



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
ASSOCIAÇÃO PLENA EM REDE**



JULIANE STRADA

FERTILIZANTES: CALCANHAR DE AQUÍLES NA SUSTENTABILIDADE?

SÃO CRISTÓVÃO/SE

2023

JULIANE STRADA

FERTILIZANTES: CALCANHAR DE AQUÍLES NA SUSTENTABILIDADE?

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe, como requisito para obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro

Coorientador: Prof. Dr. Dimas Pereira Duarte Jr.

SÃO CRISTÓVÃO/SE
Fevereiro/2023

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Strada, Juliane.

S895f Fertilizantes : calcanhar de Aquíles na sustentabilidade? /
Juliane Strada ; orientador Adauto de Souza Ribeiro. – São
Cristóvão, SE, 2023.

160 f.; il.

Tese (doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)
– Universidade Federal de Sergipe, 2023.

1. Meio Ambiente. 2. Adubos e fertilizantes. 3. Agricultura
sustentável. 4. Segurança alimentar. I. Ribeiro, Adauto de Souza,
orient. II. Título.

CDU 502.11

JULIANE STRADA

FERTILIZANTES: CALCANHAR DE AQUILES NA SUSTENTABILIDADE

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe, como requisito para obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em 17 de fevereiro de 2023.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro
Universidade Federal de Sergipe - UFS
Orientador

Prof. Dr. Dimas Pereira Duarte Jr.
Universidade Tiradentes – UNIT
Coorientador

Profª. Dra. Maria José Nascimento Soares
Universidade Federal de Sergipe/UFS Departamento de Educação
1ª Examinadora Interna

Prof. Dr. Inajá Francisco de Sousa
Universidade Federal de Sergipe/UFS Departamento de Engenharia Agrônômica
2ª Examinador Interno

Profª. Dra. Tanise Zago Thomasi
Universidade Federal de Sergipe/UFS Departamento de Direito
1ª Examinadora Externa

Profª. Dra. Silvia Maria Santos Matos
Universidade Federal de Sergipe/UFS PRODEMA
2ª Examinadora Externa

Este exemplar corresponde à versão final da Tese de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente concluída no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro
Universidade Federal de Sergipe - UFS
Orientador

Prof. Dr. Dimas Pereira Duarte Jr.
Universidade Tiradentes – UNIT
Coorientador

É concedida ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), da Universidade Federal de Sergipe (UFS), responsável pelo curso de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, permissão para disponibilizar, reproduzir cópia desta Tese e emprestar ou vender tais cópias.

Juliane Strada

Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA
Universidade Federal de Sergipe

Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro

Universidade Federal de Sergipe - UFS
Orientador

Prof. Dr. Dimas Pereira Duarte Jr.

Universidade Tiradentes – UNIT
Coorientador

AGRADECIMENTOS

Este é um dos dias mais difíceis: dia da gratidão. E como agradecer a todos que tornaram possível esta minha *giornata*, sem cometer injustiças; sem cometer um ato falho de esquecer de mencionar pessoas queridas que me ajudaram concluir essa tese. Assim, tomo a liberdade de que, em nome destes anjos, os quais mencionarei, todos os demais se sintam agradecidos.

Tudo na vida tem um princípio, meio e fim. Assim o início do meu doutoramento se deu em razão da insistência da minha, então colega Tanise, a qual me convenceu realizar a inscrição, e que logo se transformou em minha irmã de coração. Sempre estive ao meu lado no decorrer do curso, e se manteve até o final. Ah, o final! Nesta etapa foi de imensa dedicação e de uma paciência incomensurável, até me convencer a não desistir. Embora mais nova, é minha irmã mais velha!

Quando conheci Dimas, recebi outra dádiva. Sem saber, era meu vizinho. Quando soube, se transformou em um amigo? irmão? pai? Não sei até hoje. A única certeza é de que não teria suportado todos esses dias sem nossa convivência. Em momento de “surto”, assumiu a casa e me mandou “embora”: “vá, resolva tua vida, deixa comigo”. E eu deixei, e aqui estou...

Ao chegar ao Prodema, deparei-me com mais um coro de anjos, que me acolheram como se fossem meu pais. Mostrando-me o caminho, dando-me mais uma chance (e mais uma, e mais uma, e tantas quantas necessitei), me estendendo a mão em todos os momentos. Pertence ao Coro desses anjos minha amável protetora, Profa. Maria José; minha incansável defensora Profa. Silvia; minha querida apoiadora Prof. Gicélia; minha inesquecível Profa Daniela (já não mais em matéria, mas em espírito) e meu estimado apoiador Prof. Inajá.

E o que dizer do meu incondicional paladino, Professor Adauto e sua família??? Professor Adauto!!! Como posso lhe agradecer? Palavras me faltam para externar tamanha consideração, respeito, carinho, admiração... Pertence ao Coro dos Serafins, de uma bondade inexplicável, uma inteligência constrangedora, um ser de luz, especial, e que bem poderia não ter aceito a minha complicada orientação. Mas, permaneceu, como uma rocha, ao meu lado, me apoiando, me acolhendo no seio de sua família, me proporcionando estrutura emocional para que eu pudesse dar seguimento a esta tese (a qual não era bem esta), mas enfim, talvez necessite de muitas vidas para lhe agradecer (deixarei em aberto).

Mas um Programa não se faz somente com professores, temos nossos colegas, para alimentar a “rádio corredor”. Dentre tantos, acabamos por nos aproximar de quem mais nos

identificamos. Então, meus anjos colegas Rodrigus, Erwin, Marília e Jonielton gratidão por todo apoio e incentivo; por me salvarem quando mais precisei. Os levo no meu coração, e sempre que retornar a Aracaju, será obrigatório um encontro. Desejo muito sucesso e felicidade em vossas *giornatas*.

No outro Coro de anjos encontram-se os quais fazem tudo acontecer; os quais “suportam” todos nós: alunos, professores, coordenadores. Eis que são meus queridos amigos Cícero e Luzia. Fico até constrangida de tanto que importunei, pedi, reclamei..., mas eles sempre estavam lá, com sorriso aberto para me iluminar; com um café para aquecer minha alma, e claro, resolvendo todos os meus problemas, não importando a hora. Minha eterna gratidão.

Também temos nossos amigos que não pertencem ao programa, mas que foram cruciais para a chegada deste momento. Profa. Márcia, que mesmo sem me conhecer, abriu-me as portas de sua casa e sempre está ao meu lado, com seu poder de persuasão, para me proteger. Pe. Cláudio, que me auxiliou na estrutura do projeto. Sandra, minha aluna que se transformou em amiga irmã. Abriu mão de momentos com a família para, literalmente, tomar conta de mim. Sandra, assim como Tanise, Dimas, Everton, Verônica e Rita foram quem estavam comigo em alguns dos momentos mais difíceis que tive de superar, longe de minha família, mas que eles tão bem cumpriram este papel. Maria Luiza, um ser de luz que com sua calma e benevolência, sempre se preocupou com minha situação, oferecendo-me tranquilidade e carinho para continuar seguindo meu caminho com serenidade. Silvânia, a qual sua pequena estrutura esconde uma gigante, e quem me proporcionou condições de permanecer em Aracaju, para que eu findasse minha tese. Abriu-me portas para o trabalho, e mais do que isso, deu-me sua amizade, seu carinho e compreensão, assim como me proporcionou conhecer pessoas as quais me identifiquei de imediato e que hoje são meus amigos Adeilsa e Necessio, parceiros de todas as horas e que guardo em meu coração. Também não posso deixar de reconhecer toda dedicação do Mauro para comigo. Advogado que há trinta anos permanece ao nosso lado, principalmente participando de minhas escolhas e decisões; mostrando-se o caminho a seguir. Ele, assim como João (já em outra dimensão) foram pessoas essenciais em minha vida.

E é claro, nada teria acontecido se não fossem meus pais e meu irmão. Nunca mediram esforços para me conceder a oportunidade de conquistar meus objetivos. Mas desta vez, o esforço foi maior: fomos privados de nossa convivência.; em uma época muito difícil, tomada por doenças e partidas de entes queridos, o que é natural e que nos ensinam a sermos resilientes e perseverantes. Hoje podemos estar juntos e eu buscando minha aprovação, e se acaso não

acontecer, tenho a certeza que encontrarei, neles, a força para recomeçar. Afinal, recomeçar é a essência de nossas vidas.

Minha gratidão maior ao Ser Divino que me proporciona encontrar amigos, familiares, professores, colegas e até “desafetos” ao longo de minha existência terrena. É através deles que aprendo, cresço, caio, levanto e persevero, sempre buscando evoluir para ser uma pessoa melhor.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Não espere por uma crise para descobrir o que é importante em sua vida. (Platão).

A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo (Albert Einstein).

RESUMO

O objeto desta tese é a gestão sobre o manejo adequado dos fertilizantes, uma vez que estes constituem-se em um insumo determinante para a garantia da segurança alimentar. O Brasil adota um modelo de mercantilização agrícola, e para isso prioriza a produção da monocultura/monoprodução, as quais proporcionam maior pressão sobre os bens ambientais dada a utilização intensiva do solo. O aumento da demanda mundial por alimentos, provocado pelo crescimento demográfico consolidou o modelo exportador de *commodities*, no qual se baseia a política econômica brasileira, pelo fato do setor responder por aproximadamente 1/3 do Produto Interno Bruto (PIB). No entanto, a crise instaurada, primeiramente pela pandemia da COVID-19, seguida do conflito no Leste Europeu expôs a fragilidade desse modelo já que o Brasil é quase que total dependente da importação de fertilizantes. Então, para manter o abastecimento mundial de alimentos foi necessário a instauração de políticas mais agressivas para encontrar alternativas que suprissem a escassez do insumo. Assim, o objetivo desta tese é analisar a relação existente entre o uso racional dos fertilizantes e a garantia da segurança alimentar através das práticas sustentáveis de produção. Para tanto, tendo como referencial os autores Amartya Sen, Edgar Morin e Ignacy Sachs, com lastro na pesquisa documental e bibliográfica através de livros, artigos científicos, sites oficiais, canais e revistas do setor agropecuário é que se deu a elaboração desta tese, na qual foi utilizado o procedimento metodológico de natureza teórico e descritivo. Isto posto, a hipótese norteadora desta tese é de que com a implementação de políticas agrícolas adequadas, voltadas à utilização de fontes alternativas de fertilizantes que possam conduzir a autossuficiência nacional, aliadas ao uso racional do insumo e com o emprego de novas tecnologias, alcançar-se-á menor dependência estrangeira, redução na emissão de gases na atmosfera, e redução dos custos de produção, fatores os quais, conduzem ao alcance da segurança alimentar, capazes de proporcionar uma maior equidade socio-econômico-ambiental, com qualidade de vida a curto e longo prazo à população. Na obtenção dos resultados optou-se pelo método indutivo, pelo qual a “[...] aproximação dos fenômenos caminha geralmente para planos cada vez mais abrangentes, indo das construções mais particulares às leis e teorias (conexão ascendente)” (MARCONI e LAKATOS, 2022, p. 41). Assim, tendo como ponto de partida os adventos da COVID-19; o conflito no Leste Europeu; a implementação da Política Nacional de Fertilizantes e o uso de novas tecnologias, se busca descobrir qual a relação entre eles e os seus impactos para garantia da segurança alimentar.

Palavras-chave: conflitos externos; escassez mineral; segurança alimentar; agricultura sustentável.

ABSTRACT

The object of this thesis is the management of the proper handling of fertilizers, since these constitute a key input for ensuring food security. Brazil adopts a model of agricultural commodification, and for that it prioritizes the production of monoculture/monoproduction, which provide greater pressure on environmental goods given the intensive use of the soil. The increase in world demand for food, caused by demographic growth, consolidated the commodity export model, on which Brazilian economic policy is based, as the sector accounts for approximately 1/3 of the Gross Domestic Product (GDP). However, the crisis created, firstly by the COVID-19 pandemic, followed by the conflict in Eastern Europe, exposed the fragility of this model, since Brazil is almost totally dependent on fertilizer imports. So, to maintain the world food supply, it was necessary to introduce more aggressive policies to find alternatives that would overcome the scarcity of the input. Thus, the objective of this thesis is to analyze the relationship between the rational use of fertilizers and the guarantee of food security through sustainable production practices. For this purpose, having as a reference the authors Amartya Sen, Edgar Morin and Ignacy Sachs, based on documentary and bibliographical research through books, scientific articles, official websites, channels and magazines of the agricultural sector, this thesis was elaborated, in which methodological procedure of a theoretical and descriptive nature was used. That said, the guiding hypothesis of this thesis is that with the implementation of appropriate agricultural policies, aimed at the use of alternative sources of fertilizers that can lead to national self-sufficiency, combined with the rational use of the input and with the use of new technologies, achieving there will be less foreign dependency, reduction in the emission of gases into the atmosphere, and reduction of production costs, factors which lead to the achievement of food security, capable of providing greater socio-economic-environmental equity, with quality of life at short and long term to the population. To obtain the results of this hypothesis, the inductive method was chosen, by which the "[...] approximation of the phenomena generally moves towards ever more comprehensive plans, going from the most particular constructions to the laws and theories (ascending connection)" (MARCONI and LAKATOS, 2022, p. 41). Thus, taking the advent of COVID-19 as a starting point; the conflict in Eastern Europe; the implementation of the National Fertilizer Policy and the use of new technologies, seeking to discover the relationship between them and their impacts to guarantee food security.

