a ser tomadas, em prol de uma determinada classe que detém o poder, atendendo a interesses que nem sempre ou pouquíssimas vezes beneficiam o coletivo.

Nesse sentido, para a economia ecológica caberia à sociedade, ao Estado ou outra forma de organização coletiva, decidir sobre o uso dos recursos naturais de modo a evitar perdas irreversíveis e potencialmente catastróficas (ROMEIRO, 2018). A questão central estaria em encontrar formas nas quais o crescimento econômico levasse em consideração a existência

dos limites ambientais e, portanto, optasse por sistemas produtivos que minimizasse os impactos sobre o meio ambiente natural.

À medida que o sistema socioeconômico modifica e desorganiza os ecossistemas os mesmos se veem obrigados a adaptar-se ao primeiro e essas mudanças são introduzidas no segundo, de maneira que seja capaz de compreender os efeitos das modificações sobre o ecossistema de adquirir um novo conhecimento que permita usar adequadamente os mesmos. E a partir desses novos desafios surge a necessidade de criar novas instituições, no sentido de novas leis, regras ou normas sociais de comportamento que reintegrem e minimizem os efeitos da ação nociva que a ação antrópica imprime ao meio ambiente.

Mueller (2007) acredita que a capacidade de resiliência dos ecossistemas já estaria em risco de comprometimento dada a ação antrópica⁹ acelerada, consequência do avanço descontrolado da economia, com risco de extinção de espécies. Portanto, diferentemente do que ocorre com a teoria ambiental neoclássica, a economia ecológica preocupa-se com as consequências para o meio ambiente em si, pelas agressões por ele sofridas, além de se empenhar em garantir às gerações futuras o direito de obter dos recursos naturais os mesmos benefícios que hoje as pessoas desfrutam (MUELLER, 2007).

Nesse contexto, mostrou-se que a economia ecológica é, portanto, um novo campo transdisciplinar que estuda tópicos e aplica métodos tais como: novos indicadores e índices de (in)sustentabilidade da economia; aborda o debate entre noções de sustentabilidade fraca e forte; além da aplicação de noções ecológicas de capacidade de carga e resiliência a ecossistemas humanos, proporcionando uma visão ampla em relação aos impactos ambientais causados pela ação antrópica.

Não obstante, é sabido que boa parte do consumo com a expansão econômica contemporânea origina-se da exploração de recursos finitos e da escassez crescente em relação às necessidades cada vez maiores da sociedade. Desse modo, a busca por soluções para o desenvolvimento de atividades, sobretudo, agrícolas mais sustentáveis e que agridam menos o meio ambiente, nunca se fez tão importante e oportuna como no momento atual.

⁹ Ações antrópicas são as ações realizadas pelo homem, por exemplo, a prática do desmatamento, poluição de rios e mares, dentre outras. Essa expressão ganhou destaque nas discussões sobre o meio ambiente, visto que as ações humanas têm provocado grandes alterações no meio ambiente e têm desencadeado um cenário de extrema preocupação, não só entre os estudiosos do assunto, mas de toda a sociedade (GIACOMETTI; DOMINSCHER, 2018).

2.3 DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA E O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

A preocupação com a questão ambiental ganhou grande importância nos cenários nacional e internacional, especialmente a partir do final do século passado, com o envolvimento direto das instituições de pesquisa e da sociedade em geral, preocupadas com a degradação ambiental e com a qualidade de vida das populações ao redor do mundo. Nesse contexto, notadamente, olhares críticos passaram a analisar os impactos causados por tais atividades e a atividade agrícola, se destacou como um campo responsável por relevante parcela dos impactos causados ao meio ambiente.

A partir da evolução da dinâmica produtiva e dos aspectos já assinalados a respeito dos desdobramentos que o desenvolvimento da agricultura provoca ao meio ambiente, faz-se necessário elencar os aspectos da produção regional de grãos no Oeste baiano e o entendimento sobre a sustentabilidade ambiental defendida neste trabalho como inerente ao desenvolvimento da região. Visto que, a agricultura embora seja atividade econômica essencial para a produção de alimentos e garantia de sobrevivência das populações, quando explorada de forma predatória com substancial intensidade antrópica sobre o meio ambiente, modifica e provoca danos irreversíveis ao ecossistema local.

Considera-se fundamental a delimitação do escopo da pesquisa, para que seja compatível com o objeto do trabalho, sendo assim, a pesquisa centra a análise apenas nos reflexos da ação antrópica da produção de grãos sobre o solo e a água, que se configuram elementos importantes para a determinação do conceito de sustentabilidade ambiental, sobre o qual se apoia o Índice de Sustentabilidade Ambiental Agrícola-ISAGRI a ser estimado.

No que se refere ao modelo que dará suporte à análise da sustentabilidade, deve-se considerar, de início, que o conceito de desenvolvimento sustentável é algo de difícil definição e mensuração, pois envolve questões que ultrapassam os limites de tempo e espaço, de modo que Ehlers (1999) ressalta que, “o desenvolvimento sustentável deve conciliar, por longos períodos, o crescimento econômico e a conservação dos recursos naturais” (EHLERS, 1999, p.103). E, justamente, a incerteza em relação aos impactos e repercussões das atividades econômicas sobre o meio ambiente num período futuro é que dificulta a realização de ações

mais precisas e eficientes no futuro, embora não invalide a urgência da adoção de medidas mitigadoras.

Daly (1990) alerta que a partir do entendimento de que a economia é um subsistema de outro ecossistema maior, porém finito e que não se expande, por consequência o crescimento econômico no longo prazo não poderia ser sustentável. Logo, o crescimento econômico por estar contido num sistema maior, a sua expansão estaria dependente da expansão do ecossistema. Como o ecossistema não se expande, impõe ao crescimento econômico um limite para manter os níveis de sustentabilidade.

E, portanto, de acordo com Ayres (2008), a sustentabilidade é um conceito normativo sobre a maneira como os seres humanos devem agir em relação à natureza, e como eles são responsáveis para com o outro e as futuras gerações. Ainda segundo o autor, por se tratar de um conceito normativo, a sustentabilidade apenas indica e aponta caminhos para tomada de decisões.

Conforme exposto na seção 2.2, não se pretende utilizar o conceito de sustentabilidade adotado pela economia ambiental neoclássica como base da estrutura teórica em que se fundamenta esta pesquisa. A determinação de se buscar outro modelo alternativo provém de alguns aspectos ou pressupostos que lhe causam certa fragilidade. A economia ambiental neoclássica com a visão otimista a respeito da substitutabilidade do capital natural pelo capital produzido, baseada na contínua evolução da tecnologia, são exemplos de fragilidades teóricas que a diferenciam da economia ecológica, que refuta tal pressuposto.

Por outro lado, como já visto anteriormente, a economia ecológica renega os pontos fracos do instrumental neoclássico e assenta-se na hipótese da “sustentabilidade forte”; acredita que a capacidade de resiliência de ecossistemas estaria em risco de comprometimento dada a ação antrópica, consequência do avanço descontrolado da economia, com risco de extinção de espécies; relativiza a hipótese da substitutabilidade.

A Economia Ecológica, portanto, coloca o olhar sobre as consequências para o meio ambiente em si, pelas agressões por ele sofridas, além de preocupar-se em garantir às gerações futuras o direito de obter dos recursos naturais os mesmos benefícios que hoje desfrutamos. No seu elenco de preocupações destaca-se ainda a defesa de uma distribuição mais equitativa dos recursos naturais e da renda entre as pessoas, porém, carece de um instrumental devidamente sistematizado e estruturado.

Dessa forma, neste estudo adotar-se-á como base teórica um conceito de sustentabilidade que mais se aproxima da economia ecológica, que embora apresente limitações a respeito de um instrumental sistematizado, contribui para a sustentação na formação de um modelo através do qual se possa medir graus de sustentabilidade apoiando-se na hipótese da sustentabilidade forte e onde o núcleo das preocupações centra-se no risco que a ação antrópica oferece aos ecossistemas motivada pelo avanço das atividades econômicas, como exemplo, a agricultura comercial.

Neste sentido, considerando-se que o cultivo da soja e de grãos na Bahia dá-se basicamente na região que integra o Cerrado, é oportuno registrar aqui uma visão mais específica do problema ora analisado, e que também servirá de referencial ao ponto que se pretende chegar, envolvendo o conceito de sustentabilidade.

Desse modo, quando são analisadas as ações de preparação da terra a ser cultivada pelos agricultores, envolvendo os recursos ambientais, observa-se que em princípio, ao se preparar o solo para plantio, procede-se ao seu desmatamento, com posteriores aração e gradagem – o que o deixa mais suscetível aos processos erosivos, pois está desprotegido e sob a ação direta do sol, chuvas e ventos. De acordo com Fonseca (2007) a partir do desmatamento de florestas, associada à prática de agricultura não planejada, parte significativa dos solos é transportada para os rios. Salienta o autor que, acompanhando a camada fértil do solo, “a erosão arrasta resíduos de adubos, inseticidas e fungicidas para os rios e mananciais de água que abastecem as cidades” (FONSECA, 2007, p.193).

Considerando-se a delimitação do campo de ação do trabalho, tem-se em vista alguns danos irreversíveis causados ao solo pela agricultura moderna, como exemplo, a possibilidade de contaminação química pelo uso de defensivos e fertilizantes que muitas vezes, é observada nas águas fluviais no entorno das regiões onde são praticadas as atividades agrícolas. Portanto, para esse estudo considerou-se a análise da ação que o processo produtivo de grãos, especificamente, milho, algodão e soja, pode causar no solo e na água.

A partir desse ponto de delimitação da abrangência do estudo, em virtude da atividade desenvolvida pelos agricultores, observa-se que tal processo produtivo possa provocar contaminação do solo e da água, culminando na escassez da água para a demanda que a atividade agrícola necessita e para os próprios agricultores, inclusive danos irreversíveis em relação a alguns elementos do solo. A prática da atividade agrícola intensiva e com frequência

contribui para eventos como tendência à desertificação, perda da fertilidade, o assoreamento dos rios, existentes na região que podem gerar graves consequências ao meio ambiente.

Cunha *et al.* (2008) informa que a região do cerrado além de ser caracterizada pela existência de um clima suscetível à sazonalidade, possui solo de baixa fertilidade natural, acidez acentuada e reduzido teor de matéria orgânica (de 3 a 5%). Por este motivo, de acordo com Rodrigues (1999) a exploração agrícola dos cerrados é dependente de insumos, como calcário e fertilizante. Esse modelo tecnológico, responsável pela expansão da produção de *commodities* em grandes extensões de terra, tem provocado sérios problemas ambientais, como: a degradação do solo; a redução da quantidade e da qualidade de água; a perda da biodiversidade e a ocorrência de pragas oportunistas que adquirem caráter endêmico.

Assim, inicialmente é dentro deste foco mais limitado que se trabalha o conceito de sustentabilidade neste estudo. Portanto, é importante a realização da análise da ação antrópica da atividade agrícola desenvolvida na região Oeste da Bahia para o ecossistema local, a partir das questões centrais que envolvem a sustentabilidade que remete aos efeitos sobre a biodiversidade, a água e o solo.

A partir dessa ótica, acredita-se que os produtores rurais de bens primários destinados à exportação não se beneficiam de boa parte do valor gerado pela produção agrícola, cabendo a estes a total parcela das externalidades negativas do processo produtivo. Visto que, a especialização produtiva, principalmente do setor de exportações de *commodities* agrícolas, possui a característica de envio de mercadorias com baixo valor agregado para o comércio exterior, porém com a intensificação da importação de insumos essenciais para a produção agrícola, fortalecendo o ciclo da dependência. Produção que está relacionada com o uso predatório dos recursos naturais, intensivo em fertilizantes e defensivos agrícolas com graves danos ao meio ambiente, todavia sem constituir formas sustentáveis que possibilitem o rompimento das contradições que se apresentam à região.

A expansão das fronteiras agrícolas para áreas de floresta e para as de Cerrado reproduz o padrão já conhecido no país, alicerçado na concentração fundiária e abertura de novas áreas produtoras contribuindo para o aumento do desmatamento, dos conflitos de terra e exaustão dos recursos ambientais. Dessa forma, embora se perceba que a destruição de espécies venha ocorrendo há séculos, concomitante com o processo da ocupação humana dos espaços, houve

uma aceleração substancial desse processo em decorrência da simplificação promovida pelo capitalismo contemporâneo.

A monocultura, considerada o esteio da atual agricultura tecnificada, juntamente com a contaminação de habitats por fertilizantes químicos e pesticidas participam desse processo de simplificação. Os reflexos dessa ação manifestam-se na fauna, na flora, na saúde dos córregos e rios, dos peixes, da terra e das pessoas. Assim, em decorrência da aplicação de defensivos agrícolas, desfolhantes, corretivos e fertilizantes químicos, e da guarda de dejetos contaminados normalmente utilizados no processo de custeio da soja, a expectativa é de que ocorra a contaminação das águas, afetando-se a saúde dos peixes, das populações do entorno, além de se prejudicar a economia local; como também possibilitar a extinção de alguma (s) espécie (s).

A compreensão dos sistemas agrícolas nos dias atuais requer o entendimento a respeito da sua sustentabilidade, porque “a agricultura é afetada pela evolução dos sistemas socioeconômicos e naturais” (ALTIERI, 2000, p.16). Ademais, Cavalcanti (1998) salienta que a sustentabilidade significa a “possibilidade de se obterem continuamente condições iguais ou superiores de vida para um grupo de pessoas e seus sucessores em dado ecossistema” (CAVALCANTI, 1998, p.161). Como a agricultura configura-se numa atividade essencial para a sobrevivência das populações, o debate a respeito da sustentabilidade agrícola ambiental torna-se fundamental.

Para Gliessman (2000) a sustentabilidade agrícola ambiental é definida como a capacidade de um sistema agrícola produzir alimentos e fibras sem comprometer as condições que tornem possíveis esse processo de produção.

Essa definição de sustentabilidade ambiental encontra-se atrelada a um processo no qual seja possível a conservação das propriedades do solo para garantir a possibilidade de sucessivos plantios com a mesma qualidade que o plantio inicial e não inviabilizar a produção. Portanto, sugere um nível de processo produtivo onde a produção seja “capaz de, perpetuamente, colher biomassa de um sistema, porque sua capacidade de se renovar ou ser renovado não é comprometida” (GLIESSMAN, 2000, p.52). No quadro 1, são apresentadas as características apontadas Gliessman (2000) que definem uma agricultura sustentável.

Quadro 1. Características de uma agricultura sustentável.

Características contidas numa agricultura sustentável
▪ A atividade agrícola deve ter efeitos negativos mínimos no ambiente e não liberar substâncias tóxicas ou nocivas na atmosfera, água superficial ou subterrânea;
▪ A agricultura preserva e recompõe a fertilidade para prevenir a erosão e manter a saúde ecológica do solo;
▪ A utilização da água ocorre de maneira que permita a recarga dos depósitos aquíferos e satisfizesse as necessidades hídricas do ambiente e das pessoas;
▪ A agricultura depende, principalmente, de recursos de dentro do agroecossistemas, incluindo comunidades próximas, ao substituir insumos externos por ciclagem de nutrientes, melhor conservação e uma base ampliada de conhecimento ecológico;
▪ A atividade agrícola valoriza e conserva a diversidade biológica, tanto em paisagens silvestres quanto em paisagens domesticadas;
▪ A agricultura garante a igualdade de acesso a práticas, conhecimento e tecnologias agrícolas adequados e possibilita o controle local dos recursos agrícolas.

Fonte: Adaptado de (GLIESSMAN, 2000,53-54).

A agricultura sustentável discutida no quadro 1, configura-se como parâmetro para a mensuração de uma produção agrícola sustentável ambientalmente. Na contramão desses requisitos de sustentabilidade, Doran *et. al* (1996) apontam que o projeto de Avaliação Global da Degradação de Solos (AGDS), inserido no Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas concluiu que, aproximadamente 40% das terras agricultáveis no planeta foram afetadas pela degradação do solo em função da atividade antrópica e que mais de 6% destas terras estão degradadas em tal nível que a restauração de sua capacidade produtiva original só é possível por meio de grandes investimentos financeiros. Graziano da Silva *apud* Marques (2015) salienta que “hoje, 335 dos solos estão de moderada a gravemente degradados, devido à erosão, salinização, acidificação e poluição química” (MARQUES, 2015, p. 158).

Para Marques (2015) se os paradigmas atuais do sistema alimentar condicionados pelo agronegócio forem mantidos, a insustentabilidade do uso do solo pode se tornar irreversível. Isso porque, “o solo é uma fonte não renovável na escala de existência humana, pois se forma muito lentamente ao longo do tempo” (MARQUES, 2015, p. 159). Portanto, é fundamental também que as avaliações dos impactos possam ser sistematizadas e agregadas sob a forma de indicadores de sustentabilidade, de modo a proporcionar uma avaliação sistemática e contínua do estado da arte nos diferentes ambientes agrícolas.

A respeito dos indicadores ambientais, Gallopin (1996) mostra que os mais utilizados são aqueles que resumem ou simplificam as informações mais relevantes de uma determinada atividade, fazendo com que certos fenômenos decorrentes dessa atividade se tornem mais aparentes. Por outro lado, Tusntall (1994; 1992) aponta que para além de avaliar as condições e tendências de uma atividade, os indicadores ambientais são utilizados para comparar diferentes ambientes e situações, bem como, fornecer informações de alerta em caso de riscos oriundos da atividade; além de prever situações e tendências. Alguns tipos de sistemas têm sido utilizados para identificar e desenvolver indicadores de sustentabilidade.

Portanto, Gallopin (1996) ressalta ainda, que tais indicadores devem ser holísticos, e representam de forma direta os atributos críticos relativos à sustentabilidade do sistema como um todo. Dessa forma, para que um sistema atenda de forma mais conveniente às questões ambientais, há que se considerar que o desenvolvimento sustentável abrange muitas questões e dimensões que devem ser particularmente observadas para a elaboração de um índice conciso, representativo e coerente.

Os indicadores ambientais na perspectiva de Guijt (apud MOURA, 2002) precisam ser os mais específicos e mensuráveis possíveis, de modo a se evitar ambiguidades e problemas de validade e confiabilidade. E, portanto, deve incluir o objetivo ou a meta a ser alcançado; o aspecto a ser medido; o período abrangido; e a área física em questão (MARTINS, 2010).

De acordo com Martins (2010) a maior fonte de indicadores ambientais encontrada na atualidade foi apresentada pela “Organization for Economic Cooperation and Development” (OECD, 1993). A OECD foi responsável pela elaboração do primeiro mecanismo para o monitoramento ambiental (MARTINS, 2010). Sendo assim, o seu grupo de indicadores abrange uma vasta gama de questões ambientais e adicionalmente, incorpora indicadores derivados de alguns grupos setoriais e de sistemas de contabilidade ambiental. Esse sistema utiliza o modelo Pressão-Estado-Resposta (PER), que vem sendo aceito e adotado internacionalmente (SILVA, 2007; LIRA; CÂNDIDO, 2008; MARTINS, 2010).

O modelo Pressão-Estado-Resposta baseia-se no conceito de que as atividades humanas exercem pressões sobre o ambiente alterando a qualidade e a quantidade de recursos naturais, ou seja, alterando o seu estado (MARTINS, 2010). A sociedade responde a essas mudanças mediante políticas ambientais, econômicas ou setoriais. De acordo com Carvalho; Barcellos (2018) o modelo PER é o marco ordenador mais utilizado para a apresentação de estatísticas e

indicadores ambientais e de desenvolvimento sustentável, sendo também o modelo mais utilizado na América Latina (CARVALHO; BARCELLOS, 2018).

A partir desse modelo, são especificados três tipos de indicadores ambientais: a) Indicadores de Pressão Ambiental: descrevem as pressões das atividades humanas sobre o ambiente, incluindo a quantidade e qualidade dos recursos naturais; b) Indicadores de Estado ou Condições Ambientais: referem-se à qualidade do ambiente e à qualidade e quantidade dos recursos naturais. Eles devem fornecer uma visão da situação do ambiente e sua evolução no tempo, não das pressões sobre ele exercidas; e c) Indicadores de Respostas Sociais: são medidas que mostram a resposta da sociedade às mudanças ambientais, podendo estar relacionadas à prevenção dos efeitos negativos da ação antrópica sobre o ambiente, à paralisação ou reversão de danos causados ao meio, e à preservação e conservação da natureza e dos recursos naturais (OECD, 1993; OECD, 1998; LIRA ; CÂNDIDO, 2008; MARTINS,2010).

No modelo Pressão-Estado- Resposta as pressões sobre o ambiente são reduzidas àquelas causadas pela ação do homem, desconsiderando as provenientes da ação da natureza. De acordo com Lira; Cândido (2008), com objetivo de melhor integrar os aspectos ambientais às políticas setoriais, a OECD (1998) procurou agrupar os indicadores por temas e por setores. A classificação por temas foi dividida em: mudança climática, diminuição da camada de ozônio, eutrofização, acidificação, contaminação tóxica, qualidade ambiental urbana, biodiversidade, paisagens culturais, resíduos, recursos hídricos, recursos florestais, recursos pesqueiros, degradação do solo (desertificação e erosão) e indicadores gerais. Os setores foram classificados, principalmente, em indústria, energia, transporte e agricultura (MARTINS, 2010).

A partir do exposto, adotou-se como instrumento para a construção de um índice de sustentabilidade ambiental para a região sob avaliação, o Índice de Sustentabilidade Ambiental Agrícola (ISAGRI) elaborado por Silva (2007) consubstanciado no índice de Potencial de contaminação por Defensivos agrícolas-IDEF que será apresentado no capítulo 4.

3 O PADRÃO DE REPRODUÇÃO DO CAPITAL NA AGRICULTURA BRASILEIRA E REPERCUSSÕES NA REGIÃO DO OESTE BAIANO

Neste capítulo traçamos o perfil da produção agrícola da economia baiana contemporânea, avaliando o papel dos municípios produtores de grãos da região Oeste, bem como sua contribuição para a dinâmica econômica do estado e para o Desenvolvimento Regional. O objetivo é analisar os reflexos do padrão de reprodução do capital e da especialização produtiva no contexto de uma economia caracterizada como globalizada e periférica, na qual situa-se a economia brasileira.

Na seção 3.1 apresentamos o conceito de Padrão de Reprodução do Capital e o Padrão Exportador de Especialização Produtiva proposto por Osório (2012) e a repercussão das suas fases para a agricultura brasileira. Na seção 3.2 destacamos o processo de formação dos complexos agroindustriais e as transformações na dinâmica da agricultura no Brasil e os condicionantes para a implantação do projeto de modernização agrícola do país.

Na seção 3.3 realizamos a análise de reinserção da economia brasileira ao mercado mundial sob cenário da abertura comercial nos anos de 1990 e demanda internacional de *commodities* a partir dos anos 2000. Para tanto, tal análise apresenta os impactos no setor agropecuário e a caracterização da região Oeste da Bahia com destaque para a atividade agrícola na participação regional considerando a estrutura e posse da terra, área plantada, produtividade, quantidade produzida e valor bruto da produção.

E por fim, na seção 3.4 com a finalidade de verificar o papel e a representatividade do setor agropecuário, bem como a relevância do setor para a economia dos municípios produtores e do estado realizou-se a análise de participação do agronegócio no PIB Regional e do Estado da Bahia.

3.1 O PADRÃO DE REPRODUÇÃO DO CAPITAL NA AGRICULTURA BRASILEIRA E SEUS REFLEXOS NO DESENVOLVIMENTO REGIONAL E DO AGRONEGÓCIO

O conceito de Padrão de Reprodução do Capital-PRC foi inicialmente mencionado por Marini (1982) e aprofundado por Osório (2012) com a finalidade de realizar mediação entre as leis gerais do capitalismo e a dinâmica concreta da reprodução do capital – com a incorporação de

mais determinações histórico-sociais para além daquelas necessárias à caracterização do capitalismo em geral (OSÓRIO, 2012).

A noção de *padrão de reprodução do capital* segundo Osório (2012) vem preencher uma lacuna teórica ao constituir-se numa categoria de mediação que possibilita o trânsito entre diferentes níveis de análise, particularmente entre o conceito de *sistema mundial capitalista* (mais abstrato) e o de *formação econômico-social* (mais concreto) (OSÓRIO, 2012). Ao considerar que as mudanças produzidas no sistema mundial e na divisão internacional do trabalho promovem formas diversas de reprodução do capital em diferentes momentos históricos, Osório (2012) sistematiza um método que torna possível historicizar e diferenciar estes padrões de reprodução, compreendendo as condições que tornam possível sua ascensão e declínio, bem como os momentos de transição entre um antigo padrão e um novo.

A partir desta compreensão, o capitalismo como sistema mundial estrutura-se de forma heterogênea, de maneira que no Brasil, se apresenta caracterizado como um “subimperialismo dependente” no qual prevalece a premissa da transferência de valor para as economias imperialistas centrais (OSÓRIO, 2012). A definição e a noção do Padrão de Reprodução do Capital, portanto,

Surge para dar conta da forma como o capital se reproduz em períodos históricos específicos e em espaços geoterritoriais determinados, tanto no centro como na semiperiferia e na periferia, ou em regiões no interior de cada um deles, considerando as características de sua metamorfose na passagem pelas esferas da produção e da circulação (como dinheiro, meios de produção, força de trabalho, novas mercadorias, dinheiro incrementado), integrando o processo de valorização (incremento do valor e do dinheiro investido) e sua encarnação em valores de uso específicos (calças, rádios, celulares, tanques de guerra), assim como as contradições que esses processos geram (OSÓRIO, 2012, p.40-41).

Em períodos distintos as mudanças na reprodução do capital no centro dominante provocam modificações nos processos de reprodução do capital nas regiões periféricas dependentes, bem como, articula e dá origem a uma nova divisão internacional do trabalho. E essas mudanças que estabelecem uma nova divisão do trabalho acabam por influenciar os governos dos países, ao passo que definem a trajetória do ambiente de produção interno a partir do ambiente externo. As transformações ocorrem, portanto, devido ao fato de que as economias encontram-se interrelacionadas e integradas mundialmente (MARINI, 2012; OSÓRIO, 2012; LUCE, 2014).

A partir da compreensão do ciclo de reprodução do capital e como este ciclo se estabeleceu na América Latina, Osório (2012) buscou evidenciar elementos que caracterizavam o padrão de reprodução do ciclo do capital, com início nas primeiras décadas do século XX até os dias atuais. Conforme exposto no conceito do PRC, o capital se reproduz de modo e formas distintas de acordo com o contexto histórico do período. Desse modo, a noção do Padrão de Reprodução do Capital na América Latina é apresentada conforme o quadro 2, a seguir:

Quadro 2- Padrão de Reprodução do Capital na América Latina.

Padrão de Reprodução dominante	Período que Abrange
a) Padrão agromineiro exportador	Até a segunda década do século XX
b) Etapa de transição	Primeira metade dos anos 1930
c) Padrão Industrial	Segunda metade dos anos 1930
<i>Etapa internalizada e autônoma</i>	<i>Até os anos 1940</i>
<i>Etapa de integração ao capital estrangeiro</i>	<i>Desde os anos 1950</i>
d) Etapa de transição	De meados dos anos 1970 aos anos 1980
e) Padrão exportador de especialização produtiva	De meados dos anos 1980 até o presente.

Fonte: (OSÓRIO, 2012, p.78).

Conforme exposto no quadro 2, a partir do conceito de padrão de reprodução do capital, Osório (2012) identificou na história da América Latina três padrões, que se sucederam ao longo do tempo: o Padrão Agromineiro Exportador (até a segunda década do século XX), o Padrão Industrial (a partir da segunda metade dos anos 1930 até meados dos anos 1970) e, atualmente, o Padrão Exportador de Especialização Produtiva (de meados dos anos 1980 até o presente). Todos eles fazem parte do movimento mais geral do sistema capitalista mundial, que redefine a divisão internacional, bem como o lugar e o sentido dos países dependentes a partir da nova divisão internacional do trabalho.

O padrão agromineiro exportador na percepção de Osório (2012) correspondeu ao padrão que vigorou na América Latina até a segunda década do século XX. E esse período, no que concerne à economia brasileira e ao setor agrário, é caracterizado pela participação importante das exportações de produtos agrícolas, sobretudo de café. A dinâmica de produção interna encontrava-se voltada para atender as necessidades do mercado internacional, pois até então, o mercado interno era incipiente e dependente das transações efetivadas com o mercado externo.

Contudo, ainda que o mercado interno estivesse atrelado à demanda internacional no início do século XX, as tentativas de se estabelecer uma política agrícola no Brasil datam de fins do século dezenove e foram centradas na criação de mecanismos de financiamento agrícola em que o Banco do Brasil se tornou um importante instrumento de apoio financeiro ao setor rural

no período. De acordo com Coelho (2001) a primeira tentativa bem sucedida de organizar uma política agrícola de suporte no Brasil, envolvendo a concessão de crédito, sustentação de preços e formação de estoques foi consolidada através do Convênio de Taubaté¹⁰.

O período iniciado em 1930 com duração até metade década de 1960 representou o processo de transição no Brasil, de uma economia essencialmente agrária para a fase de industrialização através da substituição de importações, na qual o Estado criou medidas e ações que propiciaram a gestação econômica de um maior padrão de industrialização.

O Estado brasileiro passou a ser o eixo indutor do desenvolvimento em que o setor público se tornou quase parte da extensão do setor privado, inaugurando nova fase na economia, na qual a agricultura deixou de ser o setor dinâmico (TAVARES, 1972; FURTADO, 1964). A indústria se tornou o centro das atenções e a agricultura deixou de ser o principal foco das políticas de incentivo. Essa mudança de atuação por parte do governo, explica em parte, a quase inexistência de políticas voltadas para o setor agrícola neste período.

A respeito do período exposto acima, o mesmo representou um período de trinta e cinco anos em que as políticas de intervenção no setor rural foram atreladas ao atendimento das necessidades dos principais produtos agrícolas destinados à exportação, como o café, o álcool, o açúcar e os grãos. As políticas estavam vinculadas aos produtos visando atender as necessidades individuais de modo que, não abrangia os demais produtos e o setor agrícola como um todo.

Com o rápido desenvolvimento das tecnologias agropecuárias, através da Revolução Verde, nos anos de 1960 muitos países em desenvolvimento, com base em recomendações do Banco Interamericano de Desenvolvimento – BIRD e do Banco Mundial, desenvolveram políticas de crédito rural subsidiadas que durariam até o final da década de 80. Esse novo modelo teve o Estado como indutor do desenvolvimento e com a industrialização da agricultura regida essencialmente para atender as necessidades de acumulação de capital subordinada ao setor urbano-industrial.

Esse processo, no Brasil, foi resultado de transformações e da transição ocorridos na divisão internacional do trabalho nos países da América Latina, no qual de acordo com Osório (2012),

¹⁰ Convênio firmado em 25 de fevereiro de 1906, pelos governadores de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, com o objetivo de valorizar o café.

parte-se do pressuposto que o padrão de industrialização da América Latina nos anos de 1940 e 1970 necessitava de políticas econômicas condizentes ao momento histórico: protecionismo, intervenção Estatal nos investimentos, políticas salariais que incorporassem a massa de trabalhadores e ampliação do comércio interno, etc (OSÓRIO, 2012).

A partir desta ótica, o desenvolvimento capitalista no Brasil pautou-se no modelo de industrialização adotado pelos países desenvolvidos após a revolução industrial, embora na condição de uma “economia dependente”¹¹ ou periférica. Contudo, a introdução do modelo industrializante de forma indireta contribuiu para o aprofundamento das desigualdades regionais, sobretudo, no que se refere à distribuição de renda, riqueza, desigualdade social, problemas derivados da urbanização acelerada sem planejamento, bem como de concentração de capital.

A criação do Estatuto da Terra em 1964 representou um grande salto para a implantação de políticas e ações governamentais no meio rural na década de 1960. A partir da Lei nº 4.504/1964 que instituiu o Estatuto da Terra, a política agrícola foi definida como:

§ 2º O conjunto de providências de amparo à propriedade da terra, que se destinem a orientar, no interesse da economia rural, as atividades agropecuárias, seja no sentido de garantir-lhes o pleno emprego, seja no de harmonizá-las com o processo de industrialização do país (BRASIL, 1964).

A despeito da implementação do estatuto da Terra em 1964 definir e caracterizar a atuação da política agrícola, a intervenção do estado no meio rural brasileiro já ocorria desde o final do século XIX. Infere-se, portanto, que as políticas agrícolas surgem como manifestações da lei determinando ao Estado para criar condições adequadas para o desenvolvimento da atividade agrícola.

No que concerne à implementação das políticas agrícolas, Coelho (2001) apresenta algumas razões econômicas que podem induzir os governos a atuarem nos mercados agropecuários por meio das políticas agrícolas, entre elas, a melhoria na alocação de recursos, a redução na flutuação na renda e a garantia de segurança alimentar.

¹¹ Costuma-se entender como economia periférica aquele país, ou região, que apresenta, em geral, instáveis trajetórias de crescimento, forte dependência de capitais externos para financiar suas contas-correntes (fragilidade financeira), baixa capacidade de resistência diante de choques externos (vulnerabilidade externa) e altas concentrações de renda e riqueza (CARCANHOLO, 2008).

De acordo com Delgado (2012) a articulação do Estado, através do Sistema Nacional de Crédito Rural - SNCR, em 1965, direcionou as políticas agrícolas dos institutos criados no período e propiciou o fomento da produtividade e da inserção capitalista no setor agrícola. O financiamento agrícola público encontrava-se subordinado à política de crédito agrícola controlada pelo Sistema Nacional de Crédito Rural -SNCR, para suprimento de recursos financeiros, para aplicação exclusiva nas finalidades e condições estabelecidas no Manual de Crédito Rural.

A agricultura através das ações do Estado passa a integrar conforme aduz Graziano da Silva (1981) “o novo circuito produtivo liderado pela indústria de insumos e processamento de matéria-prima e gerando condições infra-estruturais necessárias à expansão setorial” (GRAZIANO DA SILVA, 1981, p. 26). Para tanto, seriam imprescindíveis as transformações no meio rural, a fim de que o setor pudesse servir de fornecedor de mão de obra para atender a demanda industrial, ao passo que produziria alimentos mais baratos à população urbana, adquirindo máquinas, equipamentos e insumos industriais destinados à agricultura e para o aumento da produtividade.

O crédito rural na visão de Comin (1986) representou um elemento fundamental para a produção agrícola atrelado ao processo no qual “o capital bancário assumiu proporções cada vez maiores no processo produtivo agrícola, afetando não só a lógica de apropriação da riqueza e do excedente, mas mais que isto, alterando as condições de sua produção e circulação” (COMIN, 1986, p.26). E, além disso, através desse mecanismo a política de crédito rural alavancou uma verdadeira revolução tecnológica no agrário brasileiro. A década de 1960 não só representou o período áureo da industrialização brasileira como também marcou um período de modernização e transformação no setor agrário.

O Estado Brasileiro seguindo no bojo das transformações oriundas da industrialização como forma de superar o atraso em relação às economias centrais, no que tange à agricultura, optou por conceder crédito para munir e induzir os agricultores a absorver as tecnologias derivadas da modernização agrícola (aquisição de maquinário e adubos químicos), de modo que o acesso crédito beneficiou e fortaleceu a indústria de fertilizantes colocando este insumo como integrante da modalidade de crédito para o custeio. Portanto, nas palavras de Comin (1986) o crédito para custeio “contou não só com um mecanismo institucional e os subsídios implícitos antes mencionados, mas também com muitos artifícios criados para favorecer a demanda por insumos químicos” (COMIN, 1986, p.34).

O SNCR funcionou como um mecanismo criado pelo Estado, para intensificar o seu projeto de industrialização, sobretudo, na agricultura. O crédito concedido visava médios e grandes produtores aptos a adotar novas tecnologias e garantir o aumento da produtividade. Para Delgado (2012) “o crédito rural concedido no auge de sua expansão, em 1976, ascendeu, mais de 20 bilhões de dólares, valor quase equivalente ao Produto Interno Bruto da agricultura de então” (DELGADO, 2012, p.16-17).

O que se depreende do exposto sobre o crédito rural no Brasil pode ser avaliado em dois pontos fundamentais. O primeiro ponto informa que o crédito rural funcionou como mecanismo de subordinação da agricultura à indústria. O Estado foi o principal indutor das bases da “revolução verde” na modernização da agricultura. O mesmo Estado também induziu a industrialização, criando mecanismos para fortalecer a substituição dos processos da natureza¹² pela indústria com apoio à produção de fertilizantes e adubos químicos, promovendo a quimificação em substituição aos processos naturais de produção.

O segundo ponto converge para a análise de que o crédito rural seria destinado a uma categoria de agricultores específica (aptos a aderir ao modelo de modernização proposto) e, portanto, aderiu a uma lógica própria para atender um público-alvo e não a todos os agricultores, na medida em que concentrou esforços para transformar os grandes produtores em empresários rurais. Sendo assim, os critérios políticos e econômicos “agem como seletores definindo mais ou menos precisamente o trajeto concreto seguido no interior de um conjunto maior de possibilidades” (DOSI, 2006, p. 23). Neste sentido, a atuação do Estado com a adoção de políticas, inclusive aquelas destinadas ao agrário brasileiro, representa o papel institucional que o mesmo exerce para imprimir-lhe um padrão por ele determinado, seguindo modelos de países centrais.

O processo que culminou na inserção do capital na agricultura faz parte da própria essência do capitalismo e demonstra que “a tendência do capital é tomar conta progressivamente de todos os ramos e setores da produção, no campo e na cidade, na agricultura e na indústria” (MARTINS, 1980, p. 43). A difusão do modelo de produção agrícola consubstanciado em pacotes tecnológicos permitiu o espaço para a sua inserção em diversas regiões do mundo, inclusive no Brasil. Portanto, de acordo com Graziano da Silva (1999) a despeito da dinâmica da produção agrícola no Brasil ter se deslocado para o mercado interno a partir de 1930, a

¹² A substituição dos processos naturais com o objetivo de acelerar o ritmo da natureza tem como consequência a desorganização do metabolismo ecossistêmico que incorre na diminuição dos serviços ecossistêmicos.

modernização da produção permanecia atrelada ao mercado externo, pois dependia da capacidade de importar máquinas e insumos.

Conforme apresentado, o período de 1965 a 1980 foi palco de transformações na agricultura brasileira através do processo de modernização e da atuação do Estado por meio de políticas agrícolas. No que tange às políticas implementadas e seus instrumentos, a criação do crédito rural ganhou papel de destaque e representou um dos principais ou senão, o principal instrumento utilizado para a viabilização do projeto de modernização do setor. Isto posto, Delgado (2012) salienta que “a agricultura brasileira completou, entre 1965 e 1981, um ciclo de modernização técnica e crescimento, sem mudança na estrutura agrária” (DELGADO, 2012, p.78). Desse modo, a partir da década de 1980 com a estagnação da economia brasileira como consequência do ajustamento da crise de endividamento, a agricultura desenvolveu papel importante no âmbito das políticas macroeconômicas do país no período.

De acordo com Osório (2012) dista do final da década de 1960 a grande transformação econômica sofrida pela América Latina em função da crise do sistema capitalista. Tal transformação chamada de mundialização culminou no surgimento da nova divisão internacional do trabalho e na rearticulação da economia mundial. Nesse ínterim, foi finalizado o projeto de industrialização das economias latino-americanas e deu início a um novo padrão exportador de reprodução do capital, denominado de especialização produtiva (OSÓRIO, 2012).

Esse novo padrão caracterizado como exportador de especialização produtiva tem como instrumento fundamental a venda de mercadorias (via exportação) nos mercados mundiais e que se torna o fator que viabiliza a esfera da reprodução. Aliado a isso, os principais mercados da nova reprodução desse capital possuem seus setores mais dinâmicos no exterior. Em decorrência disso, houve o aumento das exportações de produtos primários e de baixo valor agregado por parte dos países da América Latina.

A partir da década de 1960, a expansão do agronegócio na América Latina se caracterizou pela concentração de capitais multinacionais, principalmente no setor de maquinário, insumos químicos e processamento de alimentos. De acordo com a perspectiva das empresas vinculadas ao agronegócio, uma das funções deste modelo agrícola seria ampliar mercados para setores financeiros e industriais, além de possibilitar excedente de trabalhadores e de

alimentos a baixo custo para a indústria (GRAZIANO DA SILVA, 1981; ROMEIRO, 2005; DELGADO, 2012).

A situação de dependência tecnológica encontra-se atrelada a reprodução de um modelo que aprofunda a desigualdade com o mercado externo, pois a produção comercial em grande escala de *commodities* agrícolas, demanda não só equipamentos e maquinários com tecnologia oriunda de outros países, como absorve todo o pacote tecnológico destinado para a produção. O fortalecimento de relações comerciais dessa magnitude, que torna cada vez mais difícil romper com a dependência com o exterior e desenvolver uma produção agrícola mais autônoma. Portanto, Delgado (2012) salienta que “além de ser ainda fraca a utilização de recursos do setor industrial na agricultura dos primeiros quinze anos do pós-guerra, importava-se a quase totalidade dos chamados insumos modernos” (DELGADO, 2012, p.16).

O novo padrão exportador de especialização produtiva marcou o fim do padrão industrial que prevaleceu na América Latina entre a década de 1940 e meados da década de 1970. O novo padrão exportador proporcionou destruição e enfraquecimento das indústrias ou reposicionamento do projeto de industrialização que passou a ser chamado de desindustrialização¹³. Osório (2012) aponta nove eixos principais que caracterizam e definem o novo padrão de especialização produtiva, como descrito no quadro 3:

Quadro 3- Padrão Exportador de Especialização Produtiva.

Padrão Exportador de Especialização Produtiva
a) regresso a produções seletivas (bens secundários e/ou primários);
b) realocação de segmentos produtivos;
c) novas organizações da produção/toyotismo;
d) flexibilidade laboral e precariedade;
e) economias voltadas para a exportação;
f) drásticas reduções e segmentação do mercado interno
g) fortes polarizações sociais;
h) aumento da exploração e da superexploração;
i) níveis elevados de pobreza e indigência.

Fonte: Elaboração da autora adaptado de OSÓRIO (2012).

¹³ A desindustrialização de acordo com Romaswamy (1999) refere-se a um processo de redução contínua do emprego industrial no total de empregos de um determinado país.

De acordo com o quadro 3, pode-se destacar dois eixos principais de mudanças; no primeiro, o setor relacionado a organização da produção e estratégias de produção e mercado. O segundo está relacionado a mudança na esfera social caracterizado pela pobreza social, aumento da exploração do trabalho e dos níveis de pobreza e indigência. Tais consequências na esfera social ressaltam os vieses negativos desse novo padrão e o impacto social como consequência da dependência e vulnerabilidade dos países periféricos.