Keywords: external conflicts; mineral shortage; food security; Sustainable Agriculture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Dependência internacional por tipos de fertilizantes	44
Figura 2	- Países exportadores de fertilizantes	44
Figura 3	- Dimensões da agricultura sustentável	58
Figura 4	- Fluxo circular da economia	71
Figura 5	- Modelo de equilíbrio de materiais	72
Figura 6	- Indicadores de performance sistema planta-solo-química.....	76
Figura 7	- Ranking dos dez principais países importadores em 2021	82
Figura 8	- Uso e ocupação terras no Brasil	89
Figura 9	- Uso e ocupação terras nos Estados Unidos	90
Figura 10	- Plano Nacional de Fertilizantes	95
Figura 11	- Comparativo produção de hidrocarbonetos 09/2021 a 09/2022	114
Figura 12	- Relação fertilizantes minerais importados e bioinsumos	125

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABAG	Associação Brasileira do Agronegócio
ABESO	Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica
ABPM	Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa Mineral
AGF	Aquisição do Governo Federal
AF	Agricultura Familiar
AID	Área de Influência Direta
ANDA	Associação Nacional para Difusão de Adubos
ANM	Agência Nacional de Mineração
ANP	Agência Nacional de Petróleo
AP	Agricultura de Precisão
BCB	Banco Central do Brasil
BCM	Bilhão por Metro Cúbico
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social
BNF	Fixação Biológica de Nitrogênio
BTUs	Unidade Térmica Britânica
C	Celsius
Ca	Cálcio
CAPES	Coordenação de Aproveitamento de Pessoal de Nível Superior
CEPAL	Comissão Econômica para América Latina e o Caribe
CEPEA	O Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CH₄	Metano
CIA	Companhia
CMN	Conselho Monetário Nacional
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CO₂	Dióxido de Carbono
COMEXTAT	Estatística Comércio Exterior
COMEXVIS	Visualizações de Comércio Exterior
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONAFE	Companhia Nacional de Gestão e Pesquisa e da Produção de Fertilizantes Potássicos e Fosfatados
CONAFER	Confederação da Agricultura Familiar
CONAM	Companhia Nacional de Abastecimento
COV	Contrato de Opção de Venda
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
EIA	Estudos dos Impactos Ambientais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESALQ	Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
ESG	Governança Ambiental, Social e Corporativa
EUA	Estados Unidos da América
FAEP	Federação de Agricultura do Estado do Paraná
FAFEN	Fabricas de Fertilizantes Nitrogenados
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FEE	Financiamento Especial para Estocagem de Produto Agropecuário
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
GEE	Gás de Efeito Estufa
GNL	Gás Natural Liquefeito
H₂	Hidrogênio
IA	Inteligência Artificial

IAASTD	Avaliação Internacional do Conhecimento, Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Agrícola
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
ICOMEX	Indicador de Comércio Exterior
IFA	International Fertilizer Association
iLPF	Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária e Floresta
IMAFLOA	Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola
IMC	Índice de Massa Corpórea
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
KCl	Cloreto de Potássio
K₂O	Óxido de Potássio
LI	Licença Instalação
LP	Licença Prévia
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCM	Milhão por Metro Cúbico
MCR	Manual de Crédito Rural
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
Mg	Magnésio
MIP-Soja	Manejo Integrado de Pragas da Soja
MME	Ministério de Minas e Energia
MOS	Matéria Orgânica do Solo
MPMF	Melhores Práticas de Manejo de Fertilizantes
Mt	Milhões de Toneladas
MW	Megawatt
NAMAs	Nationally Appropriate Mitigation Action

NO	Óxido Nítrico
N₂O	Óxido Nitroso
NPK	Nitrogênio/Fósforo e Potássio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OXFAM	Oxford Commite for Famine Relief
PEP	Prêmio para o Estocamento de Produto
PD&I	Plano de Desenvolvimento e Inovação
PGPM	Política de Garantia de Preços Mínimos
PIB	Produto Interno Bruto
PL	Projeto de Lei
PNF	Plano Nacional de Fertilizantes
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PROP	Prêmio de Risco para Aquisição de Produto Agrícola Oriundo de Contrato Privado de Operação de Venda
REM	Remineralizadores
RIMA	Relatório Impacto Meio Ambiente
SAE/PR	Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
SAF	Sistemas Agroflorestais
SEC	Secretaria de Comércio Exterior
SEEG	Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa
SENAR-PR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural do Paraná
SGB	Serviço Geológico do Brasil

SNA	Sociedade Nacional de Agricultura
SNCR	Sistema Nacional de Crédito Rural
SOFI	Estado de Segurança Alimentar e Nutrição no Mundo
T	Tonelada
TIs	Terras Indígenas
UE	União Europeia
UNEP	United Nations Environment Programme
UNICAMP	Universidade de Campinas
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para Infância
URs	Unidades de Referência
USP	Universidade de São Paulo
US\$	Dólar
WEO	World Energy Outlook
WWF	World Wide Fund for Nature

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
2	ESCASSEZ DE FERTILIZANTES: AMEAÇA À SEGURANÇA ALIMENTAR	33
2.1	A fome como problema global	34
2.2	A promoção da agricultura sustentável no combate à fome	39
2.3	O Aumento da produção de fertilizantes baseado no paradigma neoextrativista	46
2.4	A agricultura familiar como aliada da segurança alimentar.....	50
2.5	A necessidade de implementação de sistemas sustentáveis de produção de alimentos	59
3	A DEPENDÊNCIA DA IMPORTAÇÃO DE INSUMOS AGRÍCOLAS COMO FATOR DETERMINANTE À SEGURANÇA ALIMENTAR	69
3.1	Ingerência no uso dos fertilizantes: altos custos com baixa produtividade..	70
3.1.1	Práticas de manejo de fertilizantes adequadas: aumento da lucratividade com diminuição da degradação ambiental	73
3.2	Rússia versus Ucrânia: efeitos e consequências do conflito no comércio euro-brasileiro de <i>commodities</i> agrícolas	77
3.2.1	Comércio Exterior brasileiro de <i>commodities</i>: um cenário de desaceleração no crescimento em um futuro próximo	83
3.3	Agronegócio brasileiro: a tecnologia como forma de combate à escassez de alimentos concomitante à preservação do território	86
3.4	Plano Nacional de Fertilizantes: missão (im)possível	92
3.5	O dilema do custo de oportunidade: a escolha entre a produção nacional versus importação dos fertilizantes NPK.....	100
4	A TRAJETÓRIA NO AVANÇO DA SUSTENTABILIDADE DO SETOR AGROPECUÁRIO PARA O ALCANCE DA SEGURANÇA ALIMENTAR MUNDIAL.....	107
4.1	Autossuficiência em fertilizantes: fator essencial à segurança alimentar.....	107
4.1.1	Perdas e desperdício em contraponto à segurança alimentar.....	109
4.1.2	Cadeias emergentes de fertilizantes na busca pela autossuficiência.....	112

4.2	Possibilidades para intensificação da produção agrícola com sustentabilidade	118
4.2.1	Ações voluntárias: a busca pela excelência produtiva do setor agropecuário ...	119
4.2.2	Novas jazidas e bioinsumos: alternativas factíveis para diminuição da dependência externa.....	123
4.3	Políticas agrícolas no Brasil: apoio à vida no campo	127
4.3.1	Políticas econômicas voltadas ao fomento da agricultura.....	127
4.3.2	Roteiro do Setor Agrícola 1,5°C: política agrícola <i>versus</i> política de mercado	132
4.4	O impacto das políticas agrícolas para o alcance da segurança alimentar.	135
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	140
	REFERÊNCIAS.....	149

1 INTRODUÇÃO

A história da agricultura representa o longo caminho de evolução pelo qual se deu o progresso da sociedade. Foi o desenvolvimento gradual do sistema agrícola, iniciado há cerca de dez mil anos, que possibilitou a construção de um futuro possível para a humanidade, a qual partiu de um estado primitivo de caça e coleta, para o que hoje é chamado de agricultura 4.0.

Indícios apontam seu surgimento no Crescente Fértil¹, por volta de dez mil anos atrás, como uma alternativa ao modelo originário. Mas, não foi somente naquela região que a agricultura prosperou. Entre nove mil e quatro mil anos antes, foi estabelecida no sul do México; há oito mil e quinhentos anos deu-se início no norte da China, nos terraços de solo siltosos do médio rio Amarelo, expandindo-se para o nordeste e sudeste chinês entre oito mil e seis mil anos atrás. Há cerca de seis mil anos a agricultura se desenvolveu, também, nos Andes peruanos e equatorianos e entre quatro mil e 1800 anos na bacia do médio Mississipi (MAZOYER; ROUDART, 2010).

Advinda de lugares e momentos diferentes, a agricultura permitiu a concepção da sociedade como hoje é conhecida. Saímos de um estado primitivo para o domínio sobre o plantio e sobre a criação de animais. Pode-se dizer que a agricultura é uma conquista da aprendizagem coletiva, uma virada no destino entre o homem e a natureza, na qual o ser humano assume o controle da evolução.

Mesmo com tantas descobertas, foi precisos milhares de anos para a agricultura se consolidar. As condições da produção primeva não sofrera muita alteração até meados do Século XVIII. Para Mazoyer; Roudart, (2010, p. 44), a série evolutiva da agricultura ocorreu conforme o lugar e o tempo. Na Europa, por exemplo, se deu o cultivo manual com “[...] derrubada-queimada dos tempos pré-históricos, o cultivo de cereais com a utilização do arado escarificador da Antiguidade, o cultivo de cereais com o emprego de arado na Idade Média, o

1 Lugar no mundo onde quase tudo que consideramos “civilizado” nasceu. Localizado onde hoje se situa o Egito, Iraque, parte do Irã, e seus vizinhos. Esse lugar leva o nome de Crescente Fértil em razão da fertilidade que os rios Tigre, Eufrates, Jordão e Nilo dão à região que é semelhante a uma lua crescente de cabeça para baixo. Além da agricultura, foi nesta região que o homem dividiu as horas, os minutos e os segundos em sessenta; fez tijolos e erigiu grandes construções; criou a jardinagem; inventou o Estado e o Governo; fez as primeiras escolas; inventou a cerveja, dentre tantos outros feitos (CASTRO, 2014).

policultivo associado à criação animal sem alqueive² da época moderna, os cultivos motorizados e mecanizados de hoje”

O progresso da agricultura possibilitou a implementação de um sistema confiável de alimentação, pelo qual o ser humano teve a oportunidade de se dedicar a outras funções além da busca pelo alimento, fazendo surgir “[...] as cidades, as profissões, o poder público, exércitos, artes, ciências e filosofia. Enfim, a humanidade começou a se organizar em torno de algo mais parecido com as instituições e padrões que conhecemos hoje”, o que proporcionou o surgimento dos primeiros impérios na Europa e na Ásia e ao redor do Crescente Fértil, nos anos de dois mil a.C (GALVAN, 2021, n.p.).

O processo de urbanização reduziu a população nas zonas rurais fazendo crescer a população nas cidades, elevando o consumo de produtos alimentícios. Este “fenômeno” suscitou um desequilíbrio entre a oferta e a demanda de alimentos, proporcionando uma das primeiras ondas de fome em massa. De uma população de, aproximadamente, cinco milhões de indivíduos há dez mil anos, formaram-se cinquenta milhões cinco mil anos atrás. “A domesticação de plantas e animais e o desenvolvimento do sistema de cultivo de desmatamento e queimada resultaram em um salto populacional de 10 vezes em 5 mil anos³” (GALVAN, 2021, n.p.).

Manter o aumento demográfico exigia novas formas de produção. Assim, passou-se a melhorias na fertilidade e na estrutura do solo. A ampliação da adubação, através do uso de esterco animal, possibilitou uma maior produção, gerando excedentes para a comercialização dos produtos, o que proporcionou melhor alimentação à população. Para Galvan (2021, n.p.) “[...] a tecnologia evoluía através das técnicas de melhoramento vegetal e animal, utilização de ferramentas ainda que rudimentares, sendo muitas destas as mesmas utilizadas na caça, pesca e coleta”.

Com o passar do tempo, as técnicas de fertilização foram se aprimorando e, ao final da Idade Média, buscou-se um modelo de renovação da fertilidade do solo a partir da utilização da biomassa. Descobriu-se que, se a incorporando diretamente ao solo, se gerava uma nova fonte

2 Estado de uma terra lavrada que se deixa descansar (GALVAN, 2021, n.p.).

3 Com a adição de melhorias no processo de produção de alimento, como o sistema hidráulico, em regiões como os Andes na América do Sul e o Egito, a população mundial chegou a 100 milhões de pessoas há 3.000 anos. Quando os sistemas hidráulicos foram usados para irrigação nas plantações de arroz do Sudeste asiático e em vários cultivos pelos Astecas e Maias, a população mundial de um novo salto para 250 milhões de habitantes, mil anos atrás. Por fim, quando os europeus começam a utilizar o pousio associado à utilização de arado puxado por animal, a população global dobra para mais de 500 milhões de pessoas no século XIII.

de adubo, o qual passou a ser denominado de “adubo verde”. Para Mazoyer; Roudart (2010, p. 361) uma vez tomadas precauções para facilitar a decomposição, o adubo verde não era menos eficiente do que o esterco. Ao contrário, permitia evitar as exportações de elementos minerais, pouco importantes, mas reais, que ocorriam através dos produtos da criação, bem como as perdas ocasionadas pelo transporte e pela conservação da forragem e do esterco. Assim, o desenvolvimento da produção passou a se dar através da rotação entre forragem, pastagem e campos de ceifa, lado a lado com a criação de herbívoros, os quais proporcionavam força de tração, alimento e esterco.

A partir destas técnicas, com a utilização de fertilizantes e produtos que conseguissem controlar as pragas, concomitante à organização do meio rural baseado na colaboração, a sociedade evoluía calcada na troca de experiências e de produtos. Era uma complementação de força e de conhecimento para o alcance de uma produção a qual possibilitava a geração excedente de grãos, funcionando como fonte de segurança alimentar. Segundo Mazoyer Roudart (2010), quando um produtor detinha excedente ou especialização em uma área, poderia trocar com outro produtor, com sobejo em outro produto. O escambo ocorria, por exemplo, quando um produtor possuía excesso de trigo, o qual trocava por animais ou por cevada de um outro produtor.

Mas é somente após a Revolução Industrial, com o avanço do conhecimento e a propagação da informação que a agricultura se intensificou. Do século XVI ao século XIX, a maioria das regiões da Europa foi cenário de uma “nova revolução agrícola⁴: *a primeira revolução agrícola dos tempos modernos*, assim denominada por ter se desenvolvido em estreita ligação com a primeira Revolução Industrial” (MAZOYER; ROUDART, 2010, p. 353).

Consoante ao aumento populacional, era preciso aumentar a produtividade de alimentos, sendo necessário uma maior utilização de fertilizantes. Foi então que Carl Sprengel, em 1837, publica a obra “Lei do Mínimo”, que trazia a afirmação de que a produtividade da planta é proporcional à quantidade disponível do nutriente mais limitante. A partir deste estudo, Justus von Liebig, em 1842 desenvolveu o estudo sobre “A química orgânica e suas aplicações à morfologia e patologia”, na qual difunde a origem da fórmula NPK (Nitrogênio. Fosforo e Potássio), e o conceito da Lei do Mínimo (DIAS, 2005).

4 No fim da Idade Média a Europa já havia passado por três revoluções agrícolas: do neolítico, antiga e medieval, as quais geraram três grandes tipos de agricultura: os sistemas de cultivo temporário de derrubada-queimada, os sistemas com alqueive e tração leve, e os sistemas com alqueive e tração pesada (MAZOYER e ROUDART, 2010, p. 353).

Os resultados das pesquisas de Liebig fizeram com que se iniciasse a industrialização da agricultura e, juntamente com estudos de inovação tecnológica sobre o uso de defensivos e melhoramento de sementes, revolucionou-se o setor agrícola, dando origem a um mercado mundial bilionário.

O modelo agrícola, dos anos de 1960, tido como a “Revolução Verde⁵” possibilitou a passagem de 3 para 6 bilhões de indivíduos no mundo (MORIN, 2013). Juntamente com estudos de inovação tecnológica sobre a utilização de defensivos e melhoramento de sementes, instituiu-se um oligopólio, no qual as dez maiores corporações detêm, aproximadamente, 60%⁶ do mercado global de exploração e transformação de fertilizantes.

Esta variante da revolução agrícola contemporânea, ainda desprovida de mecanização e motorização, permitiu o rendimento de grandes culturas como soja, milho e trigo, através do uso de fertilizantes químicos, aliado a produtos de tratamento das sementes e irrigação das lavouras. Porém, o padrão desta produção, baseado no uso intensivo de fertilizantes minerais levou à concentração e dependência econômica, no qual aquela está relacionada com a localização geográfica do mineral e o agente detentor da concessão de exploração, enquanto que esta agrava ainda mais o risco à segurança alimentar. Além desses fatores, o uso maciço de fertilizantes traz consequências ecológicas e sanitárias, como por exemplo, a contaminação do solo, dos cursos d’água e a emissão de gases de efeito estufa (GEE).

Para tentar minimizar tais efeitos, se fez necessário o aprimoramento das técnicas agrícola, a qual, hodiernamente se dá através do uso da tecnologia de precisão. A chamada “agricultura 4.0” se refere à geração de mecanismos e utilização de ferramentas tecnológicas capazes de tornar o setor agropecuário mais produtivo e ambientalmente eficiente. A implementação de novas tecnologias e processos de produção permitem integrar a conservação ambiental com a produção alimentar. Pois “[...] o agronegócio, a integração dos mercados, o processamento vegetal e animal, a distribuição em massa de alimentos, tudo se intensificará”

5 A Revolução Verde foi baseada na seleção de variedades com bom rendimento potencial de arroz, milho, trigo e outras grandes culturas de exportação, baseada numa ampla utilização de fertilizantes químicos, dos produtos de tratamento e, eventualmente, em um eficaz controle da água de irrigação e de drenagem. A revolução verde foi adotada pelos agricultores que eram capazes de adquirir novos meios de produção e nas regiões favorecidas, onde era possível a rentabilização dos produtos. Em muitos países os poderes públicos favoreceram intensamente a difusão dessa revolução comandando políticas de incentivo aos preços agrícolas, de subvenções aos insumos, de bonificação dos juros de empréstimos e de investimento em infraestruturas de irrigação, drenagem e transporte (MAZOYER; ROUDART, 2010, p. 28).

6 Os fabricantes, especialmente de fosfato e potássio, dominam certos mercados ou setores geográficos e atuam como monopolistas. Os maiores atores são Agrium, do Canadá; Yara, da Noruega; e Mosaic Company, dos EUA. Essas empresas operam suas próprias minas e fábricas, e, juntas, são responsáveis por 21% do mercado global de fertilizantes. As dez maiores corporações detêm cerca de 60% do mercado global (SAE/PR, 2020, p. 09).

(GRAZIANO *et al*, 2021, p. 16). E a questão não se restringe apenas à oferta de alimento e matérias-primas agrícolas, mas sim, a todo o modo de vida da população.

A mecanização nos moldes da agricultura 4.0 possibilitou a implementação de ferramentas como, por exemplo, análise do solo; análise foliar; testes de tecidos; detecção de deficiência de nutrientes e histórico da área. No entanto, essa tecnologia, a qual se utiliza da Inteligência Artificial (IA), não está acessível à maioria dos produtores brasileiros. A realidade, para muitos, ainda se encontra em adquirir os insumos considerando somente o seu preço (EMBRAPA, 2020), ignorando a necessidade da planta. Essa prática proporciona uma menor produtividade com uma maior contaminação do solo, e consequentemente maior custo produtivo e ecológico.

Este modelo de gestão sobre o uso dos fertilizantes acaba por fortalecer a relação de “amor e ódio”, “herói e vilão” entre estes insumos e a natureza, uma vez que ao mesmo tempo em que são essenciais à nutrição das plantas, contaminam o solo, os cursos d’água e emitem gases altamente nocivos à saúde dos seres vivos. Então a pergunta que se faz é: como produzir alimentos suficiente para mais de sete bilhões de pessoas sem o uso de fertilizantes? Isso leva a uma só resposta, de que é impossível. Mas o que é perfeitamente factível é a utilização racional dos fertilizantes⁷, ou seja, com a implementação de processos sustentáveis, através da gestão eficiente sobre seu manejo para o alcance da produtividade, que é o objeto desta tese.

No Brasil, uma das maiores conquistas da agricultura foi a mudança de paradigma do sistema de produção. Surgido no estado do Paraná na década de 1970, o sistema de “plantio direto na palha”, viabilizou o sucesso da expansão da fronteira agrícola do país. Para Graziano *et al* (2021, p. 35), “[...]a base do revolucionário sistema de produção brasileiro é a técnica do ‘plantio direto na palha’. Diferentemente das antigas práticas de aração e, subsequente,

7 O conceito de uso racional, ou uso eficiente de fertilizantes envolve questões como: o que aplicar (qualidade dos fertilizantes e corretivos agrícolas)? Qual a quantidade correta que deve ser aplicada? Em que forma química (qual o tipo de fertilizantes necessário – cabe aplicação de fertilizantes alternativos)? Como realizar a aplicação? Qual o retorno econômico e ecológico? (FAO/FAI, 2022). Segundo Nery (2022) o racional de fertilizantes implica no seu correto manejo, promovendo a economia dos gastos com este insumo e o aumento da produtividade. Para obtenção do uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas se faz necessário a observação de alguns fatores como por exemplo, a análise do solo para identificação de possível deficiência de nutrientes; qualidade dos fertilizantes e corretivos que possam expressar o máximo potencial produtivo; época de aplicação do insumo para que coincida com a que antecede a maior demanda da cultura; forma de aplicação e localização concedendo uma maior uniformização na distribuição e assim evitando-se o desperdício. O correto manejo dos fertilizantes promove a economia dos gastos de produção ao mesmo tempo em que promove a conservação do solo, a redução na emissão de gases de efeito estufas e da contaminação da água.

gradagem do terreno, o plantio direto distribui as sementes sem realizar o revolvimento do solo”.

A partir da implementação deste novo modelo, o Brasil vem batendo recordes de produção de grão, ano, após ano⁸, fator que levou à adoção de políticas econômicas pautadas na exportação das *commodities* agrícolas. Dados do Cepea/CNA (2022) apontam que o setor agropecuário responde por 30% do Produto Interno Bruto (PIB), sendo um dos grandes responsáveis por alimentar os mais de 7 bilhões de indivíduos do planeta, conforme dados divulgados pela FAO (2022).

Porém, a adoção do sistema de plantio direto não resolveu o problema do uso intensivo dos fertilizantes, sendo o Brasil o 4º maior consumidor mundial de fertilizantes minerais, importando 85% de sua necessidade. Referente à tríade NPK (Nitrogênio, Fosforo e Potássio), os dados são ainda mais preocupantes, revelando que o país importa 75% dos Nitrogenados; 55% dos Fosfatados e 94% dos Potássicos, necessários para produção agrícola (MAPA, 2022).

Tamanha dependência ficou agravada pelo conflito no Leste Europeu, uma vez que o raciocínio por trás do uso de fertilizantes está em garantir alimentos nutritivos a uma crescente população visando o alcance do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS)⁹ 2: Fome Zero e Agricultura Sustentável propostos pela Agenda 2030¹⁰.

Como a maior parte do potássio importado oriunda da Rússia e Bielorrússia, o conflito que atinge a região afeta diretamente na quantidade e no preço deste tipo de fertilizante, colocando em risco a produção agropecuária e o acesso aos alimentos. Diante deste cenário, foi instituído o Plano Nacional de Fertilizantes (PNF) no intuito de viabilizar o manejo correto e

8 Segundo dados divulgados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), está previsto uma colheita de mais de trezentos milhões de toneladas de grão para safra 2022/2023.

9 Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Estes são os objetivos para os quais as Nações Unidas estão contribuindo a fim de que possamos atingir a Agenda 2030 no Brasil (ONU, 2022)

10 Adotada em setembro de 2015 por 193 Estados Membros da ONU (UN General Assembly Resolution 70/1), a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável resultou de um processo global participativo de mais de dois anos, coordenado pela ONU, no qual governos, sociedade civil, iniciativa privada e instituições de pesquisa contribuíram através da Plataforma ‘My World’. Sua implementação teve início em janeiro de 2016, dando continuidade à Agenda de Desenvolvimento do Milênio (2000-2015), e ampliando seu escopo. Abrange o desenvolvimento econômico, a erradicação da pobreza, da miséria e da fome, a inclusão social, a sustentabilidade ambiental e a boa governança em todos os níveis, incluindo paz e segurança. É um Plano de Ação universal, integrado e composto de quatro partes principais: Declaração; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável; Acompanhamento e Avaliação da Agenda 2030 e Implementação (ODSBRASIL, 2022).

incentivar o uso de fertilizantes alternativos como os organominerais e orgânicos (adubos orgânicos enriquecidos com minerais) e os subprodutos com potencial de uso agrícola, os bioinsumos e biomoléculas, os remineralizadores (exemplo, pó de rocha), nanomateriais, entre outros.