Apesar desses elementos comuns, Osório (2012) destaca que é necessário observar como o padrão de especialização produtiva se desenvolve nas diversas formações econômico-sociais, em especial suas repercussões na estrutura de classes e no Estado, admitindo, portanto, “diferenças ‘nacionais’ dentro de um mesmo padrão de reprodução do capital” (OSÓRIO, 2012, p. 80).

O “novo” padrão exportador diferencia-se particularmente, do padrão que o antecedeu devido ao maior grau de elaboração dos bens exportados e apresenta semelhanças a partir do fato de que os bens agromineiros passaram a possuir uma participação significativa no total das exportações, bem como, os bens secundários de produção local, chamada de maquiladoras (OSÓRIO, 2012). Essa característica do novo padrão exportador de especialização produtiva na América Latina é observada através do intensificado processo de subordinação do setor industrial, quando não, à nova dinâmica, ou até mesmo, em alguns casos, a própria destruição do parque industrial da região, transformado, em grande medida, em simples linhas de montagem, configurando o processo então chamado de desindustrialização.

O processo de desindustrialização é entendido e caracterizado por Oreiro e Feijó (2010) como “um fenômeno que tem impacto negativo sobre o potencial de crescimento de longo-prazo, pois reduz a geração de retornos crescentes, diminui o ritmo de progresso técnico e aumenta a restrição externa ao crescimento” (OREIRO; FEIJÓ, 2010, p.224). O modelo estabelecido na região possui a característica de que as economias destinam importantes parcelas de sua produção para o mercado externo. O processo é sustentado com a elevação da produtividade e da intensidade com a contrapartida da manutenção e o aumento do poder de consumo da população assalariada. O problema emerge da tentativa de sustentar a capacidade de consumo dada a uma queda dos salários e do consumo dos trabalhadores do mercado interno, haja vista a tendência à ampliação da exploração e deterioração geral das condições de vida (OSÓRIO, 2012).

Osório (2012) chama atenção para o fato de que o avanço vertiginoso das exportações latino-americanas, que caracteriza o novo padrão de reprodução, não se reflete em melhorias para a grande maioria da população da região, mas ao contrário, é crescente o nível de precarização das condições de vida e de trabalho na América Latina. Em outras palavras, o aumento da degradação das condições laborais e de vida da classe trabalhadora é resultado do pleno amadurecimento do capitalismo dependente latino-americano.

Em um contexto de mundialização hegemônica pelo capital financeiro, o novo padrão de reprodução do capital na América Latina expressa os interesses desta fração das classes dominantes, bem como a redução do poder da fração burguesa associada ao capital industrial. Superadas apenas pela China, que é o carro-chefe da expansão exportadora no mundo, as exportações latino-americanas cresceram em ritmo constante e acima da média mundial, em uma taxa bem superior a média dos países centrais.

O capital estrangeiro é o principal agente de reestruturação da economia das regiões dependentes no mundo, a partir dos 1990. Segundo Osório (2012), o investimento externo direto (IED) nessas regiões saltou de 14,9%, em 1990, para 37,8% do total mundial, em 1996. A América Latina, neste período, foi a região do mundo em que estes investimentos mais cresceram, em termos relativos, ficando atrás apenas da Ásia, quando se considera os números absolutos. O Brasil foi o país que mais se destacou, com larga vantagem, na atração de recursos estrangeiros, passando de 989 milhões de dólares em IED, para mais de 45 bilhões de dólares, em 2008 (OSÓRIO, 2012).

De acordo com Freitas e Prates (2001) a abertura financeira da economia brasileira na década de 1990 liberalizou de forma significativa os movimentos de capitais entre o país e o exterior, a partir da redução das barreiras aos investimentos estrangeiros no mercado financeiro e a viabilização do acesso aos residentes às novas modalidades de financiamento externo. O processo de abertura fundamentou-se em dois pontos principais: a flexibilização da entrada de investidores estrangeiros no mercado financeiro brasileiro e a adequação do marco regulatório doméstico ao modelo contemporâneo de financiamento internacional.

Ainda segundo os autores acima, a abertura do mercado de capitais, a estabilização econômica, o processo de privatização e de reestruturação industrial e os negócios associados ao financiamento da renovação da infra-estrutura econômica foram os principais atrativos para o IDE no sistema financeiro brasileiro. Diversas instituições financeiras manifestaram

grande interesse em operar no país, de modo a se beneficiarem das vastas possibilidades de negócios e de lucratividade, sobretudo no segmento bancário de investimento.

Em contrapartida, as atividades orientadas em especial, para o reduzido e concentrado mercado interno ficam a cargo, em grande parte, dos capitais privados locais que comandam o comércio e as telecomunicações, com exceção da produção e distribuição de energia elétrica, ainda majoritariamente estatal. A soberania nacional, que sempre foi desigualmente distribuída no sistema mundial capitalista, debilita-se ainda mais nos países dependentes, em tempos de cadeias produtivas globais e mundialização do capital (OSÓRIO, 2012).

Em relação ao papel do grande capital tanto nacional quanto estrangeiro, este último constitui um dos protagonistas da nova reestruturação da economia dependente a partir de 1980 e na década de 1990 percebe-se um crescimento do IED na América Latina, sobretudo, com o avanço das políticas neoliberais e a venda de ativos públicos por muitos governos da região que contribuíram sobremaneira para o aumento dos IED (OSÓRIO, 2012; MARINI, 2012; FILGUEIRAS, 2018).

De acordo com Carneiro (2007) no que concerna a América Latina os dados demonstraram uma ampliação significativa das exportações de manufaturas durante os anos de 1990, apesar do baixo crescimento da produção industrial. Portanto, para a totalidade dos países sul-americanos, incluindo a Argentina e o Brasil, observou-se um processo de declínio do peso do valor adicionado industrial no PIB e uma estagnação da participação de manufaturados nas exportações.

É possível verificar que as principais pautas de exportações se concentram nos setores primário e manufatureiro, com predomínio do grande capital estrangeiro e da atuação de grandes empresas estatais. Ademais, a América Latina continua sendo a grande fornecedora de matérias-primas e gêneros alimentícios no mercado internacional, mas também produtos agrícolas, petróleo, minerais e mercadorias oriundas das atividades de montagem, como automóveis e eletroeletrônicos.

Segundo Gomes Júnior e Arauto (2016) as grandes empresas transnacionais do setor agrícola comandam a comercialização e a distribuição da produção, além de fornecer o pacote tecnológico que viabiliza a produção. Portanto, as empresas delimitam as áreas de produção nas economias com dotação de terras para controlar a circulação e as vendas dos pacotes tecnológicos a utilizar na produção. Essa expansão das exportações na América Latina esteve

alicerçada, em grande medida, na crescente demanda mundial pelos valores de uso produzidos na região, a partir do crescimento econômico de mercados emergentes, em especial da China (GOMES JÚNIOR; ARAUTO, 2016).

O padrão atual de reprodução do capital, portanto, aprofunda a subordinação da América Latina ao mercado mundial e estabelece exportações como eixo dinâmico econômico, capitaneado pelo grande capital transnacional, acrescido de reduzido e excludente, mas poderoso, mercado interno de consumo, que reescreve, em novas bases, as velhas estruturas de dependência, como modalidade particular do capitalismo latino-americano, conforme já proposto por Marini (2012).

Xavier (2017) alude que “Ao passo que, a periferia do capitalismo global se tornava, no pós-segunda Guerra, destino para os investimentos em setores como siderurgia, alterando a lógica da dependência, se aprofundava o caráter primário de participação das economias periféricas” (XAVIER, 2017, p.152). Portanto, percebe-se que o agronegócio consiste em um dos elementos centrais de reprodução da dependência das economias centrais sobre as economias dependentes.

O relatório da UNCTAD (2016) classificou como economias dependentes as economias nas quais os países dependentes possuem 60% ou mais de produtos primários como produtos principais da sua pauta de exportações (UNCTAD, 2016). Os dados de 2012/2013 divulgados pelo relatório apontavam a lista de países com dependência de exportação de *commodities* e dentre eles, os países como Argentina, Brasil, Cuba e Paraguai apresentavam um percentual de exportações de *Commodities* em torno de 67%, 65%, 74% e 91%, respectivamente (UNCTAD, 2016).

Na América Latina, a concentração fundiária derivada da manutenção de grandes extensões de terra e apropriada pelos latifúndios também é combinada com a exploração do trabalho e do excedente da produção dos pequenos produtores. As formas de subordinação do trabalho dos pequenos agricultores são variadas e podem ocorrer através de contratos de fornecimento com empresas do agronegócio, que demandam um produto específico. A possibilidade da exploração das terras na forma de arrendamento propiciou a utilização cada vez mais crescente da utilização do capital para investimentos nas propriedades.

3.2 COMPLEXOS AGROINDUSTRIAIS E AGRICULTURA MODERNA

A década de 1980 representou um período de transformações econômicas em todo o mundo e para os países da periferia capitalista tal período foi caracterizado pelo aumento da crise da dívida. Em caráter global, houve uma deterioração da situação econômica dos países, percebida a partir da piora nos termos de troca e no racionamento do financiamento externo, que para alguns países, principalmente da América Latina, a transferência de recursos para o exterior se tornou inevitável via pagamento da dívida externa. Neste período de escassez de recursos financeiros, o financiamento externo para os países periféricos estava condicionado à participação e aval de instituições multilaterais, em especial o Fundo Monetário Internacional (FMI).

No que tange a economia brasileira Carneiro (2002) destaca a década de 1980 como um período de mudança do ponto de vista das relações econômicas com o exterior, havendo substituição de entrada e absorção de recursos financeiros desde o pós-guerra; que passou a configurar uma relação de transferência de recursos para o exterior através do pagamento de serviço e amortização parcial da dívida externa.

As mudanças ocorridas a partir das transformações econômicas repercutiram fortemente no setor agrícola do país. O período de uma restrição e de adoção de uma política macroeconômica ortodoxa na economia brasileira favoreceu a desarticulação do sistema de crédito rural instaurado no país desde a sua criação em 1965. No caso específico da política de crédito rural verificou-se uma diminuição significativa no aporte de recursos públicos concedidos aos produtores.

A década de 1980 também representou um período de transição na agricultura brasileira. De acordo com Heredia *et al.* (2010) foi a partir de 1980 e início dos anos de 1990 que a expressão “agricultura moderna” passou a ser substituída pelo termo “agroindústria” e, portanto, a sua utilização tornou-se recorrente no período por diversos autores que realizaram estudos sobre a temática no Brasil, que fortaleceu os sistemas agroindustriais a formação dos surgindo, portanto, a ideia de Complexos Agroindustriais (GRAZIANO DA SILVA, 1991; KAGEYAMA *et al.*,1990; MUELLER, 1981;1982). Na concepção dos complexos agroindustriais destaca-se a especialização da produção, a especialização do trabalho e a interdependência (integração) que está presente no processo de modernização da agricultura.

O agronegócio, segundo Heredia *et al.* (2010) seria o processo de maturação da industrialização da agricultura de modo que “a que o lado “agrícola” perde importância e o lado “industrial” é abordado tendo como referência não a unidade industrial local, mas o conjunto de atividades do grupo que a controla e suas formas de gerenciamento” (HEREDIA *et al.*,2010, p.160).

De acordo com Zylberstztajn (1995), os estudos que versam sobre o sistema agroindustrial ou agronegócio têm como base conceitual, dois conjuntos de ideias com metodologias distintas, mas que guardam pontos de convergência entre si: o primeiro conjunto de ideias com origem nos Estados Unidos, a partir dos trabalhos dos pesquisadores economistas de Harvard, Davis e Goldberg (1957) e Goldberg (1968), que apresentam pela primeira vez os conceitos de *Agribusiness* e *Commodity System Approach - CSA*. E, o segundo está ancorado nas ideias que derivam do conceito de *filière* (cadeias) da escola industrial francesa nos anos 1960.

O termo *Agribusiness* é definido por Davis e Goldberg (1957) *apud* Zylberstztajn (1995) como: “a soma de todas as operações associadas à produção e distribuição de insumos agrícolas, operações realizadas nas unidades agrícolas bem como as ações de estocagem, processamento e distribuição dos produtos, e também dos produtos derivados” (ZYLBERSTZTAJN, 1995, p. 107). O conceito de *Agribusiness* representa todas as operações que envolvem desde a produção e as técnicas de plantio, sementes, etc até a distribuição dos produtos aos consumidores. Desse modo, engloba tanto os serviços realizados no campo quanto aqueles relacionados à distribuição nas cidades.

Nas palavras de Graziano da Silva (2010) “o *agribusiness*, ou agronegócio é apenas um agregado, uma definição operacional de um conjunto de atividades interligadas” (GRAZIANO DA SILVA, 2010, p.157). E dessa forma, o termo foi incorporado à literatura norte-americana para destacar a interrelação setorial crescente da agricultura, indústria e serviços no pós guerra.

O trabalho de Araújo *et al.* (1990) com o título “Complexo Agroindustrial: o *agribusiness* brasileiro” foi considerado como pioneiro sobre o agronegócio brasileiro, no qual trouxe como base os conceitos norte-americanos de *agribusiness* estruturados por Davis e Goldberg e, a partir de então, o Complexo Agroindustrial (CAI) brasileiro já é entendido como uma atividade que se desenvolve para além dos limites tradicionais de uma cadeia produtiva com a incorporação da noção de CAI as características atribuídas ao *agribusiness* americano.

E é neste contexto de significativa redução de crescimento, estagnação do produto *per capita*, regressão de investimentos e de transferência de recursos reais ao exterior que Carneiro (2002) caracteriza a economia brasileira na década de 1980. Assim, é no bojo das transformações macroeconômicas que o setor agrícola ressurgiu como elemento gerador de saldos comerciais.

Delgado (2012) ao realizar um estudo que concentra a análise da economia brasileira entre as décadas de 1980 e 1990 destacou que tal período representou o período de transição da agricultura brasileira ocorreu concomitante ao processo em que “a economia brasileira se defrontará com um longo período de relativa estagnação econômica, em grande medida imposta pelas condições de crise do ajustamento à crise do endividamento externo” (DELGADO, 2012, p.78). Desse modo, a agricultura brasileira obteve um papel central na tentativa de gerir as conjunturas macroeconômicas restritivas impostas no período.

É possível destacar de acordo com Delgado (2012) três períodos de transformações importantes para explicar o “ajuste externo” ao qual o país enfrentava, conforme quadro 4 a seguir:

Quadro 4- Ajuste externo e as medidas de transição da economia brasileira - 1983-2000.

Período	Atribuições
1983-1993	Primeira tentativa de resposta à crise de endividamento com recursos aos saldos comerciais oriundos do setor primário;
1994-1999	Folga na liquidez Internacional, liberalização externa e novo endividamento;
2000 <i>até os dias atuais</i>	Relançamento da estratégia de reprimarização do comércio externo.

Fonte: Adaptado pela autora a partir de (DELGADO, 2012, p.79).

De acordo com o exposto no quadro 4, o período de 1983 a 1993 representou uma tentativa de resposta à crise através de saldos comerciais gerados no setor agrícola. O ajustamento externo seria realizado através da geração de saldos comerciais a partir da expansão das exportações de produtos agrícolas e agroindustriais (DELGADO, 2012). A agricultura ajustou-se ao processo de abertura econômica iniciado em meados dos anos de 1980 com início da liberalização das exportações agrícolas. A abertura possibilitou a importação de produtos e insumos para a agricultura integrando-a aos mercados internacionais.

O período compreendido entre 1994 e 1999 foi marcado pela abundância de capitais que adentraram o país e pela adoção do Plano de Estabilização através do Plano Real que

representou uma política favorável para a atração de capitais externos. Dessa forma, a política de comércio exterior fora “ancorada no tripé do câmbio valorizado, tarifas mitigadas e desregulamentação no campo das políticas de fomento agrícola e industrial” (DELGADO, 2012, p.81).

O momento de ajuste e abertura comercial, conforme salienta Delgado (2012), provocou uma queda na renda agrícola, a desvalorização do preço da terra e logo, uma queda acentuada dos preços dos produtos agrícolas que repercutiu em problemas estruturais que afetou diretamente os pequenos produtores. Atrelado a esse processo, a crise de liquidez internacional ocorrida em 1998 foi apontada como elemento que provocou a fuga de capitais na economia brasileira e, portanto, forçou a mudança no regime cambial que repercutiu na queda substancial dos preços e redução no saldo comercial agrícola.

A despeito do ambiente de reformas que na década de 1990 culminou no desmonte de algumas das estruturas criadas para dar suporte às políticas agrícolas em períodos anteriores, no que se refere às condições externas para o fortalecimento do agronegócio a partir dos anos 2000 assim como ocorrera em 1982, o setor primário exportador entra na pauta das políticas econômicas para gerar saldo comercial. Portanto, percebe-se que o período de transição da agricultura no Brasil foi marcado por crises cambiais entre 1982 e 1999, cujas medidas adotadas no período, contribuíram para a gestação e consolidação do agronegócio no Brasil bem como, a inserção do país como exportador de *commodities* para o mercado internacional, condicionando a reprimarização do comércio exterior.

Esse processo esteve atrelado conforme aponta Carneiro (2007) a globalização contemporânea que possui como traço particular a preeminência da integração financeira, resultou numa incorporação intensificada nos países periféricos após 1990, de forma seletiva e concentrada. Os indícios da seletividade podem ser identificados a partir da menor magnitude da relação de fluxos de capitais/PIB, ou dos déficits em transações correntes/PIB, com uma relevância diminuída do financiamento externo para os países periféricos quando comparado ao padrão ouro.

Ainda segundo Carneiro (2007) é possível observar algumas particularidades na dimensão produtiva da globalização, dentre elas, uma modificação da divisão internacional do trabalho. Portanto, existiria uma distinção entre a inserção dos países periféricos e dos países centrais nesse processo, definida como globalização assimétrica. A globalização assimétrica estava

caracterizada pela inserção seletiva ou concentrada, em termos de números de países como também, por uma participação mais expressiva dos países periféricos nos segmentos da cadeia produtiva intensivos em recursos naturais e em trabalho.

Portanto, os investimentos estrangeiros diretos -IED direcionados aos países periféricos estariam vinculadas a estratégias nas quais predominam a busca de recursos naturais e humanos baratos e abundantes ou mercados locais e regionais com baixa integração na cadeia produtiva local. O processo estaria vinculado ao destaque das vantagens comparativas estáticas, de origem da base de recursos naturais e mão-de-obra baratas e abundantes.

De acordo com Carneiro (2007) no que tange ao desempenho do investimento total e da industrialização na América Latina nos anos 2000, evidencia-se uma queda na taxa de crescimento dos investimentos, o que indica numa maior participação das atividades de menor intensidade de capital.

Nos últimos vinte anos a economia brasileira passou por um processo de transformação. Em 2006 teve início uma trajetória de crescimento ainda que de forma modesta. Tal processo encontra-se relacionado e associado ao novo cenário econômico – político internacional que começou a ser construído a partir da crescente participação da China nos fluxos e comerciais do mundo, a partir dos anos 2000.

A significativa participação da China no mercado mundial juntamente com os Estados Unidos propiciou uma alavancagem da economia mundial contribuindo para a melhoria das contas externas dos países da periferia capitalista. Tal contribuição está atrelada ao crescimento da demanda por recursos naturais e *commodities* agrícolas e minerais como aumento dos preços e da quantidade desses produtos. No caso Brasileiro, a China tem se tornado um dos maiores parceiros comerciais do país, no qual o Brasil exporta *commodities* agrícola e minerais e importa produtos industriais, inclusive produtos de maior intensidade tecnológica.

A partir dos anos 2000 conforme apresentado anteriormente, na tentativa de resolver as restrições externas impostas pela crise cambial de 1999, a política adotada pelo Estado esteve pautada na readequação do incremento das exportações de produtos primários agrícolas e minerais durante o período, consubstanciando numa estratégia de reprimarização do comércio externo.

De acordo com Delgado (2012) a estratégia primário exportadora para conter o desequilíbrio externo no Balanço de Pagamentos não lograria êxito no longo prazo em razão da “perda de competitividade das exportações manufaturadas, de maneira geral; e do crescimento exacerbado do déficit da Conta de serviços, atribuível ao maior peso do capital estrangeiro na economia brasileira, sem contrapartidas de exportações líquidas” (DELGADO, 2012, p.97).

Durante o início da primeira década do ano 2000, concomitante ao aumento das exportações mundiais de *commodities*, no que tange à economia brasileira, as mudanças na política agrária e no mercado agrícola de acordo com Delgado (2012) fundamentou-se em três pontos principais, a saber: a reestruturação do crédito público bancário através do SNCR como principal fomento de política agrícola; aumento dos preços das terras e arrendamentos, repercutindo na alta das *commodities* e na inserção externa das cadeias agroindustriais que coordenam a matéria prima principal do processo produtivo.

O crédito rural, que a partir dos anos de 1980 caracterizou-se pelo baixo volume de aplicações na modalidade de crédito rural bancário como consequência dos fatores conjunturais e de estruturação do próprio sistema financeiro, em 1998 volta a crescer e continuou em expansão ao longo de toda a década dos anos 2000 (DELGADO, 2012). Contudo, em que pese à participação do crédito rural ter permanecido como mola propulsora para a capitalização da agricultura fundamentada no agronegócio nos dias atuais, a caracterização do processo de inserção primário exportador a partir de 1999 representa uma vertente da teoria da dependência na qual “ contém características de ampliação da dependência em médio prazo, em razão do desequilíbrio estrutural que tal processo de ajuste solicita, dadas as condições assimétricas e instáveis de sua articulação externa” (DELGADO, 2012, p.113). E, portanto, conforme Filgueiras (2012) o resultado da articulação entre o capital financeiro, os grandes grupos exportadores de *commodities* e o agronegócio amplia no longo prazo, a tendência de crescimento da vulnerabilidade externa estrutural do país.

Aliado a isso, surgem novas formas de estruturação do mercado para a agricultura comercial e a produção de *commodities* através da flexibilização e liberação da comercialização de agrotóxicos por meio de medidas provisórias e projetos de leis. O projeto de lei nº 6299/02 que tramita no Congresso Nacional com vias de aprovação tem como objetivo alterar os arts 3º e 9º da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino

final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins (BRASIL, 2019). Tais processos encontram-se alinhados aos elementos de apropriação da renda fundiária e promove consequências agrárias e ambientais sobremaneira negativas.

Esse “novo” processo de inserção do país no mercado internacional via exportações de *commodities*, consubstanciado na expansão comercial do agronegócio, exerce como aponta Delgado (2012) uma dupla pressão na obtenção de ganhos de produtividade decorrente dos recursos naturais.

De um lado a incorporação de novas áreas ao espaço econômico explorado, atual e potencial. Nestes novos territórios, a expansão agrícola se inicia adotando pacote tecnológico preexistente, e exercendo um consumo crescente de recursos naturais não produzidos pelo trabalho humano- solos, água, biodiversidade, florestas nativas, luminosidade, condições climáticas etc. De outro lado, nas zonas de agricultura já consolidada, haverá certamente pressão crescente por aumento da produtividade do trabalho mediante intensificação do pacote tecnológico agroquímico, com consequências ambientais também predatórias sobre o meio ambiente (DELGADO, 2012, p.115).

Dessa forma, a reinserção especializada do Brasil a partir dos anos 2000 ao comércio mundial encontra-se apoiada na tentativa de ganhos de produtividade do setor primário da economia, com origem tanto na exploração de novos recursos naturais (fertilidade natural) como também, através da intensificação da utilização do pacote tecnológico preexistente.

De acordo com Graziano da Silva (1980) o processo histórico da agricultura brasileira está imbricado com o desenvolvimento do mercado interno no capitalismo, atrelado a esse aspecto encontra-se a separação entre campo-cidade promovido pelo desenvolvimento do capitalismo. O desenvolvimento do capitalismo, em si, provoca a crescente separação campo-cidade, pela própria dinâmica da industrialização, em grande medida. Processo este, que está na raiz daquilo que Marx (2015) chamou de fratura no “metabolismo social”, um conceito que pode e, na verdade, costuma ser utilizado nas análises da economia ecológica. Trata-se, grosso modo, da disjunção entre os ritmos do sistema produtivo e do sistema natural que o contém, a separação campo-cidade, própria do capitalismo, impulsiona a fratura entre as partes que conformam o metabolismo social (sistemas produtivos e ecossistema).

Dessa forma, dentre outros aspectos, separa-se a sociedade da natureza, de forma tal, que se dificulta à natureza o retorno de boa parte da matéria orgânica que serve para garantir o seu

bom funcionamento, a exemplo dos nutrientes do solo. Outro problema relacionado a esta fratura diz respeito ao que fazer com a montanha de lixo produzida nas grandes cidades. Portanto, as transformações ocorridas na agricultura decorrentes do processo de modernização podem também, caracterizar um rompimento com o processo natural de produção com a intensificação do uso de agrotóxicos nas lavouras que, a despeito de acelerar o ritmo da produção (ritmo natural) produz resíduos que findam por contaminar o solo e a água.

E neste sentido, ainda se observa nos dias atuais os reflexos do modelo de desenvolvimento da agricultura brasileira com grande participação dos complexos agroindustriais, pautados na produção de *commodities* para exportação, na homogeneização das lavouras e na padronização da produção. Os reflexos desse modelo de agricultura alimenta os conflitos e disputas territoriais no espaço rural, promove avanço do desmatamento, degradação do solo e perda da biodiversidade. Tudo isso, ao custo da exploração não só dos recursos naturais e degradação do meio ambiente, mas também do homem do campo em todas as suas vertentes.

3.3 A DINÂMICA RECENTE DA AGRICULTURA BAIANA E A INSERÇÃO DO OESTE NO CONTEXTO REGIONAL

3.3.1 Aspectos econômicos, sociais e ambientais na Região do Oeste Baiano

A expansão das atividades agrícolas e do capital no Cerrado provocou transformações profundas no território, tanto no âmbito econômico quanto no social e ambiental. Os desdobramentos de tais transformações influenciaram de forma direta as áreas produtivas que abrangem os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, com parte destes territórios dedicados à produção de grãos, sobretudo, a soja, região denominada de MATOPIBA.

A região foi assim denominada a partir do decreto nº 8.447 de 6 de maio de 2015, que instituiu a criação do Plano de Desenvolvimento Agropecuário do MATOPIBA, passando a definir as diretrizes de um projeto governamental voltado para o desenvolvimento regional que, “tem por finalidade promover e coordenar políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável fundado nas atividades agrícolas e pecuárias que resultem na melhor qualidade de vida da população” (BRASIL, 2015).

A possibilidade de produção da soja e de grãos em geral nesses novos ecossistemas decorreu de fatores internos e externos, com destaque para o aumento da demanda mundial pela soja e

outros produtos agrícolas, sobretudo da China, além da saturação do estoque de terras na região Sul do país e o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao bioma Cerrado.

A expansão geográfica da soja para os estados do Matopiba de acordo com Silva (2007) toma como referência o “modelo” adotado na Região Centro Oeste, mais especificamente no Estado do Mato Grosso. A soja produzida na região do Centro-Oeste se desenvolveu sob médias elevadas nas grandes propriedades e com a utilização de técnicas modernas de produção diferentemente do que ocorreu na região sul do país, em que parcela maior de pequenos produtores participam da cadeia produtiva.

Até os anos de 1970 as terras da região Centro-Oeste, hoje amplas áreas cobertas com plantação de soja, milho, algodão, eram ocupadas por povos indígenas, pequenos agricultores e poucos pecuaristas distribuídos num vasto espaço geográfico. A intervenção do Estado brasileiro, com o advento de programas de ocupação de novos territórios destinados a exploração agrícola, caracterizou-se como elemento fundamental para as transformações que ocorreram neste espaço. Assim, ao analisar a produção de soja no Mato Grosso, Castrillon Fernández (2007) observa que a sua expansão consubstancia num processo de longa duração que vem sendo definido por,

[...] movimentos migratórios de colonos e empresas, atraídos por incentivos de políticas públicas e/ou pressionados pela estrutura fundiária local, deslocando-se para regiões de cerrados e de floresta Amazônica; pela formação de comunidades, vilas, distritos e cidades; pela desterritorialização e reagrupamento de povos indígenas e populações tradicionais, redefinindo formas de apropriação e uso de recursos naturais; pela estruturação de novas configurações de relações sociais, políticas e econômicas [...] (CASTRILLON FERNÁNDEZ, 2007, p. 124).

Nestes movimentos de transformações e migrações, Castrillon Fernández (2007) adverte que não se pode falar na existência de relação causal direta entre a expansão da ocupação espacial por colonos da região Sul, com a incorporação de terras ao plantio de soja, e que neste sentido, o processo migratório em direção às terras do Cerrado “Se deu de forma gradativa, na medida em que os migrantes se estabeleciam no território e criavam condições para isso, desenvolvendo novas tecnologias para lavouras extensivas” (CASTRILLON FERNÁNDEZ, 2007, p. 176-177).

As transformações observadas na produção de grãos no país foram influenciadas também, de acordo com Heredia *et al.* (2010), pela intervenção do Estado, que, a partir da década de 1970, induziu de forma decisiva a base do processo de transformação da região do cerrado com a

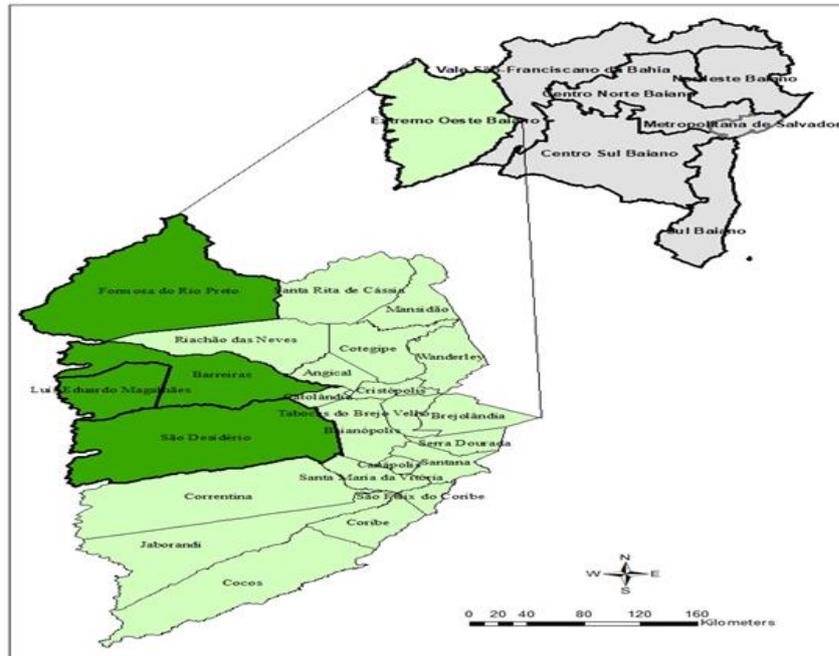
implementação de programas governamentais a exemplo do Programa de Cooperação Nipo Brasileira de Desenvolvimento Agrícola da Região dos Cerrados (PRODECER), e o II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND-1974-1979).

Em relação à produção no estado da Bahia, a região Oeste do estado se consolidou nos últimos anos, como um dos eixos principais do capital agroexportador do Brasil, e portanto, foi alvo de programas governamentais de fomento para o desenvolvimento agrícola, de modo que as transformações se tornaram visíveis a partir do final da década de 1970 em que até este período “regiões como o triângulo Mineiro e o oeste baiano eram áreas tradicionalmente ocupadas com criação de gado, sobretudo nas grandes fazendas e cultivos ligados à pequena produção agrícola destinada ao consumo local e regional” (HEREDIA *et al.*, 2010, p. 169). Conforme apresentado na seção 3.1, a facilidade de acesso ao crédito atrelado a oferta de terras baratas tornou os investimentos agrícolas atrativos à produção e exploração nas regiões do Centro-Oeste, Triângulo Mineiro e Oeste baiano, sobretudo, a partir da década de 1970.

A Região Oeste da Bahia é composta por 23 municípios¹⁴ cujas características compõem um quadro diverso e complexo no que se refere à incorporação da moderna agricultura de grãos, destacando alguns municípios em relação aos demais (IBGE, 2020). Neste sentido, com base no indicador de maior produção e adoção de sistemas mais modernos de produção, se destacam os municípios de Barreiras, Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério, configurando estes municípios no conjunto territorial agroexportador no agronegócio de grãos na Bahia, conforme ilustrado na Figura 1.

¹⁴ Angical, Baianópolis, Barreiras, Canápolis, Catolândia, Cocos, Coribe, Correntina, Cotegipe, Cristópolis, Formosa do Rio Preto, Jaborandi, Luis Eduardo Magalhães, Mansidão, Riachão das Neves, Santa Maria da Vitória, Santa Rita de Cássia, Santana, São Desidério, São Felix do Coribe, Serra Dourada, Tabocas do Brejo Velho e Wanderley (IBGE, 2020).

Figura 1. Localização dos municípios da Região Oeste da Bahia



Fonte: Elaboração da autora, a partir de dados do IBGE (2020).

De acordo com dados da SEI (2017), até meados da década de 1980, a região Oeste da Bahia, que se insere na região antes denominada de Além do São Francisco¹⁵, possuía uma ocupação morosa e sutil, de modo que as atividades econômicas em grande parte estavam relacionadas à pecuária extensiva, com núcleos urbanos de baixo povoamento. O rio São Francisco e seus afluentes, tais como, Rio Grande, rio Corrente e rio Preto, foram fundamentais para a dinâmica de ocupação e povoamento na região (SEI, 2017).

A partir do final da década de 1960 e início da década de 1970, os investimentos públicos e privados realizados no Brasil para a promoção do desenvolvimento e integração regional propiciaram a ocupação das regiões Centro Oeste e Oeste da Bahia (SEI, 2017). A estratégia de integração regional através de investimentos na infraestrutura de rodovias federais, foram essenciais à expansão das lavouras e a implantação de projetos agrícolas de desenvolvimento na região.

¹⁵ De acordo com Sanchez (1992) e Oliveira (2014) a região que integrava o Além São Francisco, embora reconhecida como de grande importância para o governo Federal, até o referido período não recebia grandes investimentos por parte do governo do estado da Bahia. A região, portanto, por não representar um foco estratégico por parte do governo local, permaneceu por um certo período, isolada e distante de ações mais efetivas.

Destacam-se a fundação de Brasília, em 1960, que se somou à construção de rodovias federais que a interligam à capital baiana – a BR-135 (Brasília-Barreiras-Piauí), a BR-020 (Brasília-Barreiras) e a BR-242 (Barreiras-Salvador) –, como também a Usina Hidroelétrica de Correntina, criando condições econômicas para futuras inversões e para a expansão agrícola. Por outro lado, a implantação da rede viária terrestre implicou a perda do papel hegemônico ocupado pelo Rio São Francisco e seus afluentes na dinâmica de povoamento e de desenvolvimento regional, redefinindo também a configuração interna do espaço regional quanto às possibilidades e as formas de integração com a economia nacional (SEI, 2017, p.23).

Os projetos de modernização agrícola pautados no processo de expansão do capitalismo no rural com o apoio Federal e Estadual ofereciam apoio aos novos produtores e grupos econômicos externos para o desenvolvimento de acordos e incentivos aos investimentos na região Oeste. Portanto, o Brasil estimulou a criação de uma nova fronteira agrícola em espaços agricultáveis do Cerrado através da concessão de crédito subsidiado e subsídios para a aquisição de insumos dentro de uma nova fronteira de expansão agrícola.

Muller (2007) ressalta que a região Oeste da Bahia foi beneficiada pelas ações públicas e privadas na promoção de investimentos agrícolas por causa da disponibilidade de terras e mão de obra, além da localização de matéria-prima, redução de custos e incentivos fiscais. Nesse sentido, conforme aduz Haesbaert (1997), a ocupação do Cerrado e do Oeste Baiano consolidou-se a partir “desse processo de expansão capitalista na fase de globalização agroindustrial, financeira e técnico-informacional” (HAESBAERT, 1997, p. 113).

Para Heredia *et al.* (2010), com base em programas Polocentro (Governo Federal) e o Programa Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento do Cerrado - PRODECER foi ampliada a possibilidade de exploração de terra na região do Cerrado com a viabilização do emprego de técnicas aperfeiçoadas e utilização de insumos modernos. O PRODECER consistiu num programa orientado para o fomento de produção de grãos nas áreas do cerrado, resultado que aliou os interesses Japoneses Brasileiros na agricultura. Para o Japão a tentativa era de garantir o abastecimento de alimentos e matérias-primas a sua indústria (HEREDIA *et al.*, 2010). Para o Brasil, a estratégia de ocupação se baseia na ideia de expansão da economia agrícola nacional.

Conforme destaca Santos (2007), o resultado do dinamismo e impulso da agricultura no Cerrado, e a seletividade dos investimentos públicos e privados não foram satisfatórios do ponto de vista social no Oeste da Bahia. As desigualdades econômicas e sociais se aceleraram no espaço regional e contribuíram decisivamente para a formação de novos segmentos sociais.

No setor agrícola, o fortalecimento da região Oeste se deu com a criação do município de Luís Eduardo Magalhães¹⁶. A produção agrícola em larga escala e tecnologia do município, transformou o município numa das principais regiões produtoras de grãos do País. No entanto, a implantação dessa nova dinâmica agrícola foi acompanhada da redefinição territorial, devido à construção de novos espaços produtivos e também de novas funcionalidades (SEI, 2017).

Essa redefinição, concentrando atividades e funcionalidades em locais mais específicos, desvela os graves efeitos da modernização agrícola conservadora da expansão da fronteira, resultando na geração de desigualdades econômicas e sociais e regional (SEI, 2017). Contudo, são evidentes as contradições da modernização agrícola no estado, uma vez que, ao mesmo tempo contribuiu para a expansão da produção econômica regional, e, por outro lado, se mostrou excludente e concentradora do ponto de vista social e ambiental.

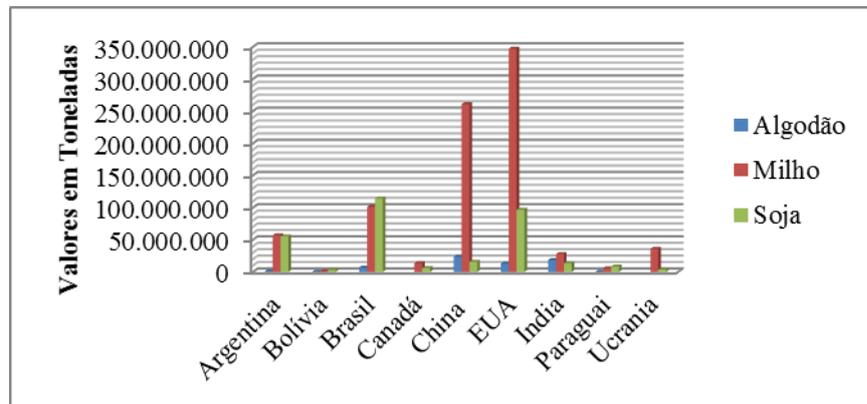
As características topográficas da região Oeste propiciaram a expansão da atividade agrícola a partir da modernização pautada na ampla mudança na base técnica e crescente utilização de processos mecânicos e processos químicos. Esse padrão de desenvolvimento calcado no agronegócio vem ganhando força com a produção de grãos de elevada intensidade de capital e tecnologia, implicando em intenso e rápido processo de transformação da estrutura demográfica e econômica regional (SANTOS FILHO; FERNANDES; ALMEIDA, 1988).

3.3.2 Dimensão econômica, social, comercial e regional da produção de grãos

O Brasil tem características históricas de estar inserido no mercado mundial através da exportação de produtos agrícolas, com destaque na produção e comércio principalmente de culturas de milho, algodão e soja. Os maiores produtores mundiais de milho em 2019 foram os EUA, a China e o Brasil, que ocuparam respectivamente, primeira (347.047.570 ton.), segunda (260.957.662 ton.) e terceira posição (101.138.617 ton.) (FAOSTAT, 2020). Em 2019 os principais produtores de algodão foram a China, a Índia e os EUA, 23.504.576, 18.550.000 e 12.955.868 toneladas, respectivamente (FAOSTAT, 2020). Apresenta-se no Gráfico 1 o comportamento da produção nos nove países maiores produtores de grãos em 2019.

¹⁶ Localizado na BR-020, o município cresceu a partir de um posto de gasolina (Posto Mimoso do Oeste) e de um loteamento privado, que foi paulatinamente ocupado por um complexo de atividades e serviços voltados ao desenvolvimento do negócio agrícola (SEI, 2017).