O Objetivo maior trazido pelo PNF é reduzir a dependência na importação de fertilizantes minerais, bem como incentivar o uso de fertilizantes alternativos, capazes de suprir a necessidade da planta, com menor custo e maior benefício ecológico. Tais práticas também são sugeridas pelo Código Internacional de Conduta para Uso e Manejo de Fertilizantes (Código Internacional de Fertilizantes). Este instrumento preconiza, dentre outros, o fomento e financiamento para inovação em pesquisa e tecnologia que propiciem práticas sustentáveis de agricultura, como o manejo adequado e o uso de insumos orgânicos, capazes de suprir ou complementar os de composição química, diminuindo os custos para o produtor e proporcionando uma alimentação mais saudável à população (FAO, 2019).

Então diante da importância dos fertilizantes na cadeia produtiva alimentar é que se buscou respostas para algumas questões, cuja uma delas se traduz no próprio título desta tese, ou seja, os fertilizantes são o calcanhar de Aquiles na sustentabilidade? O problema da produção agropecuária está na disponibilidade de fertilizantes ou no modelo agrícola proposto pelas políticas atuais? Quais seriam as alternativas sustentáveis para suprir a suposta escassez de fertilizantes?

Nas próximas duas décadas será preciso alimentar uma população que poderá chegar a dez bilhões de pessoas ao redor do mundo, e para vencer tal desafio se exigirá sucessivas etapas de produção agropecuária que proporcionem a segurança alimentar, ao mesmo tempo em que sejam aplicados modelos de produções alternativas para o alcance de um sistema capaz de produzir alimentos saudáveis, nutritivos, de baixo custo, além de agregar qualidade ambiental e justiça social.

As políticas voltadas à produção agropecuária devem visar o incremento da competitividade e produtividade de forma a garantir o pleno uso da terra e a integração do setor com as demais atividades econômicas. Para Morin (2013), toda política de preservação/conservação da natureza passa pela reforma agrícola, com a salvaguarda da biodiversidade, promoção de reflorestamento e a utilização de adubos que não degradem o solo. Assim, em um país que tem o setor agropecuário como uma “locomotiva econômica” se faz necessário repensar a ideia de crescimento indefinido.

A busca pelo desenvolvimento sem o aumento quantitativo da produção para além da capacidade ambiental de carga é minha motivação desde os tempos do mestrado, quando pesquisei o crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável sob a ótica da economia ecológica¹¹. Assim, mediante os últimos acontecimentos, com a pandemia da Covid 19 a qual agravou a fome e a miséria, aliado ao conflito beligerante do Leste Europeu, o qual coloca em risco a produção de alimentos pela falta de fertilizantes e os embargos econômicos impostos à Rússia, reforçaram a necessidade de apontar alternativas para a produção sustentável de alimentos.

Neste sentido, a presente tese busca analisar a relação existente entre o uso racional dos fertilizantes e a garantia da segurança alimentar para o alcance do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 2 de erradicar a fome através de práticas agrícolas sustentáveis.

Porém, antes de se adentrar nas questões de gestão sobre o uso dos fertilizantes ou de qualquer outra inferência, é preciso entender que a fome não se dá somente pela falta de alimento. O baixo poder de compra, na maioria das vezes, é a sua exordial¹². Com a pandemia da COVID-19 a situação da fome se agravou pelo fato de muitas pessoas ficarem sem seus empregos e sem condições de adquirir alimentos. Mesmo quem ainda conseguisse comprá-los, optava por alimentos mais baratos, de menor valor nutricional, já que o potencial para conseguir alimentos no mercado depende dos salários auferidos com sua mão de obra, os quais também sofreram retração. Assim, com a recessão econômica, agravou a propensão à fome coletiva.

Parece ser inconcebível a ideia de que, em um país que ocupa a quarta posição mundial na produção de alimentos, pessoas padeçam de fome. Mas o fato é que, para boa parte da população, a única dotação significativa de renda é a força de trabalho, e setor agropecuário é responsável por empregar, aproximadamente, 1/4 da população economicamente ativa. Segundo o Ministério da Economia (2022), o setor responde por 26% dos empregos do total de trabalhadores, sendo que a agricultura familiar é responsável por mais de 60% deste total. Ou seja, é do campo que vem o sustento de milhares de famílias brasileiras. Então, a questão da

11 A economia ecológica, um subconjunto da economia neoclássica, sabe que o bem-estar também depende em larga medida dos serviços ecossistêmicos e sofre com a poluição, mas mesmo assim se dedica à eficiência. Na economia ecológica a atribuição eficiente é importante, mas não um fim em si mesma (DALY; FARLEY, 2004).

12 Subnutrição, fome crônica e fomes coletivas são influenciadas pelo funcionamento de toda a economia e de toda a sociedade – e não apenas pela produção de alimentos e atividade agrícola. É crucial examinar adequadamente as interdependências econômicas e sociais que governam a incidência da fome no mundo contemporâneo. Os alimentos não são distribuídos na economia por meio da caridade ou de algum sistema de compartilhamento automático. O potencial para comprar alimentos tem de ser adquiridos (SEN, 2010, p. 212).

produção agropecuária não é nada simples de se resolver. Envolve questões ambientais, sociais, econômicas e de dignidade humana.

Após feita esta observação, volta-se a atenção para problema da tese, o qual se apresenta pela ameaça de escassez de fertilizantes diante do conflito no Leste Europeu. Não bastasse os dilemas já existente, como por exemplo, o uso indiscriminado de fertilizantes minerais; desperdício de insumos e alimentos; produção agrícola voltada à monocultura; falta de incentivo à produção local, eis que advém a guerra entre Rússia e Ucrânia para agravar o quadro de insegurança alimentar.

A beligerância entre estes países, fez com que o Governo, produtores e a própria sociedade percebessem a dimensão da vulnerabilidade em se encontra o país em termos de produção de fertilizantes, e assim, passaram a buscar soluções para dirimir tamanha dependência. Esta “soma de esforços” se deve ao fato de que a Rússia, juntamente com a Bielorrússia respondem por 42% das importações brasileiras de fertilizantes, segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2020).

Esta dependência já vinha sendo observada há anos por pesquisadores, tanto que na primeira década deste século se tentou a implementação de um Plano Nacional de Fertilizantes para alinhamento com as políticas internacionais de manejo deste insumo. Porém, em nenhum momento foi despertada a consciência de que o modelo adotado de produção de fertilizantes apresentava um risco iminente de escassez, e de aumento nos seus preços, fatores que levaram à alta nos preços dos alimentos.

O Brasil é uma fonte estratégica de alimentos, ocupando lugar central na oferta de produtos agropecuários, sendo um dos principais responsáveis pela garantia da segurança alimentar planetária. Esta posição que o país vem conquistando confirma uma das expressões, cunhadas na década de 1970, de que “o Brasil é o celeiro do mundo”. Constantes quebras de recordes de produção de importantes culturas como soja, milho, algodão, café, laranja e cana-de-açúcar se dão sobre um solo pobre em nutrientes, como é o caso do Cerrado, principal região produtora dos gêneros agropecuários do país. Mas esta “façanha” só é possível com a utilização dos fertilizantes para correção dos nutrientes essenciais ao desenvolvimento da planta.

No entanto, se faz necessário e urgente uma mudança de paradigma no processo produtivo agrícola até então adotado. Para conseguir alimentar uma população em constante crescimento, é preciso a utilização de modelos mais sustentáveis, como a adoção de uma agricultura de baixo carbono; uso de tecnologias de precisão; recuperação de pastagem

degradada; implementação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta; fixação biológica de nitrogênio; maior incentivo à agricultura local /familiar, dentre tantas outras formas de produção.

Garantir alimento nutritivo à tamanha população é uma “missão” muito complexa. Nesse sentido, esta tese tem como objetivo geral analisar a relação existente entre o uso racional dos fertilizantes e a garantia da segurança alimentar através de práticas agrícolas sustentáveis.

Levará ao alcance do geral os seguintes objetivos específicos:

1. Contextualizar a insegurança alimentar diante da escassez de fertilizantes;
2. Analisar a problemática da dependência externa de fertilizantes como fator de insegurança alimentar;
3. Investigar e analisar a trajetória das políticas agrícolas para o alcance da segurança alimentar.

Os fertilizantes sempre foram o “carro-chefe” desta pesquisa. Primeiramente pela possibilidade de extração do Potássio em solo Sergipano, a qual implicaria questões sociais, econômicas e ambientais. Porém, com o advento da COVID-19, aliado ao conflito no Leste Europeu o viés da pesquisa teve de ser adequado à nova realidade imposta por tais acontecimentos, e assim se passou ao estudo da relação entre a gestão sobre o manejo adequado dos fertilizantes e a segurança alimentar.

A COVID-19 deixou um rastro de mortes, agravamento de doenças, recessão econômica, miséria, fome, dentre outros. Mas ela não é a única responsável pelo acréscimo dos desnutridos ao redor do mundo. O acentuado aumento no número de conflitos internos e internacionais com suas complexidades é um fator de grande ameaça à segurança alimentar. Dados do SOFI (2021) trazem que mais da metade dos indivíduos desnutridos e, aproximadamente, 80% das crianças com déficit no crescimento vivem em países que enfrentam algum tipo de conflito, violência ou fragilidade.

Confirmando os dados do SOFI, no ano de 2022, ainda sob os efeitos das consequências da pandemia da COVID-19, os países tiveram de se deparar com a guerra entre Rússia e Ucrânia. A princípio, a ideia era de que o conflito fosse ser resolvido de pronto, mas o que se viu foi a manutenção do estado beligerante e sem previsão de término. Diante deste cenário, tem-se a insegurança no abastecimento mundial de alimentos, gás e fertilizante uma vez que Rússia, Bielorrússia e Ucrânia são grandes exportadores deste tipo de *commodities*, essenciais para manutenção da produção agropecuária.

Assim, tendo como referencial os autores Amartya Sen, Edgar Morin e Ignacy Sachs, com lastro na pesquisa documental e bibliográfica através de livros, artigos científicos, sites oficiais, canais e revistas do setor agropecuário é que se deu a elaboração desta tese, na qual foi utilizado o procedimento metodológico de natureza teórico e descritivo.

Desde 2015 a Organização das Nações Unidas (ONU), reconhece que a erradicação da pobreza, em todas as suas formas e dimensões, é o maior desafio global e requisito fundamental para o desenvolvimento sustentável. Assim, é estabelecido um plano de ação para as pessoas, o planeta e a prosperidade chamado de Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Neste plano são indicados 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, os chamados ODS, juntamente com 169 metas, todos voltados para erradicação da pobreza e promoção da vida digna para todos, dentro dos limites ecológicos. Enquanto os ODS representam o eixo central da Agenda 2030, orientando as ações nas três dimensões do desenvolvimento sustentável – econômica, social e ambiental –, as metas indicam os caminhos a serem trilhados e as medidas a serem adotadas para promover o seu alcance¹³.

Dentre os ODS propostos na Agenda 2030, a tese enfatiza, além do ODS 2, os ODS 1, 3, 8, 10, 13, e 15¹⁴, uma vez que o combate à fome não está atrelado unicamente à produção de alimentos. Para Sen (2010, p. 248) “[...] não existe a oportunidade de obter alimentos ‘fora’ da economia”, ou seja, somente se resolverá o problema da fome quando o indivíduo possuir renda, a qual oportunizará o acesso à alimentação nutritiva. No Brasil, um dos principais geradores de emprego e renda é o setor agropecuário. Assim, um modelo agrícola sustentável poderá oportunizar a erradicação da pobreza através de trabalho decente e crescimento econômico¹⁵, proporcionando a redução das desigualdades. Porém, conforme divulgado pela EMBRAPA (2018), a agricultura é uma atividade altamente sensível às mudanças climáticas, ao mesmo

13 Na escala global, os ODS e as metas são acompanhados e revisados a partir de um conjunto de indicadores desenvolvidos pelo Grupo Interagencial de Peritos sobre os Indicadores dos ODS (Inter-Agency Expert Group on SDG Indicators – IAEG-SDG). Indicadores esses que foram analisados e validados pela Comissão de Estatística das Nações Unidas. As metas e os indicadores globais são fundamentais para assegurar a coordenação, a comparabilidade e o monitoramento dos progressos dos países em relação ao alcance dos ODS, por parte da Organização das Nações Unidas (ONU). Tal acompanhamento permite a essa instituição identificar os países e as áreas temáticas que necessitam de maior assistência dos organismos internacionais e de maior cooperação para o desenvolvimento (IPEA, 2018, p. 13).

14 ODS 1: Erradicação da Pobreza; ODS 2: Fome Zero e Agricultura Sustentável; ODS 8: Trabalho Decente e Crescimento Econômico; ODS 10: Redução das Desigualdade; ODS 13: Ação Contra a Mudança Global do Clima; ODS 14: Vida na Água; ODS 15: Vida Terrestre (IPEA, 2019).

15 Observar que quando se aborda o termo “crescimento econômico” está se referindo a um crescimento sustentado, inclusivo e sustentável, como preconiza o ODS 8, e não um crescimento econômico com os fins em si mesmo.

tempo que é uma atividade emissora de GEE, o que contribui para o aquecimento global. Para mitigar este problema é que se faz essencial a mudança de paradigma do setor, com políticas agrícolas voltadas ao incentivo à produção de baixo carbono, através da redução no uso de fertilizantes minerais substituindo-os por fertilizantes alternativos a fim de promover o uso sustentável dos ecossistemas e garantir a saúde e bem-estar da população. Como sugere Brown (2003), as políticas voltadas ao setor devem considerar os custos da perturbação climática, porque uma vez ignorados, os desastres tendem a ser potencializados, como o que está acontecendo com a “tempestade perfeita” que nos é apresentada, com crises energética, econômica, ambiental e humanitária mundial.

Isto posto, a hipótese norteadora desta tese é de que com a implementação de políticas agrícolas adequadas, voltadas à utilização de fontes alternativas de fertilizantes que possam conduzir a autossuficiência nacional, aliadas ao uso racional do insumo e com o emprego de novas tecnologias, alcançar-se-á menor dependência estrangeira, redução na emissão de gases na atmosfera, e redução dos custos de produção, fatores os quais, conduzem ao alcance da segurança alimentar, capazes de proporcionar uma maior equidade socio-econômico-ambiental, com qualidade de vida a curto e longo prazo à população.

Para obtenção dos resultados desta tese optou-se pelo método indutivo, pelo qual a “[...] aproximação dos fenômenos caminha geralmente para planos cada vez mais abrangentes, indo das construções mais particulares às leis e teorias (conexão ascendente)” (MARCONI e LAKATOS, 2022, p. 41). Assim, tendo como ponto de partida os adventos da COVID-19; o conflito no Leste Europeu; a implementação da Política Nacional de Fertilizantes e o uso de novas tecnologias, se busca descobrir qual a relação entre eles e os seus impactos para garantia da segurança alimentar.

O relatório Estado da Segurança Alimentar e Nutrição no Mundo (SOFI) 2022 aponta que o agravamento da fome mundial foi acelerado pela pandemia e exacerbado pela guerra na Ucrânia, atingindo 29,3% da população mundial (ONU, 2022). Para reverter esse quadro é preciso transformar os sistemas alimentares através do incentivo à diversificação da produção, diminuição no consumo de fertilizantes minerais, adoção de práticas que possibilitem o uso de fertilizantes organominerais ou remineralizadores, dentre outras práticas sustentáveis que venham a contribuir na garantia do acesso ao alimento a todas as pessoas, especialmente as que se encontram em situação de maior vulnerabilidade.

Nesse sentido, a estrutura organizacional da tese foi disposta em três capítulos, assim divididos:

O primeiro capítulo aborda a escassez de fertilizantes como ameaça à segurança alimentar e a importância da implementação de sistemas sustentáveis de produção para o alcance do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável.

No segundo capítulo serão apresentados os problemas da dependência na importação de fertilizantes; as consequências da ingerência sobre os insumos e as propostas do PNF para o alcance da sustentabilidade.

O terceiro capítulo estuda a trajetória no avanço da sustentabilidade do setor agropecuário para o alcance da segurança alimentar mundial.

Por último, conclui a presente tese com as considerações e as impressões sobre a veracidade da hipótese, seguida das referências bibliográficas que ancoraram a referida tese.

2 ESCASSEZ DE FERTILIZANTES: AMEAÇA À SEGURANÇA ALIMENTAR

A escassez na produção nacional de fertilizantes compromete um dos principais motores da economia brasileira: o agronegócio. Atualmente o setor representa, aproximadamente, 30% do PIB brasileiro (Cepea/CNA, 2022), com tendência de crescimento devido ao aumento da população. Estimativas do *Department of Economic and Social Affairs Population*, da Organização Mundial das Nações Unidas apontam que, até o ano de 2050, a população mundial alcançará o número de 10 bilhões de habitantes (FAO, 2022), e o Brasil será um dos grandes responsáveis por alimentar esta população. Literalmente a expressão nacionalista de que “o Brasil é o celeiro do mundo” parece estar se confirmando.

A exploração do solo brasileiro se confunde com a própria história do país. Desde a chegada dos europeus no país é que se extrai produtos da terra para satisfação dos interesses econômicos. Anterior à colonização, o índio a explorava em caráter “comunitário da produção. Implicava em uma economia que buscava assegurar estritamente o que era para consumo, a maior parte das tribos não tinham excedente e, se por ventura houvesse [...] aí haveria a troca com outras tribos ligadas por consanguinidade” (CASTRO, 2014, p. 295). Com a chegada dos portugueses a extração passa do estágio de subsistência para um modelo de exploração mercantil.

Este modelo de mercantilização, imposto pela modernização da sociedade, coloca a própria espécie em risco. Risco ambiental, com a diminuição das estruturas ecológicas; risco alimentar, com a priorização da produção em larga escala colocando à margem a produção realizada pela agricultura familiar; risco de resseção econômica, com a base da economia calcada na produção e exportação de *commodities*, cujo preço dos produtos se dão pelo mercado internacional e não pelo custo de produção; risco de escassez de insumos devido a questões geopolíticas já que o país não é autossuficiente na produção de insumos e fertilizantes.

Diante deste cenário e da peculiaridade dos setores minerário e agropecuário, o presente capítulo objetiva analisar o ODS 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável – e suas metas para acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar¹⁶ e melhoria da nutrição e promover a

16 Segundo a definição da ONU, a segurança alimentar só existe quando todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico, social e econômico a uma alimentação suficiente, segura e nutritiva que satisfaça as suas necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável.

agricultura sustentável, assim como a relação dos fertilizantes com a política econômica nacional.

2.1 A fome como problema global

Sob o ponto de vista dos Direitos Humanos, nossa época é farta de acontecimentos trágicos, mas nenhum se compara à fome, pois “[...] fomes coletivas assolam muitos países com espantosa inclemência, ‘ferozes como dez fúrias, terríveis como o inferno’ (tomando emprestada as palavras de John Milton)” (SEN,2010, p. 264).

Assim, acabar com a fome através da melhoria da nutrição e das práticas agrícolas sustentáveis são algumas das metas do ODS 2, dentre os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecido pela Organização das Nações Unidas. Entretanto, o relatório *The State of Food Security na Nutrition in the World* (SOFI, 2021) divulgou que, no ano de 2020, havia no mundo entre 720 e 811¹⁷ milhões de indivíduos famintos. A fome foi agravada pela pandemia da COVID-19, a qual deixou aproximadamente um décimo da população mundial sem acesso aos alimentos básicos. Este mesmo relatório aponta para um crescimento de 660 milhões de pessoas que poderão enfrentar a fome até o ano de 2030.

Em uma breve análise, pode-se afirmar que estes dados demonstram o revés do proposto pela Agenda 2030 a fim de garantir o acesso a alimentos e à erradicação da fome do mundo. Para reverter esta situação, faz-se necessário uma ação rápida, com a promoção de políticas públicas¹⁸ que fomentem uma agricultura sustentável.

17 Más de la mitad de la población subalimentada mundial se concentra en Asia (418 millones) y más de un tercio, en África (282 millones). En comparación con 2019, en 2020 padecieron hambre unos 46 millones de personas más en África, 57 millones más en Asia y unos 14 millones más en América Latina y el Caribe (SOFI, 2021, p. 14).

18 Dependendo do determinante específico (ou combinação de determinantes) que cada país enfrenta, o relatório pede aos formuladores de políticas que:

- i) Integrem políticas humanitárias, de desenvolvimento e de consolidação da paz em áreas de conflito – por exemplo, por meio de medidas de proteção social para evitar que as famílias vendam bens escassos em troca de alimentos;
- ii) Aumentem a resiliência climática em todos os sistemas alimentares – por exemplo, oferecendo aos pequenos agricultores amplo acesso a seguro contra riscos climáticos e financiamento baseado em previsões;
- iii) Fortaleçam a resiliência dos mais vulneráveis à adversidade econômica – por exemplo, por meio de programas em espécie ou de apoio em dinheiro para diminuir o impacto de choques do tipo pandêmico ou volatilidade dos preços dos alimentos;

Porém, o problema não se restringe à fome. O SOFI (2021) alertou, também, para a falta de acesso a alimentação saudável¹⁹, que afetou 2,37 bilhões de pessoas no mundo, ou seja, aproximadamente uma em cada três pessoas não tiveram acesso à alimentação adequada, em 2020, devido ao alto custo dos alimentos e ao aumento do nível de desigualdade social. Assim, “quanto maior a renda familiar e mais educados e conscientes os cidadãos, mais sofisticados serão as exigências dos consumidores com relação ao alimento que adquirem” (GRAZIANO *et al*, 2021, p. 231).

Não há dúvidas de que a pandemia da COVID-19 agravou o problema da fome e da inadequada alimentação, mas ela não é a única responsável pelo acréscimo dos desnutridos ao redor do mundo. O acentuado aumento no número de conflitos internos e internacionais com suas complexidades é um fator de grande ameaça à segurança alimentar. Dados do SOFI (2021) trazem que mais da metade dos indivíduos desnutridos e, aproximadamente, 80% das crianças com déficit no crescimento vivem em países que enfrentam algum tipo de conflito, violência ou fragilidade.

Outro fator de aumento da desnutrição global é a variabilidade de extremos climáticos. As mudanças climáticas afetam todas as dimensões de segurança alimentar e nutricional, principalmente nos países com sistemas agropecuários sensíveis às mudanças de umidade e temperatura. Segundo divulgado pelo SOFI (2021) a fome é significativamente pior em países em que há uma alta proporção da população dependente da agricultura para sua subsistência.

-
- iv) Intervenham ao longo das cadeias de abastecimento para reduzir o custo de alimentos nutritivos – por exemplo, incentivando o plantio de safras biofortificadas ou facilitando o acesso dos produtores de frutas e vegetais aos mercados;
 - v) Combatam a pobreza e as desigualdades estruturais – por exemplo, estimulando cadeias de valor de alimentos em comunidades pobres por meio de transferências de tecnologia e programas de certificação;
 - vi) Fortaleçam os ambientes alimentares e mudem o comportamento do consumidor – por exemplo, eliminando as gorduras *trans* industriais e reduzindo o teor de sal e açúcar no abastecimento alimentar, ou protegendo as crianças do impacto negativo do marketing alimentar.

O relatório também pede um “ambiente propício para mecanismos de governança e instituições” para tornar a transformação possível. Ele recomenda que os formuladores de políticas façam consultas amplas; capacitem mulheres e jovens; e expandam a disponibilidade de dados e novas tecnologias. Acima de tudo, insistem os autores, o mundo deve agir agora – ou vai assistir aos determinantes da fome e da má nutrição reaparecerem com intensidade crescente nos próximos anos, muito depois de passado o choque da pandemia (UNICEF BRASIL, 2021).

19 Em um contexto que valoriza os alimentos saudáveis, muitas vantagens passaram a ser atribuídas aos alimentos naturais. Especialmente nos mercados de elevada renda, percebe-se uma valorização dos produtos alimentares pouco industrializados, com baixo resíduo de defensivos agrícolas e aditivos químicos, como é o caso dos alimentos orgânicos (GRAZIANO *et al*, 2021, p. 231).

Contribui, também, para o agravamento da insegurança alimentar a situação econômica dos países. Aliás, as desacelerações e fraquezas econômicas, principalmente pós pandemia, concomitantemente ao conflito entre Rússia e Ucrânia, são um dos principais fatores do aumento da fome e da desnutrição. Mesmo antes destes episódios, segundo SOFI (2021), a maioria dos países em que a fome se acentuou experimentaram situações de desaceleração econômica. Este processo, além da fome, resulta na compra de alimentos mais baratos e menos nutritivos, o que contribui para a má qualidade nutricional.