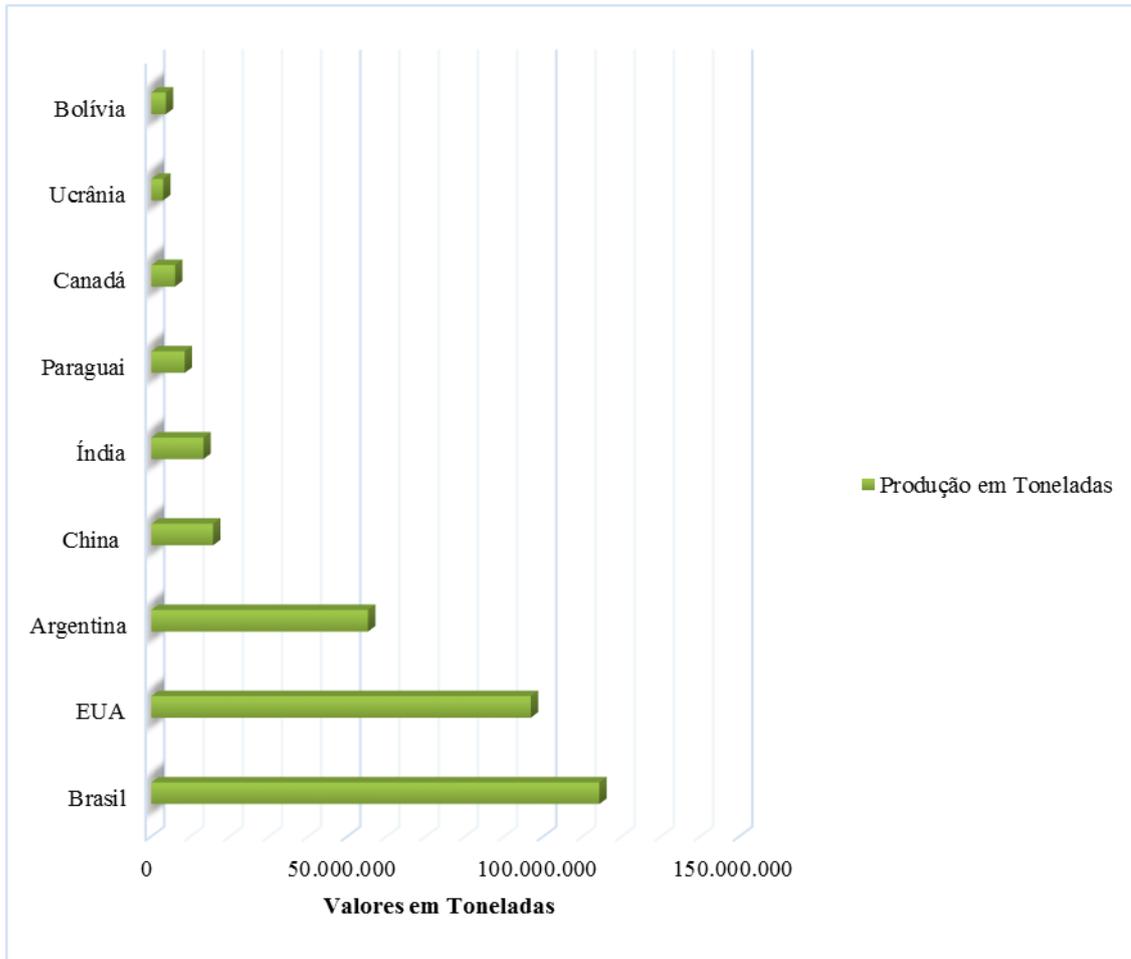
Gráfico 1- Algodão, Soja e Milho – Maiores produtores de grãos em 2019.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Faostat (2021)

Conforme o Gráfico 1, em 2019 a produção dos nove países produtores totalizou aproximadamente 1,2 bilhões de toneladas. A participação dos países da América Latina na produção mundial correspondeu a 353.520.053 toneladas, representando em torno de 29%. Em 2019 a participação do Brasil foi de 222.301.349 t, cerca de 18%. Neste mesmo ano, a produção conjunta de grãos (Argentina, Bolívia e Paraguai) foi de 131.218.704 toneladas, em torno de 10%. Quanto à produção mundial de soja, países líderes em 2019 foram Brasil, EUA e Argentina, tendo em conjunto fornecidos ao mercado aproximadamente 266.326.463 toneladas, 84% da produção mundial. Conforme o Gráfico 2, somente o Brasil e os EUA responderam a 66% da produção mundial de soja em 2019.

Gráfico 2. Distribuição da produção mundial de Soja, 2019.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Faostat (2021).

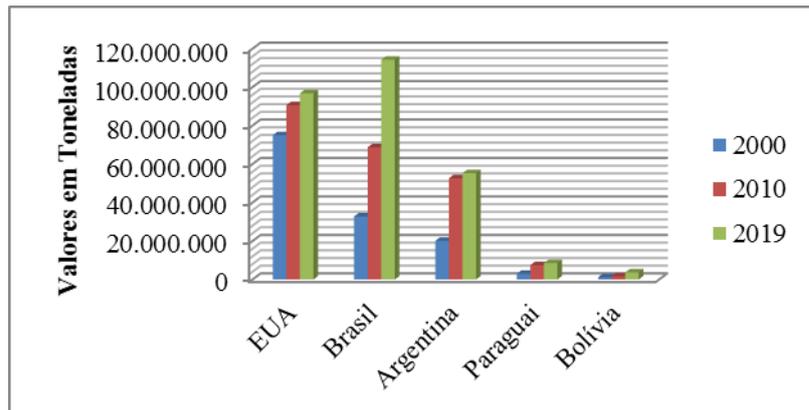
Em 2019, o Brasil liderou o *ranking* da produção de soja com 114 milhões de toneladas, seguido pelos EUA com 96 milhões. A Argentina, China, Índia, Paraguai, Canadá, Ucrânia e Bolívia foram outros importantes países que se destacaram na produção mundial de soja (Gráfico 2). A China e a Índia também são grandes produtores, porém suas safras se destinam ao consumo interno (FAOSTAT, 2020).

Pelos dados da Abiove (2020), o processamento de soja em grão no Brasil deve atingir 44,5 milhões de toneladas em 2020, volume recorde em termos da indústria brasileira. O Gráfico 3 mostra o crescimento acelerado da produção soja e a participação dos países da América do Sul, especialmente, Brasil e Argentina entre 2000 e 2019. Em 2019, esses dois últimos países responderam por 53% do total da soja no mercado mundial.

Conforme apresenta Svampa (2013), a importação e a exportação de matéria prima não é fato novo na América Latina, é resultado do desempenho setorial nos últimos anos do século XX,

pois corresponde ao contexto de mudança no modelo de acumulação, pela intensificação e expansão de megaprojetos que tendem ao controle, a extração e a exportação de recursos naturais de baixo valor agregado. Essas transformações explicam o avanço acelerado da produção na América Latina e nos países periféricos nos últimos anos.

Gráfico 3. Distribuição da produção de soja por países entre 2000 - 2019.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Faostat (2021).

O crescimento da produção no Brasil no período 2000 - 2019 foi de 248%, passou de 32.820.826 toneladas em 2000 para um total de 114.269.392 toneladas em 2019. No mesmo período a Argentina expandiu a produção em 174%. A produção brasileira em 2021 está estimada em 134,9 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

Em nível dos estados, a produção nacional de soja 2020/21 é liderada pelos estados de Mato Grosso (27,3%) da produção nacional; Rio Grande do Sul (14,7%), Paraná (14%), Goiás (9,9%), Mato Grosso do Sul (8,4%), Minas Gerais (4,7%) e Bahia (4,7%) (CONAB, 2020). Contudo, o cultivo de soja está migrando conforme a expansão da fronteira agrícola para novas áreas dos estados de Maranhão, Tocantins, Pará, Rondônia, Piauí e Bahia, que em 2019/20 responderam por 12,0% da produção brasileira, ou seja, 16 milhões de toneladas (CONAB, 2020). Em termos regionais, 46% da produção nacional de soja se concentra na região Centro-Oeste, com destaque para o estado do Mato Grosso 27% da produção; região Sul com 31,5%; região Nordeste e Sudeste, com 9% e 7,6% respectivamente; e finalmente, região Norte com 5%. Observa-se na Tabela 1 que as regiões Centro-Sul agregam 85%, enquanto Norte/Nordeste totalizam 14%.

Tabela 1. Distribuição regional de produção de Soja no Brasil, em 2020.

REGIÃO/UF	2005/06	2018/19	2019/20	2020/21 Previsão (¹)
NORTE	1.255,2	6.147,0	6.902,1	7.306,5
RR	28,0	108,0	151,6	201,3
RO	283,0	1.109,2	1.233,7	1.334,2
AC	-	4,4	11,8	18,9
AM	5,7	5,3	5,3	10,5
AP	-	57,5	59,3	59,3
PA	238,1	1.708,9	1.859,3	2.136,6
TO	700,4	3.153,7	3.581,1	3.545,7
NORDESTE	3.560,9	11.034,9	11.819,6	12.956,6
MA	1.025,1	2.992,1	3.130,3	3.280,6
PI	544,5	2.634,4	2.562,8	2.829,4
CE	-	-	-	-
RN	-	-	-	-
PB	-	-	-	-
PE	-	-	-	-
AL	-	4,5	4,5	8,6
SE	-	-	-	-
BA	1.991,3	5.403,9	6.122,0	6.838,0
CENTRO-OESTE	27.824,7	55.058,1	60.697,5	61.390,0
MT	16.700,4	32.958,9	35.884,7	35.947,3
MS	4.445,1	9.759,7	11.362,8	11.431,2
GO	6.533,5	12.097,9	13.159,4	13.719,5
DF	145,7	241,60	290,60	292,00
SUDESTE	4.137,1	8.613,9	10.131,1	11.321,1
MG	2.482,5	5.386,2	6.172,4	7.021,7
ES	-	-	-	-
RJ	-	-	-	-
SP	1.654,6	3.227,7	3.958,7	4.299,4
SUL	18.249,2	38.864,2	35.294,5	42.434,6
PR	9.645,6	16.921,5	21.598,1	19.871,9
SC	827,5	2.420,5	2.252,8	2.398,9
RS	7.776,1	19.522,2	11.443,6	20.163,8
NORTE/NORDESTE	4.816,1	17.181,9	18.721,7	20.263,1
CENTRO-SUL	50.211,0	102.536,2	106.123,1	115.145,7
BRASIL	55.027,1	119.718,1	124.844,8	135.408,8

Legenda: (¹) Estimativa em maio/2021.

Fonte: Conab (2021).

Ao longo da década de 1980 a soja ocupava áreas do cerrado na região Centro-Oeste nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, e, nos estados de Minas Gerais e Bahia. Já na metade da década de 1990, houve uma expansão da fronteira agrícola, passando a produção a localizar nos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins, Bahia, Rondônia, Amazonas, Pará e Roraima. No estado da Bahia, a localização regional especial se dá na região do Matopiba.

O crescimento da produção brasileira de soja e a sua expansão geográfica repercutiu no aumento da concentração de terras. Pelos dados dos censos agropecuários, de 1985, 1995 e 2006 (IBGE, 2006), enquanto a área ocupada pelos estabelecimentos rurais de tamanho menor a 10 ha é menor que 2,7% da área total, aquela ocupada pelos estabelecimentos de tamanho acima de 1.000 ha concentra mais de 43,0% de unidades.

A concentração de terras pode ainda ser verificada pelo Índice de Gini, que demonstra no período de 1995-96 a 2006, que o Brasil apresentou alto grau de concentração, com 0,856 em 1995, e 0,872 em 2006 (IBGE, 2006). Dados do Censo Agropecuário confirmam essa relação direta entre a expansão regional do agronegócio e a concentração de terras.

Pode-se afirmar que a monocultura da soja ou do binômio soja-milho, além do algodão, reforçou a desigualdade que marcava a propriedade da terra em uma região historicamente ocupada por uma pecuária ultra extensiva. Assim, ao contrário das áreas do Rio Grande do Sul e do Paraná, precursoras da introdução e consolidação da agroindústria da soja no Sul do País a partir dos anos de 1970, na Região Centro-Oeste a lavoura de soja alcançou uma escala de tecnificação que influenciou a concentração fundiária nestes recortes (IBGE, 2006, p. 111).

Esse aspecto é fundamental no debate sobre a sustentabilidade social e questões ecológicas inerentes ao desenvolvimento do agronegócio. A desigualdade na distribuição das terras tem sido uma consequência do processo de modernização agrícola em curso, especialmente na forma de inserção do país no mercado mundial de soja. Segundo Svampa (2013, p.34), esse processo de caracteriza pela “grande escala dos empreendimentos, pela tendência da monocultura e pela baixa diversificação econômica. Portanto, a lógica de ocupação de territórios mostra-se claramente destrutiva insustentável socialmente.

Na Tabela 2 pode-se observar pelo Índice de Gini, que os Estados da Região Nordeste e Centro Oeste apresentam as maiores concentrações de terras, onde por coincidência se localiza grande parte do Bioma Cerrado. Em 2006 a região agrícola do Matopiba apresentou elevados índices de concentração de terras, com Maranhão (0,86), Tocantins (0,79), Piauí (0,85) e Bahia (0,84), todos os estados num mesmo padrão de concentração.

Nesse cenário de concentração de terras, o censo populacional realizado pelo IBGE apontou queda da população rural, de 31.835.143 habitantes em 2000 para 29.852.986 em 2010. O número de pessoas ocupadas nos estabelecimentos rurais também corrobora com essa queda. O pessoal ocupado nos estabelecimentos agropecuários era de 16,5 milhões em 2006 com registro de queda em cerca 1,3 milhão quando comparado ao ano de 1996. Lotes de terras de tamanho inferior a 200 ha correspondem a 84% das pessoas ocupadas nas propriedades rurais (IBGE, 2020).

Tabela 2. Evolução do Índice de Gini nas regiões produtoras de soja, 1985-2006.

Brasil/Unid Federação	Evolução do Índice de Gini		
	1985	1995	2006
Brasil	0,857	0,856	0,872
Rondônia	0,655	0,765	0,717
Acre	0,619	0,717	0,716
Amazonas	0,819	0,808	0,837
Roraima	0,751	0,813	0,664
Pará	0,827	0,814	0,822
Amapá	0,864	0,835	0,852
Tocantins	0,714	0,726	0,792
Maranhão	0,923	0,903	0,864
Piauí	0,896	0,873	0,855
Ceará	0,815	0,845	0,861
Rio Grande do Norte	0,853	0,852	0,824
Paraíba	0,842	0,834	0,822
Pernambuco	0,829	0,821	0,825
Alagoas	0,858	0,863	0,871
Sergipe	0,858	0,846	0,821
Bahia	0,840	0,834	0,840
Minas Gerais	0,770	0,772	0,795
Espírito Santo	0,671	0,689	0,734
Rio de Janeiro	0,815	0,790	0,798
São Paulo	0,770	0,758	0,804
Paraná	0,749	0,741	0,770
Santa Catarina	0,682	0,671	0,682
Rio Grande do Sul	0,763	0,762	0,773
Mato Grosso do Sul	0,860	0,822	0,856
Mato Grosso	0,909	0,870	0,865
Goiás	0,766	0,740	0,776
Distrito Federal	0,767	0,801	0,818

Fonte: IBGE (2006).

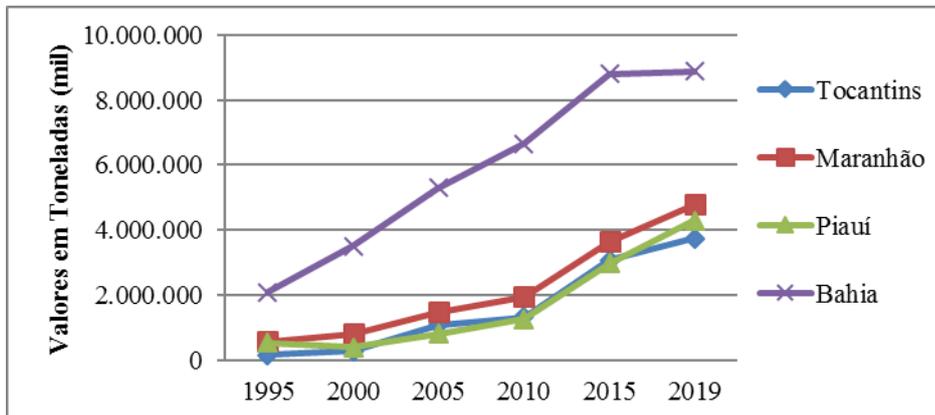
Os dados apresentados para a região em estudo refletem a tendência do desenvolvimento do capitalismo contemporâneo à concentração de terras e aumento da desigualdade no campo. São dados que reforçam a afirmativa de que o modelo de desenvolvimento do agronegócio segue trajetória de concentração de terras e de rendas, em contraposição ao que apregoam as agências em defesa desse modelo de agronegócio, que afirmam contribuir para a resolução da questão fundiária ao superar a estrutura agrária herdada do regime colonial e a improdutividade da terra, com a disposição de latifúndio à produção e distribuição de riquezas e rendas.

3.3.3 Produção, valor da produção e produtividade de Soja no Cerrado e Oeste Baiano

A consolidação da área destinada ao cultivo de grãos, especialmente no caso do carro chefe a soja, pode ser analisada com base na expansão da área plantada. No Estado da Bahia a produção da região Oeste da Bahia se consolidou como um dos principais eixos

agroexportadores do Brasil nos últimos anos. Como referido anteriormente, o acesso ao crédito assim como oferta de terras à preços baixos tornaram a produção e exploração atrativa os investimentos agrícolas na região. Além da soja, outros produtos ganharam maior escala na região do Matopiba.

Gráfico 4. Evolução da produção de grãos na região do Matopiba, 1995-2019.



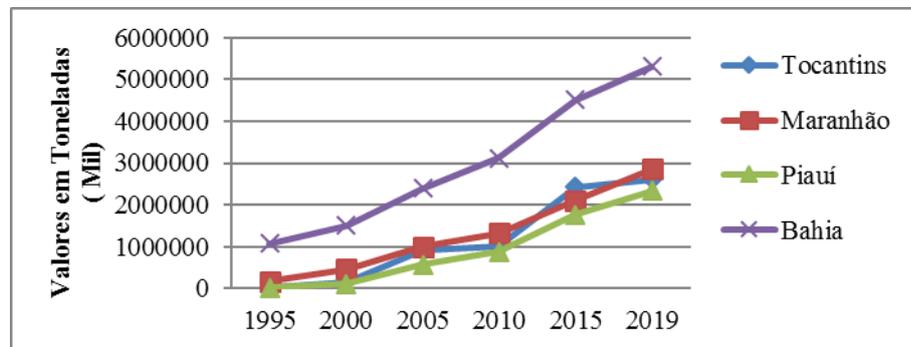
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do PAM/IBGE (2020).

Os dados do IBGE constantes no Gráfico 4 confirmam a expansão da produção ao longo dos últimos vinte anos na região do MATOPIBA. De 1995 a 2019 a produção de grãos aumentou cerca de 554%, expansão significativa principalmente a partir de 2005. Esse significativo crescimento da produção é consequência da maturação dos projetos de expansão da fronteira agrícola desenvolvidos nos municípios que compõem a região do MATOPIBA.

Observando os resultados por estado, Tocantins apresentou um crescimento na produção de grãos em torno de 2.366% saindo de 151.610 toneladas em 1995 para 3.740.180 toneladas em 2019. Maranhão e Piauí também tiveram crescimento no período, com valores de 746% e 719%, respectivamente. Apesar do crescimento significativo da produção de grãos de 327% no estado da Bahia, porém esse crescimento foi menor em relação aos outros estados que integram a região, não obstante a Bahia deter maior produção. Em 2019, a produção do estado foi de 8.873.441 toneladas, totalizando 41% da produção total da região.

No território do Matopiba a produção da soja cresceu a partir da década de 1990, quando se obteve crescimento de cerca de 914% de 1995 a 2019, atingindo em 2019, 13,1 milhões de toneladas, cerca de 11% de participação nacional. Dos estados que integram a região produtiva do MATOPIBA Bahia se destaca com crescimento de produção de 5.313.544 toneladas em 2019, seguida de Maranhão com 2.850.084. Essas duas unidades da federação responderam por 62% do total da soja produzida na região, conforme Gráfico 5.

Gráfico 5- Evolução da quantidade produzida de soja no Matopiba, 1995-2019.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do PAM/IBGE (2020)

Em vinte e dois anos, Maranhão incorporou em nove vezes, mais volume de terras destinadas à produção de soja, passando de 87.690 ha em 1995, para 977.598 ha em 2019. O estado do Tocantins segue a mesma tendência, elevando em quatro vezes o volume de terras destinadas ao cultivo, passando de 20.237 ha em 1995 para 905.281 ha em 2019. Piauí quintuplicou a quantidade de terras destinadas à lavoura da soja, com 12.784 ha em 1990 para 766.044 ha em 2019. Já o estado da Bahia registrou aumento em três vezes, com 1.581.842 ha plantados em 2019.

Tabela 3. Área plantada em hectares de soja na região do Matopiba (1995-2019).

	1995	2000	2005	2010	2015	2019
Brasil	11.702.919	13.693.677	23.426.756	23.339.094	32.206.387	35.930.334
Tocantins	20.237	57.919	355.300	352.875	830.031	905.281
Maranhão	87.690	178.716	372.074	495.756	761.225	977.598
Piauí	12.784	40.004	198.547	343.092	668.618	766.044
Bahia	470.575	628.356	870.000	1.017.250	1.440.135	1.581.842

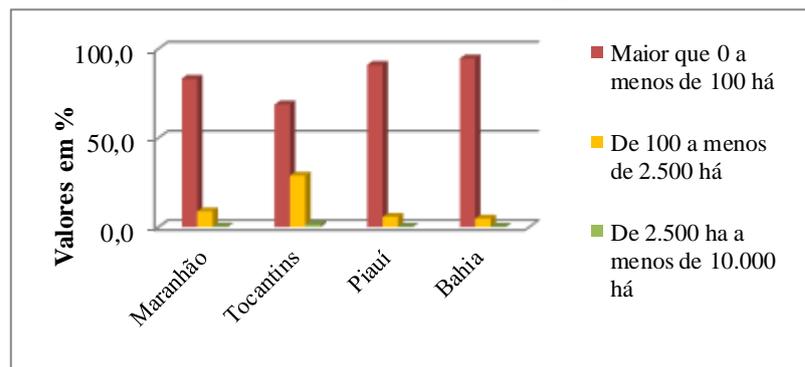
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do PAM/IBGE (2020)

A década inicial do século XXI foi de crescimento de áreas plantadas em todos os estados da região do MATOPIBA. A área total plantada com a lavoura de soja foi de 591.286 ha em 2019. Em 2019, Bahia deteve cerca de 37% da área plantada na região, enquanto demais estados totalizaram participação de 63%. Assim, grande parte das áreas incorporadas ao plantio de soja com a expansão da fronteira se localiza predominantemente dentro dos limites do bioma Cerrado e nas áreas de transição para a floresta amazônica (IBGE, 2020).

A configuração do espaço rural em termos de estabelecimentos produtivos regionais no Matopiba é dominada por unidades de produção com áreas inferiores a 100 ha, com o estado

da Bahia tendo dentro de sua estrutura fundiária 92% dos estabelecimentos nesta condição, seguido pelos estados do Piauí, Maranhão e Tocantins, com 84%, 71% e 66%, respectivamente. O Gráfico 6 chama atenção para o estado do Tocantins que detém em torno de 30% dos estabelecimentos com tamanho entre 100 e 2.500 ha, demonstrando que a concentração de terras é um fenômeno que se perpetua ao longo dos anos, comportamento típico de regimes de produção de *commodities* agrícolas em escala elevada.

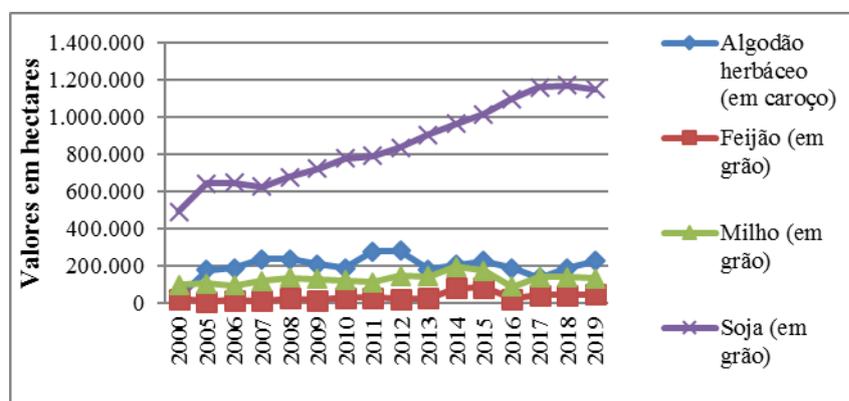
Gráfico 6 - Tamanho dos estabelecimentos por estados em 2017.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Censo Agropecuário/IBGE (2020)

Os dados do gráfico 7 mostram a evolução da produção de grãos no estado da Bahia no período de 2000 - 2019. A produção de grãos, especificamente do milho, soja, algodão e feijão se desenvolveu numa área total de 4.175.399 ha. Os municípios de Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães, Barreiras e São Desidério totalizaram em conjunto 17 % da área plantada no estado. Em 2019 a área plantada com grãos no estado da Bahia correspondia a 4.119.832 ha. A região Oeste já se tornava responsável por 37% da produção de grãos no estado.

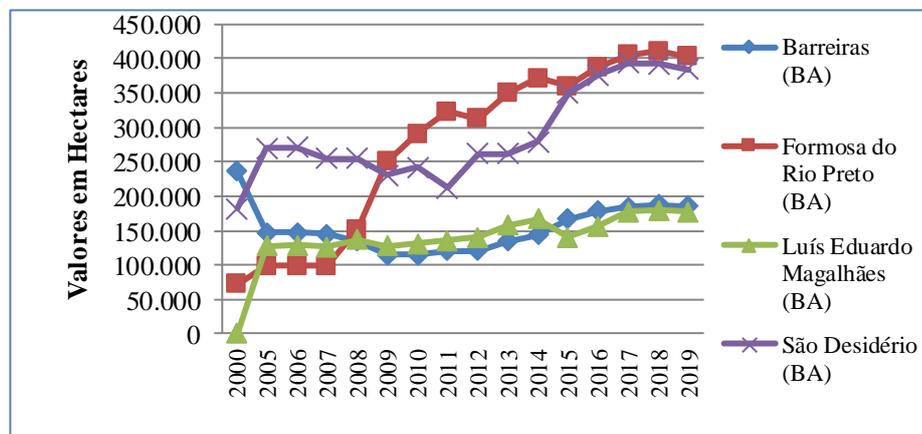
Gráfico 7. Evolução da área plantada de soja, milho, algodão e feijão no Oeste baiano 2000-2019.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do PAM/IBGE (2020).

O gráfico 7 apresenta dados que demonstram o crescimento da área plantada de soja, sendo que esta é a única cultura com crescimento em termos de área plantada no estado da Bahia no período. Em ano 2000, a cultura da soja no estado da Bahia detinha 628.356 ha de área plantada. Pelos dados do IBGE, os municípios de Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães, Barreiras e São Desidério representavam 78% da área total plantada no estado. Os municípios de Formosa do Rio Preto e São Desidério totalizavam em 2019, 403.108 ha e 384.150 ha de área plantada com soja, respectivamente, expansão de 457% e 111% em relação a 2000. Em 2000 o município de Formosa do Rio Preto contava com 72.307 ha, já em 2019 esta área atingiu a 403.108 ha.

Gráfico 8 - Evolução da área plantada de soja em municípios baianos, 2000-2019.

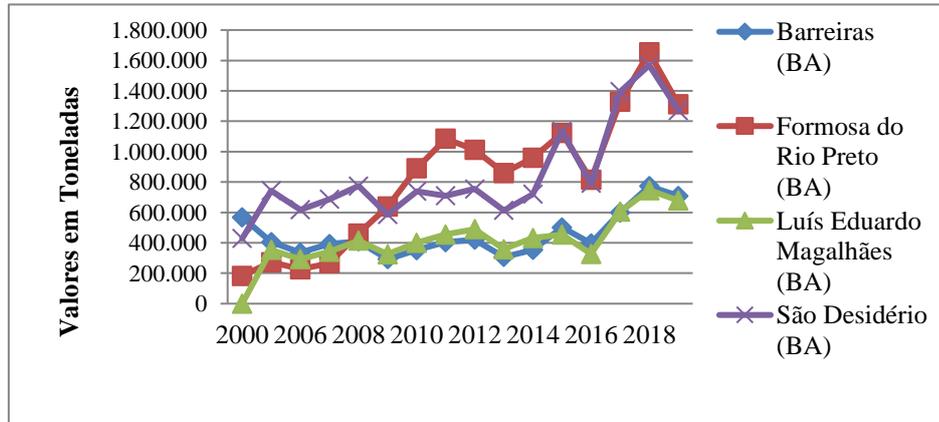


Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do PAM/IBGE (2020)

Em 2019, a área plantada de soja no estado da Bahia teve crescimento de 11%, tendência de crescimento que também ocorreu na produção nacional, com registro 57%, numa expansão de 13.623.677 em 2000 para 35.930.334 ha em 2019. Portanto, o crescimento da exploração de soja na região Oeste Baiano faz parte do deslocamento da fronteira para o Cerrado.

Quanto à produção, em 2000 o estado da Bahia produziu 1.508.115 toneladas de soja, com a contribuição dos municípios em torno 1.178.890 toneladas, numa participação e 78%. Em 2019 a produção de soja no Brasil foi de 114.269.392 toneladas, aumento de 248 % em relação a 2000. Bahia cresceu 216% em relação a 2000 IBGE (2020). Os dados apontam crescimento expressivo da produção no estado nos últimos dez anos. A contribuição do Nordeste ao longo do período apresentou aumento de 408% passando de 2.063.859 em 2000 para 10.499.942 toneladas em 2019.

Gráfico 9. Evolução da quantidade produzida de soja em municípios baianos, 2000-2019.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do PAM/IBGE (2020)

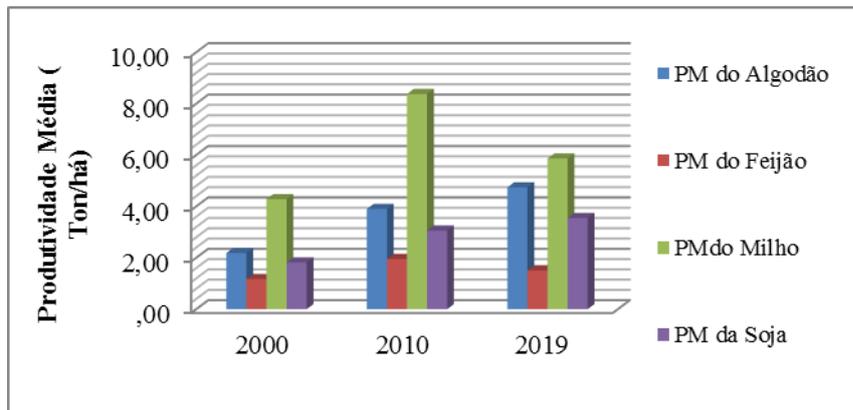
O avanço da produção e área plantada com soja no estado da Bahia são partes do desenvolvimento de novas tecnologias na agricultura e atividades agrícolas sob condições climáticas e edafoclimáticas antes adversas. E isso também é refletido pelo processo de “modernização conservadora” e da disponibilidade de créditos à produção no incentivo à intensificação das atividades agroindustriais.

O crescimento da área cultivada com soja no Nordeste foi quase o dobro do que se verificou no Brasil no mesmo período. Isso sugere que se trata de características de uma região pólo no âmbito do padrão de reprodução do capital neoxtrativista, sobretudo em contraposição a análise crítica do modelo de desenvolvimento sustentável em condições mais adequadas e naturais de produção, com menos impulso predatório à natureza, força de trabalho e acumulação. A soja deveria se expandir na base de expansão de fronteira nas regiões com disponibilidades de terras, ocupação de pastagens e ou com substituição de lavouras, respeitando as condições de sustentabilidade ambiente. Mas a tendência no Brasil é de que a expansão ocorra principalmente sobre terras de pastagens naturais (CONAB, 2014), e, sobretudo, impulsionando o desmatamento, com perda biodiversidade e qualidades ambientais.

Complementando a análise de produção e área plantada, avalia-se o comportamento da produtividade média regional. No cálculo da produtividade adotou-se o conceito de produtividade média que é dada pela relação entre quantidades produzidas em relação a área plantada, tal que, $PM = \left(\frac{Y}{A}\right)$, em que Y= produção em toneladas e A = área plantada em

hectares (ha). Nestes termos, as culturas do algodão e soja apresentaram maiores variações na produtividade, aumentos de 116% e 95%, respectivamente entre 2000 e 2019. Algodão teve rendimento médio em torno de 2,2 t/ha em 2000 e 4,7 t/ha em 2019. A cultura do milho melhorou, passando de 4,3 t/ha em 2000 para 5,9 t/ha em 2019, embora tenha atingido 8,4 t/ha em 2010, melhor resultado obtido, conforme o Gráfico 10.

Gráfico 10- Produtividades médias observadas nas culturas do algodão, soja, milho e feijão nos municípios produtores, 2000 - 2019.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do PAM/IBGE (2020)

A cultura da soja passou de 1,8 t/ha em 2000 para de 3,6 t/ha em 2019. Esses aumentos de produtividade na região do Cerrado e Matopiba se devem aos seguintes fatores explicativos: Expansão tecnológica no campo, desenvolvimento de pesquisas no campo da genética e melhoramentos de sementes, desenvolvimento de agricultura de precisão em termos de máquinas e equipamentos, e a técnicas de plantio direto que permitam aumentos nas safras dos grãos sem que a área colhida acompanhe o ritmo de crescimento (IBGE, 2021). No que tange especificamente à cultura de soja, foram criadas e desenvolvidas variedades de sementes adaptadas ao sistema produtivo brasileiro, principalmente para a região Cerrado e do Matopiba (IBGE, 2021).

A Tabela 4 mostra o comportamento dos preços médios anuais da soja, do milho, do algodão e do feijão entre 2014 - 2020. O milho foi a cultura com maior variação no preço durante o período, com a saca variando de R\$ 26,87 em 2014 para R\$58,69 em 2020, um aumento de 118%.

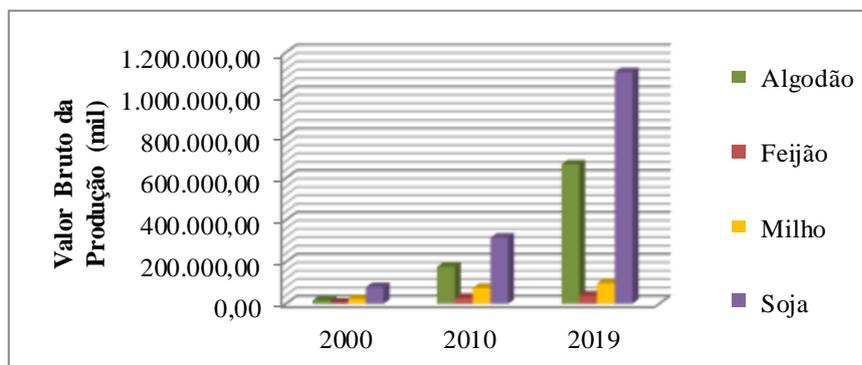
Tabela 4. Evolução do preço médio anual da soja, milho, algodão e feijão em Reais, 2014 - 2020.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Milho	26,87	29,05	44,48	30,47	38,49	39,40	58,69
Soja	67,25	72,65	81,50	71,30	84,43	82,17	121,23
Algodão	98,00	110,80	100,00	120,00	124,00	131,00	128,00
Feijão	100,00	134,00	283,00	188,33	244,00	126,40	211,20

Fonte: Elaborado a partir dos dados da CONAB (2020).

Em 2014 a saca de soja custava R\$ 67,25 passando a R\$ 121,23 em 2020, uma variação de 80% no preço. O algodão foi a cultura com menor variação de preço, em torno de 30% durante o período. Por outro lado, a cultura do feijão apresentou aumento significativo no preço, acumulando variação de 111%, tendo o preço da saca R\$ 100,00 em 2014 e R\$ 211,00 em 2020. Quanto aos municípios do Oeste, a cultura da soja apresentou em 2019 incremento no valor da produção equivalente R\$ 1,1 bilhões, um acréscimo de 1.290% em relação a 2000 em que o valor de produção fora estimado em R\$ 79.575,00, conforme gráfico 11.

Gráfico 11- Evolução do VBP das culturas do algodão, soja, milho e feijão, 2000 - 019.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do PAM/IBGE (2020)

O Gráfico 11 mostra que a cultura do algodão cresceu 4.252% ao longo do período analisado, variando de R\$ 15.290,25 em 2000 para R\$ 665.523,75 em 2019. Segundo a CONAB (2020), fatores que contribuíram para a elevação do faturamento e do valor bruto da produção das lavouras estão relacionados à ganhos de produtividade, preços dos produtos agrícolas em trajetória ascendente, bem como, a expansão de safras. Dessa forma, há tendência de aumento do VBP não só nos estados que compõem o Matopiba, mas sobretudo, nos municípios produtores de grãos da região Oeste, especialmente com culturas de soja e algodão.

3.4 ANÁLISE DE PARTICIPAÇÃO DO AGRONEGÓCIO NO PIB REGIONAL E DO ESTADO DA BAHIA

Quando analisamos o PIB do estado da Bahia, os dados da Tabela 5 demonstram crescimento no período de 2010 - 2018 em torno de 85,4%, com o PIB se elevando de 154,4 bilhões em 2010 para 286,2 bilhões em 2018. O estado participou em 2018 com 28,4% no PIB da região Nordeste, que apresentou por sua vez, crescimento de 92,2% no PIB, passando de 522,7 bilhões em 2010 para 1,0 trilhão em 2018.

Tabela 5- Produto Interno Bruto a preços Correntes dos municípios produtores de grãos do Oeste da Bahia, 2010 - 2018.

Municípios do Oeste Baiano	PIB (Mil Reais)	
	2010	2018
Nordeste	522.769.315	1.004.827.440
Bahia	154.419.547	286.239.541
Barreiras (BA)	1.921.578	4.744.486
Formosa do Rio Preto (BA)	651.069	2.695.149
Luís Eduardo Magalhães (BA)	1.899.745	6.184.173
São Desidério (BA)	959.035	3.645.981
Total dos municípios	5.431.427	17.269.789

Fonte: SIDRA/IBGE (2020).

Pelos dados da Tabela 5, os municípios produtores de grãos da região Oeste da Bahia apresentaram incremento do PIB em torno de 12 bilhões entre os anos de 2010 e 2018, representando um aumento de 218% no período, elevando de 5,4 bilhões em 2010 para 17,2 bilhões em 2018. A participação de municípios produtores do Oeste no total do PIB do estado em 2018 foi estimada em 6%. Chama atenção, a concentração da dinâmica de produção agrícola da região Oeste em apenas 4 municípios responsáveis por 6% do PIB total do estado. Quanto ao valor adicionado da agropecuária, serviços e indústria no PIB dos municípios da região Oeste, o setor agropecuário apresentou maior crescimento no período com 289%, seguido pelos setores de serviços com 207% e indústria com 146%, conforme a Tabela 6.

Tabela 6- Valor adicionado da agropecuária, Indústria e Serviços dos municípios produtores de grãos do Oeste da Bahia, 2010-2018.

Municípios do Oeste Baiano	PIB Agropecuária (R\$ mil)	PIB Indústria (R\$ mil)	PIB Serviços (R\$ mil)
	2010		
Bahia	10.709.344	36.739.895	62.199.713

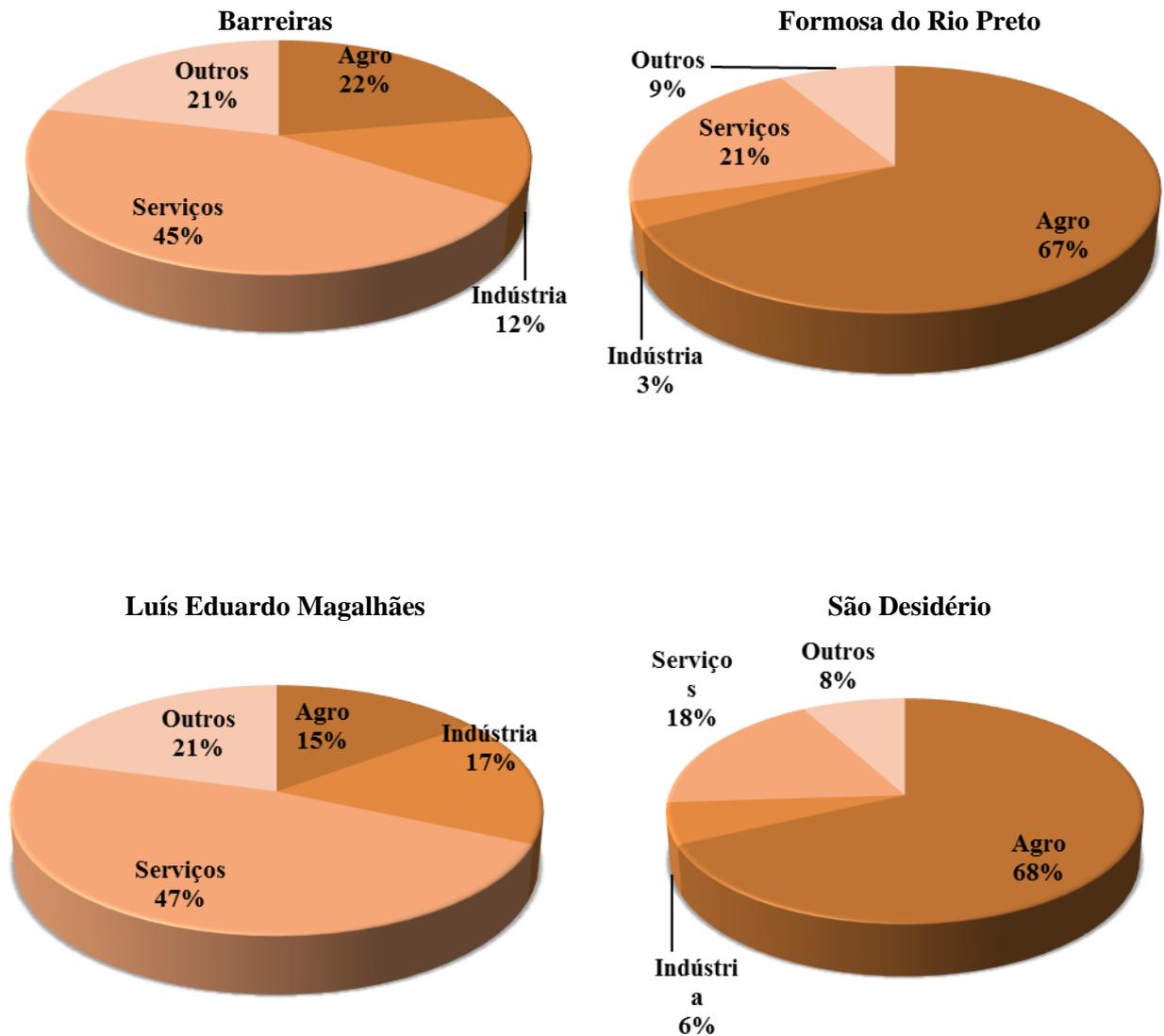
Barreiras	325.103	262.099	900.398
Formosa do Rio Preto	406.525	29.077	139.965
LEM	267.742	443.479	813.438
São Desidério	613.895	56.704	187.734
Total dos municípios	1.613.265	791.359	2.041.535
Municípios do Oeste Baiano	PIB Agropecuária (R\$ mil)	PIB Indústria (R\$ mil)	PIB Serviços (R\$ mil)
	2018		
Bahia	19.095.908	53.968.697	126.322.350
Barreiras	1.068.515	599.611	2.099.781
Formosa do Rio Preto	1.814.279	90.098	572.580
LEM	918.132	1.042.395	2.951.987
São Desidério	2.482.540	221.070	660.252
Total dos municípios	6.283.466	1.953.174	6.284.600

Fonte: SIDRA/IBGE (2021).

Os dados da Tabela 6 mostram que os municípios de São Desidério e Formosa do Rio Preto contribuíram com maior participação no PIB agropecuário da região, com valores de 2,4 e 1,8 bilhões em 2018, respectivamente. O crescimento do PIB destes dois municípios foi de 346% para Formosa do Rio Preto e 304% para São Desidério. Sobre o valor adicionado da indústria, Luís Eduardo Magalhães e Barreiras tiveram maior participação, R\$ 1 bilhão e R\$ 599 milhões, respectivamente, no ano de 2018. Em relação ao setor de serviços, os municípios de Luís Eduardo Magalhães e Barreiras também se destacaram, atingindo R\$ 2,9 bilhões e R\$ 2 bilhões em 2018, respectivamente, incrementos de 262% e 133%.

Os dados apontam que os municípios de Barreiras e Luís Eduardo Magalhães se destacaram no avanço do agronegócio. Após duas décadas, são hoje responsáveis pela expansão do setor de serviços na região. Isto se deve ao fato de que o setor de serviços tem diversas atividades associadas à agropecuária, e que integram a cadeia de produção, a exemplo dos setores de transporte, armazenamento, logística, comércio, assistência técnica, entre outros serviços, que justifica a expressiva participação do setor de serviços. Contudo, os municípios de São Desidério e Formosa do Rio Preto de maior participação do setor agropecuário no PIB se destacaram com a expansão das áreas plantadas de grãos e, portanto, denotam a importância que a agropecuária vem adquirindo na economia desses municípios, sobretudo, nas últimas décadas.

Figura 2. Composição setorial do PIB dos municípios produtores do Oeste da Bahia em 2018.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IBGE (2021).

O avanço da produção de grãos na região oeste do estado produziu impacto no PIB dos municípios produtores. Tais municípios são responsáveis por 37% da produção de grãos do estado. Os dados demonstraram elevação da área plantada de soja, única cultura com crescimento em termos de área plantada no estado no período e representa a cultura de maior área plantada no estado. A participação dos municípios produtores do Oeste no total do PIB do estado aumentou 6% em 2018.

A perspectiva de crescimento da cultura da soja no país sinaliza alerta em relação aos efeitos negativos e nocivos ao meio ambiente, sobretudo, derivados de sementes transgênicas. Problemas de desmatamento e desertificação, perda e degeneração de sementes nativas e tradicionais por contaminação genética, aumento do monocultivo e concentração de herbicidas nos solos e na água, surgimento de doenças resistentes aos herbicidas, além da morte e redução de insetos e animais essenciais para a manutenção do ecossistema, são aspectos importante do debate sobre a sustentabilidade do desenvolvimento agrícola dentro do modelo aqui descrito.

Portanto, a expansão do agronegócio em áreas de fronteira, sobretudo na região do Matopiba e no Oeste da Bahia, embora promova crescimento em termos econômicos, é necessário atentar para a promoção do desenvolvimento rural como um processo multidimensional, envolvendo interesses econômicos, sociais, políticos e ambientais. No próximo capítulo apresentamos os aspectos relativos sustentabilidade ambiental na agricultura com a construção de indicadores de avaliação das consequências do modelo de desenvolvimento do agronegócio na região Oeste da Bahia, especialmente na do MATOPIBA.

4 INTENSIDADE DE USO DE FATORES AGRÍCOLAS E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA REGIÃO

Este capítulo analisa o potencial de contaminação de solos agrícolas por defensivos nos municípios da região durante o período de 2006 – 2019. Faz-se isso com base nas formulações teóricas de sustentabilidade ambiental agrícola proposta pelo ISAGRI, com vistas a estimar o IDEF proposto por Silva (2007) e adaptado para a realidade regional do oeste baiano, especialmente nos municípios de Formosa do Rio Preto, Barreiras, São Desidério e Luís Eduardo Magalhães. O IDEF e suas delimitações correlatas se fundamenta na pressuposição teórica de sustentabilidade ambiental num regime de produção agrícola.

Diante disso, na seção 4.1 apresentamos considerações sobre a intensidade e uso das terras e a caracterização da produção regional, destacando as formas de uso da terra na região do Cerrado, com enfoque para Matopiba. A partir da caracterização regional do uso da terra, na seção 4.2 analisamos os efeitos ambientais de uso de defensivos agrícolas na lavoura e sua relação com a sustentabilidade da produção agrícola. O conceito e a adequação do IDEF para os municípios baianos são apresentados na seção 4.3.

4.1 SENSIBILIDADE AMBIENTAL DO BIOMA NA REGIÃO OESTE DA BAHIA E A INTENSIDADE DE USO DA TERRA

O critério para a escolha da área empírica do estudo, que concentra as análises nos quatro municípios da região Oeste, a saber: Luís Eduardo Magalhães, Barreiras e Formosa do Rio Preto, englobou o maior volume de produção das culturas selecionadas como um dos critérios de corte.

Além do critério volume de produção, a escolha foi orientada pelos seguintes aspectos: os municípios concentraram o volume de cerca de 77% do crédito rural destinado ao estado da Bahia no ano de 2012, portando, a região apresenta uma concentração de destinação de crédito rural, como já apontado em trabalhos anteriores. Os municípios de São Desidério, Barreiras e Formosa do Rio Preto se destacaram por receber entre os anos de 2000 e 2004 crédito para a agricultura o correspondente a uma média em torno de 22,3%, 12,3% e 8,2%, respectivamente

Outro critério de delimitação e escolha para os municípios em estudo, evidencia-se pelo fato de que dentre os estados que mais sofreram com o desmatamento do Cerrado no período de 2002 a 2008, a Bahia destacou-se com 6,1% de aumento, superada apenas pelo estado do Maranhão que obteve primeiro lugar no *ranking* com 7,0%, segundo dados do Relatório Técnico de Monitoramento do desmatamento do Bioma do Cerrado em 2009.

Os dados municipais apontaram para o estado da Bahia que Formosa do Rio Preto e São Desidério destacaram-se no *ranking* dos municípios que apresentaram áreas que mais sofreram com o desmatamento ocupando o primeiro e o segundo lugar, respectivamente (MMA, 2009, p.22).

O critério consumo de agrotóxicos também foi utilizado. Isto porque os municípios de São Desidério e Formosa do Rio Preto integraram o *ranking* nacional de consumo de agrotóxicos ocupando o terceiro e sexto lugar, com 10,2 milhões e 8,1 milhões e consumo, respectivamente (PIGNATI, *et al*, 2017). Justamente, foram estes dois municípios que apresentaram expansão nas áreas plantadas de soja nos últimos 13 anos.

Além dos critérios econômicos e ambientais, aspectos sociais relacionados ao desenvolvimento da atividade nos municípios, destaca-se por estar inserida numa área de conflitos e disputas de terras. Os dados do GEOGRAFAR (2010) apontam a concentração acentuada de terras nos municípios produtores de *commodities* na região Oeste para o ano de 2006. Em Formosa do Rio Preto, apenas 13% dos estabelecimentos acima de 15 módulos fiscais são responsáveis por uma área de 90,6%. Os reflexos da concentração são apontados pelo índice de Gini desses municípios que em Formosa do Rio Preto é de 0,882 e em São Desidério 0,891. No município de Barreiras esse índice chega a 0,902 e indica uma concentração de terras muito forte e absoluta.

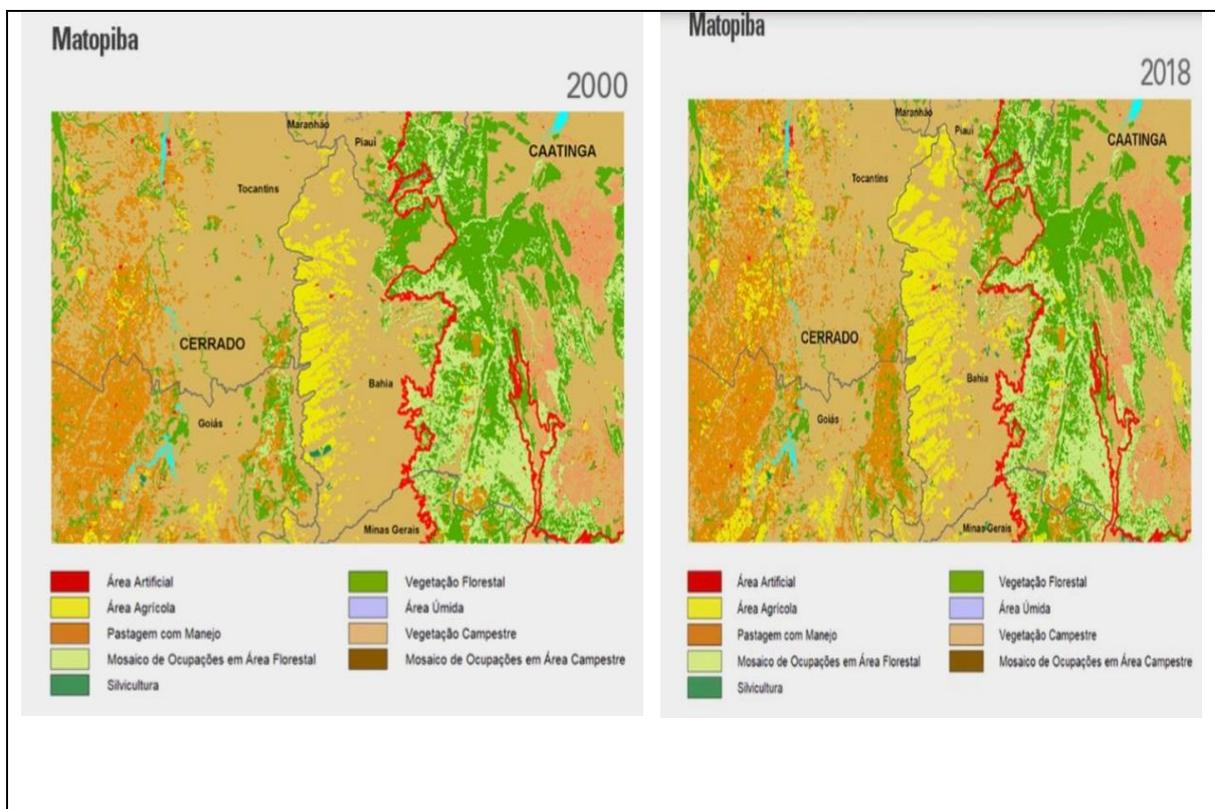
A preocupação com relação à concentração de terras e seus desdobramentos torna-se oportuna, haja vista que os municípios de Formosa do Rio Preto, abrange 12 territórios em disputa, que ocupam uma área de 7.299 hectares. Dentre as formas de acesso à terra no município estão acampamentos, áreas destinadas à reforma agrária, cédula da terra e comunidade quilombolas. Somando os territórios em disputa nos quatro municípios produtores de soja, temos 19 territórios de disputa que perfazem uma área de 168.150 hectares.

A preocupação com o uso do solo, bem como a preservação dos ecossistemas e biomas terrestres tem sido alvo de debate no âmbito das políticas públicas nacionais e internacionais.

No Brasil, os dados apresentados de Contas de Ecossistemas em análises do uso da terra na agricultura, apontam que os biomas brasileiros perderam cerca de 500 mil km² de sua cobertura natural, passando de 5,9 milhões de km², em 2000, para 5,4km² em 2018 (IBGE, 2020).

A maior redução de área nativa foi observada na Amazônia, que perdeu 269,8 mil km², e no Cerrado, com menos 152,7 mil km² de cobertura natural, segundo dados do IBGE (2020). Somadas as perdas referentes aos dois biomas, isso representa 86,2% da área total, conforme a Figura 3.

Figura 3 - Evolução do uso da terra na Região do MATOPIBA (2000 -2018).



Fonte: Contas de Ecossistemas: Uso das Terras no Bioma Brasileiro (2000-2018) (IBGE,2020).

Pelos dados do IBGE (2020), o cenário no Cerrado foi de expansão acelerada da agricultura, com ganhos de 102,6 mil km² entre 2000 – 2018. Isso caracterizou a substituição da floresta e vegetação campestre pela monocultura agrícola. E os dados mostram que em 2018, 44,61% das áreas agrícolas e 42,73% das áreas de silvicultura do Brasil encontravam-se no Cerrado, IBGE (2020).

A agricultura representa a principal mudança na ocupação da terra no Cerrado, com a expansão dos cultivos que cresceu ao longo dos anos. Como já descrito, os investimentos e as ações de políticas setoriais e governamentais na região, transformaram a área que hoje é dotada de condições potenciais de expansão e da diversificação da produção agropecuária brasileira.

Neste cenário, os dados do Censo agropecuário de 2017 (IBGE, 2020) apontaram que os agentes e estruturas agrárias na região do Matopiba tinham em 2017, 29 milhões de hectares de lavouras, pastagens e matas. Contudo, 71% daquelas terras eram cobertas de pastagens naturais, matas ou florestas. As culturas temporárias ocupavam 8.547.229 ha, representando 28% das terras (23% ha de lavouras temporárias e 5% de lavouras permanentes), conforme Tabela 7.

Tabela 7- Formas de uso da terra privadas e produção em 2017, na região do Matopiba.

	MA	TO	PI	BA
Lavouras - permanentes	109.820	172.006	166.118	1.033.499
Lavouras - temporárias	1.248.369	1.003.944	1.429.991	3.368.457
Outras lavouras	1.957	3.440	1.646	7.982
Pastagens - naturais	1.057.114	2.379.039	1.297.610	4.293.977
Matas ou florestas	2.549.892	3.732.680	1.746.702	4.353.269
Total	4.967.152	7.291.109	4.642.067	13.057.184
Estrutura relativa da área utilizada com agropecuária e silvicultura (total da coluna = 100%)				
Lavouras - permanentes	2,2	2,4	3,6	7,9
Lavouras - temporárias	25,1	13,8	30,8	25,8
Outras lavouras	0,0	0,0	0,0	0,1
Pastagens - naturais	21,3	32,6	28,0	32,9
Matas ou florestas	51,3	51,2	37,6	33,3
Total	100	100	100	100

Fonte: Elaboração da autora a partir dos dados do Censo Agropecuário 2017 - IBGE (2020)

Dentro da região, os estados do Piauí e Bahia totalizam cerca de 30,8 e 25,8 hectares respectivamente, com lavouras temporárias. Em relação às pastagens naturais, Bahia e

Tocantins lideram com 32,9% e 32,6% com áreas destinadas às pastagens, respectivamente. No que concerne à área com matas e florestas, Maranhão e Tocantins destinam 51,3% e 51,2% de suas áreas com coberturas de matas e florestas.

A agricultura, sobretudo, de culturas temporárias compõe a atividade de maior peso na região e pode estar relacionada com a maturação de projetos de agronegócio e expansão da fronteira agrícola para a produção de grãos, iniciados ainda nas décadas de 70 e 80 e que vieram corroborar com os complexos agroindustriais na década de 2000, consolidando importante pólo regional de produção de grãos.

É possível verificar um processo acelerado de crescimento da produção agrícola, com políticas públicas e privadas voltadas ao incremento de redes regionais, aliadas ao histórico processo de desenvolvimento de tecnologias – correção, adubação e manejo de solos, obtenção de variedades adaptadas às baixas latitudes, lançamento de cultivares e definição de formas de manejo que contribuíram para a expansão do agronegócio no cerrado brasileiro (EMBRAPA, 2020).

De modo semelhante ao avanço da produção de grãos ocorrido nas últimas décadas, no que tange aos municípios produtores de grãos da região, o uso das terras consistia de estrutura agrária, formada de pastagens, lavouras e matas, num total estimado em 1,7 milhões de hectares em 2017 (IBGE, 2020). Deste total, 11% das terras eram cobertas de pastagens naturais, matas ou florestas. Culturas temporárias detinham 1.41.485 ha e lavouras permanentes 72.874 ha, o que correspondia a 84% e 4,2 % de todas as terras ocupadas (Tabela 8).

Tabela 8- Formas de uso da terra privatizada e produção nos municípios de Barreiras, Luís Eduardo Magalhães, Formosa do Rio Preto e São Desidério - 2017.

	Barreiras	Formosa do Rio Preto	Luís Eduardo Magalhães	São Desidério
Lavouras - permanentes	12.388	1.880	10.484	48.122
Lavouras - temporárias	229.120	498.519	211.059	512.787
Pastagens - naturais	11.867	12.544	4.579	17.966
Matas ou florestas	5.737	135.340	4.099	13.430
Total	259.112	648.283	230.221	592.305
Estrutura relativa da área utilizada pela agropecuária e silvicultura (total da coluna = 100%)				

Lavouras - permanentes	4,7	0,5	5,0	8,3
Lavouras - temporárias	88,4	76,8	91,6	86,5
Pastagens - naturais	4,5	1,9	1,8	3,0
Matas ou florestas	2,4	20,8	1,6	2,2
Total	100	100	100	100

Fonte: Elaboração da autora a partir dos dados do Censo Agropecuário 2017 - IBGE (2020)

Com base na Tabela 8, o município de Luís Eduardo Magalhães destinou 91,6% das terras disponíveis para o cultivo de lavouras temporárias, num total de 211.059 ha. Os dados mostram que a lavoura temporária respondeu por maior parte da ocupação do território municipal, chegando a 90% das terras com produção agrícola. O percentual de áreas destinadas à produção agrícola contrasta com pequena parcela que é destinada às pastagens, matas ou florestas. Apenas o município de Formosa do Rio Preto detém 20,8% das terras cobertas por matas ou florestas, o que equivale a 135.340 ha. O total de terras ocupadas por matas ou florestas dos outros três municípios representam 23.266 ha, ou seja, 6,2%.

Pelos dados das Tabelas 7 e 8, a forma de uso da terra em toda a região se destina às lavouras temporárias e permanentes, e configura-se como frente de expansão regional do agronegócio, processo de ampliação das áreas de cultivo e, associado ao incremento demográfico, redimensionando os arranjos de fixos e fluxos regionais (SEI, 2017; IBGE, 2020). Portanto, esses dados refletem as modificações na estrutura do bioma da região a partir da intensificação da atividade agrícola. Muitas áreas hoje ocupadas com produção agrícola correspondem a áreas que passaram por intenso processo de ocupação via desmatamento, com a abertura de novas áreas perdidas de parcelas significativas da biodiversidade.

4.2 USO DE FATORES QUÍMICOS E BIOTENOLÓGICOS E SEUS EFEITOS AMBIENTAIS

O Brasil é um dos maiores produtores agropecuários do mundo e o segundo maior exportador de produtos agrícolas (IBGE, 2021). Para manter esse volume de produção, o setor agropecuário faz uso intensivo de sementes transgênicas e insumos químicos e biotecnológicos. A extensa área de plantio de lavouras, sobretudo com *commodities*, assim

como a técnica e a legislação, corresponde ao arcabouço institucional e de governança aqui interpretado como expressão de poder político que colocou o país no *ranking* de países que mais fazem uso agrotóxicos no mundo. A imposição da Política da Revolução Verde, dos cultivos transgênicos, o aumento de “pragas”, disponibilidade de créditos e isenções fiscais, foram fatores que contribuíram para a expansão especialmente de consumo de agrotóxicos.

Por conseguinte, o uso de defensivos agrícolas compreende uma categoria especial de insumos cujo objetivo é evitar perdas na produção agrícola em razão de ataque de pragas e doenças. Os defensivos agrícolas como aponta Ruegg *et al.* (1986), “se distribuem em três grandes grupos de acordo com a destinação de uso específica: inseticidas, para o controle de pragas; fungicidas, usados no controle de doenças fúngicas, e herbicidas, para o controle de plantas invasoras”. Quanto ao uso de agrotóxicos, Spadotto (1993) observa que o mesmo varia e difere bastante de região para região.

O uso intensivo de agrotóxicos ao atingir indiscriminadamente diversas formas de vida, provoca desequilíbrios no ecossistema local na medida em que induz ao aparecimento de novas pragas mais resistentes, além de causar sérias consequências para a saúde humana (SILVA, 2007).

Os danos provocados com o uso recorrente de agrotóxicos atingem diretamente o solo porque elimina os microorganismos fundamentais à manutenção da fertilidade natural, com efeitos de esterilização, o que acaba por afetar a própria produtividade agrícola. Dessa forma, o uso de agrotóxicos incorre num ciclo vicioso de ações que, no longo prazo podem gerar impactos irreversíveis ao meio ambiente. No quadro 5, conforme sugerido por Silva (2007), destacamos alguns impactos derivados do uso de agrotóxicos.

Quadro 5. Impactos derivados do uso de agrotóxicos nas lavouras agrícolas.

Problemas derivados do uso de agrotóxicos nas lavouras
Transporte pela atmosfera para áreas distantes afetando regiões habitadas;
<ul style="list-style-type: none"> • Contaminação da água que por consequência provoca mortandade de peixes e afeta animais aquáticos bem como as populações que vivem no entorno; • Retenção no solo por longos períodos com a possibilidade de transferência do solo contaminado para as culturas seguintes ou para pastagens, atingindo, portanto, a carne bovina e o leite consumido pelo homem; • O uso recorrente desenvolve maior resistência nas pragas e necessidade permanente de sintetização de novos produtos para combatê-los; • Eliminação de insetos úteis ao equilíbrio do ecossistema, como as abelhas e demais

polinizadores;

- **Efeitos colaterais em plantas, animais e seres humanos.**

Fonte: Elaboração própria a partir de Silva (2007).

Conforme o Quadro 5, são inúmeras consequências ambientais do uso indiscriminado de agrotóxicos nas lavouras. A título de exemplo, durante a pulverização, parcela dos defensivos aplicados pode ser transportados pelo ar e comprometer a qualidade do ar em áreas distantes, além do uso recorrente favorecer a retenção do produto no solo e assim, eliminar os microrganismos essenciais e úteis para o equilíbrio do ecossistema.

Um ponto importante acerca da utilização de agrotóxicos diz respeito à intensidade de uso do princípio ativo por tipo de cultura. Por exemplo, as culturas de batata e tomate se destacam pelo uso intensivo de agrotóxicos por área cultivada. São 16,6 e 28,2 kg/ha/ano de fungicidas, respectivamente. Por tipo de cultura, as que mais utilizam agrotóxicos são: soja, 29,2% dos herbicidas; batata, 31,1% dos fungicidas e citros, com 46,6% dos inseticidas/acaricidas (PIGNATI *et al.*, 2017). A soja é uma das culturas que mais fazem uso de defensivos agrícolas.

Desse modo, a utilização de defensivos nas lavouras agrícolas no Brasil é resultado de políticas agrícolas adotadas no meio rural no esforço de modernização da agricultura; o processo de produção agrícola no Brasil sofreu sensível transformação desde a década de 1960, porém a partir de 1970 o emprego dos insumos modernos foi intensificado. A demanda por insumos e defensivos seria o reflexo das condições favoráveis à obtenção de crédito agrícola, bem como à redução dos custos de empréstimos destinados à aquisição de insumos produzidos fora da unidade produtiva, com vistas ao aumento da produtividade no curto prazo (DELGADO, 2012).

Em 1975, os incentivos ao setor industrial promovido pelo Programa Nacional de Defensivos Agrícolas visavam, por um lado, reduzir as importações de agrotóxicos, que em 1974 atendiam a 75% do consumo desses produtos e, por outro, facilitar o financiamento aos agricultores para a aquisição desses produtos. Tal política mais ativa na década de setenta, chegou a vincular o uso de parte do financiamento obtido à aquisição de insumos modernos (máquinas, fertilizantes, equipamentos e defensivos agrícolas), o que levou a “aplicações sistemáticas de agrotóxicos, mesmo sem a ocorrência de pragas, resultando em pulverização excessivas e desnecessárias” (RUEGG *et al.*, 1986).

Pignati *et al* (2017) realizaram um estudo sobre o consumo de agrotóxicos no Brasil, que demonstrou que entre os dez municípios que mais consumiram agrotóxicos em 2015, sete deles pertenciam ao estado do Mato Grosso (maior produtor de grãos, inclusive a soja), dois do estado da Bahia e um do estado de Goiás. Entre os municípios do estado do Mato Grosso, Sorriso-MT lidera o ranking com 14,6 milhões de litros de agrotóxicos, sendo seguido por Sapezal -MT com 11,1 milhões de litros.

Embora a aplicação de agrotóxicos também chamados de defensivos agrícolas aumente a produtividade, o seu uso intensivo frequentemente gera um conjunto de externalidades negativas. Segundo Soares e Porto (2007), os impactos do uso de defensivos agrícolas sobre seres humanos vão desde simples náuseas, dores de cabeça e irritações na pele até problemas crônicos, como diabetes, malformações congênitas e vários tipos de câncer. Os reflexos no meio ambiente também são percebidos através da contaminação da água, plantas e solo, diminuição no número de organismos vivos e aumento da resistência de pestes.

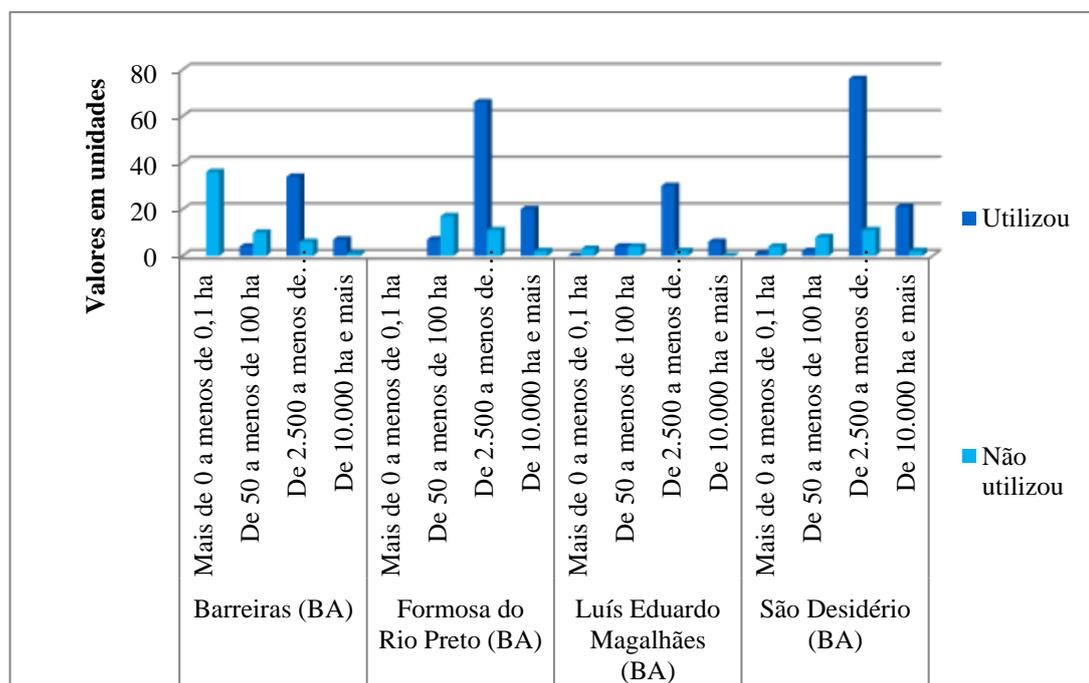
Em relação à contaminação do solo, o risco da utilização de agrotóxicos está relacionado ao seu acúmulo em longo prazo, podendo comprometer a absorção de minerais e contribuir para a redução do grau de fertilidade do solo (SOARES; PORTO, 2007).

Dessa forma, há uma tendência à intensificação da utilização dos agrotóxicos para manter os níveis de fertilidade do solo e produtividade das lavouras. Diante do exposto, o resultado desse processo pode ser verificado através de um número cada vez mais expressivo de estabelecimentos que utilizam agrotóxicos em suas lavouras, sobretudo, nos últimos anos.

Em análise realizada para os municípios produtores da região oeste da Bahia, os dados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2020) assinalam que, dos 395 estabelecimentos não-familiares consultados pelo censo, cerca de 280 unidades, aproximadamente 70% fizeram uso de algum tipo de defensivo agrícola em suas lavouras, conforme o Gráfico 12.

Ainda com base no Gráfico 12, os estabelecimentos rurais municipais que mais utilizaram agrotóxicos foram aqueles que detinham entre 2.500 a 10.000 ha de área plantada, sobretudo nos municípios de São Desidério e Formosa do Rio Preto. Luís Eduardo Magalhães, São Desidério e Formosa do Rio Preto foram os municípios com estabelecimentos de maior uso de agrotóxicos, 82%, 80% e 76%, respectivamente.

Gráfico 12 - Número de estabelecimentos não-familiares que utilizaram agrotóxicos por unidade, em 2017.



Fonte: Elaboração Própria (SIDRA/IBGE), 2020.

Os dados apresentados pelo Gráfico 12 apontaram que os estabelecimentos rurais que possuem maior área plantada também são aqueles que mais consomem e utilizam agrotóxicos. Portanto, a expansão da área e o tamanho dos estabelecimentos contribuem para uma maior utilização de defensivos agrícolas. Emerge desse fato, a importância de se verificar o potencial de contaminação e as consequências do uso de defensivos agrícolas utilizados na região em estudo.

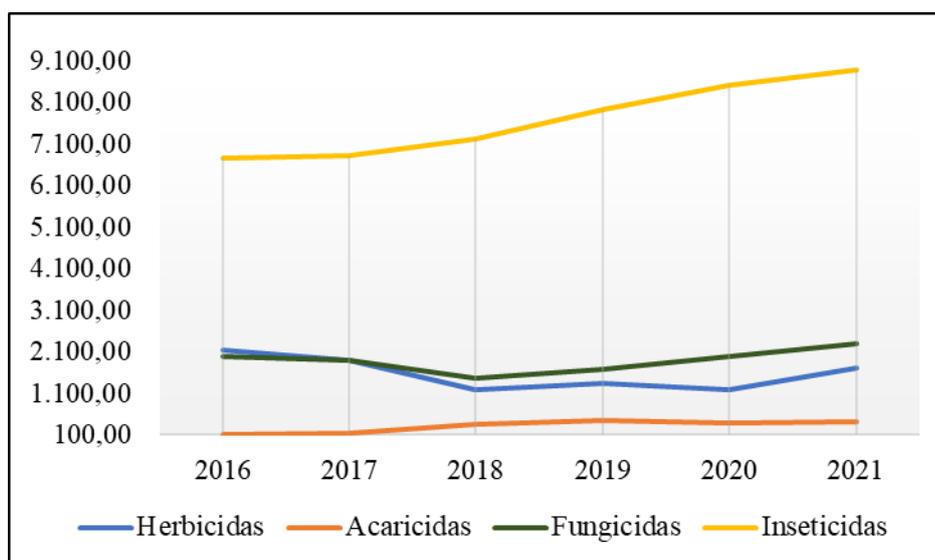
A utilização de agrotóxicos está associada segundo os dados do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal – SINDIVEG a fatores como maior área plantada, aumento da produtividade, a crescente severidade de pragas nas regiões produtoras e o câmbio, são os principais elementos que interferem no mercado de defensivos agrícolas no Brasil.

Em relação a classe de produtos, as estimativas do SINDIVEG para a Safra do período é que os fungicidas sejam responsáveis por 31% da movimentação do mercado de defensivos no país. Já os inseticidas representam 29% das vendas, seguidos pelos herbicidas, com 27%, e

pelos insumos de tratamento de sementes, entre outros produtos, com 12% do total (SINDIVEG 2022).

Para o estado da Bahia o mercado de agrotóxicos apresentou oscilações entre os anos de 2016 a 2019. De acordo com o gráfico 13, no período de 2020/2021 os herbicidas apresentaram elevação no preço em torno de 44,6%, destacando-se como a classe de produto com maior oscilação no período.

Gráfico 13. Preço médio anual em R\$ dos agrotóxicos no estado da Bahia (2016-2021).



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da CONAB (2022).

De acordo com o gráfico 13, os acaricidas apresentaram variação no período de 2016/2017 e 2018/2019 em torno de 30%. Em 2020/2021 a variação no preço do acaricida estava em torno de 4%. Uma pequena variação foi evidenciada para os produtos da classe de inseticidas que no mesmo período apresentou um leve aumento de 4,6%. Para os produtos da classe dos fungicidas, entre o período de 2018/2019 e 2020/2021 apresentaram oscilação de aproximadamente 16%.

A elevação do preço nos herbicidas pode estar relacionada com a crise desencadeada pela pandemia em 2020 e pela alta do dólar que acabou por afetar as cadeias produtivas. Aproximadamente 90% da matéria-prima utilizada na produção de agroquímicos no Brasil são importadas, em grande parte vindas da China, local de origem da COVID 19.

Segundo dados do SINDIVEG (2022) só no primeiro trimestre de 2020 houve aumento de 7,5% no uso dos defensivos agrícolas em relação ao ano anterior, sendo mais recorrentes as

aplicações de herbicidas (40%), inseticida (28%) e fungicidas (22%). As culturas que mais receberam os produtos foram café, soja, cana-de-açúcar, milho e algodão, que juntos representam 90% do total utilizado.

4.3. ESTIMATIVA DO ÍNDICE DE POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE USO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS (IDEF) COMO MEDIDA DE IMPACTO AMBIENTAL

O Índice de Potencial de Contaminação de Uso de Defensivos Agrícolas - IDEF¹⁷ utilizado neste trabalho faz parte do grupo de índices de sustentabilidade ambiental proposto por Silva (2007). A base metodológica para a construção do IDEF apresentada em Silva (2007) fundamenta-se na proposta de análise de Pressão – Estado - Resposta¹⁸ - PER adotada pela Organization for Economic Co-operation and Development – OECD e serviu de suporte para a construção do Índice de Sustentabilidade Ambiental Agrícola - ISAGRI¹⁹. Neste sentido, o IDEF integra o conjunto de sub-índices pertencentes ao índice de Vetores de Degradação- IDEG que estima a pressão que determinada atividade agrícola incide sobre o meio ambiente, conforme a Tabela 9.

O indicador utilizado é a quantidade de defensivos agrícolas aplicado por área plantada. O ISAGRI de acordo com Silva (2007, p.119) “apoia-se na dimensão ambiental do conceito de sustentabilidade, em que a qualidade do solo²⁰ é considerada fator preponderante para a manutenção dos sistemas agrícolas ambientalmente sustentáveis”.

¹⁷ O Índice de Potencial de Contaminação de uso de defensivos agrícolas- IDEF foi obtido a partir do Índice de Vetores de Degradação – IDEG que compõe o ISAGRI. O IDEG é um índice que mede a de pressão exercida ao meio ambiente através do uso de fertilizantes, uso de defensivos agrícolas e da perda de solo.

¹⁸ A metodologia Pressão-Estado-Resposta (PER) adotada pela Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) uma das metodologias mais utilizadas e reconhecidas internacionalmente (SILVA, 2007). De acordo com a OECD (1993), a metodologia Pressão-Estado-Resposta (PER) é composta por três indicadores, cada um deles corresponde a uma dimensão ou abrangência de análise. Os indicadores de pressão, por exemplo, mostram os efeitos das ações (ou pressões) do homem sobre o meio ambiente. Os indicadores de estado, por sua vez, descrevem a qualidade do meio ambiente como a qualidade da água, do solo, do ar. E por fim, os indicadores de Resposta auferem a capacidade de recuperação em resposta aos danos. São os indicadores que mostram as medidas (mitigadoras ou protecionistas) tomadas pela sociedade para reduzir ou evitar os impactos negativos da atividade humana sobre o meio ambiente, ou por medidas que permitam parar ou reverter o dano ambiental já inflingido (OECD, 1993).

¹⁹ O Índice de Sustentabilidade Ambiental Agrícola-ISAGRI é uma metodologia composta por um conjunto de índices de mensuração de sustentabilidade ambiental proposto por Silva (2007). Com base na metodologia de Pressão- Estado- Resposta-PER o ISAGRI foi elaborado e dividido em grupos de sub-índices parciais denominados com base nos seus indicadores, como Índice de Estado de Ecossistema Agrícola – IEA; Índice de Vetores de Degradação – IDEG; e Índice de Medidas de Prevenção e Correção – ICOR (SILVA, 2007).

²⁰ De acordo com Silva (2007, p.119) “a qualidade do solo é definida, por sua vez, pela sua capacidade de exercer suas funções na natureza”. Essas “funções da natureza” refere-se aos serviços ecossistêmicos ao meio

Tabela 9 – Sub-Índices e Indicadores componentes do ISAGRI

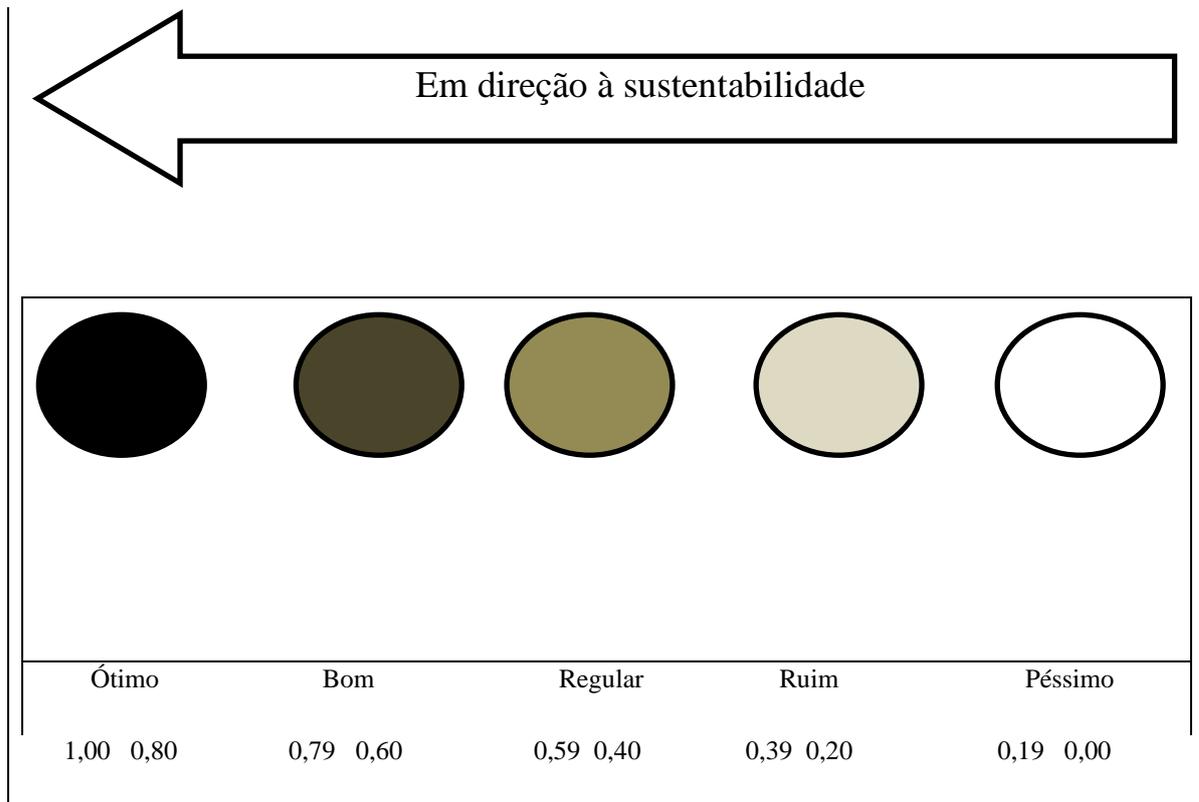
Índices Parciais / dimensão	Subíndices	Indicadores
Índice de Vetores de Degradação (IDEG) / pressão	Índice de erosão (IERO)	Perda de solo (kg/ha)
	Índice de Potencial contaminação do uso de defensivo agrícola (IDEF)	Quantidade de defensivo agrícola utilizado (kg/ha)
	Índice de Potencial de contaminação do uso de fertilizantes (IFERT)	Quantidade de P205 e N utilizado (kg/ha)

Fonte: Elaboração própria adaptado de Silva (2007).

Desse modo, os índices de sustentabilidade que compõem o ISAGRI consideram um sistema agrícola sustentável, de acordo com Silva (2007) como aquele sistema que mantém a qualidade do solo em longo prazo a partir da utilização de práticas de manejo que podem ser caracterizadas como preservacionistas. Para facilitar a compreensão dos resultados, Silva (2007) estabeleceu um termômetro de sustentabilidade, a partir da revisão de literatura dos principais sistemas de indicadores, conforme exposto na Figura 4.

ambiente, que a exemplo do solo, oferece o controle da erosão, a ciclagem de nutrientes, a filtragem da água e abastecimento dos aquíferos e por fim, fertilidade para a vegetação.

Figura 4. Termômetro de indicação de sustentabilidade.



Fonte: Silva (2007).

Para esta tese, adotou-se o seguinte critério de classificação de sustentabilidade ambiental agrícola proposto por Silva (2007) medido com a utilização do termômetro, a saber: Valores no intervalo entre 0,00 e 0,19 são considerados de péssima sustentabilidade; valores no intervalo entre 0,20 e 0,39 têm sustentabilidade ruim; valores entre 0,40 e 0,59 com sustentabilidade regular; valores situados no intervalo entre 0,60 e 0,79 são indicadores de boa sustentabilidade; e, finalmente, valores entre 0,80 e 1,00 são indicadores de ótima sustentabilidade (SILVA, 2007).

Existem diferentes indicadores que podem ser utilizados em análises de impacto ambiental pelo uso de defensivos agrícolas, de maneira a atendermos às questões propostas neste estudo, o indicador de uso de defensivos agrícolas mostra-se mais adequado, dentre opções existentes.

4.3.1. Procedimento metodológico

A base empírica principal para a estimativa do Índice de Potencial de Contaminação de uso de defensivos agrícolas - IDEF foi construída através de dados e informações obtidas para a

região Oeste da Bahia e as culturas²¹ agrícolas selecionadas. As culturas de milho, soja, algodão e feijão foram selecionadas de acordo com a atividade agrícola desenvolvida na região.

Para a elaboração do índice, iniciou-se pelos indicadores de sustentabilidade ambiental agrícola, Tabela 16, que são transformados em sub-índices cujos valores variam entre zero e um, de tal forma que valores mais elevados indicam maior sustentabilidade (SILVA, 2007; MARTINS, 2010). Na quantificação desses índices, utilizou-se o pior e o melhor valor possível do indicador²², parâmetro igualmente utilizado neste trabalho.

Desta forma, para a estimativa do índice de potencial de contaminação de uso de defensivos agrícolas, o pior valor considerado foi a quantidade máxima de defensivos utilizada na região²³. Isso porque a maior quantidade de defensivos indica maior potencial de contaminação. Com base na média do valor observado para o indicador e nos limites estabelecidos para ele, obteve-se cada índice por meio da expressão 1 (SILVA, 2007; MARTINS, 2010):

$$\text{Índice} = \left[\frac{(\overline{vo} - pv)}{(mv - pv)} \right] \quad (1)$$

Em que, \overline{vo} = média do valor observado para o indicador²⁴; pv = pior valor²⁵; e mv = melhor valor²⁶

²¹ O critério de escolha e definição das culturas selecionadas para a análise deste estudo considerou as lavouras predominantes na região. Portanto, as culturas de soja, milho, algodão e feijão são os cultivos mais comuns e de maior relevância local.