Em um cenário regional, estatísticas demonstram que, há seis anos consecutivos, o número de desnutridos tem aumentado na América Latina. Dados divulgados pelo relatório *América Latina y el Caribe - Panorama regional de la seguridad alimentaria y nutricional 2021: estadísticas y tendencias* indicam que os níveis de fome e insegurança alimentar na região têm aumentado desde 2015 (FAO, 2021). Razão pelo qual “[...] entre 2014 y 2020, la prevalência moderada o grave de inseguridad alimentaria aumento em 20,5 puntos porcentuales em Sudamérica, mientras en Mesoamérica el incremento fue de 7,3 puntos porcentuales durante el mismo período” (FAO, 2021).

O mesmo relatório, divulgado pela FAO (2021), também aponta que, no mesmo período, o indicador de desnutrição cresceu perto dos 70%. Destes, 50% referem-se ao aumento registrado entre 2019 e 2020. Na região, não é somente o risco de não alcançar a meta de acabar com a fome e garantir alimentos seguros e nutritivos a todos indivíduos, mas a prevalência da desnutrição, a qual regrediu aos níveis de 2005 (ápice dos últimos 15 anos).

No entanto, dentro do padrão de normas alimentares, não é possível a obtenção de uma dieta alimentar padronizada para a população em geral, a começar pelas diferenças regionais e culturais²⁰ de cada povo. Assim, como bem lembra Morin

[...] os organismos adultos são adaptados à alimentação recebida durante a tenra infância que, no contexto alimentar de outras culturas, poderia ser considerada muito gordurosa ou excessivamente alcóolica. É preciso levar em conta a diversidade das dietas das quais fazem parte os tabus e prescrições de origem religiosa. Entretanto, existem regras gerais universalmente úteis para evitar as carências: em primeiro lugar, a regra da variedade: toda dieta alimentar deve incluir cereais e leguminosas, frutas e legumes frescos que contém antioxidante (MORIN, 2013, p. 294).

20 As culturas rurais e tradicionais mantinham o gosto dos alimentos. Esse gosto se degradou na alimentação rápida, com a proliferação de produtos insípidos, baseado nos padrões dos norte-americanos. Para continuidade desse modo de consumo, não haverá superfície agrícola disponível (MORIN, 2013).

Consoantes aos dados divulgados pela FIOCRUZ (2022), tanto a falta desta variedade, assim como a ingestão inapropriada de nutrientes essenciais para satisfação das necessidades do corpo humano podem ocasionar nanismo, emaciação, sobrepeso e obesidade²¹.

No que se refere à obesidade, segundo divulgado pela Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica (ABESO), a Organização Mundial da Saúde (OMS) afirma ser “[...] um dos mais graves problemas de saúde que temos para enfrentar. Em 2025, a estimativa é de que 2,3 bilhões de adultos ao redor do mundo estejam acima do peso, sendo 700 milhões de indivíduos com obesidade, isto é, com um índice de massa corporal (IMC) acima de 30” (ABESO, 2022, p. 1).

No Brasil a obesidade aumentou 72% entre os adultos nos últimos treze anos. Em 2006, o percentual de pessoas obesas era de 11,8%; em 2019 esse percentual era de 20,3%. Dentre os jovens, o levantamento realizado em parceria com o Ministério da Saúde e da Organização Panamericana da saúde apontam que a obesidade atingiu 12,9% das crianças entre 5 e 9 anos, e 7% dos adolescentes entre 12 a 17 anos no mesmo período (ABESO, 2022).

Na América Latina, os dados divulgados pelo Relatório *América Latina y el Caribe* (2021) apontam que um em cada quatro adultos sofrem de obesidade, e 7,5% das crianças menores de cinco anos encontram-se com sobrepeso. Esta condição repercute, não só na vida do indivíduo, mas em toda a sociedade, afetando diretamente a saúde e a produtividade.

Todos estes dados traduzem que mais importante do que produzir, é preciso rever as questões de como e para quem produzir. Em uma visão puramente econômica, a resposta seria de que é o mercado quem rege “o que”, “como” e “para quem” produzir. Assim, os mercados de bens determinam o que produzir, levando-se em consideração os fatores de produção, a oferta e a demanda. Os preços determinam como os bens serão produzidos, uma vez que levam

21 Globalmente, em 2020, estima-se que 22% das crianças com menos de cinco anos de idade estavam subnutridas. O relatório observa que, apesar do progresso em algumas regiões, as tendências de desnutrição infantil – incluindo nanismo e emaciação, deficiências em micronutrientes essenciais e sobrepeso e obesidade em crianças, continuam sendo uma grande preocupação. Estima-se que 45 milhões de crianças menores de cinco anos sofram de emaciação, 149 milhões têm crescimento e desenvolvimento atrofiados devido a uma falta crônica de alimentos nutritivos em suas dietas, enquanto 39 milhões são afetados pelo excesso de peso. As crianças em ambientes rurais e famílias mais pobres, cujas mães não receberam educação formal, eram as mais vulneráveis ao atraso no crescimento e à emaciação. Crianças em áreas urbanas e famílias mais ricas estavam em maior risco de excesso de peso. Isso aponta para o fato de que as economias de renda baixa e média baixa suportam o maior fardo de desnutrição, baixo peso ao nascer e casos de anemia, enquanto as economias de renda média alta e alta têm a maior carga de casos de obesidade. Além disso, a anemia materna e a obesidade entre os adultos, especialmente, continuam a ser alarmantes (CADERNOS CRIS/FIOCRUZ, 2022, p. 56).

em consideração a escassez e os custos de produção. E é a renda de cada indivíduo que define para quem produzir.

Mas esta é uma inferência simplista demais, não bastando a análise destes aspectos. Faz-se necessário algumas transformações para que se possa, não somente, dar acesso aos alimentos a um maior número de indivíduos, mas também acesso a alimentos de qualidade. Morin (2013) defende algumas vias de reforma, dentre elas uma política baseada na manutenção dos preços e na taxação dos fatores de produção (água, terra, insumos e energia). Para ele, a taxação (princípio do poluidor pagador)²² permitiria financiar agricultores que se utilizam de técnicas agrícolas ecologicamente suficiente. No entanto, sem desmerecer a proposta, taxar os fatores de produção elevariam os custos de produção, forçando uma alta nos preços dos alimentos, reduzindo ainda mais o acesso a eles, uma vez que o indivíduo necessitaria de mais renda para conseguir adquiri-los.

Outra proposta seria incentivar a agricultura de subsistência das nações. Para Morin (2013), a soberania alimentar promoveria pequenas explorações, mas suficientes para atender às demandas locais. Para o autor, uma melhor limitação e regressão progressiva das monoculturas industrializadas, em conjunto com modos de exploração por meio de técnicas não poluentes e à proteção do meio ambiente, combinados a uma proximidade da produção com os centros urbanos, conjugariam para uma autonomia das nações. Isso faria com que não se sobrecarregassem os ecossistemas e fosse garantido um desenvolvimento sustentável, ocasionando uma melhoria quali-quantitativa na capacidade de satisfazer as necessidades alimentícias.

Não há dúvidas de que a agricultura de subsistência constitui um importante segmento responsável pela produção de alimentos disponibilizados para consumo interno. Mas é preciso considerar que o Brasil é um dos principais responsáveis pela segurança alimentar do Planeta. Assim, aumentar a produção para atender o mercado interno e externo é um desafio muito complexo.

Quanto ao uso de técnicas menos poluentes, o proposto por Morin (2013), vem ao encontro do que está sendo implementado pelo Plano Nacional de Fertilizantes, cujo objetivo é

22 A definição do princípio do poluidor pagador foi dada pela Comunidade Econômica Europeia, a qual preceitua: “as pessoas naturais ou jurídicas, sejam regidas pelo direito público ou pelo direito privado, devem pagar os custos das medidas que sejam necessárias para eliminar a contaminação ou para reduzi-la ao limite fixado pelos padrões ou medidas equivalentes que assegurem a qualidade de vida, inclusive os fixados pelo Poder Público competente” (FIORILLO, 2021, p. 27)

incentivar o uso de fertilizantes organominerais e orgânicos (adubos orgânicos enriquecidos com minerais, por exemplo) e os subprodutos com potencial de uso agrícola, os bioinsumos e biomoléculas, os remineralizadores (exemplo, pó de rocha), nanomateriais, entre outros. A princípio, estas técnicas são perfeitamente compatíveis no uso de uma produção local, mas não, de um modo geral, para a produção industrializada.

O problema da agricultura é de âmbito mundial. O uso maciço de fertilizantes, as poluições do ar e da água e a pauperização do solo devido ao mau gerenciamento dos manejos, trazem consequências ambientais e sanitária cada vez mais graves. Além disso, não auxiliam no combate à fome, pois, paradoxalmente, os países que ampliaram seu território agrícola, são os que detém um dos maiores índices de desnutrição.

É preciso a formulação de políticas ambiciosas²³, que vão desde uma reforma agrária à produção de alta qualidade ambiental; passando pelo combate ao desperdício, racionalização do uso de fertilizantes, reequilíbrio do consumo e a redução de intermediários entre o produtor e consumidor final. Estas práticas, dentre tantas outras, favoreceriam a redução dos preços e, conseqüentemente, permitiriam maior acesso ao alimento e a diminuição da fome.

2.2 A promoção da agricultura sustentável no combate à fome

O conceito de agricultura sustentável está diretamente atrelado ao conceito de desenvolvimento sustentável, o qual compreende a capacidade de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender às necessidades das futuras gerações. Neste mesmo viés, a agricultura sustentável é aquela que compreende práticas de produção ecologicamente equilibradas, voltadas à justiça social através da viabilidade econômica a garantir a segurança alimentar e uma vida com qualidade. Para se alcançar tal objetivo, é importante considerar todos os impactos ocasionados, não somente nos locais da produção, mas como em toda a cadeia produtiva, ou seja, antes e depois da porteira da fazenda.

23 Nos dias de hoje, os sistemas de produção e consumo alimentar mais comumente aplicados são perigosos para a terra, para os ecossistemas e para os seres humanos. A via das reformas alimentares se impõe. A reforma da alimentação e a reforma da agricultura estão vinculadas. A reforma do consumo e a reforma de vida estão vinculadas. Todas estas reformas precisam ser ajudadas e estimuladas pela reforma do pensamento, pelas reformas políticas, econômicas e sociais (MORIN, 2013, p. 300).

O Brasil tem sido vanguardista no desenvolvimento de tecnologias agrícolas, possibilitando sucessivos recordes de produção. Paradoxalmente, os índices de desnutrição cresceram substancialmente. Este antagonismo não para por aí. Segundo a Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018 (POF 2017 – 2018), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o nível de maior restrição ao acesso à alimentação acontece nos domicílios localizados na área rural do país. A proporção de insegurança alimentar grave²⁴ foi de 7,1% nesta área, em contraponto com 4,1 na área urbana.

A explicação desse paradoxo encontra-se nas políticas que privilegiam as exportações agrícolas em detrimento da soberania alimentar. Para Costa (2016), desde o início da colonização do Brasil se prioriza a produção de monoculturas, as quais prejudicam a biodiversidade dos ecossistemas naturais e ao próprio território²⁵, além de inviabilizar economicamente as pequenas propriedades e policulturas, provocando, assim o êxodo rural e agravando a crise ambiental.

Segundo Santos (2016), a inviabilidade econômica dos pequenos produtores acentua a pobreza na zona rural, dificultando o acesso à terra, o que vem ao encontro dos dados divulgados pelo *Oxford Committee for Famine Relief* (OXFAM) em 20/05/2020, referente ao estudo do Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (IMAFLOA), demonstraram que 10% dos imóveis rurais concentram mais de 50% das terras produtivas do país. Esta concentração proporciona o que Svampa (2020, p. 104) denomina de “[...] personificação do poder político, com a persistência das desigualdades e o compromisso cada vez mais visível

24 Em relação à insegurança alimentar, os domicílios podem ser classificados em três níveis: leve, moderado e grave. Um domicílio é classificado com insegurança leve quando aparece preocupação com acesso aos alimentos no futuro e a qualidade da alimentação já está comprometida. Nesse contexto, os moradores já assumem estratégias para manter uma quantidade mínima de alimentos disponíveis. Trocar um alimento por outro que esteja mais barato, por exemplo. No segundo nível, de insegurança moderada, os moradores já têm uma quantidade restrita de alimentos. A insegurança grave aparece quando os moradores passaram por privação severa no consumo de alimentos, podendo chegar à fome (IBGE, 2022).