²² O melhor valor é o de referência estabelecido pela literatura ou o valor encontrado com base nos resultados encontrados para as áreas pesquisadas desde que o valor encontrado tenha sido melhor do que aquele encontrado na literatura. O pior valor é aquele observado em termos de sustentabilidade, ou seja, o valor observado mais agressivo ao meio ambiente dentro de todas as observações, para cada variável.

²³ Para a análise em curso foram adotadas as médias ponderadas aplicadas a cada tipo de cultivo dentro de cada estado e entre os municípios produtores da região Oeste da Bahia. Esses valores foram comparados por meio de uma expressão matemática, em que se adotou como melhor valor aquele correspondente ao não uso de defensivo agrícola; e o pior valor considerado correspondeu ao valor no qual foi utilizado o maior volume de defensivos entre as culturas avaliadas.

²⁴ A média do valor observado para cada indicador refere-se a média da quantidade de defensivos utilizados em cada Cultura. Para tanto, considerou-se mediante dados da pesquisa para a região Oeste os seguintes valores: soja= 27 kg/ha; milho= 17 kg/ha; Feijão = 6 kg/ha e algodão = 35 kg/ha.

²⁵ Como pior valor, foi adotada a quantidade máxima (kg/ha) por cultura utilizada nos municípios da região em estudo de modo que, para a soja= 30 kg/ha; milho= 18 kg/ha; Feijão = 9 kg/ha e algodão = 40 kg/ha.

²⁶ Dada a complexidade no que tange à definição de um valor de referência para o uso de defensivos agrícolas considerou-se para a construção do indicador a não utilização de qualquer defensivo como a situação ideal de sustentabilidade. Nesse sentido, o melhor valor adotado foi de 0 (zero).

Conforme sugerido por (SILVA, 2007; MARTINS, 2010), a expressão garante que o índice assumira valores entre 0 e 1, pelo menos enquanto o valor observado pelo indicador continuar dentro dos limites estabelecidos. Portanto, a aproximação do valor observado em relação ao valor delimitado como melhor condiciona o índice a aproximar-se de 1 (melhor situação), bem como, quando o valor observado se aproximar do pior valor, o índice tenderá a 0 (pior situação). Assim, a expressão 1 foi utilizada para quantificar o IDEF.

Nessa pesquisa, o IDEF foi construído utilizando-se a quantidade de defensivos aplicados (kg/ha) nos municípios. Como defensivos incluíram-se categorias de pesticidas, acaricidas e fungicidas. Esses dados foram obtidos por categoria de uso e se referem ao total de defensivos agrícolas utilizados nas áreas pesquisadas. Os dados encontrados tomaram por base, as informações disponíveis junto dos órgãos especializados e na revisão de publicações técnico-científicas, baseados no pressuposto de que quanto maior o uso de defensivos agrícolas, maior o potencial de contaminação. O melhor e pior valor considerado para o uso de defensivos por cultura estão sintetizados na Tabela 10.

Tabela 10. Índice e indicadores do IDEF

Índice	Indicadores	Parâmetros para Cálculo dos Índices	
		Limites de Indicadores	
		Melhor	Pior
Índice de Potencial de Contaminação do uso de defensivo agrícolas- IDEF	Soja	30,0	0
	Milho	18,0	0
	Algodão	40,0	0
	Feijão	9,0	0

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Silva (2007).

Posto isso, o IDEF foi obtido a partir dos valores médios da quantidade utilizada de defensivo (kg/ha) por cultura na região. Esses valores são os indicadores de potencial de contaminação e foram utilizados como média do valor observado (vo). Portanto, o IDEF é descrito na expressão 2.

$$IDEF = \left[\frac{\sum_{i=1}^4 IQDEF_i}{4} \right] \quad (2)$$

Em que, $IQDEF_i$ = Índice de quantidade de defensivo agrícola utilizado; $i = 1,2,3,4$, para cada cultura considerada ($i = 1$ algodão; $i = 2$ milho; $i = 3$ feijão; $i = 4$ soja).

A partir da expressão 2 foi possível calcular o valor de IDEF dos municípios dentro do período de 2006 -2019.

4.3.2 Resultado e Discussão

De acordo com a metodologia proposta na seção 4.3.1, procedeu-se ao cálculo do IDEF para a região. Os dados constantes da Tabela 10 mostram a média da quantidade de defensivos agrícolas (Kg/ha)²⁷ por cultura, bem como os índices de potencial de contaminação de uso de defensivos agrícolas para cada município produtor de grãos. Os dados apontam que a soja é a lavoura que apresenta maior potencial de contaminação, com valor médio de 0,30 (sustentabilidade ruim) em todos os municípios analisados, conforme a Tabela 11. As lavouras de milho, algodão e feijão apresentaram potencial de contaminação que indica boa sustentabilidade, acima de 0,60.

De acordo com os dados da Tabela 11 os municípios de Luís Eduardo Magalhães e Formosa do Rio Preto obtiveram maior potencial de contaminação da soja com IDEF respectivos de 0,22 e 0,27, ou seja, indicam sustentabilidade ruim. Os resultados para os municípios de Barreiras e São Desidério também indicaram valores ruins de sustentabilidade, pois apresentaram IDEF para a soja nos valores de 0,31 e 0,37 para o ano de 2006.

Tabela 11. Índice de potencial de contaminação do uso de defensivos agrícolas por uso agrícola nos municípios produtores do Oeste Baiano, 2006-2019.

Cultura	IDEF	IDEF	(variação %)
	2006	2019	
São Desidério			
Algodão	0,686	0,756	10,3
Feijão	0,997	0,994	-0,3

²⁷ Para o presente estudo foi considerada pelo menos 2 (duas) aplicações por cultura, visto que as culturas analisadas são temporárias. E é comum na região o cultivo de duas safras ao ano.

Milho	0,943	0,934	-0,9
Soja	0,374	0,315	-15,8
Barreiras			
Algodão	0,758	0,834	10,0
Feijão	0,995	0,989	-0,6
Milho	0,933	0,935	0,2
Soja	0,314	0,242	-22,9
Formosa do Rio Preto			
Algodão	0,813	0,872	7,3
Feijão	0,998	0,992	-0,6
Milho	0,917	0,958	4,4
Soja	0,272	0,174	-36,1
Luís Eduardo Magalhães			
Algodão	0,835	0,886	6,1
Feijão	0,996	0,991	-0,5
Milho	0,949	0,945	-0,4
Soja	0,220	0,178	-19,1

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados do IBGE/PAM (2020).

Os dados apresentados acima tornam-se motivo de preocupação, haja vista que, a cultura da soja utiliza cerca de 30 kg/ha de insumos e defensivos no seu processo produtivo. Ademais, a soja constitui-se na lavoura com a maior participação em hectares plantados no território em análise. Dessa forma, a cultura da soja apresenta um indicativo de que o seu cultivo, pode estar causando efeitos deletérios a toda cadeia trófica²⁸ do meio ambiente local com sérias consequências para a população local. De modo que ao atingir indiscriminadamente diversas formas de vida, provoca desequilíbrios no ecossistema local, através da contaminação do solo e da água que afeta os animais aquáticos bem como as populações que vivem no entorno.

²⁸ A cadeia trófica também chamada de cadeia trófica pode ser definida como uma sequência linear da transferência de matéria e energia em um ecossistema, na qual é possível observar uma sequência de organismos servindo de alimento para outros.

A Tabela 11 apresenta os resultados dos valores encontrados do IDEF para os municípios que corresponde ao ano de 2019. Os dados revelam a lavoura da soja como aquela que apresenta um maior potencial de contaminação do solo pelo uso de defensivos agrícolas dentre as culturas observadas, com um valor médio em torno de 0,221 (sustentabilidade ruim) dentre os municípios analisados, resultado semelhante ao ano de 2006. O maior valor de IDEF para a soja foi encontrado nos municípios de Formosa do Rio Preto e Luís Eduardo Magalhães. No município de Formosa do Rio Preto a cultura da soja ocupou área de 403.108 ha, o que correspondeu a 80% da área plantada. Em Luís Eduardo Magalhães a soja ocupou 79% da área destinada à produção de grãos.

A partir dos dados apresentados, pode-se inferir que houve variação do IDEF para a cultura da soja para todos os municípios analisados, indicando aumento do potencial de contaminação ao longo do período analisado e, como consequência, indicador de insustentabilidade ambiental do processo produtivo. No município de Barreiras foi observada variação de 22%, passando de 0,31 em 2006 para 0,24 em 2019. Em Formosa do Rio Preto a variação foi em torno de 37%, de 0,27 para 0,17 no mesmo período. E, por fim, no município de Luís Eduardo Magalhães a variação observada foi negativa de 0,22 para 0,17. Os dados demonstraram que nos municípios de Formosa do Rio Preto e Luís Eduardo Magalhães houve aumento do potencial de contaminação por defensivos agrícolas no solo, nas quais apresentaram em 2019 IDEF indicador sustentabilidade péssima.

Também foi realizada uma simulação com a construção de cenário hipotético no qual a área plantada com soja seria substituída pela cultura do feijão, conforme Tabela 12. A simulação foi realizada utilizando o município de São Desidério como parâmetro de análise. Para a construção do cenário realizou-se a substituição dos valores correspondentes à área plantada de soja pela área plantada de feijão e os resultados estão dispostos na Tabela 12.

Tabela 12. Índice de potencial de contaminação do uso de defensivos agrícolas por uso agrícola dos municípios produtores do Oeste Baiano, 2019 (simulação).

Cultura	Área (ha)	Índice de Potencial Contaminação do uso de defensivo agrícola (IDEF)
São Desidério (BA)		
Algodão	125.194	0,531
Feijão	384.150	0,664

Milho	55.240	0,874
Soja	13.815	0,956
Barreiras (BA)		
Algodão	31.416	0,655
Feijão	185.500	0,563
Milho	25.130	0,866
Soja	9.800	0,917
Formosa do Rio Preto (BA)		
Algodão	48.421	0,700
Feijão	403.108	0,466
Milho	33.100	0,901
Soja	13.915	0,934
Luís Eduardo Magalhães (BA)		
Algodão	18.991	0,886
Feijão	177.610	0,470
Milho	18.800	0,873
Soja	7.380	0,921

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados do IBGE/PAM (2020).

Os resultados encontrados sugerem que, o cenário apresentado na simulação, no qual a área plantada de soja fosse substituída pela cultura do feijão, ainda assim, a lavoura do feijão apresentaria menor potencial de contaminação, com uma média de 0,50 de IDEF. Os dados comprovam que ainda que houvesse uma expansão da área plantada de feijão, com aumento em torno de quase 3.000%, o potencial de contaminação comprometeria menos o solo do que a cultura da soja. Portanto, a produção de feijão mostrou-se mais sustentável do ponto de vista ambiental, visto que implica em quantidades significativamente menores de aplicação de agrotóxicos e conseqüentemente, menor contaminação do solo.

Em outro cenário hipotético, no qual a área plantada de feijão fosse ocupada pela soja, o que significaria uma redução considerável na área plantada, o valor do IDEF foi de 0,90. A redução da área plantada contribuiu para menor índice de potencial de contaminação para a cultura da soja. A partir dos dados obtidos pode-se inferir que a diminuição da área plantada

pela soja e outros *commodities* via substituição por outras culturas, à exemplo de feijão, poderia contribuir para um processo de produção regional mais sustentável e de menor capacidade de danos ao meio ambiente.

Martins (2010) realizou um estudo comparativo entre microbacias com diferentes padrões econômico-ambientais para o estado do Tocantins com base no cálculo do IDEF. O resultado encontrado para a cultura da soja foi de 0,671, indicando índice de potencial de uso de defensivos agrícolas para a cultura da soja relativamente baixo, nos limites da área plantada em torno de 15.154 ha. O IDEF para essa região foi considerado bom e o motivo aparente pode estar relacionado a área cultivada pela cultura da soja ser relativamente pequena, o que implica no menor uso de defensivos.

Diante dos dados encontrados, percebe-se que o cenário atual coaduna para a expansão da área plantada de soja, logo contribui para a intensificação do uso do solo e degradação ambiental, conforme discussões anteriores. Isto posto, a exploração da produção agrícola via *commodities* com destaque para a soja, configura padrão de reprodução que incentiva degradação do ambiental, uma vez que, intensifica a contaminação de solos.

Dentre os municípios baianos que integram o ranking de consumo de agrotóxicos estão São Desidério e Formosa do Rio Preto ocupando o terceiro e sexto lugar, com 10,2 milhões e 8,1 milhões e consumo, respectivamente (PIGNATI, *et al*, 2017). Justamente, foram estes dois municípios que apresentaram expansão nas áreas plantadas de soja nos últimos 13 anos. Conforme os resultados encontrados no cálculo do IDEF para o ano de 2019, a cultura da soja foi a que mais deteve potencial de contaminação do solo por defensivos agrícolas, com valor médio de 0,19. Para os municípios em questão, os valores estimados foram de 0,31 e 0,16, respectivamente. Dessa forma, diante dos resultados encontrados, os dados sugerem que a atividade desenvolvida na região sustentada na produção de grãos contribuiu e configura vetor importante para aumento do potencial de contaminação do solo com a aplicação de defensivos agrícolas, sobretudo, na produção de soja.

Em virtude da importância econômica e comercial que a exploração da agricultura nas fronteiras, a exemplo do Cerrado, vem ganhando nos últimos anos e como consequência disso, há pressão cada vez maior de substituição recursos naturais por estas atividades produtivas. Assim, no próximo capítulo propomos realizar uma avaliação acerca da utilização da água na agricultura, especialmente no processo de produção regional com as culturas do milho, soja, algodão e feijão.

5. PRODUÇÃO AGRÍCOLA E USO DE RECURSOS HÍDRICOS NA REGIÃO OESTE DA BAHIA

Neste capítulo investigamos a utilização da água nas lavouras selecionadas, e, para isso elaboramos a estimativa para cada município individualmente com o objetivo de quantificar e analisar os efeitos ambientais do consumo regional de água no processo de produção das lavouras. Também buscou-se estimar e analisar a quantidade de água exportada no comércio de *commodities* agrícolas. Embora reconheçamos as limitações deste tipo de análise, é importante avaliar os impactos ambientais da utilização da água no meio ambiente.

Assim, na seção 5.1. destacamos a relevância da água para o setor agrícola e considerações sobre a água virtual e pegada hídrica. A metodologia utilizada e o cálculo da pegada hídrica e da água virtual para cada município são apresentados na seção 5.2, onde descrevemos as variáveis utilizadas. Na seção 5.3, estimamos a água virtual dos municípios produtores a partir da metodologia proposta por Hoekstra *et al.* (2011). Apresentamos o valor agregado para todos os municípios em conjunto na seção 5.4. Finalmente, na seção 5.5, estimamos a quantidade total de água exportada por via das *commodities* agrícolas.

5.1. A RELEVÂNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS NO SETOR AGRÍCOLA - PEGADA HÍDRICA E ÁGUA VIRTUAL

A água é um dos principais recursos naturais do planeta e o seu valor é inestimável. Ela é fundamental para a sobrevivência dos seres vivos, além de possibilitar a produção de alimentos e o desenvolvimento de muitas atividades em termos de reprodução social. Embora seja essencial, a preocupação com a escassez da água suscita debates importantes sobre o uso e a conservação, em razão de sua essencialidade e finitude.

A preocupação com a utilização dos recursos hídricos naturais vem ganhando notoriedade nas discussões e estudos sobre o tema, especialmente devido a persistência de longos períodos de estiagem e diminuição do volume dos rios e ao aumento acentuado dos níveis de poluição da água. Por isso a água ganha destaque e é parte importante da agenda ambiental. Dados do PNUMA (2010) indicam que menos de 1% dos recursos de água doce do planeta se encontra disponível para o uso humano e dos ecossistemas.

Alguns determinantes do crescimento na demanda e consumo de água doce consistem basicamente da taxa de crescimento populacional, mudanças de hábitos alimentares e demanda para o sistema de irrigação (GLEICK, 2000; PERRY, 2007). Dessa maneira, o consumo consciente da água mostra-se fundamental para a sobrevivência e a sustentabilidade de populações globais.

Segundo Marques (2016), há descompasso entre o aumento da população e o consumo mundial da água, no período de 1990 - 2010, a população mundial passou de 5,5 para 6,8 bilhões de pessoas, um crescimento abaixo de 20%, por outro lado, o consumo humano da água aumentou 100% (MARQUES, 2016, p.134). Para Marques (2016), o aumento de consumo não deve ser considerado fator principal de demanda por água, mas o consumo humano para variados fins, inclusive, o uso na irrigação destinado a produção de alimentos. O Quadro 6 mostra os dados de consumo diário da água em nove países.

Quadro 6- Consumo de água potável para nove países de maior consumo no mundo

Consumo de água potável em litros <i>per capita</i> por dia	
Estados Unidos	575
Noruega	301
Suécia	195
Brasil	150
<i>Rio de Janeiro</i>	189
<i>Mato Grosso</i>	168
<i>São Paulo</i>	177
Reino Unido	149
China	86
Nigéria	36
Etiópia	15
Moçambique	4

Fonte: Marques (2016).

Estados Unidos, Noruega, Suécia e Brasil ocupam posições no *ranking* de países de maior consumo. No Brasil, três estados, a saber, Rio de Janeiro, Mato Grosso e São Paulo consomem diariamente em média quatro vezes mais o total observado em Moçambique. Os dados do Quadro 8 mostram que o estado de Mato Grosso detém consumo de 168 litros de água potável por dia, quantidade que corresponde ao volume total de água consumido diariamente na China, Nigéria, Etiópia e Moçambique em conjunto. O elevado consumo de água observado no estado do Mato Grosso pode estar relacionado à demanda de água para a produção agrícola, responsável por 36,8 milhões de toneladas de soja na safra 2020/2021, o

que representa 27% da produção nacional. O estado do Mato Grosso lidera a produção brasileira de soja (CONAB, 2020).

Trabalho de Moreira *et al.* (2012), sobre contaminação das águas superficiais e da chuva por agrotóxicos no estado do Mato Grosso, mostra que os municípios de Lucas do Rio Verde e Campo Verde se destacam como maiores produtores de soja, milho e algodão do país, e se destacam quanto a presença de diferentes resíduos agrotóxicos nas amostras coletadas de águas superficiais e da chuva nestes dois municípios.

Hoekstra e Chapagain (2007) realizaram estudo sobre a utilização setorial da água e o setor agrícola se destaca participação de 70% do consumo total de água no planeta, sendo o setor de maior uso de água doce no processo produtivo. Maracajá *et al* (2012, p.114) reportam dentre outros fatores, que “o uso da água doce está totalmente relacionado à problemas de escassez e poluição, neste último caso, devido principalmente a utilização pesticidas na agricultura e poluentes emitidos ao ar e à água”. A preocupação reside no fato de que o modelo de agricultura desenvolvida em diferentes países se caracteriza pelo uso intensivo de fertilizantes e herbicidas inevitavelmente lançados ao solo podendo potencialmente contaminar as fontes e os reservatórios de água.

De acordo com Montoya e Finamore (2019), o agronegócio brasileiro respondeu em 2015 por 18,85%, equivalente 605.358 hm³ de toda a água consumida no país. O Brasil se destaca mundialmente no *ranking* que integra países produtores de *commodities*, à exemplo da soja, milho e algodão. O aumento da demanda mundial por essas *commodities*, bem como, os problemas da escassez de água são fatores preocupantes e do debate sobre o consumo desse recurso, e, conforme descrições do capítulo 4, a produção de soja se define como lavoura de maior demanda de fertilizantes e defensivos agrícolas ao longo da cadeia de produção.

Os dados referentes a disponibilidade e uso da água no Brasil indicam que cerca de 55% dos municípios brasileiros estão sujeitos à escassez nos próximos anos. Isso fez com que Marques (2016) considere:

Um levantamento realizado pelo SOS Mata Atlântica em 2011 mostra que 49 rios em 11 estados brasileiros estão ameaçados, sendo que 24% deles apresentam alto grau de poluição por agrotóxicos, fertilizantes e esgotos, e nenhum se encontra em situação considerada ótima ou boa, segundo o índice de Qualidade da água (IQA) do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) (MARQUES, 2016, p.139).

Neste sentido, Paz *et al.* (2000, p.446) chamam a atenção para o fato de que “o manejo adequado da água poderia conduzir a excelentes resultados na produção de alimentos, porém o uso inadequado pode causar alteração do meio físico natural”. Aspectos positivos a considerar na produção de alimentos via irrigação e utilização da água reside no aumento da oferta de alimentos e possibilidades de preços declinantes. Por outro lado, as técnicas de irrigação vêm sendo cada vez mais utilizadas em várias partes do mundo, principalmente nas regiões de escassez e irregularidades de chuvas. A utilização frequente da irrigação modifica o ambiente podendo ocasionar erosão e contaminação do solo via transporte de nutrientes.

Para Marques (2016), a explicação de aumento da escassez hídrica se dá devido a maior consumo *per capita*, que tem na expansão da agricultura irrigada fator preponderante. O uso dos recursos hídricos está também associado à desigualdade de distribuição e uso do recurso, de maneira que Hokestra e Chapagain (2008) alertam a água no mundo está intimamente relacionado ao consumo final (HOKESTRA; CHAPAGAIN, 2008).

No contexto da preocupação com a escassez de recursos hídricos, a Pegada Hídrica emerge como importante ferramenta para estimar e analisar o consumo da água (HOEKSTRA *et al.*, 2011). Segundo Hoekstra *et al.* (2011) a pegada hídrica se baseia na premissa metodológica de contribuir para a compreensão dos efeitos da escassez, com a finalidade de encorajar alternativas para melhorar a gestão hídrica. Nesse intuito, o conhecimento da vulnerabilidade hídrica de determinada região possibilita que a exploração possa ser evitada nas regiões de maior escassez, sugerindo que o consumo seja redirecionado para regiões de maior abundância.

Ao longo dos anos, a pegada hídrica desperta interesse dos pesquisadores que buscam analisar e compreender a dinâmica do fluxo da água virtual, assim como, a quantidade de água utilizada nos mais diversos sistemas de produção. Portanto, o conceito de pegada hídrica tem sido usado como indicador de consumo por pessoas e produtos (ZHAO *et al.*, 2009; ROMAGUERA *et al.*, 2010; FENG *et al.*, 2011).

O conceito água virtual foi introduzido por John Anthony Allan em meados da década de 1990 ao questionar o motivo pelo qual ainda não tenha ocorrido uma guerra pelo uso da água. Segundo Allan (1997) haveria um intercâmbio agregado no comércio de mercadorias nas quais estariam volumes substanciais de recursos hídricos em formato virtual. Desse modo, embora fator integrante de produção, a água não permanece presente nos itens elaborados e

isto permitiria tanto contornar a escassez interna como mitigar possível rivalidade e disputa pelo uso (ALLAN, 1997).

A partir do conceito de água virtual, Allan expandiu uma nova abordagem, que após quase duas décadas, logrou êxito em obter reconhecimento global por destacar a importância de estudos relacionados ao tema, o que serviu de parâmetro para a discussão sobre metas regionais e globais no âmbito do debate sobre a segurança dos recursos hídricos. O conceito disseminado por Allan (1994;1998) vem sendo utilizado por vários autores, tais como, Rodrigues (2003), Renault (2002), Hoekstra e Hung (2002), Hoekstra (2003), Hoekstra e Chapagain (2005) e Cortez (2005).

Segundo Hoekstra (2003), a água virtual consiste na água usada do processo de produção de determinado produto agrícola ou industrial, refere-se à água contida no produto final. A este respeito, Hoekstra (2003, p. 3) demonstra que, “para produzir 1Kg de grãos, por exemplo, são consumidos aproximadamente de 1.000 a 2.000 litros de água, o equivalente a 1 m³ e 2 m³”. Nesta base, o autor afirma que, quando dado país exporta um produto intensivo em água, ele exporta, água em formato virtual.

A partir desse pressuposto, os países deveriam cooperar mutuamente quanto as necessidades de água. Assim, o comércio de água embutida nas mercadorias, torna-se cada vez real e atenua os problemas enfrentados por países ou regiões que, devido à localização geográfica e limites nas condições edafoclimáticas²⁹ seriam assolados com déficit hídrico.

Por seu turno, Renault (2002) entende que o conceito de água virtual está associado à água incorporada ao produto ao longo do processo de produção. E, portanto, torna-se possível calcular a água embutida tanto em produtos agrícolas, a exemplo das *commodities*, quanto em produtos industrializados.

Conforme Hoekstra (2003) esse conceito apresenta duas possibilidades práticas de uso, a sua aplicação em estudos sobre o comércio de água virtual como instrumento para garantir a segurança e a conscientização sobre o uso eficiente da água. Hoekstra e Hung (2002; 2003) denotam que embora o uso de tecnologias e o preço da água contribuam para aumentar o uso

²⁹ As condições edafoclimáticas referem-se às características definidas através de fatores ambientais tais como o clima, o relevo, a temperatura, a humidade do ar, a radiação, o tipo de solo, o vento, a composição atmosférica e a precipitação pluvial.

eficiente e definir parâmetros para alocação do uso da água local, o comércio de água pode ser instrumento de eficiência³⁰ do uso global.

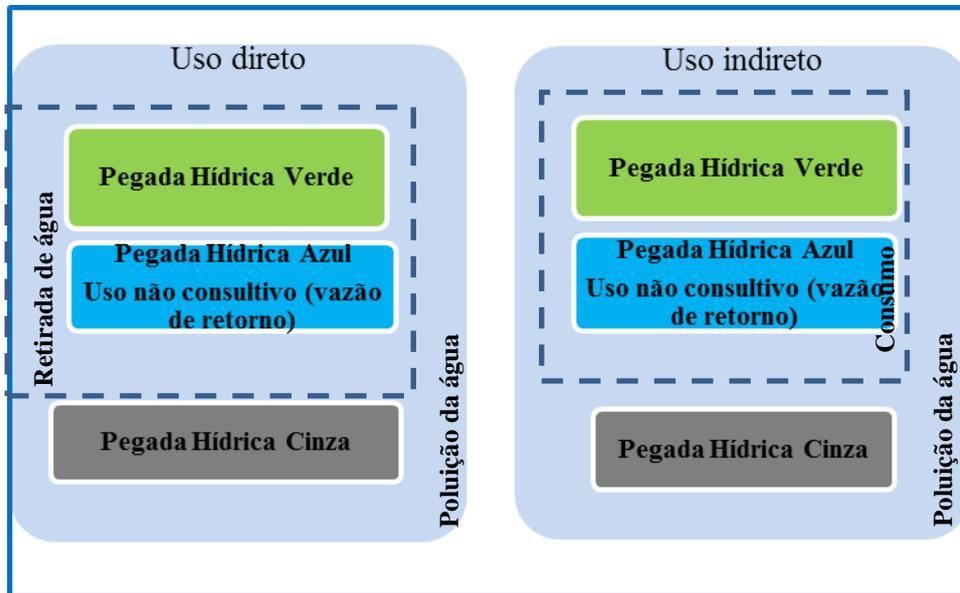
Outro conceito proposto por Hoekstra (2003) decorre de que o conteúdo de água virtual de um produto reflete sobre a quantidade de água necessária para a sua produção. Isso fornece suporte para classificação de produtos que mais demandam água no processamento e por consequência, o impacto ambiental. Portanto, o conceito de água virtual abarca várias possibilidades de estudo sobre formas de sua utilização via comercialização de produtos, bem como, acompanhar e identificar seu fluxo.

Hoekstra e Hung (2002) introduziram o conceito de pegada hídrica como o conteúdo cumulativo de água virtual de todos os bens e serviços consumidos por um indivíduo ou grupo (HOEKSTRA; HUNG, 2002). O cálculo da pegada hídrica é uma ferramenta importante para analisar e estimar o consumo de água no mundo. Para Hoekstra *et al.* (2011), pegada hídrica difere da abordagem de consumo de água: o indicador usual não contabiliza o consumo quando a água é restituída ao meio ambiente.

Outro aspecto diferencial entre estes dois emerge do fato de que a pegada hídrica considera a água proveniente da chuva, a umidade do solo e a água que se tornou poluída durante o processo produtivo (HOEKSTRA *et al.*, 2011). A Figura 5 ilustra o método de contabilização de componentes da pegada hídrica.

³⁰ O Termo “eficiência” está relacionado com a possibilidade de conseguir o melhor rendimento com o mínimo de erros ou dispêndios desnecessários. No caso específico da água, mitigar e dirimir desperdícios.

Figura 5. Representação esquemática dos componentes da pegada hídrica.



Fonte: Elaboração própria, adaptado de Hoekstra *et al* (2011).

De acordo com a Figura 5, a pegada hídrica de um consumidor é calculada pela soma de suas pegadas hídrica direta e indireta, em que na forma direta corresponde o consumo e à poluição da água que é utilizada para consumo doméstico conforme. A indireta está associada ao consumo e à poluição da água utilizada na produção de bens e serviços (HOEKSTRA, 2011). Conforme Hoekstra e Chapagain (2007; 2008), os indicadores da pegada hídrica correspondem a apropriação da água da produção de bens e serviços associada ao uso poluição sobre a cadeia de produção.

Para Hoekstra *et al.* (2011) a água virtual de um produto é a soma resultante das pegadas hídricas azul, verde e cinza. A pegada hídrica se divide em três componentes descritos como pegada hídrica azul, pegada hídrica verde e pegada hídrica cinza. A azul corresponde ao indicador do consumo de “água azul” que se refere à água doce superficial e/ou subterrânea consumida no processo de produção.

Segundo Hoekstra *et al.* (2011) o termo “uso de água de consumo” se refere a um dos quatro casos que podem ocorrer durante o processo de produção, tais como, evaporação; água incorporada ao produto; o não retorno da água para a área de captação e o não retorno da água no mesmo período (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

O conceito de pegada hídrica verde também é definido por Hoekstra *et al.* (2011) como água oriunda da precipitação, que não é aquela retirada nem armazenada dos mananciais, e, sim, armazenada temporariamente no solo ou permanece temporariamente na superfície do solo ou da vegetação. Já a Pegada hídrica cinza indica o grau de poluição associada ao processo de produção de modo que, Hoekstra *et al.* (2011) consideram como o volume de água doce demandado durante o processo de produção de um produto para assimilar a carga de poluentes baseando-se nas concentrações naturais e nos padrões de qualidade da água existentes.

Dentre os estudos realizados no Brasil, Bleninger e Kotsuka (2015) visaram analisar a aplicabilidade do conceito de pegada hídrica e realizaram um estudo sobre a pegada hídrica de um produto agrícola, em que a soja foi o produto objeto da análise. O estudo apresentou como resultado que a pegada hídrica da soja cultivada na região de Maringá, no estado do Paraná obteve o valor de 2.210 m³/t e a pegada hídrica do óleo de soja produzido no município de Araucária foi de 6. 201 m³/t.

Nessa mesma direção, Santos *et al.* (2019) realizaram estudo sobre a Pegada Hídrica da soja na região do Cerrado. O trabalho analisou a Pegada Hídrica da produção de soja no Cerrado dos estados das regiões Norte e Nordeste, com a análise da pegada hídrica proposta para dois cenários futuros. Os resultados constataram que a pegada hídrica absoluta apresentou aumentos significativos em todos os cenários propostos, devido à tendência de expansão das áreas de cultivo, o que pode colocar a região em situação de crise hídrica.

Ainda a respeito de estudos relacionados a pegada hídrica de produtos agrícolas, Santos *et.al.* (2021) realizaram um estudo sobre a pegada hídrica da soja nos municípios produtores de grãos da região Oeste da Bahia. Os resultados são de aumento de 10% no consumo de água verde e aumento de 90% no consumo de água cinza ao longo do período analisado. Os resultados indicam que está se utilizando quantidade significativa de água para diluir os resíduos decorrentes dos produtos utilizados nas lavouras durante o processo produtivo.

A metodologia de Pegada Hídrica proposta por Hoekstra *et al.* (2011) adotada neste estudo, a despeito de apresentar algumas limitações, pode ser considerada uma metodologia adequada para a realização da análise da utilização da água na região produtora de grãos da região Oeste da Bahia.

Os resultados obtidos com base na metodologia acima descrita suscita o debate sobre as consequências ambientais que a produção agrícola em grande escala pode provocar na região em estudo, que em complemento ao estudo complementar à contaminação do solo contribuem para a análise dos danos ambientais causados pelo processo produtivo.

5.2. A “PEGADA HÍDRICA” E ÁGUA VIRTUAL NO CONTEXTO DA REPRODUÇÃO DO CAPITAL DO OESTE BAIANO

A crescente produção de grãos e a expansão das áreas destinadas ao cultivo de *commodities* agrícolas observadas nos últimos anos na região Oeste da Bahia tem sido motivo de preocupação no que tange ao uso e conservação dos recursos naturais da região, sobretudo, a água e o solo. A agricultura, em si, caracteriza-se como atividade que ao longo do tempo tem provocado acelerada degradação da qualidade das águas, como consequência da erosão das chuvas que retira os nutrientes do solo, bem como, o uso indiscriminado de agrotóxicos e a ampliação de cultivos irrigados. A estratégia de desenvolvimento regional e local baseada na produção em grande escala, tecnificada e mecanizada potencializa a pressão sobre os ecossistemas locais e regionais.

Para atendermos os objetivos propostos no trabalho, estimamos pegada hídrica (PH) para os quatro municípios da região do Matopiba com a finalidade de contabilizar a utilização de água no processo de produção nas lavouras de milho, soja, algodão e feijão. No cálculo da PH fez-se uso de variáveis de produtividade, rendimento médio, aplicação de agrotóxicos e fertilizantes obtidos da base de dados do Panorama Agrícola Municipal – PAM, entre 2006 - 2019.

Esses dados são disponibilizados pelo IBGE (IBGE, 2020) e organizados por municípios. Também, em consultas à base de dados do Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (SEIA) do estado da Bahia (SEIA, 2020) foi possível a obtenção de dados referentes à evapotranspiração e a precipitação pluviométrica. Os dados de evapotranspiração foram estimados mediante médias de observações anuais municipais e aqueles referentes à precipitação foram considerados no intervalo de 14 anos, entre 2006 e 2019.

5.2. 1. Procedimento Metodológico: Estimativa de Pegada Hídrica como medida de exportação da água na produção agrícola regional

A estimativa do volume de água virtual associado à produção de soja, feijão, milho e algodão nos municípios produtores de grãos no Oeste Baiano entre 2006 e 2019, foi efetuado em três etapas. Essas etapas correspondem a estimação da água azul, verde e cinza em conformidade com a proposta de Hoekstra *et al.* (2011) que envolve os indicadores da pegada hídrica para o cultivo de grãos, de modo a contabilizar diferentes usos da água ao longo da produção.

Dessa maneira, para o cálculo da Pegada Hídrica, as variáveis Evapotranspirações - (ET_o) dadas em médias dos municípios foram obtidos mediante o método de Pennan-Montelt (1998). Portanto, o valor da Evapotranspiração por cultura (ET_c) foi obtido a partir da expressão (3):

$$ET_c = \left[ET_o \times \left(\frac{1}{365} \right) \cdot T_c \cdot Sc \cdot Kc \right] \quad (3)$$

em que, **ET_o** = evapotranspiração do município, dado em milímetros; **Kc** = coeficiente da cultura, disponibilizado pela tabela da FAO 56 (2009); T_c = período de plantio até a colheita, dado em dias³¹; e, Sc = número de safras da cultura³².

Neste tipo de estudo, a estimativa de precipitação efetiva (PEF) normalmente é obtida a partir de dados de Pluviometria dos municípios. Portanto, foram coletados os dados de pluviometria (PT_{total}) em milímetros (mm) para cada município. De posse dos dados pluviométricos, adotou-se a fórmula empírica da AGLW/FAO³³, para estimação da perda de nutrientes do solo através do escoamento superficial e percolação, conforme as expressões (4) e (5):

$$PEF = 0,6 \times PT_{total} - 10, \text{ se } PT_{total} \leq 70 \text{ mm} \quad (4)$$

$$PEF = 0,8 \times PT_{total} - 24, \text{ se } PT_{total} > 70 \text{ mm} \quad (5)$$

A partir dessas formulações, foram obtidas a Evapotranspiração por cultura e a Precipitação Efetiva (PEF) dos municípios³⁴. De conformidade com a metodologia proposta por Hoekstra

³¹ Para cada cultura foi considerado período do plantio até a colheita, a saber: para a soja 120 dias; o milho 90 dias; o algodão 180 dias e o feijão 45 dias.

³² De acordo com a região em estudo, o número de safras consideradas para cada lavoura foi o total de 2 (duas) safras.

³³ O método da AGLW/FAO foi desenvolvido em climas árido e sub-úmido estimando-se perdas por escoamento superficial e percolação.

³⁴ A Evapotranspiração da Cultura e a Precipitação Efetiva são dispostas em Milímetros (mm). Para tanto, realizou-se uma conversão de medida, para transformar os dados de mm para metros cúbicos por hectares

et al. (2011), a PH azul é o indicador de consumo de água doce superficial e/ou subterrânea durante o processo de produção. Para estimativa de consumo de água azul calculou-se o valor correspondente à evapotranspiração azul e posteriormente foram encontrados valores da PH azul. O cálculo foi apresentado em termos de uma função composta pelo valor máximo obtido a partir da diferença entre a Evapotranspiração da cultura (ETc) e a Precipitação Efetiva (Pef) resultante das expressões (3), (4) e (5). Assumiu-se que, se o resultado da diferença for negativo, o valor adotado será zero, conforme equação (6):

$$ET_{Azul} = [\max(0, ETc - P_{ef})] \quad (6)$$

Neste sentido, a medida da PH Azul foi obtida da divisão entre o valor da Evapotranspiração Azul e o rendimento da cultura, conforme (7):

$$PH_{Azul} = \left[\frac{ET_{Azul}}{RM} \right] \quad (7)$$

em que, ET Azul = Evapotranspiração Azul; RM = o Rendimento médio da cultura em t/ha³⁵.

Segundo Hoekstra *et al.* (2011), a PH verde corresponde ao consumo de água das precipitações. Portanto, o cálculo da PH verde deriva de valores resultantes da evapotranspiração verde e foi desenvolvido por meio de uma função do valor mínimo entre a Evapotranspiração da Cultura (ETc) e a Precipitação Efetiva, conforme (8).

$$ET_{Verde} = [\min(ETc, P_{Ef})] \quad (8)$$

Neste sentido, o cálculo da PH Verde foi obtido a partir da divisão entre a Evapotranspiração Verde e o rendimento médio da produção da cultura, como se mostra em (9):

$$PH_{verde} = \left[\frac{ET_{verde}}{RM} \right] \quad (9)$$

em que, ET_{verde} = Evapotranspiração Verde; RM = o Rendimento médio da cultura em t/ha. Finalmente, a estimativa de PH cinza será obtida da aplicação da equação (10):

$$PH_{Cinza} = \left[\frac{L \times \left(\frac{CP}{C_{Max} - C_{Nat}} \right)}{RM} \right] \quad (10)$$

(m³/ha). A transformação foi realizada a partir da multiplicação e divisão consecutiva por 10.000 metros quadrados, conforme a equação: $mm = m \times 10^{-3} \times \frac{10^4}{10^4} \times \frac{m^2}{m^2} = 10m^3 \times ha^{-1}$.

³⁵ O Rendimento médio de cada cultura foi obtido através dos dados disponíveis na base de dados do Panorama Agrícola Municipal –PAM, IBGE (2020).

em que, L = a fração da lixiviação sobre o escoamento³⁶; CP = carga de poluentes que entra no sistema em t/ha ³⁷; C_{max} = concentração máxima aceitável de poluentes no sistema em t/m^3 ³⁸; C_{nat} = concentração natural de poluentes em um corpo de água, dado em t/m^3 ³⁹.

A partir das expressões acima descritas foram estimadas as PH azul, verde e cinza para a obtenção do volume total de água na produção de grãos dos municípios produtores na região Oeste do estado da Bahia, no período de 2006 a 2019.

Os resultados obtidos foram agregados conforme a Tabela 13 e mostram que, em 2006 o município de Barreiras com a produção de milho teve como principal componente da PH, a água verde, com 2.184,56 m^3/t , representando 68,9% do uso da água, tendo a origem da água provenientes de chuvas e irrigação.

Quanto a cultura do algodão, a PH de maior componente foi a de água azul com 5.361,18 m^3/t , ou seja, 68,1% da água consumida. Infere-se disso, que a cultura de algodão utilizou maior parte da água doce superficial e subterrânea durante sua produção. Em relação à cultura da soja, partes da água verde e azul usada na produção totalizou 5.298,74 m^3/t e 3.785,61 m^3/t , ou seja, 55,8% e 39,9% respectivamente. Foram recursos provenientes de chuvas, irrigação e águas doce superficial e subterrânea.

O valor significativo para a água cinza na cultura de soja foi de 410,3 m^3/t , maior valor entre as culturas do município. A cultura de soja usou um volume de água limpa para diluir os resíduos em 4 vezes mais que o volume usado nas demais culturas.

A cultura do feijão por sua vez necessitou de maior parte da água oriunda das chuvas. O componente água verde representou 99% da água total utilizada. Dentre os quatro tipos de culturas, o feijão foi o que mais consumiu a água verde, indicando que existe maior aproveitamento das águas pluviais nesta cultura. Assim, o uso da água verde no plantio de feijão teve destaque no aporte hídrico da cultura, pois ela apresenta vulnerabilidade diante das condições hídricas do solo.

³⁶ A fração de lixiviação adotada foi de 0,10 conforme apresentado no cenário Tier-1 proposto por Frankie *et al.* (2013). As frações máximas lixiviação/escoamento para as substâncias químicas foi de no máximo ($\alpha_{max} = 0,1$), conforme Franke *et al.* (2013).

³⁷ Cujos dados foram recolhidos mediante a soma da aplicação de agrotóxicos e do uso de fertilizantes em cada cultura analisada, ambos recolhidos no sítio eletrônico do IBGE (2020).

³⁸ Os dados foram obtidos a partir de Frankie *et al.* (2013).

³⁹ Para este estudo foi adotada a recomendação de Hoekstra *et al.* (2009) assumindo o valor da concentração natural de nitrogênio no corpo hídrico igual a zero.

Em 2006 o município de São Desidério apresentou os seguintes resultados, conforme a Tabela 13. A cultura do milho consumiu 70,3 % da água verde, 1.890,38 m³/t, indicando maior utilização da chuva e irrigação. A lavoura do Algodão utilizou 3.752,82 m³/t de água azul, o que representou 60,8% de toda a água consumida. A maior parte da água nesta cultura é proveniente da água doce de superfície e subterrânea.

A soja consumiu recursos hídricos de superfície e subterrânea em 50,4%, com 3.519,45 m³/t de águas de chuva ou irrigação. Observa-se que, a cultura da soja é exigente e demanda parcela significativa de água no seu cultivo. Finalmente, pela Tabela 13, a cultura do feijão em São Desidério consumiu em torno de 99% de água verde, mostrando a dependência desta cultura à chuva e irrigação.

Esses resultados mostram que o feijão demanda quantidades mínimas de água limpa para diluir a água poluída com a diluição de defensivos usados no cultivo, quando comparado com as culturas do milho, soja e algodão. Podemos concluir que, feijão é uma cultura de menor agressão ao meio ambiente em termos de externalidades no que se refere a contaminação da água, sendo, portanto, atividade de baixo risco à poluição das águas.

Tabela 13 - Pegada Hídrica Azul, Verde e Cinza da produção de milho, algodão, soja e feijão no estado da Bahia, 2006, em m³/t.

Milho	Barreiras	São Desidério	LEM	Formosa do Rio Preto	Total
Água Azul	960,8	762,2	660,7	2.588,6	4.972,3
Água verde	2.184,6	1.890,4	1.975,8	863,5	6.914,2
Água cinza	23,0	38,3	12,9	24,0	98,1
Água Virtual	3.168,3	2.690,8	2.649,4	3.476,0	11.984,6
Algodão	Barreiras	São Desidério	LEM	Formosa do Rio Preto	Total
Água Azul	5.361,2	3.752,8	4.529,9	5.754,7	19.398,6
Água verde	2.419,7	2.175,5	2.287,6	725,8	7.608,7
Água cinza	92,5	241,9	48,4	45,4	428,2
Água Virtual	7.873,4	6.170,2	6.865,9	6.525,9	27.435,4
Soja	Barreiras	São Desidério	LEM	Formosa do Rio Preto	Total
Água Azul	5.298,7	3.519,4	3.342,5	6.434,2	18.594,8
Água verde	3.785,6	3.405,0	3.578,9	1.136,1	11.905,7
Água cinza	410,3	58,1	357,6	276,0	1.102,0
Água Virtual	9.494,6	6.982,6	7.279,0	7.846,3	31.602,5
Feijão	Barreiras	São Desidério	LEM	Formosa do Rio Preto	Total

	Desidério			Preto	
Água Azul	0,3	0,2	0,2	1.382,2	1.382,8
Água verde	3.064,0	1.637,6	1.876,2	1.660,5	8.238,3
Água cinza	3,9	2,8	1,8	0,9	9,4
Água Virtual	3.068,2	1.640,6	1.878,1	3.043,6	9.630,5

Fonte: Estimado mediante dados do IBGE (2020) e SEIA (2020).

Já no município de Luís Eduardo Magalhães, observamos que as culturas de soja e o milho consumiram maior quantidade de água verde no período. A quantidade de água verde consumida nestas duas culturas teve origem de chuvas e do sistema de irrigação, com 1.975,79 m³/t (74,3%) e 3.578,95 m³/t (49,2%) para soja e milho respectivamente. Soja fez maior uso da água para diluir poluição, com utilização de 357,6 m³/t de água limpa. Isso mostrou que a produção da soja exige volume considerável de água limpa na diluição de poluentes ao longo do processo de produção. Chama-se atenção para o efeito de externalidade negativa com a produção de soja em termos de uso da água limpa na região.

A lavoura do algodão por sua vez, apresentou o maior consumo de água azul no seu processo produtivo, que é a água doce superficial ou subterrânea, o consumo correspondeu a 4.529,9m³/t (66%). Quanto à cultura do feijão, os dados configuram a mesma ocorrência observada nos municípios anteriores, que é o consumo de quase 99% da água verde oriunda de chuvas e irrigação.

No município de Formosa do Rio Preto, culturas de milho, algodão e soja consumiram maior quantidade de água azul, em grande parte proveniente da água doce superficial ou subterrânea, 2.588,6 m³/t, 5.754,7 m³/t e 6.434,2 m³/t, caracterizando 74,7%, 88,2% e 82%, respectivamente. Com feijão os dados indicaram maior consumo da água verde, 1.660,51 m³/t, 54,6% do volume total.

Os dados da Tabela 14 mostram indicadores de PH azul, verde e cinza em 2019. No município de Barreiras, as culturas do milho, do algodão e do feijão utilizavam durante a produção maior volume de água verde oriundas da chuva e irrigação, 78,1% com milho e 64,1% com a cultura de algodão e 99% com feijão. Salientamos que a água cinza usada com soja foi estimada em 308,2 m³/t e água azul em cerca de 2.859,6 m³/t durante a produção, 49,9% do volume de toda a água usada.

Em São Desidério as culturas do milho e feijão consumiram água verde, 97,7% e 99%, respectivamente. Com algodão foram 48,4% da água azul e 47% da água verde. A soja

consumiu o equivalente a 51% da água verde, oriundas das águas da chuva e de irrigação, o que correspondeu ao volume de 3.149,2 m³/t. A água cinza usada na cultura de soja foi estimada em 736,8 m³/t do total usada na diluição de resíduos.

Tabela 14 - Pegada Hídrica Azul, Verde e Cinza da produção e milho, algodão, soja e feijão no estado da Bahia, 2019, em m³/t.

Milho	Barreiras	São Desidério	LEM	Formosa do Rio Preto	Total
Água Azul	468,8	0,1	890,4	0,1	1.359,5
Água verde	1.739,3	1.545,4	798,3	1.968,5	6.051,4
Água cinza	17,8	36,0	11,7	25,1	90,7
Água Virtual	2.226,0	1.581,5	1.700,4	1.993,7	7.501,5
Algodão	Barreiras	São Desidério	LEM	Formosa do Rio Preto	Total
Água Azul	3.629,4	2.265,6	3.834,2	2.612,7	12.342,0
Água verde	1.977,5	2.201,3	1.029,4	2.791,2	7.999,5
Água cinza	52,2	217,6	31,2	93,1	394,1
Água Virtual	5.659,2	5.203,7	4.894,9	5.497,0	21.131,7
Soja	Barreiras	São Desidério	LEM	Formosa do Rio Preto	Total
Água Azul	2.859,6	2.335,2	2.785,1	1.633,0	9.612,9
Água verde	2.562,5	3.149,2	1.348,1	3.671,3	10.731,2
Água cinza	308,2	736,8	295,2	786,2	2.126,3
Água Virtual	5.730,3	6.221,2	4.428,5	6.090,5	22.470,4
Feijão	Barreiras	São Desidério	LEM	Formosa do Rio Preto	Total
Água Azul	0,3	0,3	0,3	0,4	1,3
Água verde	3.672,4	2.838,3	2.918,5	3.779,1	13.208,3
Água cinza	11,1	15,9	7,6	19,5	54,2
Água Virtual	3.683,9	2.854,5	2.926,4	3.799,0	13.263,9

Fonte: Estimado mediante dados do IBGE (2020) e SEIA (2020).

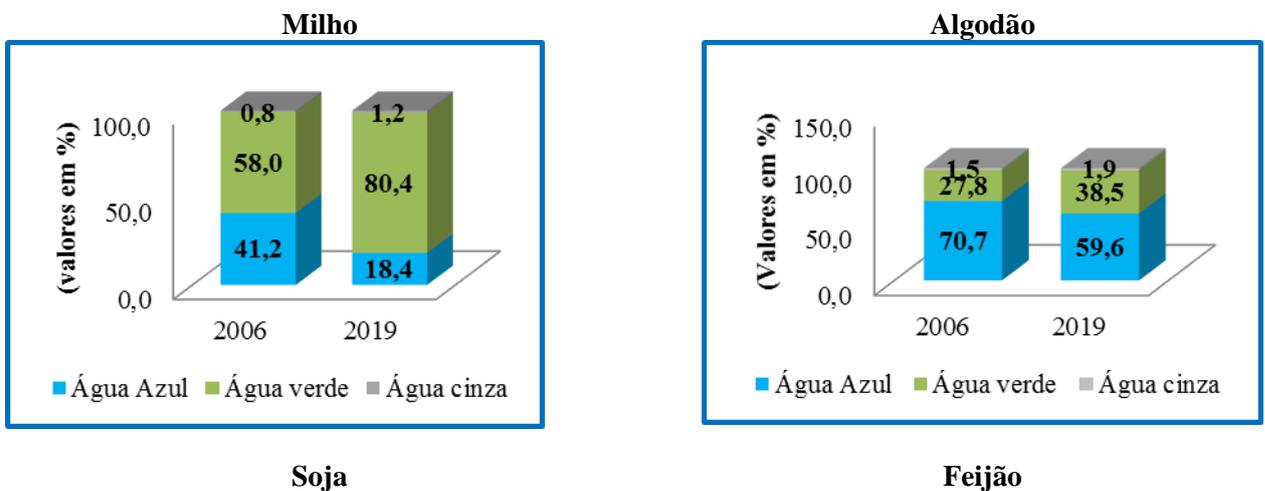
Em Luís Eduardo Magalhães, milho, algodão e soja consumiram a maior parte do processo produtivo a água azul, que correspondestes a 52,4%, 78,3% e 62,9%, respectivamente. A água cinza usada na soja foi estimada em 295,2 m³/t, mostrando sensibilidades em termos de geração de externalidades negativas ao meio ambiente regional com a contaminação das águas via uso de agrotóxicos. Já a lavoura do feijão apresentou o consumo de 99% da água verde originada pela água da chuva e de irrigação.

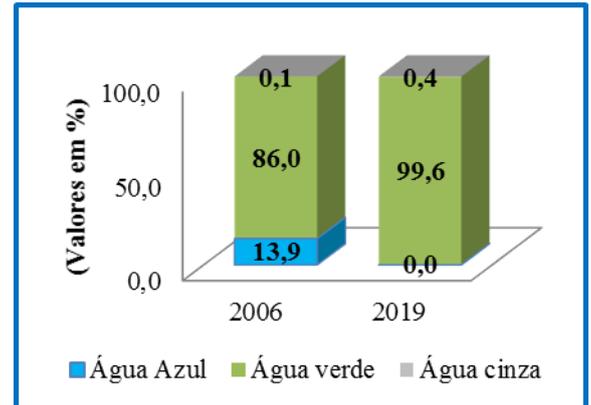
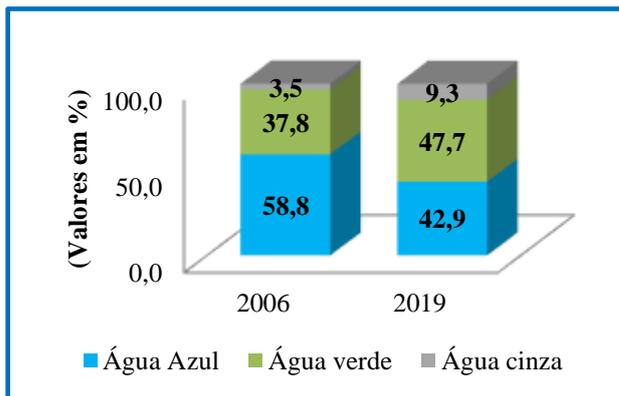
Os dados dispostos na Tabela 14 para o município Formosa do Rio Preto mostram milho, algodão, soja e feijão consumiram a água verde como componente principal de recursos hídricos na produção, foram 98,7%, 50,8%, 60,3% e 99,7%, respectivamente. Esse valor corresponde a 1.968,5 m³/t com milho; 2.791,2 m³/t com algodão; 3.671,3 m³/t com a soja e 3.779,1 m³/t com o feijão. O consumo da água azul no algodão foi estimado em 2.612,7 m³/t, correspondendo a 47,5 % da água total consumida. Sobre a água cinza, a lavoura da soja fez uso equivalente a 786,2 m³/t, aproximadamente 13% da água consumida.

Quanto ao comportamento da composição da água consumida, a Figura 6 apontou variação na utilização da água demandada com a produção de grãos. Em 2006 o consumo da água verde na lavoura de milho representou 58% da água total, e em 2019 esse consumo representou 80%. Houve variação no uso da água com a cultura de milho, uma vez que ela passou a consumir água da chuva armazenada temporariamente no solo.

Com relação a lavoura do algodão, os dados mostram que a água azul representou principal componente de produção dessa cultura, algodão mostrou-se dependente da água doce superficial ou subterrânea. Os dados de 2019 apontaram consumo de 38,5% de água verde, volume maior que o consumo observado em 2006. Com a lavoura de feijão, a água verde foi componente principal de consumo. Em 2006, o consumo da água verde foi 86% do volume total de água, e passou em 2019 para 99,6%.

Figura 6 - Composição no uso da água com a produção regional de milho, algodão, soja e feijão no período de 2006 - 2019.





Fonte: Elaboração própria (2021).

Conforme Figura 6, apenas a lavoura de soja teve variação na forma de captação e uso da água no período. Em 2006 a cultura consumiu a água azul superficial com fonte da irrigação ou subterrânea em 58,8% e, em 2019, passou a consumir água verde captada de chuvas, em 47,7%. Quanto à soja, a água cinza consumida em 2006 teve valor estimado em torno de 1.102 m³/t, 3,5% da água total, e em 2019, elevou-se para 9,3%. Essa elevação de consumo se deve cada vez mais a necessidade de quantidades maiores de água para diluir resíduos acumulados com a produção desta cultura.

No caso de algodão, o consumo da água azul foi estimado em 70,6%, num total de 19.593,5 m³/t. Com a cultura de soja foram cerca de 18.76,9 m³/t desta natureza de consumo, sendo 60% da água azul consumida. Ao longo do período de 14 anos analisados, observou-se que a cultura da soja foi a de maior variação no consumo da água durante a produção. O consumo da água azul teve redução de 14% em relação a 2006. O consumo da água verde aumentou 10% e água cinza registrou elevação de 90% no período.

Esses resultados se explicam com o aumento regional da produção de soja resultante da expansão da fronteira e uso da terra. A variação na quantidade de produção foi crescente em 224% entre 2006 - 2019, passando de 1,4 milhões de toneladas para 4,7 milhões de toneladas de grãos em 2019. A soja foi, portanto, a lavoura de maior consumo de água usada para diluir os resíduos presentes com a produção desta cultura. No conjunto, esses resultados sustentam a hipótese de que esta *commodity* a expandir na fronteira e na exploração do Cerrado, representa grande preocupação ambiental em termos de consumo e exportação da água.

5.2.2 Procedimento Metodológico: Estimativa regional da água virtual no Oeste da Bahia

De acordo com Hoekstra *et al.* (2011), a estimativa da medida de PH permite quantificar e identificar o tipo de água mais consumida durante dado processo de produção. O cálculo da água virtual em complemento à PH busca quantificar a água embutida no produto final⁴⁰. A quantidade de água virtual (QAV) de um produto é, portanto, a soma da PH azul, verde e cinza, conforme expressão (11):

$$QAV = [PH_{Azul} + PH_{verde} + PH_{cinza}] \quad (11)$$

Em que, PH_{Azul} = Pegada Hídrica Azul (m^3/t), PH_{verde} = Pegada Hídrica Verde (m^3/t), PH_{cinza} = Pegada Hídrica Cinza (m^3/t). A QAV é dada em m^3/t .

A estimativa do volume de água virtual associada às produções de soja, milho, algodão e feijão será obtida a partir da expressão (12):

$$VAV_{i,j} = [Q_P \times QAV_{i,j} \times 1000] \quad (12)$$

Em que, i se refere ao município produtor, variando de 1 a 4, j se refere ao período de 2006 a 2019, VAV = Volume de Água Virtual em m^3 , e Q_P = Quantidade produzida⁴¹.

Após a realização das etapas anteriores, o Volume Total de Água Virtual (VTAV) pôde ser obtido. a partir do somatório da água virtual dos 4 municípios na produção de grãos de milho, soja, algodão e feijão no estado da Bahia, entre 2006 - 2019⁴², conforme a expressão (13):

$$VTAV = [\sum VAV_{i,j}] \quad (13)$$

Para $\sum VAV_{i,j}$ = Somatório do volume de água dos municípios no intervalo de 2006 a 2019. A partir do cálculo das pegadas hídricas foi possível obter o volume de água virtual por cultura e por municípios na região Oeste da Bahia.

⁴⁰ De acordo com Hoekstra *et al.* (2011) a estimativa da água virtual de um produto é dada em m^3/t .

⁴¹ A quantidade produzida corresponde ao peso, representado e tonelada (t) peso do grão produzido.

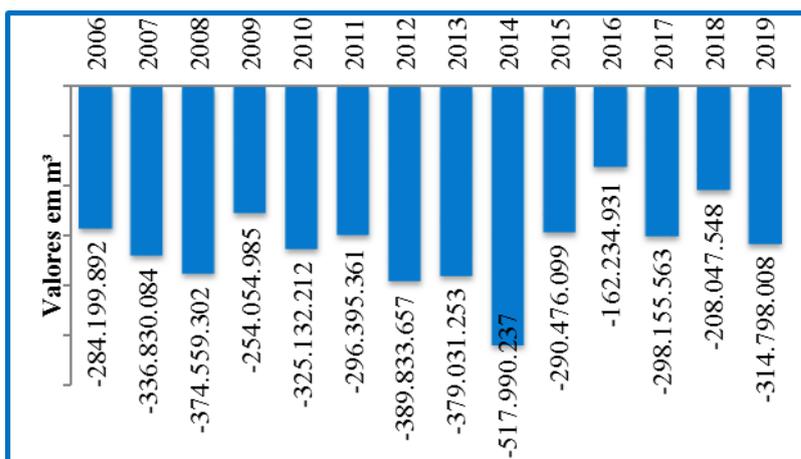
⁴² O cálculo foi realizado para cada ano individualmente.

5.3 DIMENSÃO DA ÁGUA VIRTUAL NA PRODUÇÃO DE GRÃOS NO OESTE DA BAHIA

5.3.1 Estimativa da Água Virtual no município de Barreiras

Após o cálculo das PH do milho, feijão, algodão e soja, estimou-se o volume de água virtual por cultura para o município de Barreiras. O volume de água virtual contabilizada na produção de milho no período foi de 4 bilhões de m³. O Gráfico 14, expõe a evolução do volume de água virtual com a cultura do milho, porém com dados negativos em vista de perda da água na produção.

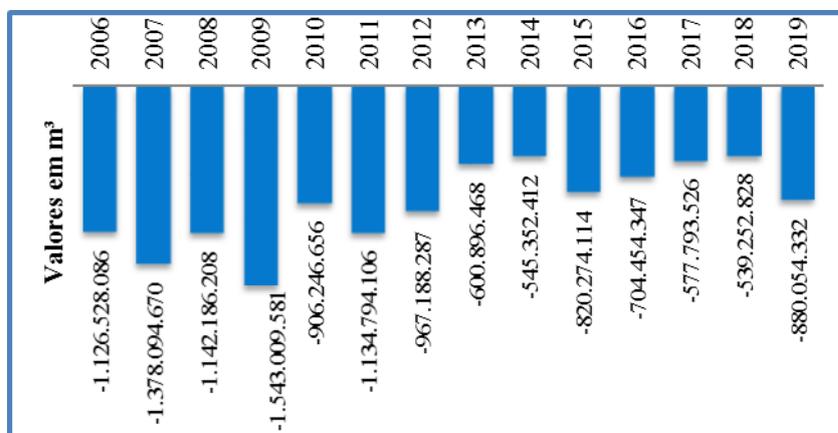
Gráfico 14- Água virtual na produção do Milho em Barreiras -Ba ,2006 – 2019.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

O maior volume de água consumida na cultura do milho foi observado em 2014 com 517.990.237 milhões de m³ e o mínimo de 162.234.931 milhões de m³ em 2016. A variação na quantidade de água virtual perdida no sistema do milho foi redução de 26,8% no período. Houve diminuição no volume de água consumida com a cultura do milho. No caso da cultura de algodão em Barreiras, entre 2006 e 2019, o Gráfico 15 mostra um total de 10 bilhões de m³ água consumida.

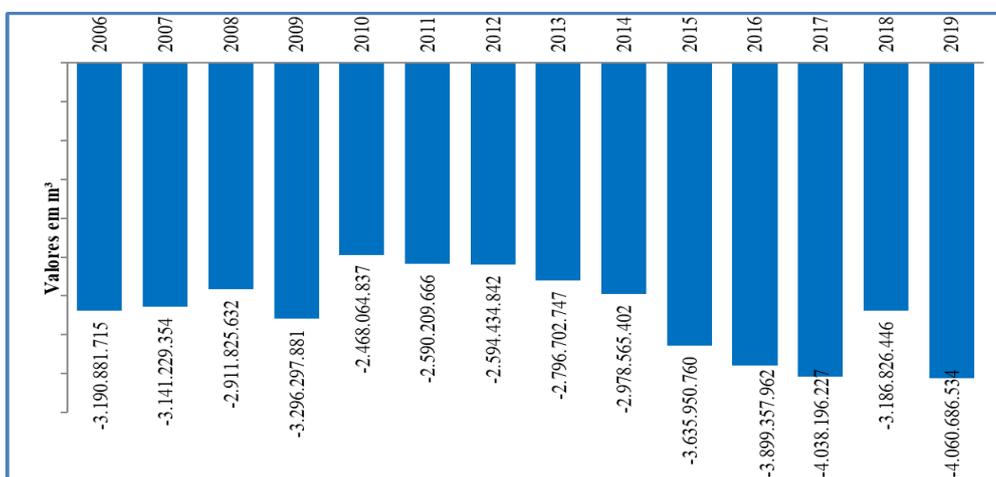
Gráfico 15- Consumo de Água virtual na produção do Algodão em Barreiras –Ba, 2006 - 2019.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Houve decréscimo de 51,8% de consumo de água no período, com valor máximo de 1,5 bilhões de m³ em 2009 e mínimo de 539.252.828 milhões de m³ em 2018. O Gráfico 16 apresenta os dados para a cultura de soja no município. Os resultados apontam que soja consumiu 39,8 bilhões de m³ de água nas operações desta cultura.

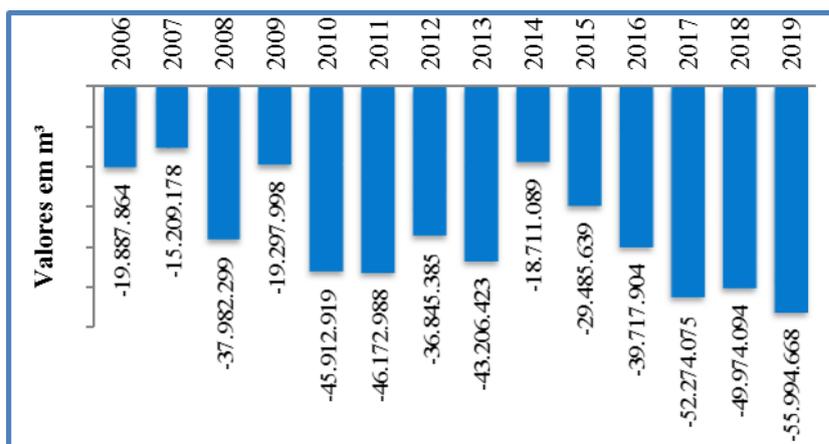
Gráfico 16- Água virtual associada à produção da soja em Barreiras, 2006 - 2019.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Durante o período houve variação negativa de 1,1%, indicando constância neste parâmetro. A cultura da soja absorveu quantidade expressiva de água no período, com máximo 4 bilhões de m³ e mínimo de 2,4 bilhões de m³ em 2019 e 2010 respectivamente. Já para feijão, não se observou perda de água no sistema, não obstante, a variação positiva de 150,8%. No Gráfico 17 nota-se um aumento efetivo em torno de 36 milhões de m³ no consumo de água para esta lavoura.

Gráfico 17- Água virtual na produção do feijão em Barreiras, 2006 - 2019.



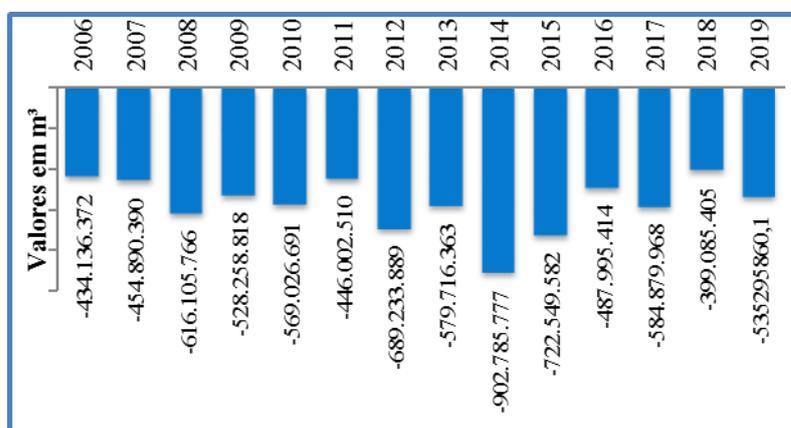
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Máximos e mínimos de consumo de água com a cultura do feijão foram registrados em 2019 e 2014, 55,9 milhões e 18,7 milhões de m³, respectivamente. O consumo de água na cultura do feijão foi de 459,7 milhões de m³ no período. Os dados de consumo de água com a cultura do feijão representam o menor volume de consumo dentre as culturas analisadas. Em Barreiras a cultura do algodão apresentou maior perda de água ao longo do período.

5.3.2 Consumo de Água Virtual no município de São Desidério

O volume de água contabilizada na produção de milho no período de 2006 - 2019 foi de aproximadamente 7,9 bilhões de m³. No Gráfico 18 apresentamos a evolução de consumo com a produção de milho.

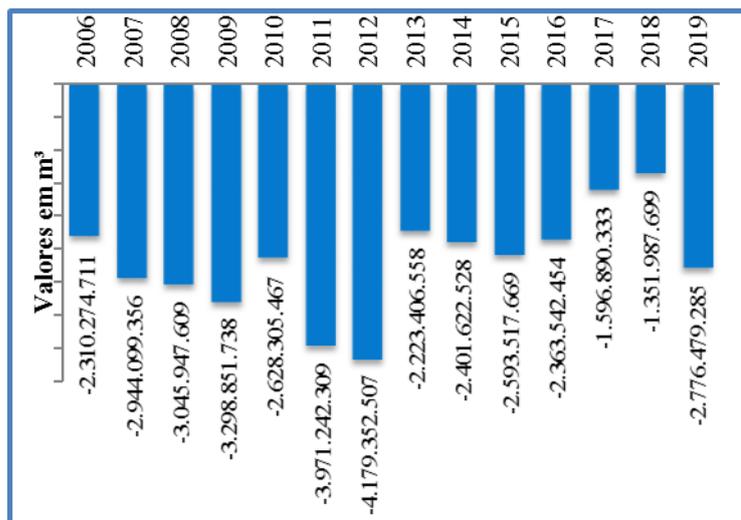
Gráfico 18 – Estimativa de Água virtual na produção de Milho em São Desidério, 2006 - 2019.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Os dados mostraram elevação de 23% no consumo de água durante o período, com pico de consumo em 2014 com 902.785.777 milhões de m³ e mínimo de 399.085.405 milhões de m³ em 2018. Quanto à produção de algodão, o consumo foi de 37,6 bilhões de m³, conforme o Gráfico 19.

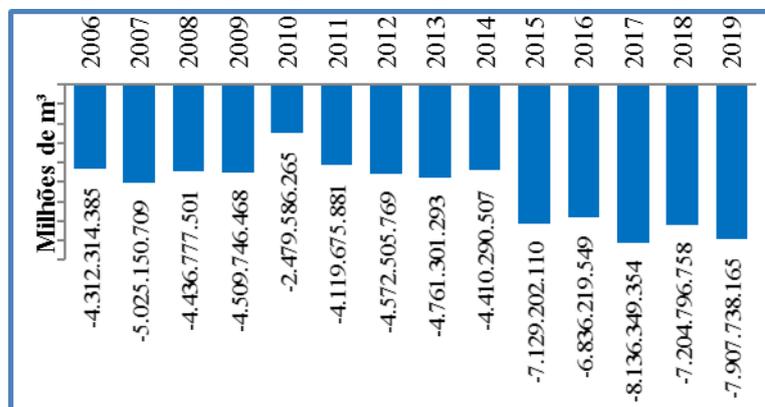
Gráfico 19. Água virtual associada à produção de algodão em São Desidério, 2006 - 2019.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Houve um acréscimo de consumo de 20%, com máximo de 4,1 bilhões em 2012 e mínima de 1,3 bilhões de m³ de água em 2018. Para a cultura da soja, São Desidério chama atenção pelo fato da cultura consumir maior volume de água virtual, com 75 bilhões de m³. Houve variação positiva de 83,3%, indicando perda de água, conforme o Gráfico 20.

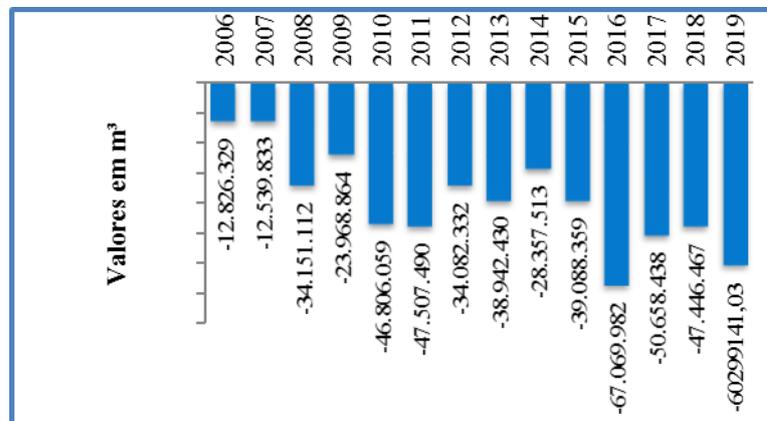
Gráfico 20. Água virtual na produção da soja em São Desidério, 2006 - 2019.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Valores mínimos e máximos de consumo com a cultura de soja foram registrados em 2010 e 2017, com 2,4 bilhões e 8,1 bilhões de m³ de água. Tal variação ocorreu devido ao aumento na produção de soja de 126%, que passou de 617.583 t em 2006 para 1.395.693 ton em 2019. O volume de produção tem relação com a variação na utilização de água por culturas. Esse dado é importante na compreensão de transformações regionais no que se refere ao sistema hídrico na região, visto que, há uma tendência à expansão da produção de soja na região. Para a cultura do feijão no período, a variação entre o primeiro e o último ano foi de 30,1%, conforme o Gráfico 21.

Gráfico 21 - Uso de Água virtual na produção de feijão em São Desidério, 2006 - 2019.



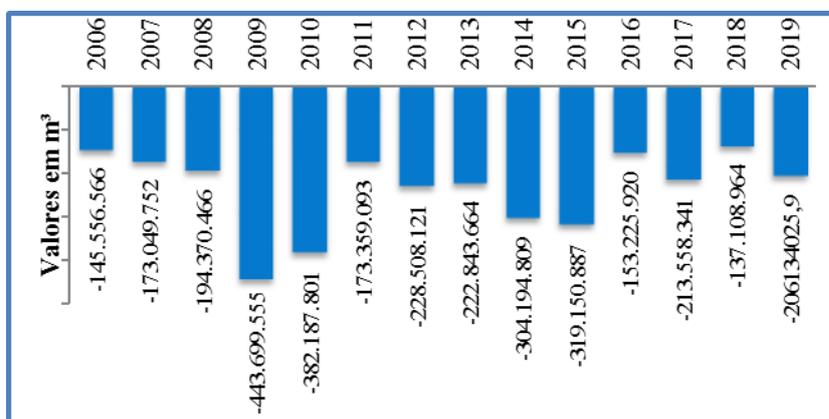
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Valores máximos e mínimos com a cultura do feijão, foram observados em 2016 e 2007, respectivamente, com valores de 67 e 12,5 milhões de m³. São Desidério também chama a atenção para a produção de soja, com aumento de 75% por cento ao longo dos anos analisados.

5.3.3 Consumo de Água Virtual no município de Luís Eduardo Magalhães - LEM

No município de LEM o volume de água virtual contabilizada na produção de milho foi estimado em 3,2 bilhões de m³, conforme o Gráfico 22. Na produção de milho, o consumo apresentou variação negativa de 41 %, representando uma perda de água nesta cultura. O consumo máximo observado foi de 443.699.555 milhões de m³ em 2009 e mínimo de 137.108.964 milhões de m³ em 2018.

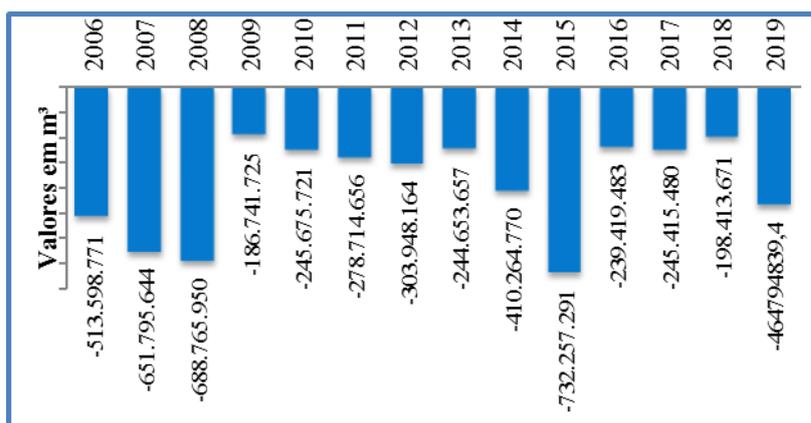
Gráfico 22- Consumo de Água Virtual na produção do milho em LEM, 2006 - 2019.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Na produção de algodão estimou-se o consumo de 5,4 bilhões de m³ entre 2006 e 2019, conforme se ilustra no Gráfico 23. Houve decréscimo de 9% no consumo no período, com máximo de 732.257.291 milhões de m³ em 2015 e mínimo de 186.741.725 milhões de m³ em 2009.

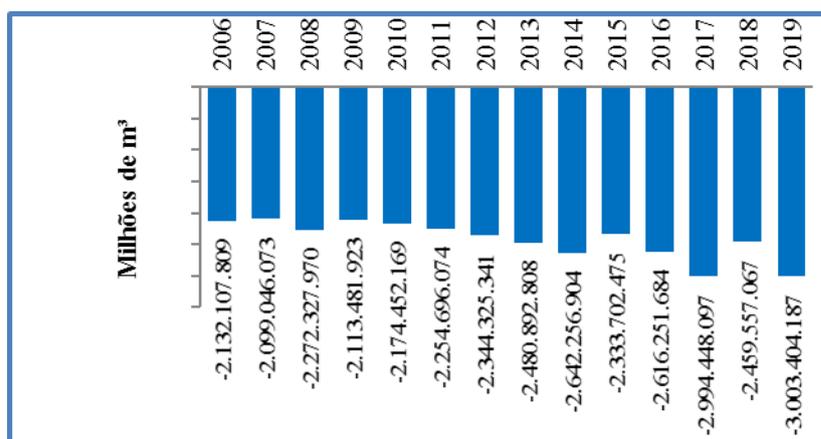
Gráfico 23- Consumo de Água virtual na produção do algodão em LEM, 2006 - 2019.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Finalmente, para a cultura da soja, estimou-se maior consumo de água virtual nesta cultura, com 33,9 bilhões de m³. No intervalo de tempo analisado, registrou-se variação positiva de 40%, conforme Gráfico 24. Valores máximos e mínimos observados no consumo com a cultura de soja foram registrados em 2019 e 2007, com 3 bilhões e 2 bilhões de m³, respectivamente.

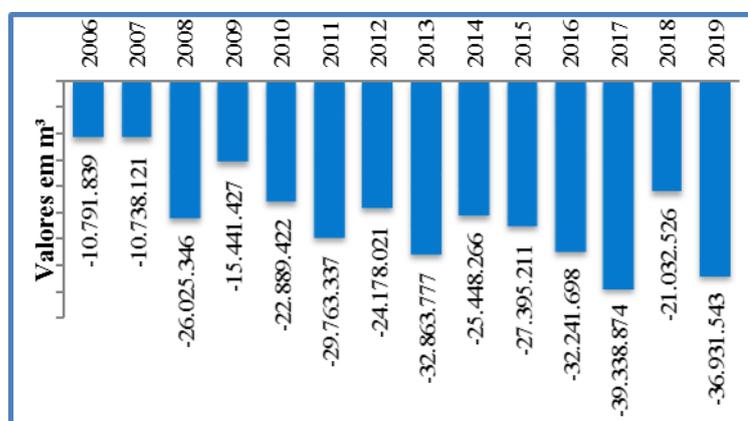
Gráfico 24- Consumo de Água Virtual no sistema de produção da soja em LEM, 2006 - 2019.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Em relação a lavoura do feijão, a mesma apresentou um aumento no consumo de água no processo produtivo. Ao longo do período, houve variação positiva de consumo em 242,2% entre os dois anos extremos (ver Gráfico 25).

Gráfico 25. Água virtual consumida na produção do feijão em LEM, 2006 - 2019.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

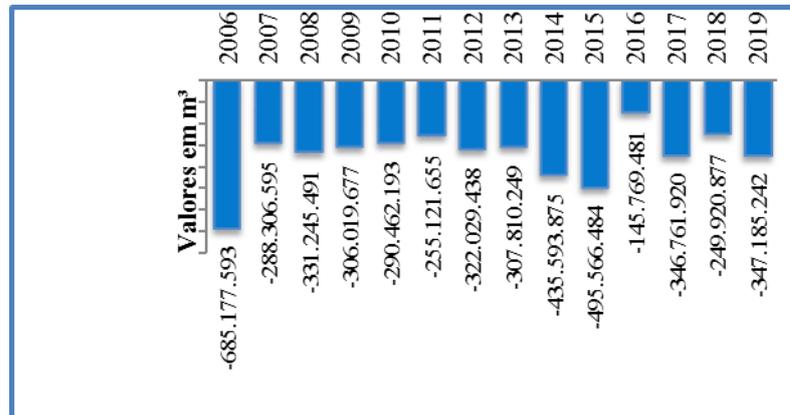
Valores máximos e mínimos de consumo de água com a cultura do feijão foram registrados nos anos 2019 e 2007, correspondendo respectivamente a 36.931.543 e 10.738.121 milhões de m³ de água. No município de LEM deve-se destacar a cultura do algodão, pois ela apresentou perda de 9% no consumo de água no período.

5.3.4 Consumo de Água Virtual no município de Formosa do Rio Preto

A partir de dados das pegadas hídricas dos grãos, estimou-se o volume de água virtual por cultura no município de Formosa do Rio Preto. A quantidade de água virtual contabilizada na

produção de milho, entre 2006 e 2019 foi de aproximadamente 4,8 bilhões de m³. O Gráfico 26 mostra a evolução do volume de água consumida com a produção de milho. Valores negativos indicam perda da água no sistema de produção.

Gráfico 26- Consumo de Água Virtual na produção de Milho em Formosa do Rio Preto, 2006 – 2019-).

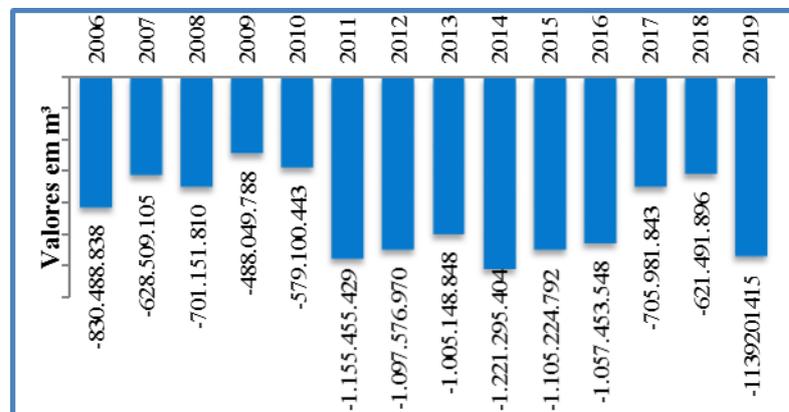


Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

O maior consumo de água na cultura do milho foi observado em 2006 com 685.177.593 milhões de m³, enquanto o valor mínimo foi de 145.769.481 milhões de m³ em 2016. Houve uma variação negativa no consumo, mostrando perda ou diminuição de consumo em 49,3% com a cultura do milho.

Quanto à produção de algodão, esta cultura consumiu 12 bilhões de m³ de água, conforme se mostra no Gráfico 27. Entre os dois anos extremos analisados, registrou-se acréscimo no volume da água consumida em 37% (máximo de 1,2 bilhões de m³ em 2014 e mínimo de 488.049.788 milhões de m³ em 2009).

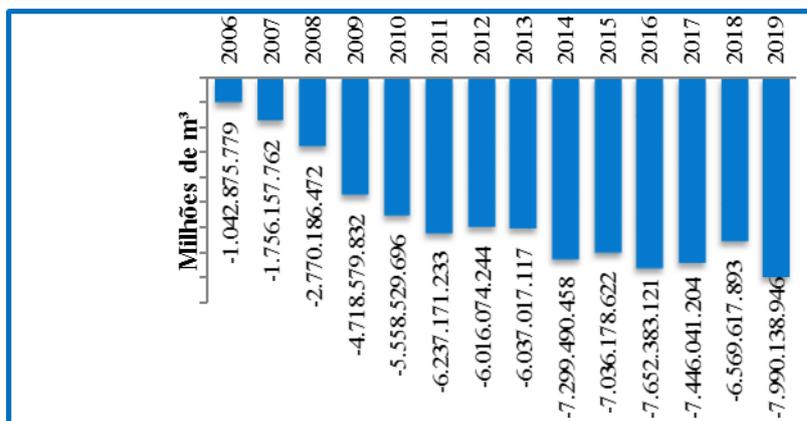
Gráfico 27- Consumo de Água Virtual na cultura de algodão em Formosa do Rio Preto, 2006 - 2019.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Para a cultura da soja, os dados mostram que a cultura consumiu maior quantidade de água virtual, com 78 bilhões de m³, observando aumento de 667% no consumo, conforme o Gráfico 28.

Gráfico 28- Consumo de Água Virtual na produção de soja em Formosa do Rio Preto, 2006 - 2019.