25 Matthieu Calame indica que as devastações causadas pela agricultura e a pecuária industrializadas provocam uma sucessão de problemas: “o das cadeias industrializadas de alimentação que fazem circular os produtos de um continente ao preço de transportes rodoviário e aéreos que consomem uma grande quantidade de energia e produzem uma enorme emissão de CO₂; o de uma economia planetarizada comandada unicamente pelo lucro, em que os enriquecimentos produzem novos empobrecimentos e novas proletarizações; na qual os processos técnico e econômicos provocam novas regressões morais e psíquicas; na qual perdemos em qualidade o que ganhamos em quantidade; na qual a racionalidade econômica parcial provoca uma irracionalidade econômica global; assim, a ovelha da Nova Zelândia embarcada por avião é vendida a 7 euros o quilo nos grandes supermercados, ou seja, metade do preço da ovelha criada na França, mas, ao ser transportada de avião por mais de 12 mil quilômetros, a quantidade de CO₂ emitido totaliza mais de cinquenta vezes seu peso” (MORIN, 2013, p. 275)

com os setores extrativos – com notória influência do capital transnacional – e com as transformações no mundo rural”.

Tais políticas impulsionam o crescimento da demanda dos recursos naturais proporcionando o que Svampa (2020) denomina de “consenso das *commodities*”. Em particular, as economias latino-americanas experimentaram, no início do século XXI, um crescimento econômico baseado nos altos preços dos produtos primários e, assim, deram ênfase “[...] às vantagens comparativas do *boom* das *commodities*, negando ou minimizando as novas desigualdades e assimetrias econômicas, sociais, ambientais, ou territoriais proporcionadas pela exportação de matérias-primas em grande escala” (SVAMPA, 2019, p. 17).

A dinâmica da mercantilização adotada pela maioria dos países emergentes, em especial na América Latina, está associada ao metabolismo social do capital, do qual se exige cada vez mais matéria e energia, intensificando o uso dos recursos naturais. Ao lastrear suas políticas econômicas na comercialização de bens primários como hidrocarbonetos, metais, minerais, produtos agrícolas, dentre outros, os Estados abrem espaço para a construção de megaempreendimentos, na expectativa de aumentar o emprego e a renda, impulsionando o motor do crescimento econômico, para que se consiga reduzir as desigualdades sociais.

Ledo engano, pois o que se apresenta é uma intensificação do capital, e uma baixa renda salarial, e claro, um rastro de devastação ambiental agravando o cenário das injustiças sociais e ambientais. Particularmente no caso da mineração em larga escala, Svampa, em sua obra “Del Cambio de Época al Fin de Ciclo (2019)” aponta que para “[...] cada US\$ 1 milhão investidos, gera-se apenas entre 0,5 e 2 empregos diretos”. Estes dados remetem ao estudo do economista Thomas Piketti (2014, p. 16) em que lembra os acontecimentos econômicos ocorridos em meados de 1800:

O fato é que o capital prosperou e os lucros industriais cresceram em comparação com a estagnação da renda do trabalho entre os anos de 1840 e 1850. [...] O questionamento principal era simples: de que serve o desenvolvimento industrial, de que servem todas essas inovações tecnológicas, todo esse esforço, todos esses deslocamentos populacionais, se, ao cabo de meio século de crescimento da indústria, a situação das massas continua tão miserável quanto antes e se tudo que o Estado pode fazer é proibir que crianças, menores de oito anos trabalhem nas fábricas? O fracasso do sistema econômico e político parecia evidente.

Dois séculos depois, o pano de fundo persiste. No Brasil, entre os anos de 2006 a 2012 as notícias eram que as desigualdades foram reduzidas. Sem dúvida, houve um acréscimo nas rendas devido ao aumento da população economicamente ativa em postos de trabalho. No entanto, dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) apontam para um aumento nas desigualdades nestes anos. Enquanto que no ano de 2006 o percentual mais rico detinha

22,8% da renda do país, em 2012, esse mesmo 1% detinha 24,4% da renda. Entre os 10% mais ricos, a renda passou de 51,1% para 53,8% no mesmo período. Como bem observa Svampa (2020, p. 109) “[...] ainda que a pobreza extrema no Brasil tenha se reduzido, e o consumo se expandido, as desigualdades persistem e inclusive aumentam”.

Assim, ao se priorizar o modelo exportador de *commodities*, multiplicam-se os grandes empreendimentos, os quais demandam, cada vez mais, território para ampliação de seus parques de produção. No caso da agricultura, crescem, paralelamente, os conflitos pela posse das terras, seja por serem abundantes em recursos naturais, seja pelo fator de pertencimento. Pequenos agricultores, indígenas, quilombolas, se veem em constante contenda com o Poder Público e grandes corporações que insistem na espoliação das terras daqueles, em prol do crescimento econômico.

Não obstante aos problemas econômicos e territoriais, têm-se os problemas sociais e ambientais, uma vez que as políticas de incentivo à grande quantidade de produção não têm logrado êxito no combate à fome e a desnutrição, tampouco na preservação/conservação do meio ambiente.

A crescente alta da produção agrícola faz com que seja necessária uma utilização maior de insumos e fertilizantes. O agrônomo José Lutzenberger, ainda no ano de 1976, em sua obra “Manifesto ecológico brasileiro: fim do futuro?”, alertava sobre os problemas que o uso excessivo de agrotóxicos poderia causar, como o aumento de número de pragas nas lavouras, uma vez que o pesticida elimina parte de seus inimigos naturais; a geração de pragas resistentes às aplicações, ocasionando a necessidade de aplicação de diferentes tipos de agrotóxico, colocando a natureza e a saúde em risco (GRAZIANO *et al*, 2021).

Em relação ao uso dos fertilizantes, pode-se dizer que estes ocupam a posição de herói e vilão na produção agrícola. Segundo o Código Internacional de Conduta para o Uso e Manejo de Fertilizantes (FAO, 2019, p. VI)

los fertilizantes, incluidos los de origen mineral, sintético y orgánico, son insumos importantes y muy utilizados en la agricultura que ayudan a contribuir a la seguridad alimentaria mundial, los medios de vida de los agricultores y la nutrición humana esencial. Además, la utilización racional de fertilizantes puede contribuir a prevenir la deforestación y otros cambios de uso de la tierra al aumentar la productividad agrícola y, por tanto, reducir la necesidad de tierras adicionales para cultivo. También puede evitar la degradación del suelo y las malas cosechas, especialmente en relación con la extracción de los nutrientes del suelo y la ausencia o la infratilización de nutrientes fundamentales de las plantas. Sin embargo, los fertilizantes también pueden tener efectos negativos en el medio ambiente y en la salud de los seres humanos, los animales y los suelos.

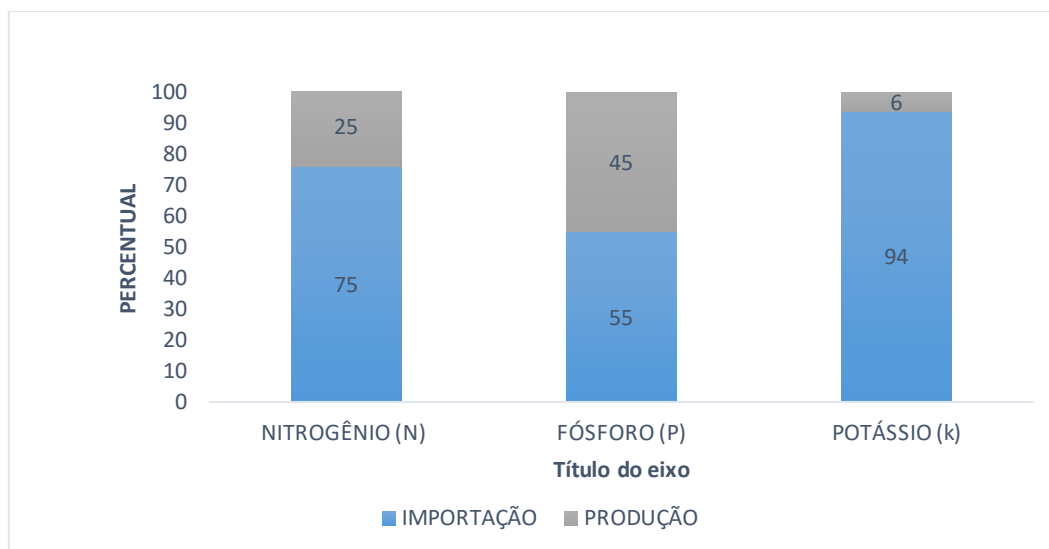
Tamanha importância do uso de fertilizantes para o desenvolvimento da planta, que em 1837 é publicada a obra “Lei do Mínimo”, de autoria do agrônomo Carl Sprengel. Os estudos do autor levaram à afirmação de que a produtividade da planta é proporcional à quantidade disponível do nutriente mais limitante. Com base nesta Lei, Justus von Liebig desenvolveu o primeiro fertilizante mineral a ser usado na cadeia produtiva agrícola. Em sua obra “A química orgânica e suas aplicações à morfologia e patologia” (1842), difunde a origem da fórmula NPK²⁶ e o conceito da lei do mínimo (DIAS, 2005).

Os resultados das pesquisas de Liebig fizeram com que se iniciasse a industrialização da agricultura e, com estudos de inovação tecnológica sobre o uso de defensivos e melhoramento de sementes, revolucionou-se o setor agrícola, dando origem a um mercado mundial bilionário. Diante deste cenário, instituiu-se um oligopólio, no qual as dez maiores corporações detêm, aproximadamente, 60% do mercado global de exploração e transformação de fertilizantes, processo este denominado de neoextrativismo.

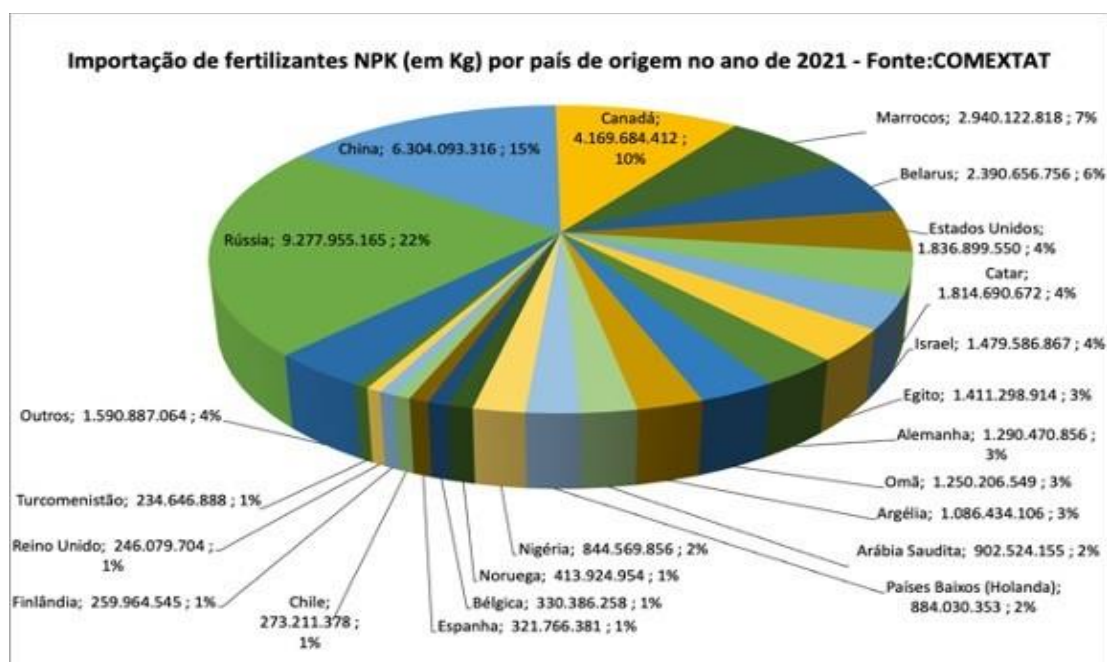
Este processo leva à concentração e dependência econômica, no qual a concentração está relacionada com a localização geográfica do mineral e o agente detentor da concessão de exploração; já a dependência agrava o risco à segurança alimentar. Exemplo disso são os dados divulgados pela Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos do Governo Federal (SAE/PR, 2020) os quais demonstram os países com as maiores concentrações de fertilizantes. O nitrogênio sintético é oriundo, principalmente da América do Norte, Índia, China, Rússia, Oriente Médio, Austrália e Indonésia; 80% do potássio tem sua procedência do Canadá, Israel, Rússia, Bielorrússia e Alemanha; 75% da reserva mundial de fosfato estão concentradas no Marrocos e no Saara Ocidental ocupado pelo Marrocos (SAE/PR, 2020).

O Brasil não se encontra dentre os países detentores destes minerais, porém, ocupa o quarto lugar no rol dos maiores produtores mundial de alimentos, e é responsável por 8% do consumo global de fertilizantes (SAE/PR, 2020). No ano de 2020, as entregas de fertilizantes ao consumidor final no mercado brasileiro somaram 40,56 milhões de toneladas. Do total destes fertilizantes, 35% correspondem aos nitrogenados; 23% aos fosfatados e 42% ao cloreto de potássio (SAE/PR, 2020). Então, para suprir a demanda, o país necessita importar um total de aproximadamente 85% dos fertilizantes que são usados na produção agrícola.