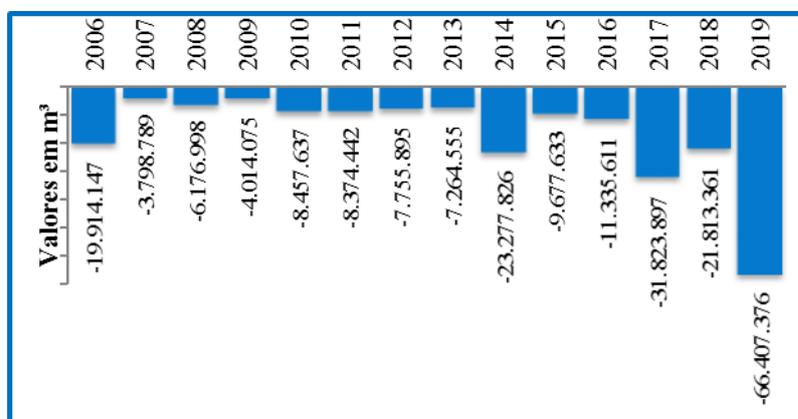


Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Os valores máximos e mínimos de consumo de água na cultura de soja foram estimados em 7,9 bilhões de m³ para 2019 e em 1 bilhão de m³ em 2006.

Não foi percebida a perda de água no sistema de produção do feijão, embora se registre aumento de 233% entre 2006 e 2019, conforme o Gráfico 29. Os valores máximos e mínimos de consumo de água por esta lavoura foram observados em 2007, com um consumo de 3.798.789 m³/t e em 2019 com 66.407.376 m³/t.

Gráfico 29- Consumo de Água Virtual na produção de feijão em Formosa do Rio Preto, 2006 - 2019.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

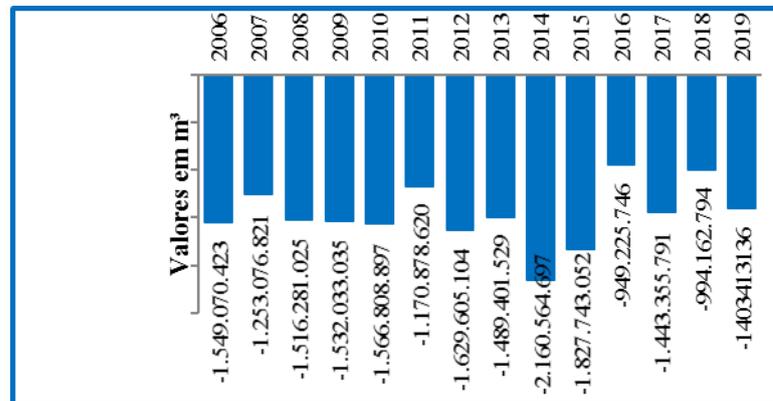
Com base na estimativa do consumo e utilização da água por municípios e por culturas pôde-se inferir que a cultura do algodão apresentou diminuição no consumo da água em torno de

21% e 9%, respectivamente nos municípios de Barreiras e LEM. Por outro lado, a cultura da soja teve incremento em todos os municípios da região, com incremento de 667%, maior uso da água no município de Formosa do Rio Preto.

5.4 CONSUMO DE ÁGUA VIRTUAL NAS CULTURAS DO MILHO, ALGODÃO, SOJA E FEIJÃO NO ESTADO DA BAHIA

O volume total da água consumida com a produção de milho nos municípios produtores da região Oeste foi estimado em 20 bilhões de m³. No Gráfico 30 apresentamos a evolução do volume de água virtual usada na produção de milho para o período.

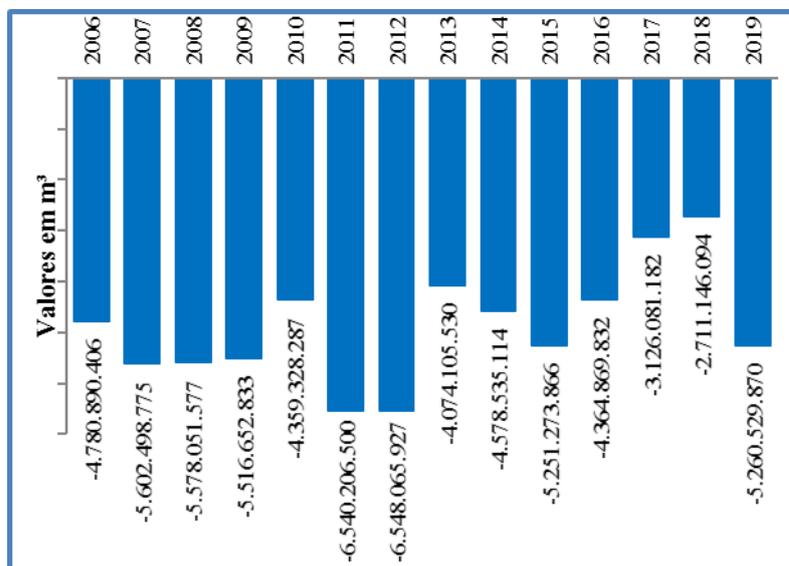
Gráfico 30 - Consumo de Água Virtual na produção de Milho no estado da Bahia, 2006 - 2019.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

O maior volume de água consumida foi observado em 2014 com 2,1 bilhões de m³ e o mínimo de 949.225.746 milhões de m³ em 2016. A variação no consumo foi negativa, mostrando perda da água em 9% no sistema. Com a produção de algodão consumiu-se 68,2 bilhões de m³ da água, conforme o Gráfico 31, com acréscimo de 10% entre os dois anos extremos (máximo de 6,5 bilhões de m³ em 2011 e mínimo de 2,7 bilhões de m³ em 2018).

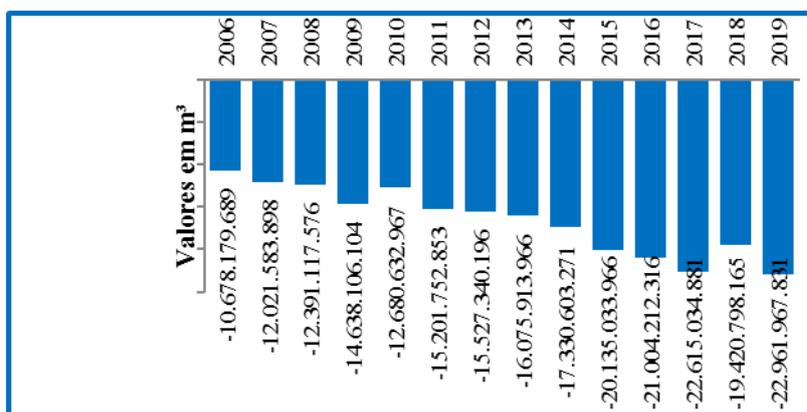
Gráfico 31- Consumo de Água Virtual na produção de Algodão no estado da Bahia, 2006 - 2019.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

No caso da cultura de soja, conforme Gráfico 32, os dados chamam a atenção para o fato de a cultura ser a maior consumidora da água virtual. Foram 232,6 bilhões de m³, uma elevação de consumo de 115% durante o período.

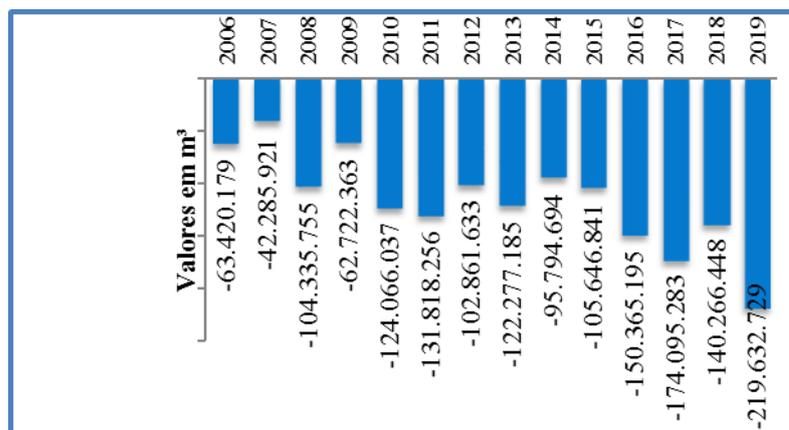
Gráfico 32- Consumo de Água Virtual na produção da Soja, 2006 a 2019.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Os valores extremos de consumo de água com a cultura de soja foram de 22,9 bilhões de m³ em 2019 e de 10,6 bilhões de m³ em 2006. Para feijão, não se observou a perda de água no sistema, pois houve registro de aumento no consumo de 246,3%, conforme o Gráfico 33.

Gráfico 33- Consumo de Água Virtual na produção de Feijão - Bahia (2006 a 2019).



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

A quantidade total de água consumida com o cultivo de feijão na região foi estimado em 6 bilhões de m³, com pico mínimo registrado em 2007 de 42.285.921 milhões de m³ e máximo 219.632.729 milhões de m³ em 2019. De maneira agregada, o volume total de água consumida em todos municípios produtores de grãos do milho, algodão, soja e feijão, analisados entre 2006 - 2019, foi estimado em 323 bilhões de m³. A contribuição para redução regional no consumo da água é atribuída a cultura do milho, em 9%. A cultura da soja e do feijão apresentaram respectivamente, aumentos do consumo da água de 115% e 246%, evidenciando elevados volumes de água virtual com a produção de grãos no estado da Bahia.

Dessa forma, se conclui que a utilização de instrumentos de análise baseados na pegada hídrica e água virtual pode auxiliar na compreensão sobre o uso e demanda regional de água, como importante componente de análise de impacto ambiental no desenvolvimento regional. Os resultados obtidos neste estudo podem contribuir para uma melhor compreensão desses fenômenos e para a definição e adoção de estratégias sobre a conservação e uso sustentável de recursos hídricos no desenvolvimento agrícola.

5.5 EXPORTAÇÃO DA ÁGUA VIRTUAL POR MEIO DA CULTURA DE SOJA NO ESTADO DA BAHIA

De posse dos valores estimados para a pegada hídrica e para a água virtual embutida no produto, calculamos o volume de água virtual exportada. Para a análise da exportação de soja por município da região Oeste, foram usados os dados de exportação e importação baiana

obtida pelo Siscomex-MDIC (2020) na base de dados Comex-Stat, no intervalo 2006 - 2019. O volume de água embutida no processo produtivo da soja foi calculado com base na metodologia proposta por Mekonnen e Hoekstra (2010) e diz respeito à média de utilização da água em cada município: Barreiras-BA, Formosa do Rio Preto –BA, Luís Eduardo Magalhães-BA e São Desidério-BA.

A escolha da soja, como produto abordado no presente estudo, foi definida a partir da observação dos principais produtos exportados por aqueles municípios. A referência para 2019 deve-se a disponibilidade de dados sobre o rendimento médio. O volume de água virtual exportada com o cultivo de soja em cada município da região foi obtido, conforme a expressão 12:

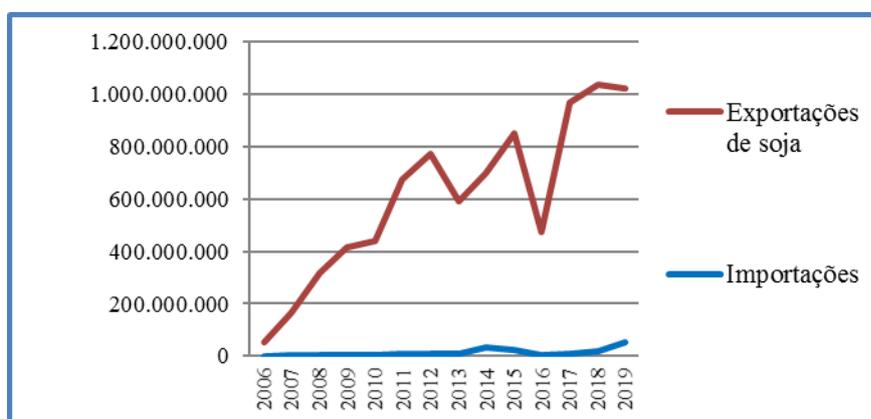
$$VAVE_{i,j} = [- Q_{exporti,j} \times QAV_i] \quad (14)$$

Em que, i refere-se ao Município exportador; j refere-se ao ano; $VAVE$ corresponde ao Volume de Água Virtual Exportada, m^3 ; Q_{export} refere-se ao peso, em tonelada, do produto exportado; QAV é a Quantidade de Água Virtual, em m^3/t .

No que tange às transações comerciais dos municípios com o exterior, constatou-se que os municípios que compõem o estudo exportam soja e seus derivados para China, Estados Unidos, Países Baixos - Holanda, Japão e Argentina (SEI, 2020). Por outro lado, esses municípios importam materiais de transporte, produtos das indústrias químicas, fertilizantes, máquinas e aparelhos de uso agrícola que têm origem principalmente da China e dos Estados Unidos (SEI, 2020). As exportações de soja nestes municípios cresceram em torno de 1.903% entre 2006 - 2019. Em 2006 as exportações representavam 51.119.043 milhões de dólares e em 2019 atingiram o valor de 1.024 bilhões de dólares, conforme Gráfico 34.

Em relação às importações realizadas pelos municípios, registrou-se crescimento de 6.01% entre no intervalo 2006 - 2019. Em 2006 foram importadas mercadorias no valor de 821.805 mil dólares e em 2019 foram 50 milhões de dólares em importações. O valor das exportações superou o das importações em 61 vezes em 2019.

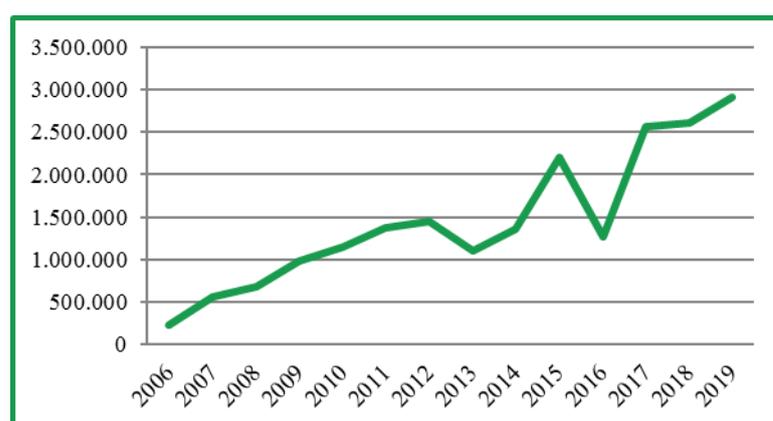
Gráfico 34- Evolução das exportações de soja e importações dos municípios produtores de soja no estado da Bahia, 2006 - 2019.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do Comex-Stat (2020).

O Gráfico 35 mostra a quantidade de soja exportada pelos municípios. Houve aumento de 1.182%, entre no período de 2006 - 2019, passando de 227.305 mil toneladas em 2006 para 2,9 milhões de toneladas em 2019. Porém, a queda nas exportações regional de soja em 2016 relativamente a 2015 se deveu em parte, à problemas de supersafra nos Estados Unidos e à redução das importações chinesas (FEE, 2017). Para Hirakuri (2016), tal queda ocorreu devido a quebra de safra derivada de alterações climáticas na região de Matopiba, reduzindo as exportações da *commodities* quando comparado com os anos anteriores.

Gráfico 35- Evolução das exportações de soja dos municípios produtores da Bahia, 2006 – 2019

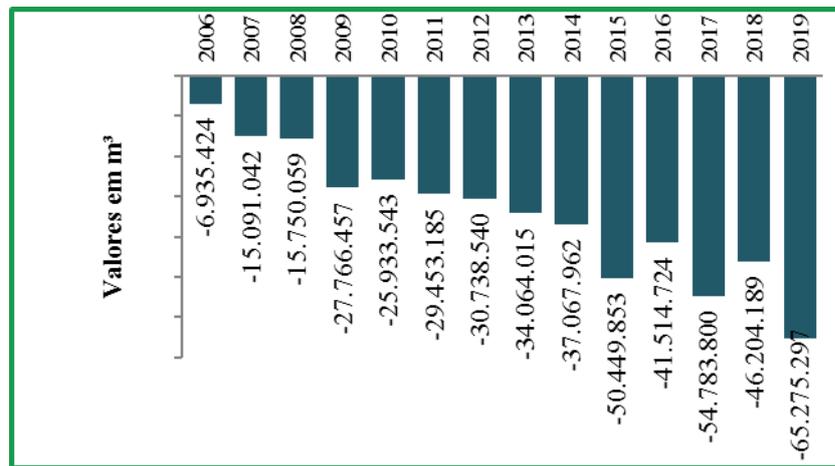


Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do Comex-Stat,(2020).

Em que pese à queda na exportação baiana de soja em 2016 pelos motivos supracitados, percebe-se uma retomada e aumento das exportações a partir de 2017. Diante disso, pode-se inferir sobre a quantidade de água virtual exportada na região em análise. A quantidade de

água virtual exportada por via comercial com a *commodity* soja apresentou crescimento no período analisado, conforme ilustrado no Gráfico 36.

Gráfico 36- Evolução da Água virtual exportada com cultivo regional da soja nos municípios produtores da Bahia, 2006 – 2019



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do Comex-Stat (2020).

Em 2006 foram 6,9 milhões de toneladas exportadas e em 2019 o valor foi de 65 milhões de toneladas, aumento de 841,2 %. Chama-se a atenção para o fato de, em 2016 houve diminuição de quase metade do volume de água exportado, o que sugere estar relacionada à queda no volume das exportações. As consequências ambientais da cultura de soja para a região foram já analisadas ao longo do trabalho. Ayala *et al.* (2016) afirmam que a produção de soja envolve a utilização de grandes volumes de água e fertilizantes que representam fontes de contaminação e impactos potencialmente negativos nos corpos de água adjacentes, o que se evidencia nos valores estimados para a pegada hídrica cinza da cultura de soja.

Assim, os benefícios monetários advindos com as exportações e produção de *commodities* na região produtora acabam por eclipsar a perda, em muitos casos irreversíveis dos recursos naturais e das forças produtivas existentes. Evidencia-se, portanto, a importância do estudo sobre a água virtual exportada da região Oeste através da comércio internacional de produtos agrícolas, na medida em que se pode estimar a quantidade de água embutida no produto foco das exportações regionais para o resto do mundo. Como a escassez de água é algo iminente, é importante a adoção de políticas públicas orientadas à preservação e conservação do uso deste importante recurso natural.

A demanda por grãos oriundos da América Latina e, particularmente no Brasil, tende a crescer exponencialmente nos próximos anos. O aumento da demanda levanta consigo o dilema da expansão da área plantada, assim como, aumento do consumo de agrotóxicos.

Com relação à utilização da água, os dados sobre a pegada hídrica dos municípios produtores de grãos no Oeste da Bahia ao longo de 14 anos analisados, tem na soja a cultura de maior variação no uso da água no sistema de produção. No caso da categoria de água azul, o consumo diminuiu 14% em relação a 2006. O consumo de água verde teve aumento de 10% e cresceu o consumo de água cinza em 90%. Esses resultados podem estar relacionados aos aumentos de produção de soja ao longo do período. A produção de soja cresceu 224% no período, elevando de 1,4 milhões de toneladas em 2006 a 4,7 milhões de toneladas em 2019.

De modo geral, o uso do instrumento pegada hídrica foi fundamental para a compreensão a respeito do tipo de água mais usada na produção de cada cultura no recorte espaço-tempo analisado. Evidenciou-se que, nas quatro culturas consideradas, a pegada hídrica verde foi maior, com destaque para as culturas do milho, soja e feijão. Quanto à água cinza, as maiores pegadas foram observadas nas culturas do algodão e da soja, com indícios de que, as externalidades ambientais negativas oriundas da diluição de água poluída sejam maiores nestes cultivos.

Em 2019 as culturas do milho, soja e feijão utilizaram a água verde em maior quantidade no processo de produção, ou seja, a água proveniente das chuvas e da irrigação. Neste mesmo ano, a cultura de soja consumiu água cinza equivalente a 2.126,3 m³/t e algodão teve consumo de 394,1 m³/t água cinza, de modo que, pode-se inferir que essas culturas estão mais propensas a gerar mais impactos com contaminações ao ambiente devido à quantidade associada de agrotóxicos usados, e do elevado volume de água limpa necessária para a diluição desses produtos.

Sobre a água virtual, os dados mostram de forma agregada para os municípios produtores, que o volume total de água consumida na Bahia durante o período, considerando as quatro culturas, foi estimado em 323 bilhões de m³. A participação na perda de água no sistema está ligada a cultura do milho com apenas 9%. No caso de culturas soja e feijão, os resultados apresentaram elevação de consumo de água com incrementos de 115% e 246%, respectivamente.

A partir dos resultados, percebe-se a importância da utilização racional e não predatória dos recursos naturais como forma de garantir a sustentabilidade das atividades produtivas. Em relação ao consumo e uso dos recursos hídricos, a cobrança pela utilização dos recursos hídricos possa configurar um mecanismo capaz de estimular o consumo consciente.

No que tange ao sistema de cobrança de pelo uso da água, no Brasil, está prevista desde 1934⁴³. A partir da Lei n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997, a água começou a ser considerada como um recurso natural, limitado, esgotável e dotada de valor econômico (BRASIL, 1997). No ano 2000, com a Lei n. 9.984, de 17 de julho de 2000, é criada a Agência Nacional de Águas (ANA), uma autarquia administrativa e financeiramente autônoma, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, que tem como finalidade, entre outras atribuições, implementar “a Política Nacional de Recursos Hídricos, integrando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos” (BRASIL, 2000).

Esses Decretos e Leis previam a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, no entanto, somente em 2005, com a Resolução CNRH n. 48, de 21 de março de 2005, foram estabelecidos os critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (MMA, 2005). Dentre os objetivos da cobrança pelo uso da água estão o incentivo a racionalização do uso da água e a sua conservação, recuperação e manejo sustentável.

O sistema de cobrança pela utilização dos serviços hídricos no Brasil que já encontra-se bastante avançado, surge como uma tentativa de minimizar o caráter predatório de algumas culturas, a exemplo, da soja. Na região em estudo verificou-se que existe uma demanda crescente pela utilização da água na produção da soja e para a diluição de resíduos. Dessa forma, a cobrança estimula a redução do consumo, o uso da água se torna cada vez mais racional o que pode proporcionar a redução da quantidade de resíduos e poluentes descartados no meio ambiente.

⁴³ Quando foi promulgado o Decreto n. 24.643, de 10 de julho de 1934, porém a mesma não chegou a ser implementada (BRASIL, 1934).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese teve como objeto de estudo a análise da sustentabilidade ambiental do processo de produção de grãos para quatro municípios produtores do oeste baiano. Como ponto de partida para a construção da tese, buscou-se o entendimento de como as mudanças decorrentes do crescimento econômico e do avanço tecnológico influenciaram e moldaram a forma como o ser humano explora e utiliza os recursos naturais. A mudança, portanto, estaria relacionada com o aumento das pressões exercidas pelas atividades econômicas sobre o meio ambiente, sobretudo no capitalismo pós-revolução industrial aliado ao processo natural da humanidade rompendo com a relação homem natureza.

A partir deste entendimento, a hipótese central do trabalho é que o processo produtivo de produção de grãos no oeste baiano, consubstanciada numa agricultura monocultora é, em si, insustentável, pois é um padrão de reprodução que se alimenta predatoriamente dos recursos que possibilitam a sua própria sobrevivência no longo prazo, portanto, danos ambientais são causados ao longo da cadeia produtiva. Deste modo, a expansão da produção de grãos compromete a sua própria manutenção futura na medida em que promove interferências no espaço e nos elementos essenciais de reprodução (força de trabalho, recursos naturais e espaço construído), como consequência, tenderia ao colapso.

A dinâmica da produção de grãos no oeste baiano não é ambientalmente sustentável porque se torna cada vez mais dependente de quantidades maiores de defensivos agrícolas de modo a potencializar a contaminação do solo e da água, comprometendo a produtividade, aumentando os custos de produção tornando a produção inviável economicamente e ambientalmente. Diante dos resultados obtidos, dos aspectos, reflexões e argumentos apresentados ao longo desta pesquisa, entende-se que é possível aceitar como válida a hipótese norteadora levantada no início do trabalho pela qual afirmar-se que o processo produtivo de produção de grãos no oeste baiano, consubstanciada numa agricultura monocultora é, em si, insustentável e autofágico, pois danos ambientais graves são causados ao longo da cadeia produtiva.

A tentativa de estabelecimento de uma conexão do padrão de reprodução capitalista assentada na produção de grãos com a sustentabilidade ambiental desse processo produtivo foi analisada ao longo do trabalho, visto que existem tensões que se formam localmente a

partir da pressão exercida pela atividade agrícola sobre o meio ambiente. Para tanto, foi utilizado o Índice de Potencial de Contaminação de Uso de Defensivos Agrícolas- IDEF utilizado neste trabalho faz parte do grupo de índices de sustentabilidade ambiental, pertencente ao índice de Vetores de Degradação-IDEG que calcula a pressão que uma determinada atividade agrícola incide sobre o meio ambiente. O indicador utilizado é a quantidade de defensivos agrícolas aplicado nas lavouras, por hectare de área plantada. Por meio do IDEF foi possível comparar a quantidade de defensivos por cada hectare de lavoura cultivada nos municípios em análise, a relação com a área plantada e a relação existente entre essas variáveis, bem como o grau de sustentabilidade da atividade produtiva.

Os resultados demonstraram que no estado da Bahia a variação do IDEF para a lavoura da soja no período foi da ordem de 33% passando de 0,54 (sustentabilidade regular) em 2006 para 0,36 (sustentabilidade ruim) em 2019. No estado da Bahia, a título de exemplo, entre os anos de 2006 e 2019 houve uma expansão de 81% da área plantada de soja, passando de 872.600 ha em 2006 para 1.581.842 ha em 2019.

Em relação aos municípios produtores do oeste baiano, de modo geral, os resultados apontaram para indicarem que houve variação do valor do IDEF para a cultura da soja entre os anos de 2006 e 2019. No município de Barreiras foi observada uma variação de 22%, passando de 0,31 (sustentabilidade ruim) em 2006 para 0,24 em 2019, porém com o grau de sustentabilidade estável. Em Formosa do Rio Preto a variação foi em torno de 37% passando de 0,27 (sustentabilidade ruim) em 2006 para 0,17 (péssima sustentabilidade) em 2019. E por fim, no município de Luís Eduardo Magalhães a variação observada foi de 22% passando de 0,22 (sustentabilidade ruim) em 2006 para 0,17 (péssima sustentabilidade) em 2019.

No intuito de consolidar a característica da reprodução da agricultura moderna por expansão de áreas e consumo predatório dos recursos ambientais locais, sobretudo a água e o solo, com uso intensivo de defensivos agrícolas, realizou-se a quantificação da água consumida ao longo do processo produtivo dos grãos e a contabilização de água virtual exportada através desses produtos. Para tanto, utilizou-se a ferramenta da pegada hídrica e do cálculo da água virtual. Essas ferramentas, aliadas ao cálculo do IDEF representam uma tentativa de aferir o grau de sustentabilidade de um determinado processo produtivo, pois a água e o solo são fatores essenciais para o desenvolvimento de qualquer processo produtivo.

Os resultados, de modo geral, apontaram que no período observado entre 2006 e 2019, apenas a lavoura da soja apresentou variação na forma de captação e utilização da água no período. Em 2006 a lavoura da soja utilizava a água azul proveniente de água superficial proveniente de irrigação ou subterrânea no seu processo produtivo e em 2019 passou a utilizar a água verde captada da chuva e é adicionada ao produto durante o processo de produção juntamente com a água azul.

Ao longo dos 14 anos analisados, a soja foi a cultura que apresentou maior variação na utilização da água em seu processo produtivo. Para a utilização da água azul apresentou redução de 14% em relação ao ano de 2006. Para a água verde apresentou aumento de 10% e da água cinza 90% de aumento. Esse resultado pode derivar do aumento da quantidade produzida de soja na região derivada da expansão da produção ao longo dos anos em estudo. A variação da quantidade produzida representou um aumento de 224% em relação a 2006, saindo de um patamar de 1,4 milhões de toneladas de grãos para 4,7 milhões de toneladas em 2019.

De forma conjunta, o volume total de água consumida pelos municípios produtores de grãos na Bahia, no período de 2006 a 2019, por meio do milho, algodão, soja e feijão foi de 323 bilhões de m³ de água. Para a cultura da soja e do feijão os resultados encontrados apresentaram aumento do consumo de água utilizada no processo produtivo com um incremento de 115% e 246%, respectivamente. Evidencia-se, portanto, elevados valores associados ao volume de água virtual na produção dos grãos analisados no estado da Bahia durante o período de 2006 a 2019.

Para o ano de 2019, as culturas do milho, soja e feijão utilizaram a água verde em maior quantidade no seu processo produtivo, ou seja, a água proveniente das chuvas e de irrigação. Em 2019, a cultura da soja apresentou água cinza em volume de 2.126,3 m³/t e a cultura do algodão um volume de água cinza de 394,1 m³/t, de modo que, pode-se inferir que essas culturas estão mais propensas a causar maiores contaminações ao ambiente natural devido à quantidade utilizada de agrotóxico no processo produtivo bem como, do volume elevado de água limpa necessária para diluir tais produtos.

Os resultados encontrados demonstraram que o cenário atual coaduna para um aumento da expansão da área plantada de soja, logo, contribui para a intensificação do uso do solo e degradação ambiental e apresentou índices de sustentabilidade variando de péssimo a ruim.

Dessa forma, a exploração da produção agrícola de *commodities* com destaque para a soja, configura um padrão reprodutivo que contribui para a degradação do ambiente local, visto que, intensifica a contaminação do solo e o consumo de água para diluir tais resíduos devido a quantidade de agrotóxicos utilizada no seu processo produtivo.

Diante dos resultados obtidos a partir dos parâmetros estabelecidos como sustentáveis da utilização de agrotóxicos e do potencial de contaminação por defensivos agrícolas, do aumento do consumo de água no processo produtivo, tanto para manter a estabilidade do processo quanto para diluir os resíduos, a produção agrícola tende a se tornar cada vez mais dependente de quantidades maiores de defensivos agrícolas de modo a potencializar a contaminação do solo e da água, comprometendo a produtividade, aumentando os custos de produção tornando a produção inviável economicamente e ambientalmente.

Essas informações revelaram que a humanidade a despeito de caminhar para o desenvolvimento de novas formas de produção na agricultura, com utilização de alta tecnologia e mecanização, densa em fertilizantes e agrotóxicos, para proporcionar aumento de produtividade e possibilitar a sobrevivência de grande parte da população, em contrapartida tal desenvolvimento e modernização da produção ocorreu ao preço de um esgotamento maior dos recursos naturais. E, portanto, no longo prazo pode resultar na redução da perspectiva de vida futura de várias espécies essenciais para a manutenção do equilíbrio do ecossistema e a sobrevivência humana.

Dessa forma, levando em consideração o ponto de vista econômico, o processo de incursão do capital na agricultura via industrialização foi de fundamental importância para o aumento da produtividade, dando um grande impulso à produção agrícola em várias partes do mundo, diferente do ponto de vista social e ambiental, não logrou o mesmo êxito.

No capítulo 2, mostrou-se que a economia ecológica, traz a percepção de que a crise ecológica deriva de um problema de escala e de velocidade de reprodução do natural do sistema produtivo, possui fundamentos que permitem identificar como o capitalismo com o objetivo de acumular capital, age transformando e alterando os ecossistemas locais para atender as suas necessidades de reprodução bem como proporcionar uma visão ampla acerca dos impactos ambientais causados pela ação antrópica. Portanto, o meio ambiente considerado como um lugar de “todos” por abrigar não só a espécie humana, mas todas as outras que

compõem o ecossistema têm na ação antrópica o ponto de contradição entre a reprodução e a sobrevivência humana frente ao desenvolvimento das forças produtivas.

A categoria Padrão de Reprodução do Capital apresentada no capítulo 3, enquanto categoria de análise intermediária, colocada entre um nível mais abstrato (leis de movimento do capital) e um nível mais concreto (a formação social geograficamente localizada – objeto de estudo) conforme definido por Osório (2012) parece de substancial utilidade e poder explicativo, com grande potencial para instrumentalizar uma análise aprofundada das complexas inter-relações, que se localizam, por assim dizer, na “parte submersa da montanha de soja” do Oeste Baiano.

Ademais, o Padrão de Reprodução do Capital aliado ao diagnóstico comumente oferecido pela Economia Ecológica, de que a crise ecológica deriva de um problema de escala e de velocidade de reprodução material do sistema produtivo acrescentar-se-ia uma explicação calcada numa análise materialista que, por seu turno, remeteria ao conceito de metabolismo social sem amputá-lo do corpo teórico que lhe dá sentido.

A reflexão sobre o padrão de reprodução capitalista no Brasil demonstrou que este se deu por meio do processo de transição do padrão agromineiro exportador, da formação dos Complexos Agroindustriais, advindos dos esforços da política de substituição das importações, que possibilitaram o estabelecimento de um padrão industrial do capitalismo brasileiro, com a formação de uma estrutura industrial, a importação de tecnologia, de tratores, de fertilizantes aliados à manutenção dos latifúndios através do que se chamou de modernização conservadora. No entanto, a política de industrialização e a formação do mercado interno, financiado pelos empréstimos internacionais e pelas exportações de produtos básicos, com a crise de 1982 deixa de representar uma estratégia de desenvolvimento e o objetivo passa ser o financiamento da dívida externa e o equilíbrio fiscal.

A despeito do ambiente de reformas que na década de 1990 culminou no desmonte de algumas das estruturas criadas para dar suporte às políticas agrícolas em períodos anteriores, no que se refere às condições externas para o fortalecimento do agronegócio a partir dos anos 2000 assim como ocorrera em 1982, o setor primário exportador entra na pauta das políticas econômicas para gerar saldo comercial.

Conforme discutido no capítulo 3, a exportação de matéria prima não é um fato novo na América Latina, porém se intensificou nos últimos anos do século XX, num contexto de mudança de modelo de acumulação e com nova roupagem a partir da ampliação e expansão

de megaprojetos que tendem ao controle, a extração e a exportação de bens naturais com baixo valor agregado e alto custo ambiental local. Essas transformações explicam o avanço acelerado da produção de *commodities* agrícolas na América Latina, nos países periféricos nos últimos dezessete anos. Esta dinâmica aponta para a consolidação de empreendimentos em grande escala, com tendência a monopolização e escassez da diversificação econômica e sua lógica de ocupação de territórios atuando de forma destrutiva.

Portanto, a economia do agronegócio firmou as bases no país, através da articulação entre o setor público e privado no que concerne à política agrária bem como a acumulação de capital no espaço por parte da iniciativa privada e a ampliação do setor agrícola e dos complexos agroindustriais em busca do lucro e da renda da terra. Dessa feita, a concentração fundiária que é algo presente ao longo da história do Brasil, nos dias atuais se encontra associada à internacionalização da agricultura, na qual se combinam o domínio tecnológico e financeiro da agricultura brasileira por grandes empresas transnacionais. Aliado a isto, persiste a crescente compra de terras por empresas, fazendeiros e fundos financeiros estrangeiros.

Os dados apresentados no capítulo 3 convergiram para a compreensão de que o avanço da produção de grãos na região do cerrado Brasileiro a partir da década de 1970 foi motivado por fatores internos e externos como o aumento da demanda internacional de grãos, a saturação das terras produtoras na região Sul do país associada ao desenvolvimento de novas variedades de sementes adaptadas ao clima do Cerrado. Dessa forma, a agricultura praticada na região do Cerrado encontra-se vinculada às médias e grandes propriedades com a utilização de técnicas modernas de produção, melhoramento genético e aumento de produtividade.

Em relação à produção de grãos no estado da Bahia, especificamente do milho, soja, algodão e feijão, no ano 2000, a Bahia obtinha 4.175.399 hectares de área plantada desses grãos e os municípios de Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães, Barreiras e São Desidério correspondiam a 17 % da área plantada no estado, com 704.085 hectares. No ano de 2019 a área plantada de grãos no estado da Bahia correspondia a 4.119.832 hectares e a região Oeste já se tornava responsável por 37% da produção de grãos no estado. Dessa forma, os dados demonstram um crescimento da área plantada de soja, sendo esta a única cultura que apresentou crescimento em termos de área plantada no estado da Bahia nos anos em análise e que a soja representa a cultura com maior área plantada no estado.

O avanço da produção de grãos na região Oeste do estado tem produzido impacto no PIB da região e do estado da Bahia. Quando analisamos o PIB do estado da Bahia, percebe-se que o crescimento apresentado entre os anos de 2010 e 2018 foi de 85,4% saindo de um patamar de 154,4 bilhões em 2010 para 286,2 bilhões em 2018, conforme tabela 12. O estado da Bahia contribuiu com 28,4% da participação do PIB do Nordeste em 2018, que apresentou um crescimento de 92,2%, passando de 522,7 bilhões em 2010 para 1 trilhão em 2018.

Os municípios produtores de grãos da região Oeste da Bahia apresentaram incremento do PIB em torno de 12 milhões entre os anos de 2010 e 2018, representando um aumento de 218% no período, saindo de um patamar de 5,4 bilhões em 2010 para 17,2 bilhões em 2018. A participação dos municípios produtores do Oeste no total do PIB do estado em 2018 foi na ordem de 6%. Os dados chamam a atenção, porque se percebe a concentração produtiva assentada na dinâmica da produção agrícola da região Oeste quando apenas 4 municípios são responsáveis por 6% do PIB total do estado. Em relação ao valor adicionado da agropecuária, serviços e indústria no PIB dos municípios da região Oeste, o setor agropecuário apresentou maior crescimento entre os anos analisados com um percentual de 289%, sendo seguido pelo setor de serviços com 207 % e a indústria com 146% entre 2010 e 2018.

Portanto, fica visível o caráter dominante do fator econômico da dinâmica produtiva de *commodities* agrícolas em detrimento dos possíveis danos ambientais gerados a partir do processo produtivo, sendo, pois, resultado da adoção do Padrão de Reprodução Capitalista Exportador de Especialização Produtiva, instrumentalizada pela política neoextrativista e dilapidadora dos recursos naturais fortalecidas pela atuação de agentes locais e nacionais do interesse capitalista.

Aponta-se como possíveis fragilidades e limitações do trabalho a utilização de apenas um dos subíndices que compõem o ISAGRI, que faz parte do Índice de Vetores de Degradação – IDEG que mede a de pressão exercida ao meio ambiente através do uso de fertilizantes, uso de defensivos agrícolas e da perda de solo. Tal fato ocorreu devido à dificuldade de acesso aos dados primários de maneira mais abrangente, que deveriam ser captados por meio de uma pesquisa de campo, a exemplo de coleta de amostra de água e solo em fazendas localizadas na região, tornada impossibilitada numa pesquisa de tese, ante a falta de recursos financeiros, humano e logístico, bem como a periculosidade que envolve o acesso de áreas que abrigam conflitos, sobretudo de terras.

Apesar dessas limitações, considera-se que o índice proposto e utilizado neste trabalho já se constitui num instrumento que pode ser utilizado na avaliação da sustentabilidade ambiental de sistemas agrícolas e no estabelecimento de políticas ambientais mitigadoras, tanto para a região deste estudo como para áreas com atividade produtiva semelhante.

REFERÊNCIAS

ABIOVE. Disponível em: <http://www.abiove.com.br>. Acesso em: 25 mar. 2020.

ABRAMOVAY, Ricardo. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. Campinas: ANPOCS, Hucitec, 1992. 228 p.

ABRAMOVAY, Ricardo. Conselhos além dos limites. **Estudos Avançados**. São Paulo, v.15, n.43, p. 121-140, set./dez. 2001.

ABRAMOVAY, Ricard ; PIKETTY, Marie Gabrielle. Política de crédito do programa nacional de fortalecimento da agricultura familiar (PRONAF) Resultados e limites da experiência brasileira nos anos 90. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**. Brasília (DF), v.22.n.1, p.53-66, jan./abr, 2005.

ACOSTA , Alberto. **Extrativismo e neoextrativismo**: duas faces da mesma maldição. Bem-aventurados os Pobres . Coleção Extrativismo. Formato Texto. 2012, Disponível em: <https://www.biblioteca.bepe.org.ar/items/show/150> . Acesso em 24 jan. 2022

ALLAN, John Anthony. Fortunately there are Substitutes for Water Otherwise our Hydro-political Futures would be Impossible. In: CONFERENCE PRIORITIES FOR WATER RESOURCES ALLOCATION AND MANAGEMENT. **Proceedings...** London, United Kingdom: ODA, 1993. p. 13–26.

ALLAN, John Anthony . Water Deficits and Management Options in Arid Regions with Special Reference to the Middle East and North Africa. In: WATER resources management in arid countries. Muscat, Oman,: Ministry of Water Resources, 1995. p. 1–8

ALLAN, John Anthony. Virtual Water: A Strategic Resource: Global Solutions to Regional Deficits. **Groundwater** , v. 36, n. 4, p. 546, 1998.

ALLAN, John Anthony. Productive Efficiency and Allocative Efficiency: Why Better Water Management May Not Solve the Problem. **Agricultural Water Management** v. 40 , p.71–77, 1999.

ALLAN, John Anthony. **The Middle East Water Question**: Hydropolitics and the Global Economy. London: I B Tauris, 2001a

ALLAN, John Anthony. Virtual Water – Economically Invisible and Politically Silent: A Way to Solve Strategic Water Problems. **International Water and Irrigation Journal**. nov. 2001b.

ALLAN, John Anthony. Hydro-peace in the Middle East: Why No Water Wars? A Case Study of the Jordan River Basin. **SAIS Review of International Affairs** , n.20 , p. 255–272. 2002.

AYRES, Robert . Sustainability economics: Where do we stand? **Ecological Economics**, v.67, n.2, p.281-310, 2008.

ALTVATER, Elmar. **O preço da riqueza: pilhagem ambiental e a nova desordem mundial**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.184 p.

ALVES, Eliseu Roberto de Andrade; CONTINI, Elísio; GASQUES, José Garcia. Evolução da produção de produtividade da agricultura brasileira. **Folhetos**. Embrapa Informação Tecnológica. EMBRAPA, p.67-98, 2008.

AMARAL, Marisa Silva; CARCANHOLO, Marcelo Dias. Superexploração da força de trabalho e transferência de valor: Fundamentos da Reprodução do capitalismo dependente. In: FERREIRA, C.; OSORIO, J.; LUCE, M. S. (Orgs.). **Padrão de reprodução do capital: contribuições da teoria marxista da dependência**. São Paulo: Boitempo, 2012.144 p.

AMAZONAS, Maurício de Carvalho. **O que é economia ecológica**. Disponível em: <http://www.ecoeco.org.br/>. Acesso em: 9 jan. 2021.

ANDRADE, Daniel Caixeta. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. **Leituras de Economia Política**. São Paulo, n. 14, p. 1-31, ago./dez. 2008.

ANDRADE, Daniel Caixeta; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Degradação Ambiental e Teoria Econômica: Algumas reflexões sobre uma “ Economia dos Ecossistemas. **Revista Economia**. Brasília-DF, v.12, n.1, p.3-26, jan/abr, 2011.

AYALA, Laura Miguel.; VAN EUPEN, Michiel; ZHANG, Guoping.; PÉREZ-SOBA, Marta; MARTORANO, Lucieta ; LISBOA, Leila; BELTRAO, Norma. Impact of agricultural expansion on water footprint in the Amazon under climate change scenarios. **Science of the Total Environment**, v. 570, p. 1159–1173, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.191>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AGRONEGÓCIO – ABIOVE. Informativo ABIOVE **sobre sustentabilidade da soja: moratória da soja**: relatório do 1º ano. Disponível em: www.abiove.com.br/ Acesso em: 29 abr. 2021.

AYRES, Robert. Industrial metabolism: theory and policy. In: R. AYRES; U. SIMONIS (Edt.) **Industrial Metabolism: restructuring for sustainable development**. Toquyo: United Nations University Press, 1994. p. 3-20.

AYRES, Robert. KNEESE, A. V. Production, consumption and externalities. **American Economic Review**. v.59, n.3 p. 2,1969

BARBOSA, Juliana Pacheco. Economia e ecologia: a busca de um denominador comum - Estudo de caso: Escassez do Caranguejo-Uçá (*Uciddes Cordatus*) no Estuário do Rio Paraíba do Norte. Curitiba. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA POLÍTICA, 2 COLÓQUIO LATINO AMERICANO DE ECONOMISTAS POLÍTICOS, 7, 2002. Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2002.

BARKER, Michael. Mechanization and farm management. In: MEIJI, J. L., **Mechanization in agriculture**. Amsterdam: North Holland, 1960.164p.

- BASSI, Camillo de Morais. **Água virtual e o complexo soja**: contabilizando as exportações brasileiras em termos de recursos naturais. Brasília: IPEA, 2016. Texto para Discussão, 2180
- BEGOSSI, Alpina. Aspectos de economia ecológica: modelos evolutivos, manejo comum e aplicações. In: CAVALCANTI, C. **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1997. p. 43-51.
- BELTRÁN, Maria; VELÁZQUEZ, Esther. La ecología política del agua virtual y huella hídrica: reflexiones sobre la necesidad de un análisis crítico de los indicadores de flujos virtuales de agua en la economía. **Revista de Economía Crítica**, n. 20, segundo semestre 2015.
- BICKEL, Ulrike. **Brasil**: expansão da soja, conflitos sócio ecológicos e segurança alimentar. 2003. 169 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical)- Faculdade de Agronomia, Universidade de Bonn, Alemanha, 2004.
- BIELSCHOWSKY, Ricardo. Sessenta años de la CEPAL: estructuralismo y neoestructuralismo. **Revista Cepal 97**. Abril, 2009. p.173-194.
- BLENINGER, Tobias; KOTSUKA, Luziadne Katiucia. Conceitos de água virtual e pegada hídrica: estudo de caso da soja e óleo de soja no Brasil. **Revista Recursos Hídricos**, v. 36, n. 1, p. 15-24, maio 2015.
- BRASIL. Decreto nº 8.447, de 6 de maio de 2015. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: 6 de mai. 2015.
- BOYACIOGLU, Huly ; HOEKSTRA, Arjen. Grey water footprint accounting: Tier 1- Supporting Guidelines, Water Footprint Network. **Value of Water Research Report**, Series nº 65, december ,2013. UNESCO-IHE Institute for Water Education.
- BOULDING, Kenneth. The economics of the coming Spaceship earth. In: JARRET, H. (ed.). **Environmental quality in a growing economy**. London and Baltimore: Resources for the Future Inc. ; The Johns Hopkins Press, 1966.
- BOSERUP, Esther. **Evolução agrária e pressão demográfica**. São Paulo: Hucitec, Polis, 1987. 141 p.
- BUARQUE, Cristovam. O pensamento em um mundo terceiro mundo. In: BURSZTYN, Marco. **Para pensar o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Brasiliense, 1994. p.57-80.
- CAMINO, V. R.; MULLER, S. **Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales**: bases para establecer indicadores. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura/ Proyecto IICA/GTZ, 1993. 140 p.
- CARNEIRO, Fernando Ferreira.; PIGNATI, Wanderlei Antônio; RIGOTTO, R. M.; AUGUSTO, Lia Giraldo Silva.;PINHEIRO, Anelise Risolo; FARIA, Neice Muller. Parte 1 – Segurança alimentar e nutricional e saúde. In: CARNEIRO, Fernando Ferreira; RIGOTTO, Raquel Maria.; AUGUSTO, Lia Giraldo Silva.; FRIEDRICH, Karen.; BURIGO, A. C. (Org). **Dossiê ABRASCO**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: ABRASCO; 2015. p. 46-86.

- CARNEIRO, Ricardo. **Globalização e Integração Periférica**. Campinas: IE-Unicamp, 2007. Texto para Discussão, n.126.
- CASTRILON FERNANDÉZ, Antônio João. **Do cerrado à Amazônia**: as estruturas sociais da economia da soja em Mato Grosso. 2007.262 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,2007.
- CANO, Wilson. Questão Regional e Urbanização no Desenvolvimento Econômico Brasileiro pós 1930. In: ENCONTRO DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 6., 1988, Olinda. **Anais..** Olinda 1998.. v. 2, p. 67-100.
- CANO, Wilson. Questão regional e política econômica nacional. In: CASTRO, Ana Célia (Org.). **Desenvolvimento em debate**. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social: Mauad, 2002. v. 3, p. 275-307.
- CAVALCANTI, Clóvis (Org.). **Desenvolvimento e natureza**: estudos para uma sociedade sustentável. 3. ed. São Paulo: Cortez; Recife : Fundação Joaquim Nabuco, 2001.432p.
- CAVALCANTI, Clóvis. Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. **Estudos Avançados**, n.24, p 53-67, 2010,
- CIPOLLA, Francisco Paulo. Da crise bancária à crise geral. In: BARROSO, A. S.; SOUZA, R. (Org.). **A grande crise capitalista global 2007-2013**: gênese, conexões e tendências. São Paulo: Anita Garibaldi: Fundação Maurício Gabrois, 2013. p. 137-160.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO -CONAB. **Corredores de escoamento da produção agrícola**: corredor da BR 163. Brasília: CONAB, 2007. p.285
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO -CONAB. **Dados Informativos**.Disponível em:: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 21 mar. 2021.
- CORAZZA, Gentil; MARTINELLI JR, Orlando. Agricultura e questão agrária na história do pensamento econômico. **Teoria e evidência econômica**, Passo Fundo, v.10, n.19, nov.2002.
- CHAPAGAIN, Ashok; HOEKSTRA, Arjen; SAVENIJE, Hubert; GAUTAM, R. The water footprint of cotton consumption: an assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. **Ecological Economics**, v.60, p.186-203, 2006.
- CHAPAGAIN, Ashok, ORR, Selinda. An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: A case of Spanish tomatoes. **Journal of Environmental Management**, v.90, p.1219-1228, 2009.
- CHECHIN, Andrei; MAGALHÃES, Reginaldo Sales. **A economia da sobrevivência e seus fundamentos sociais**. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 7., 2007, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2007.
- CHECHIN, Andrei. **Fundamento Central da economia Ecológica**. In: ECONOMIA do Meio Ambiente: teoria e prática. 3ª ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2018.

CIPOLLA, Francisco Paulo. Lei fundamental da concorrência capitalista e critério de adoção de novas técnicas. **Análise Econômica**. Porto Alegre, Faculdade de Ciências Econômicas, UFRS v.23, n.43, mar. 2005.

COSTANZA, Robert. Ecological Economics is Post-Autistic **Post-autistic economics review**. Issue, n. 20. 3 jun. 2003. Article 2.
Disponível em: <http://www.paecon.net/PAERReview/issue20/Costanza20.htm>. Acesso em: 22 maio 2021.187p.

COSTANZA, Robert. Economia ecológica: uma agenda de pesquisa. In: MAY, Peter Herman; MOTTA, Ronaldo Seroa: **Valorando a natureza : análise econômica para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Campus, 1994. p. 111-144

DALY, Herman Edward. On Economics as a Life Science. **Journal of Political Economy**, v.76, n. 3, p. 392-406, may - Jun., 1968.

DALY, Herman Edward . **The world dynamics of economic growth: the economics of the steady state**. Nashville, Tennessee, : American Economic Association, 1974. p. 15-21

DALY, Herman Edward. **Beyond growth: the economics of sustainable development**. Boston: Beacon Press, 1996. 336 p.

DALY, Herman Edward . Políticas para o desenvolvimento sustentável. In: CAVALCANTI, Clóvis. **Meio Ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1997.

DALY, Herman Edward. Crescimento Sustentável? Não, obrigado. **Revista Ambiente & Sociedade**.v.7, n.2, jul/dez. 2004.

DALY, Herman Edward; JOSHUA, Fogel. **Ecological economics: principles and applications** Washington: Island Press, 2011. 509 p.

DELGADO, Guilherme Costa. **Do "capital financeiro na agricultura" à economia do agronegócio: mudanças cíclicas em meio século (1965-2012)**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012. 333 p.

DEMOLON, Albert. **L'Évolution scientifique de l'agriculture française**. Paris: Flammarion, 1946. 329 p.

DENARDIN, Valdir Frigo. Abordagens econômicas sobre o meio ambiente e suas implicações quanto aos usos dos recursos naturais. **Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo: v. 11. n. 21, nov. 2003.

DIETZENBACHER, Erik.; VELÁZQUEZ, Esther. Analysing andalusian virtual water trade in an input-output framework. **Regional Studies**, v.41, p.185-196, 2007.

DINIZ, Clélio Campolina. Repensando a questão regional Brasileira: tendências, desafios e caminhos. **Painel sobre o desenvolvimento Brasileiro**, BNDES, Rio de Janeiro:, 2002.223 p. 269-274.

DOSI, Giovanni. Technological paradigms and technological trajectories. **Revista Brasileira de Inovações**, v.5, n.1, p. 17-32, jan./jun.2006.

DROS, Jan Maarten. Administrando os avanços da produção de soja: dois cenários da expansão do cultivo de soja na América do Sul. **AID Environment**, Amsterdã, Junho de 2004. 74 p. (Relatório). Disponível em: <http://www.wwf.org.br/>. Acesso em: 23 abril, 2019.

DORAN, John. **Soil quality and sustainability**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997.

DORAN, John. SARRANTONIO, Mary., LIEBIG, Mark. A. Soil health and sustainability. In: SPARKS, D. **Advances in agronomy**. San Diego: Academic, 1996. v. 56

DONG, Huijuan; GENG, Young; XUE, Bing. **Regional water footprint evaluation in China: A case of Liaoning**. **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 442, p.215-224, jan. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.10.049>.

DORFMAN, Robert; DORFMAN, Nanci (ed). **Economics of the Environment**: selected readings. 2. ed. Nova York, Norton, 1972.

DOWNS, Anthony. Up and Down with Ecology-the Issue-Attention Cycle; **Public Interest**, v. 28 p. 38-50, summer, 1972 Disponível em https://fbaum.unc.edu/teaching/articles/Downs_Public_Interest_1972.pdf Acesso em mar.2020

DUARTE, Rosa; PINILLA, Vicente; SERRANO, Ana. The water footprint of the Spanish agricultural sector: 1860–2010. **Ecological Economics**, [s.l.], v. 108, p.200-207, dez. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.10.020>.

ERCIN, Ali Erçin; MEKONNEN, Mesfin; HOEKSTRA, Arjen. Sustainability of national consumption from a water resources perspective: the case study for France. **Ecological Economics**, v. 88, p. 133-147. 2013.

EVANGELOU, Eleftherios; TSADILAS, Christos; TSERLIKAKIS, Nicolaos. **Water Footprint of Industrial Tomato Cultivations in the Pinios River Basin**: Soil Properties Interactions. **Water**. Suíça 07 nov. 2016. p. 1-13. Disponível em <https://www.mdpi.com/2073-4441/8/11/515/htm> Acesso em mar.2020

ELIAS, Denise. Agronegócio e desigualdades socioespaciais. In: ELIAS, Denise; PEQUENO, Renato. [Orgs]. **Difusão do agronegócio e novas dinâmicas socioespaciais**. Fortaleza: BNB, 2006. 205 p.

EMBRAPA. **Criação de empregos pelo complexo agroindustrial da soja**. Londrina, 2004a. Documentos 233

EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja**: região central do Brasil. Londrina, 2004b.

FAO/STAT. Disponível em: <http://faostat.fao.org/faostat>. Acesso em: 22 mai. 2019.

FEE. FUNDAÇÃO DE ESTATÍSTICA E ECONOMIA. **Exportações do agronegócio**

gaúcho chegam a 11 bilhões no acumulado de 2016. Disponível em: <http://www.fee.rs.gov.br>. Acesso em 23 mar. 2020.

FERREIRA, Marcelo José Monteiro; VIANA JÚNIOR, Mário Martins; PONTES, Andrezza Graziella Veríssimo; RIGOTTO, Maria Raquel; GADELHA, Diego. Gestão e uso dos recursos hídricos e a expansão do agronegócio: água para quem e para quem? **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n.3, p. 743-752, 2016.

FILGUEIRAS, Luis. Padrão de reprodução do capital e capitalismo dependente no Brasil atual. **Caderno CRH**, Salvador, v. 31, n. 84, p. 519-534, set./dez. 2018.

FINAMORE, Eduardo Belisário; MONTROYA, Marco Antônio. O fluxo circular do consumo e do uso da água no Brasil e a demanda hídrica do agronegócio brasileiro. In: CONGRESSO DA SOBER, 57. **Anais eletrônicos** [Agricultura, alimentação e desenvolvimento]. Ilhéus, 2019.

FRANK, André Gunder. A agricultura brasileira: capitalismo e o mito do feudalismo. In: STEDILE, João Pedro Stedile (org.) **A questão agrária no Brasil**. [S.l.]: Ed. Expressão Popular, 1964. v.2 2180 p.

FROTA, Antônio Boris; CAMPELO, Gilson de Jesus de Azevedo. Evolução e perspectivas da produção de soja na região Meio-Norte do Brasil. QUEIROZ, Maria ; GOEDERT, Clara Oliveira; RAMOS, Semíramis Rabelo. **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 1999. 126 p.

FENG, Kuishuang.; SIU, Yim Ling; GUAN, Dabo; HUBACEK, Klaus. Assessing regional virtual water flows and water footprints in the Yellow River Basin, China: A consumption based approach. **Applied Geography**, v.32, p. 691-701, 2011.

FOLADORI, Guilherme. **Limites do desenvolvimento sustentável**. Campinas: Editora da Unicamp : Imprensa Oficial, 2001. 222 p.

FURTADO, Celso. **Introdução ao desenvolvimento**. São Paulo: Paz e Terra, 2000. 173 p.

GALLOPIN, Gilberto Carlos. Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators. **A system approach. Environmental Modelling Assessment**, v.1, n.3, p.101-117, 1996.

GELAIN, Jaqueline Gelain; ISTAKE, Márcia. Exportação líquida de água virtual brasileira e estadual. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)**, v.9, n.2, p.150-168, 2015.

GEORGESCU - ROEGEN, Nicholas. A lei da entropia e o processo econômico em retrospecto. **Eastern Economic Journal**. v. 12. n. 1, mar./jan. 1986.

GEORGESCU - ROEGEN, Nicholas. **O decrescimento**: entropia, ecologia, economia. São Paulo: Editora Senac, 2012. 258p.

GERMANI, Guiomar. Questão agrária e movimentos sociais: a territorialização da luta pela terra na Bahia. In: COELHO NETO, A.S; SANTOS, E. M.C. SILVA, O.A. (org). **(GEO) grafias dos movimentos sociais**. Feira de Santana (BA): UEFS Editora, 2010. p. 269-304.

GIACOMETTI, Kerly; DOMINSCHKE, Desiré Luciana. Ações antrópicas e impactos ambientais: industrialização e globalização. **Caderno Intersaberes**. v.7, n. 10, 2018.

GLEICK, Peter. The changing water paradigm: A look at twenty-first century water resources development. **Water International**, v.25, p.127-138, 2000.

GLIESSMAN, Richard. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: EdUFRGS, 2000. 653 p.

GOODMAN, David ;SORJ, Bernardo; WILKINSON, John. Agroindústria, políticas públicas e estruturas sociais rurais: análises recentes sobre a agricultura brasileira. **Revista de Economia Política**. v. 5, n. 4, out/dez, 1985.

GOODMAN, David.; SORJ, Bernardo. WILKINSON, John. **Da lavoura às biotecnologias**: agricultura e indústria no sistema internacional. Rio de Janeiro: Campus, 1989. 209 p.

GRAZIANO SILVA, José. Tecnologia e campesinato: o caso brasileiro. **Revista de Economia Política**, v. 3, n. 4, outubro/dezembro, 1983.

GOMES JÚNIOR, Evaldo. Considerações sobre a apropriação de renda da terra agrícola nas economias dependentes: apontamentos para o Brasil. In: JORNADAS DE ECONOMÍA CRÍTICA,9 ; COLÓQUIO DE LASEPLA, 11 Córdoba, Argentina, 2016. **Anais...** Córdoba, Argentina, 2016. v. 1, p.13,

GRAZIANO DA SILVA, José. **A modernização dolorosa**. Rio de Janeiro. Zahar Editores, 1981.196 p.

GRAZIANO DA SILVA, José. **A nova dinâmica da agricultura brasileira**: Campinas. Editora da UNICAMP, 1996. 217 p.

GRAZIANO DA SILVA, José. **Tecnologia e Agricultura Familiar**. Porto Alegre, Editora da UFRGS, 1999. 240 p.

GUDYNAS, Eduardo. Diez tesis urgentes sobre el nuevo extractivismo. **Extractivismo, política y sociedad**. Quito: Centro Andino de Acción Popular; Centro Latino Americano de Ecología Social, v. 187, p. 187-225, 2009.

GUDYNAS, Eduardo. Estado compensador y nuevos extractivismos. **Revista Nueva Sociedad**, v.237, p.128-146, 2012a.

GUDYNAS, Eduardo. O novo extrativismo progressista na América do Sul: teses sobre um velho problema sob novas expressões. In: LÉNA, P.; NASCIMENTO, E. Pinheiro do. **Enfrentando os limites do crescimento**: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade. Rio de Janeiro: Garamond; IRD, 2012b. p.303-318.

GUIMARÃES, Alberto Passos. **Quatro Séculos de Latifúndio**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1968. 256 p.

HARVEY, David. **Para entender o capital**: livro I. São Paulo: Boitempo, 2013.

HASHIZUME, Maurício. Município do Tocantins lidera ranking de soja e de pobreza. **Repórter Brasil**, 2009. Disponível em: www.reporterbrasil.org.br. Acesso em: 29 abr. 2021.

HASHIZUME, Maurício. Fatura de grãos contrasta com precariedade de políticas sociais. **Repórter Brasil**, 2009. Disponível em: www.reporterbrasil.org.br. Acesso em: 29 abr. 2021.

HASSE, Geraldo. **O Brasil da soja: abrindo fronteiras, semeando cidades**. Porto Alegre: L&PM, 1996. 220 p.

HERCULANO, Selene. Riscos e desigualdade social: a temática da Justiça Ambiental e sua construção no Brasil. In: ENCONTRO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE -ANPPAS, 1 Indaiatuba, nov. 2002. **Anais....** Disponível em: www.anppas.org.br. Acesso em: 15 de set. 2020.

HEREDIA, Beatriz; PALMEIRA, Moacir; LEITE, Sérgio Pereira. Sociedade e Economia do “Agronegócio” no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v.25, n.74, out. 2010.

HILFERDING, Rudolf. **O capital financeiro**. São Paulo: Nova Cultural, 1985. 175 p.

HIRAKURI, Marcelo Hiroshi. Impactos econômicos de estresses na produção de soja na safra 2015/2016. **Circular técnica**. Londrina. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 29 abr. 2020.

HOEKSTRA, Arjen. Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis. **Ecological Economics**, v. 68, n. 7, p. 1963-1974, maio 2009.

HOEKSTRA, Arjen; CHAPAGAIN, Ashok; ALADAYA, Maite; MEKONNEM, Mesfin. 2011. **The Water Footprint Assessment Manual – Setting the Global Standard**. London: Earthscan, 224p.

IBGE. **Censo agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

IBGE. **Panorama Agrícola Municipal-PAM**, Disponível em: <http://www.pam.ibge.gov.br/bda>. Acesso em: 11 jan. 2021.

KAECHELE, Karin Teixeira; ROMEIRO, Ademar. Avanços e desafios do protocolo de Kyoto na visão da economia ecológica: o recebimento. In: ENCONTRO DA ANPPAS, 3, 2006. Brasília, DF: **Anais...** Brasília, DF, 2006.

KAUTSKY, Karl. **A questão agrária**. São Paulo: Ed. Paz e Terra. 1989.

KAGEYAMA, Angela. Os maiores proprietários de terras do Brasil. **Reforma Agrária**. Campinas -SP, v. 1, p. 63-66, 1986.

KAGEYAMA, Ângela. Novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos industriais. In: DELGADO, G.C; GASQUES, J.G; VILLA VERDE, C. M. (Org.). **Agricultura e Políticas Públicas**. Rio de Janeiro: IPEA, 1990. p. 113-223.

LEAL, Manuela Nunes; FRANÇA, Vera Lucia Alves. Reestruturação da produção agrícola e organização do espaço agrário piauiense: o agronegócio da commodity soja. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 30, n. 2, p. 13-28, 2010.

LENIN, Vladimir. **Capitalismo e agricultura nos Estados Unidos da América**: novos dados sobre as leis de desenvolvimento do capitalismo na agricultura. [s.l] Brasil Debates, 1980. 260 p. Coleção Alicerces,.

LIMA, Gilberto Tadeu. Naturalizando o capital, capitalizando a natureza: o conceito de capital natural no desenvolvimento sustentável. **Texto para discussão**. IE/Unicamp, Campinas, n. 74, jun. 1999. Disponível em: <http://www.eco.unicamp.br/Downloads/Publicacoes/TextosDiscussao/texto74.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2021.

LIPOVETSKY, Gilles. **A felicidade paradoxal**: ensaio sobre a sociedade do hiperconsumo. [s.l]: Editora Edições 70, 2007. 357 p.

MA, Jing; HOEKSTRA, Arjen.; WANG, Hao.; CHAPAGAIN, Ashok. K.; WANG, Dangxian. Virtual versus real water transfers within China. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v.361, p.835-842, 2006.

MARACAJÁ, Kettrin Farias Bem; SILVA, Vicente de Paulo Rodrigues da; NETO, José Dantas; ARAÚJO, Lincoln Eloi de. Pegada Hídrica como Indicador de Sustentabilidade Ambiental. **REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**.v. 2, n.2, Edição Especial Rio +20, p.113-125, jun. 2012.

MAY, Peter. Economia ecológica e o desenvolvimento equitativo no Brasil. In: CAVALCANTI, C.: **Desenvolvimento e natureza**: estudos para uma sociedade sustentável. 3. ed. São Paulo, Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco. 2001. p. 235- 255.

MAY, Peter. LUSTOSA, Maria C. ; VINHA, Valéria da. **Economia do meio ambiente**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.201 p.

MARQUES, João Fernando; COMUNE, Antônio Evaldo. A teoria neoclássica e a valoração ambiental. In: ROMERO, Ademar R.ibeiro; REYDON, Bastiaan. Philip; LEONARDI, Maria Lúcia Azevedo. (Org.). **Economia do meio ambiente**. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 1995. 520 p.

MARQUES, João Fernando; COMUNE, Antônio Evaldo. A teoria neoclássica e a valoração ambiental. In: ROMEIRO, Ademar Ribeiro. et al. **Economia do meio ambiente**: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais. Campinas: Unicamp/IE, 1996. 672 p.

MARQUES FILHO, Luiz. **Capitalismo e Colapso Ambiental**. 2ª ed.rev. e ampl. Campinas, SP. Editora da Unicamp, 2016.736 p.

MARTÍNEZ-ALIER, Joan. **Da economia ecológica ao ecologismo popular**. Blumenau: FURB, 1998. 608 p.

MARTÍNEZ-ALIER, Joan. **O ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração**. São Paulo: Contexto, 2015. 384 p.

MATTOS, Katty Maria da Costa; MATTOS, Arthur. **Valoração econômica do meio ambiente: uma abordagem teórica e prática**. São Paulo: Rima; FAPESP, 2004.

MARTINS, José de Souza. S. A sujeição da renda da terra ao capital e o novo sentido da luta pela Reforma Agrária. **Boletim de Geografia Teórica**. Rio Claro, v. 10 , n.19, p. 31-47, 1980,

MARTINS, José de Souza. **Fronteira: a degradação do Outro nos confins do humano**. São Paulo: Hucitec, 1997. 192 p.

MARTINS, José Jamil Fernandes. **Padrões econômico-ambientais da agropecuária no Estado do Tocantins: estudo comparativo de microbacias correspondentes a três sistemas agrários relevantes**. 246 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Belém, 2010.

MARINI, Rui Mauro. *Dialética da Dependência*. Editora Era, México, 1990, 10a edição (1a edição, 1973). O postscriptum conforme: **Revista Latinoamericana de Ciências Sociais**, Flacso, (Santiago de Chile), n° 5, junho 1973.

MARX, Karl. **O capital: Crítica da economia política**. Livro I. São Paulo: Boitempo, 2015. 653 p.

MATTEI, Lauro. Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar-Pronaf: concepção, abrangência e Limites. In: ENCONTRO NACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 4, Belém, 2001. **Anais...Belém: Cd-ROM**.

MAZZUCHELLI, Frederico. O Pioneirismo de Smith. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 11, n. 1 (18), p. 185-192, jan./jun. 2002.

MERICO, Luiz Fernando Krieger. **Introdução à economia ecológica**. . Blumenau: FURB, 1996. (Coleção Sociedade e Ambiente).160 p.

MENDONÇA, Jackson Ornelas. O potencial de crescimento da produção de grãos no Oeste da Bahia. **Bahia Agrícola**., v.7, n.2, abr. 2006.

MÉSZÁROS, István. **Para além do capital: rumo a uma teoria da transição**. Trad. Paulo Cezar Castanheira, Sérgio Lessa. - 1.ed. revista. - São Paulo: Boitempo, 2011. 1104 p.

MIRANDA, Evaristo. **Matopiba: desenvolver a agricultura ou os agricultores**. Disponível em: www.evaristodemiranda.com.br. Acess em: 6 dez. 2020

MIRANDA, Evaristo Eduardo; MAGALHÃES, Lucíola Alves; CARVALHO, Carlos Alberto. **Proposta de delimitação territorial do MATOPIBA**. Campinas, SP. EMBRAPA, 2014. 18 p. Nota técnica

MONBEIG, Pierre. **Pioneiros e fazendeiros de São Paulo**. São Paulo: Hucitec/Polis, 1984. 392 p.

MONTOYA, Marco Antônio; FINAMORE, Eduardo Belisário. **Os recursos hídricos no agronegócio brasileiro: uma análise insumo-produto do uso, consumo, eficiência e intensidade**. Passo Fundo, RS, 2019. **Texto para discussão N° 10/2019**.

MONZANI, Luiz Roberto. Raízes filosóficas da noção de ordem nos fisiocratas. **Discurso**. Revista do Departamento de Filosofia da USP n. 44, 2014.

MOREIRA, Roberto José. Renda da natureza e territorialização do capital: reinterpretando a renda da terra na competição intercapitalista. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v.4, p. 89-111, jul 1995.

MOREIRA, Ruy. **A geografia do espaço mundo: conflitos e superação no espaço do capital**. Rio de Janeiro: Consequência Editora, 2016. 235 p.

MOREIRA, Josino Costa; PERES, Frederico; SIMÕES, Ana Cristina, PIGNATI, Wandrelei Antônio; DORES, Eliane de Carvalho; VIEIRA Sandro Nunes, STRUSSMANN, Christine; MOTT, Tamí. Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região de Mato Grosso. **Revista de Ciência e Saúde Coletiva**. v. 17 n.6, p. 1557-1568, 2012.

MUELLER, Charles C. Dinâmica, condicionantes e impactos sócio-ambientais da evolução da fronteira agrícola no Brasil. **Rev. Administração Pública**, Rio de Janeiro, v.26 n. 3, p.64-87, jul/Jset. 1992.

MUELLER, Charles C. O debate dos economistas sobre a sustentabilidade: Uma avaliação sob a ótica da análise do processo produtivo de Georgescu-Roegen. **Estudos Econômicos**, v. 35, n. 4, p. 687-713, out./dez. 2005.

MUELLER, Charles C. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. Brasília, DF: UnB, 2007

NORGAARD, Richard. **Development betrayed: the end of progress and a coevolutionary revisioning of the future**. London: Routledge, 1994. 296 p.

NORGAARD, Richard. Valoração ambiental na busca de um futuro sustentável. In: CAVALCANTI, Clóvis. **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1997. 369-383 p.

NOSSO futuro comum.. 2.ed. Rio de Janeiro: FGV/ Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991.430 p.

NUNES, Paulo Henrique Farias. As relações Brasil-Japão e seus reflexos no processo de ocupação do território brasileiro. **Revista Caminhos de Geografia**. v. 6, n. 19, p. 90-101. Out de 2006. Uberlândia,PPGG/IG/UFU.Disponível em:<http://www.caminhosdegeografia.ig.ufu.br/include/getdoc.php?id=543&article=269&mode=pdf>. Acesso em 01 abr. 2020

ODUM, Eugene. **Fundamentals of ecology**. Philadelphia: W. B. Saunders, 1953.624 p.

ODUM, Eugene. The strategy of ecosystem development. **Science**, v. 164, p. 262-270, 1969.

OLIVEIRA, Ariovaldo UMBERLINO. **Modo de Produção Capitalista, Agricultura e Reforma Agrária**. São Paulo: FFLCH, 2007. 184p.

OLIVEIRA, Francisco. **Elegia para uma Re (li)gião**. Sudene, Nordeste . Planejamento e Conflito de Classes. Rio de Janeiro: 2ª ed, Paz e Terra,1977. 185 p.

OLIVEIRA, Noemi Pereira; ATANAKA-SANTOS, Marina; SILVA, Ageo Mário Cândido, PIGNATI, Wanderley Antônio. Malformações congênitas em municípios de grande utilização de agrotóxicos em Mato Grosso, Brasil. **Revista Ciência e Saúde Coletiva** .v. 19, n.10, p.4123-4130, 2014.

OLIVEIRA, Maria Aparecida Brito. A formação territorial do oeste da Bahia e as políticas territoriais do estado no período de 1889-1955. *Élisée*, **Rev. Geo. UEG** – Anápolis, v.3, n.2, p.133-150, jul./dez. 2014.

OSORIO, Jaime. Padrão de reprodução do capital: uma proposta teórica. In: FERREIRA, C.; OSORIO, J.; LUCE, M. S. (Orgs.). **Padrão de reprodução do capital**; contribuições da teoria marxista da dependência. São Paulo: Boitempo, 2012. 144 p.

OSORIO, Jaime. América Latina: o novo padrão exportador de especialização produtiva – estudo de cinco economias da região. In: FERREIRA, C.; OSORIO, J.; LUCE, M. S. (Orgs.). **Padrão de reprodução do capital**; contribuições da teoria marxista da dependência. São Paulo: Boitempo, 2012.144 p.

PAULANI, Leda Maria. Ciência econômica e modelo de explicação científica: retomando a questão. **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 11 (117), p. 27-44, jan-mar. 2010.

PAZ, Vital Pedro da Silva; TEODORO, Reges Eduardo Franco; MENDONÇA, Fernando Campos. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** Campina Grande, PB, DEAG/UFPB, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

PEARCE, David. **Environmental economics**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1993.496 p.

PETTY, Willian.; QUESNAY, François. **Obras Econômicas**: quadro econômico dos fisiocratas. São Paulo: Nova Cultural, 1996. 155 p.

PIGNATI, Wanderlei Antônio; MACHADO, Jorge; CABRAL, James. Acidente rural ampliado: o caso das “chuvas” de agrotóxicos sobre a cidade de Lucas do Rio Verde – MT. **Ciência e Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v. 12 n. 1 p.105-114, 2007.

PIGNATI, Wanderlei Antônio; OLIVEIRA, Noemi Pereira; SILVA, Ageo Mário Cândido. Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros. **Ciência e Saúde Coletiva**. v. 19 n12, p 4669-4678. 2014.

PILLET, Gonzague. **Economia ecológica**: introdução à economia do ambiente e recursos naturais. Lisboa: Instituto Piaget, 1993. 245 p.

PIRES, Mauro Oliveira. Programas agrícolas na ocupação do cerrado. **Revista Sociedade e Cultura**, v. 3, n. 1 e 2, p. 111-131. Jan/Dez de 2000.. Disponível em: <http://200.137.221.132/index.php/fchf/article/viewArticle/459> Acesso em 4 abr. 2020

PREBISCH, Raul. O desenvolvimento econômico da América Latina e seus principais problemas. **Revista Brasileira de Economia**, v. 3, p. 47-111, set. 1949.

PRETTY, Jules. **Regenerating agriculture**: policies and practice for sustainability and self-reliance. London: Earthscan, 1995. 320 p.

PRIMAVESI, Anne. **Manejo Ecológico do solo**: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 1980. 552 p.

PRIMACK, Richard; RODRIGUES, Edson. **Biologia da Conservação**. Londrina: Editora Planta, 2001. 328 p.

POLANYI, Karl. The two meanings of economic. In: PEARSON. Harry W (ed). **The livelihood of man**. New York: Academic Press, 1977. p. 19-34. .

POLY. Joseph. **Pour une agriculture plus economie et plus autonome**. Paris: INRA, Juillet, 1978. 65 p.

RELATÓRIO ANUAL DE DESMATAMENTO 2019. **MapBiomass, 2020** 49p. Disponível em: <http://alerta.mapbiomas.org>. Acesso: 25 de junho de 2021.

RENAULT, Daniel. Value of Virtual Water for Food: Principles and features. In: PROCEEDINGS EXPERT MEETING ON VIRTUAL WATER, Delft, December, 2002. 19 p.

REZENDE, Gervásio Castro de. **Ocupação agrícola e estrutura agrária no cerrado**: o papel do preço da terra, dos recursos naturais e da tecnologia. Rio de Janeiro, 2002. (Texto para Discussão: IPEA n. 913). Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/default.jsp>. Acesso em: 18 jan. 2010.

RIBEIRO, Darcy. **O processo civilizatório**. Etapas da evolução sociocultural. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1968. 135 p.

RICARDO, David. **Princípios de Economia Política e Tributação**. Trad. de Paulo Henrique Ribeiro Sandroni. 3.ed. São Paulo. Nova Cultural, 1988. 185 p. Coleção os Economistas

RODRIGUEZ, Octávio. **Teoria do subdesenvolvimento da CEPAL**. Rio de Janeiro: Forense-Universitária, 1981. 345 p.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. O modelo euro-americano de modernização agrícola. **Nova Economia**. Belo Horizonte. v.2, n. 2. nov. 1991.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro (org). **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. Campinas: Unicamp; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2004. 400 p.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. O Preço da Riqueza (artigo-resenha). **Revista de Economia Política**, v. 17, n. 3, dez. 1997.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Economia ou economia política da sustentabilidade?** Campinas; Unicamp, 2001. (Texto para Discussão, 102).

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Desenvolvimento sustentável e mudança institucional**: notas preliminares. Campinas: Unicamp, 2001. (Texto para Discussão, 68).

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Economia ou Economia Política da Sustentabilidade**. In: ECONOMIA do Meio Ambiente: teoria e prática. 3ª ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2018.

ROMAGUERA, Mireia ; HOEKSTRA, Arjen . Y.; SU, Z Zhongbo.; KROL, Maarten. S.; SALAMA, Mhd Suhyb . Potencial of using remote sensing techniques for global assessment of water footprint of crops. **Journal Remote Sensing**, v.2, p.1177-1196, 2010.

RUEEGG, Elza Flores; PUGA, Flávio Rodrigues;SOUZA, Maria Célia. **O impacto dos agrotóxicos sobre o ambiente, a saúde e a sociedade**. São Paulo: Ícone, 1986. Coleção Brasil Agrícola

SAAD FILHO, Alfredo. A interminável crise neoliberal. In: BARROSO, A. S.; SOUZA, R. (Org.). **A grande crise capitalista global 2007-2013**: gênese, conexões e tendências. São Paulo: Anita Garibaldi: Fundação Maurício Gabrois, 2013. p. 375-389.

SADER, Emir, GENTILI Pablo (Org.). **Pós-neoliberalismo**: as políticas sociais e o estado democrático. Rio de Janeiro: Paz e terra, 1995. 206 p.

SACHS, Ignacy. **Ecodesenvolvimento**: crescer sem destruir. São Paulo: Vértice, 1986. 208 p.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro, Garamond, 2009. 96 p.

SAMPAIO, Y; SAMPAIO, I; MARANHÃO, S. **Desenvolvimento rural no nordeste**: a experiência do Polonordeste. Recife: CME,PIMES, 1987. 125 p.

SANTOS, João Francisco Severo ; NAVAL, Liliana Pena; LEITE,Danuza Francisco Costa.; BARBACENA, Danilo Ribeiro; SEVERO, Fernanda Alves Silva. Pegada hídrica da soja em cenários de mudanças climáticas na ultima fronteira agrícola do Cerrado nas regiões Norte e Nordeste. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.27, n.1, p.143-153, set 2019.

SANTOS. Edilene de Jesus; SANTOS, José Antônio Gonçalves; SILVA, Maíra Ferraz Oliveira. A água virtual e a pegada hídrica da produção de soja no estado da Bahia. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA. RURAL (SOBER), 59; ENCONTRO BRASILEIRO DE PESQUISADORES EM COOPERATIVISMO (EBPC), 6, Brasília, 2021. **Anais...** . Disponível em <https://www.even3.com.br/anais/soberebpc2021/343884-a-agua-virtual-e-a-pegada-hidrica-da-producao-de-soja-no-estado-da-bahia/> Acesso em em 27 ago.2021.

SISCOMEX . Sistema de Comércio Exterior. Disponível em: <http://siscomex.gov.br/> Acesso em: 25 mai. 2020.

SILVA, Luciana Ferreira. **A construção de um índice de sustentabilidade ambiental agrícola (ISA):** uma proposta metodológica. Campinas, SP. 2007. 232 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada – área de concentração: Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

SILVA, Maykon Daniel Gonçalves; SOARES, Maria Jessyca Barros; MADALENA, Maria. Pesquisa e inovação: expansão da soja no Piauí. **Econômico**, v. 16, n. 31, p. 62, 2014.

SILVA, Andréa Leme; SOUZA, Cláudia; ELOY, Ludivine; PASSOS, Carlos José Sousa. Políticas ambientais seletivas e expansão da fronteira agrícola no Cerrado: impactos sobre as comunidades locais numa Unidade de Conservação no oeste da Bahia. **Revista NERA**, v. 22, n. 47, p. 321-347, Dossiê MATOPIBA, 2019.

SHIKLOMANOV, Igor. Appraisal and assessment of world water resources. **Water International**, v.25, p.11-32, 2000.

SCHALLER, Neill., The Concept of agricultural sustainability. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, n. 46, p. 89-97, 1993.

SPADOTTO, Cláudio. **Impactos ambientais dos agrotóxicos**. Brasília: EMBRAPA - CNPMA, 1993. 145 p. Comunicado Interno

SYAMPA, Maristella Naomi. Consenso de los commodities y lenguajes de valoración em América Latina. **Revista Nueva Sociedad**. n. 244, mar-abril de 2013.

SMITH, Adam. **A riqueza das nações:** investigação sobre sua natureza e suas causas. Tradução de Luiz João Barúna. São Paulo: Abril Cultural, 1983. 420 p. Coleção os Economistas.

TEPICHT, Jerzy. **Marxisme et Agriculture:** le paysan polonais. Paris: Librairie Armand Colin, 1973. 127 p.

TIEZZI, Enzo. **Tempos históricos, tempos biológicos.** A terra ou a morte: os problemas da nova ecologia. São Paulo: Nobel, 1988. 204 p.

TOMASONI, Marco Antônio. Contribuição ao estudo de indicadores ambientais. **Geonordesse**. v. 15, n. 2, 2006. p. 90-118. Disponível em: http://www.posgrap.ufs.br/periodicos/pdf/revista_geo_06_2/Marco.pdf. Acesso em: 20 maio. 2021.

UDAETA, Miguel Edgar Morales. **Planejamento integrado de recursos energéticos para o setor elétrico -PIR:** pensando o desenvolvimento sustentável. 1997. 230 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). National Agriculture Statistics Service (NASS). **Agricultural Chemical Use Database**. Washington: USDA-NASS; 2008. [cited 2016 Jun 6]. Disponível em: www.pestmanagement.info/nass. Acesso em 28 mar.2021

VEIGA, José Eli. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2005. 200 p.

VEIGA, José Eli; EHLERS, Eduardo. Diversidade biológica e dinamismo econômico no meio rural. In: MAY, Peter H. et al. (Org.). **Economia do meio ambiente**. 2. ed. São Paulo: Campus, 2004. 201 p.

VELHO, Otávio Guilherme. **Frentes de expansão e estrutura agrária**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1972. 90 p.

VILELA, Sérgio Luís de Oliveira. Qual política para o campo brasileiro? Do banco mundial ao Pronaf: a trajetória de um novo modelo? In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER), 35, Natal. 1997 **Anais...** Natal: SOBER, 1997.

WWF. Disponível em: <http://www.wwf.org.br>. Acesso em: 26 fev. 2021.

ZAMBERLAM, Jurandir; FRONCHETI, Alceu. **Agroecologia: caminho de preservação do agricultor e do meio ambiente**. Rio de Janeiro: Vozes, 2012. 200 p.

ZHANG, Zhuoying; YANG, Hong; SHI, Minjun. Analyses of water footprint of Beijing in an interregional input–output framework. **Ecological Economics**, v.70, p.2494-2502, 2011.

ZHAO, Xin.; CHEN, Bin; YANG, Jieru Zhang. National water footprint in an input–output framework-A case study of China 2002. **Ecological Modeling**, v.220, p.245-253, 2009.

ZYLBERSZTAJN, Décio. **Estruturas de governança e coordenação do agribusiness: uma aplicação da nova Economia das Instituições**. 1995. 239 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995. 239 p.