26 N (Nitrogênio); P (Fósforo); K (Potássio) composto para crescimento das plantas (Bernardes, 020).

Figura 1 – Dependência internacional por tipos de fertilizantes

Elaborado pela autora a partir dos dados divulgados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2021).

Figura 2- Países exportadores de fertilizantes

Fonte: COMEXTAT, retirado do site www.gov.br/agricultura (acessado em 08/06/2022).

Dados mais recentes, divulgados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2022), apontam para um aumento nas importações de fertilizantes no ano de 2021. O aumento se deu em torno de 11% em relação ao ano de 2020, atingindo um nível recorde, com a compra de 41,6 milhões de toneladas no período compreendido entre janeiro e dezembro daquele ano.

A figura 2 acima, retrata o cenário da importação no ano de 2021, com os principais países exportadores de adubos e fertilizantes para o Brasil. Em termos monetários, entre adubos

e fertilizantes o país necessitou desembolsar US\$ 15.136 bilhões, sendo a Rússia responsável por 22% deste valor (COMEXTAT, 2022).

Essa dependência subjugou a produção agropecuária nacional às oscilações do mercado internacional, colocando em risco toda cadeia produtiva de alimento. Crises econômicas, alta dos preços, questões geopolíticas²⁷ são questões que podem ocasionar desde um prejuízo na produção nacional, até o desabastecimento interno dos produtos.

O Brasil se aproximou de uma autossuficiência em fertilizantes no início da década de 1980 em função da implementação do II Plano Nacional de Desenvolvimento (SAE-PR, 2020). Desde então, vem ocorrendo o crescimento da produção agrícola e, conseqüentemente o crescimento do consumo de fertilizantes, fazendo com que o Brasil figure como um dos maiores importadores de fertilizantes mundial.

Atualmente, o Brasil é responsável por cerca de 8% do consumo global de fertilizantes, sendo o quarto país do mundo, atrás apenas de China, Índia e Estados Unidos. A velocidade de crescimento da demanda brasileira tem superado o crescimento da oferta nacional e seu atendimento tem ocorrido via aumento de importações. O país deixou de ser exportador de fertilizantes para ser grande importador entre 1992 e 2020 (SAE/PR, 2020, p. 3).

Em contrapartida, o Brasil possui grandes reservas de gás natural, rochas e micronutrientes. Um exemplo são as reservas de carnalita e silvinita localizadas nos Estados de Sergipe e Amazonas²⁸, pois juntas, as jazidas acumulam cerca de 13 bilhões de toneladas dos minerais básicos para produção do potássio.

A exploração de tais jazidas, contribuiriam para a redução na importação de fertilizantes, diminuindo a vulnerabilidade do país em relação à escassez, assunto, este, que será abordado oportunamente. Por outro lado, não resolvem o problema da insegurança alimentar, podendo inclusive, agravar as condições ambientais, uma vez que é notório a adoção de políticas produtivistas (em contexto mundial), as quais levam ao esgotamento das minas e ao desprezo pelos danos causados ao ambiente. Isto porque a importância dos minerais acaba por

27 A crise internacional ocasionada pelo conflito entre Rússia e Ucrânia afetam diretamente o setor agrícola do Brasil uma vez que 4 milhões de toneladas do potássio consumido no país procedem da Rússia e Bielorrússia (Globalfert, 2022).

28 As reservas oficiais de sais de potássio no Brasil são da ordem de 13,03 bilhões de toneladas (silvinita e carnalita), das quais 64,9% medidas, 24,6% indicadas e 10,5% inferidas. Essas reservas estão localizadas nos Estados de Sergipe (Bacia Sedimentar de Sergipe) e Amazonas (Bacia Sedimentar do Amazonas-Solimões).[...] Embora essas reservas apresentem considerável ordem de grandeza, as reservas efetivamente lavráveis (mineráveis) são substancialmente inferiores (OLIVEIRA, 2009, 570)

despertar um interesse estratégico pelos países, uma vez que exercem influência nos campos econômicos, social ambiental e geopolítico.

Faz-se necessário a instituição de políticas voltadas ao incentivo da agricultura sustentável, cujo modelo de produção, segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura, seja capaz de proporcionar

o manejo e a conservação da base de recursos naturais e a orientação tecnológica e institucional, de maneira a assegurar a obtenção e a satisfação contínua das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras. Tal desenvolvimento sustentável (agricultura, exploração florestal e pesca) resulta na conservação do solo, da água e dos recursos genéticos animais e vegetais, além de não degradar o ambiente, ser tecnicamente apropriado, economicamente viável e socialmente aceitável (ECYCLE, 2022, n.p.).

Essas políticas são sugeridas pelo Código Internacional de Fertilizantes, uma vez que se destinam a abordar questões que contribuam para o alcance dos ODS, garantindo a sustentabilidade dos sistemas e da produção de alimentos mais saudáveis. O Código também aborda a questão do uso e manejo dos fertilizantes, os quais devem se dar de forma racional a evitar seu uso inadequado ou emprego excessivo.

2.3 O Aumento da produção de fertilizantes baseado no paradigma neoextrativista

Há décadas que o Brasil se encontra em situação de vulnerabilidade diante o cenário internacional, com a possibilidade de desabastecimentos de fertilizantes no mercado interno, visto que importa, aproximadamente, 85% do produto para garantir a produção agrícola nacional.

O conflito entre Rússia e Ucrânia indica comprometimento no desabastecimento de fertilizantes para as próximas safras. Em declaração a Ministra da Agricultura, Pecuária e Abastecimento afirmou que o Brasil tem capacidade de abastecimento até outubro/2022. Já a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA) divulgou nota com a informação que o estoque de fertilizantes é suficiente para, somente, três meses (Canal Rural, 2022). Muito embora se tem anunciado que há alternativas para suprir os estoques de adubo e potássio do mercado interno, o acesso a estes produtos já está custando mais caro²⁹ ao produtor, situação

29 No mercado de potássicos o cenário é mais crítico considerando que a Bielorrússia, 3ª maior produtora está com dificuldades de colocar o produto no mercado internacional por causa dos embargos, e a Rússia, 2ª maior produtora, agora também recebe sanções e apresenta adversidades nas questões de transações bancárias e

que o levará a buscar uma maior produção de grãos para compensar o valor investido (significa dizer que na mesma área para plantio será necessário ampliar a quantidade da colheita, podendo afetar a qualidade do solo e do grão e acarretar riscos à saúde e ao meio ambiente); ou diminuir a produção com a racionalização dos usos de fertilizantes, se aproveitando do estoque de nutrientes que já se encontram no solo (encontrando o ponto ótimo da curva com rendimento econômico e menor produção).

Na tentativa da racionalização do uso de fertilizantes, a EMBRAPA instituiu a Caravana FertBrasil, a qual percorrerá 30 polos agrícolas (EMBRAPA, 2022). O objetivo é promover o aumento da eficiência no uso de fertilizantes e insumos nas lavouras, diminuindo os custos de produção dos produtores rurais e estimular a adoção de novas tecnologias e boas práticas de manejo do solo, água e planas. (EMBRAPA, 2022).

A Caravana Embrapa FertBrasil é uma das medidas do Plano Nacional de Fertilizantes na tentativa de maximização da eficiência do uso dos insumos, melhorar a produtividade e garantir a competitividade da agricultura e a produção de alimentos uma vez que se estima um desperdício de 40% dos fertilizantes aplicados no solo (BRASIL MINERAL, 2022).

Está evidente que medidas necessitam ser tomadas a fim de que se reduza a dependência externa, e para isso, investir em pesquisas e tecnologias é vital para modernização e ampliação da indústria agropecuária do país. Nos últimos anos vem-se buscando algumas políticas de incentivo para produção nacional de fertilizantes, uma vez que se trata de investimentos que demandam milhões de dólares, motivo pelo qual restringe o interesse das empresas.

No site do Ministério Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA 2022), no ano de 2020 representantes do Ministério demonstraram à SAE/PR a necessidade de implementação de um novo Plano Nacional de Fertilizantes³⁰. As tratativas se deram em torno de proporcionar

logísticas. A concentração desse mercado torna difícil a busca por outros fornecedores. Em relação aos preços, no comparativo mensal, o fertilizante apresentou aumento em todos portos, porém os compradores ainda estão aguardando definições. No Brasil, o preço do potássio também realizou valorização acompanhando o mercado internacional, porém as negociações continuam baixas neste cenário de indefinições, e com viés de alta no curto e médio prazo focado notadamente no contexto de disponibilidade. No Brasil, os preços saíram de USD 815/t (11/2) para USD 1.100/t, alta de 35%. (ITAU, 2022).

30 Em 11 de março de 2022 o Decreto nº 10.991 instituiu o PNF. O Plano Nacional de Fertilizantes é uma referência para o planejamento do setor de fertilizantes para os próximos 28 anos (até 2050), promovendo o desenvolvimento do agronegócio nacional e considerando a complexidade do setor, com foco nos principais elos da cadeia: indústria tradicional, produtores rurais, cadeias emergentes, novas tecnologias, uso de insumos minerais, inovação e sustentabilidade ambiental. Além da redução da dependência externa, o PNF ainda apresenta oportunidades em relação a produtos emergentes como os fertilizantes organominerais e orgânicos (adubos orgânicos enriquecidos com minerais, por exemplo) e os subprodutos com potencial de uso agrícola, os bioinsumos e biomoléculas, os remineralizadores (exemplo, pó de rocha), nanomateriais, entre outros. As diretrizes do PNF

a coordenação de ações públicas e incentivar ações privadas com a finalidade de melhorar a eficiência da produção e comercialização de fertilizantes no Brasil. Dentre tantas proposições, para a eficácia do Plano, foi sugerido investimentos para a descoberta de novas jazidas com a elevação do conhecimento geológico, aprofundar os estudos relacionados às questões ambientais, buscar maneiras de incentivos fiscais para a produção nacional de fertilizantes e a redução da concentração de poder econômico em poucas corporações (SAE/PR, 2020).

Não há dúvidas que as descobertas por novas jazidas no território brasileiro reduziram a dependência dos países estrangeiros, restringido os riscos econômicos e geopolíticos ora sujeitos. Por outro lado, a exploração de novas minas, demandariam um maior desequilíbrio socioambiental.

Toma-se por exemplo a localização das jazidas de potássio em solo brasileiro. Tal como mencionado anteriormente, elas concentram-se na região Amazônica; na mesorregião Leste do estado de Sergipe, e mais recentemente foi descoberta uma jazida no estado de Minas Gerais, conforme estudos realizados pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM. No entanto, as jazidas do Amazonas e de Sergipe encontram-se dentro de áreas protegidas e ocupadas por comunidades tradicionais. Em Sergipe, segundo o Estudo de Impacto Ambiental (Ambitec, 2009, p. 33) “a Área de Influência Direta (AID) compreende a área diretamente afetada, acrescida do polígono da Unidade de Conservação – Refúgio da Vida Silvestre da Mata do Junco [...]”. Já na Bacia Amazônica o Estudo de Impacto Ambiental (2015) identificou três Terras Indígenas (TIs) localizadas em torno do Projeto Autazes, e como bem se sabe, empreendimentos de tamanhas proporções, como é o da exploração deste mineral, certamente acarretará riscos ao ambiente e a população.

Sabe-se que não é faculdade humana escolher o local de exploração dos minerais devida a rigidez locacional, mas tampouco se pode negar o impacto da mineração nas áreas afetadas já que é de longe, uma das atividades mais poluidoras que o ser humano explora. Em contrapartida, a atividade é responsável por atender as necessidades do cotidiano dos indivíduos, uma vez que a maioria dos produtos consumidos contém a presença de um material extraído do solo, seja superficial ou profundamente encontrado.

também abordam uma política fiscal favorável ao setor, incremento de linhas de fomento ao produtor, incentivos a ações privadas, expansão da capacidade instalada de produção, melhorias na infraestrutura e logística nacionais. Tudo isso para ampliar a produção competitiva de fertilizantes (abrangendo adubos, corretivos e condicionadores) no Brasil. (MAPA 2022, n.p.).

Neste ideário, o setor da mineração alimenta uma dinâmica de acumulação de capital baseada no exaurimento dos bens naturais. À medida que novos projetos vão sendo implementados, acaba por gerar uma falsa ideia de desenvolvimento, uma vez que apresenta o crescimento econômico como forma de diminuir a desigualdade social, mas que na verdade significa a prevalência da posição utilitarista sobre as pessoas e os ecossistemas.

Para Gudynas (2019, p. 31) “[...] ao longo do século XX, o modo utilitarista foi se acentuando. Suas expressões mais claras estão na exportação de matérias-primas, muito evidente nos ciclos de expansão e na crise econômica de vários países”. Gudynas se refere ao século XX, mas essa política vem se perpetuando e com muito mais afinho em função da recessão imposta pela pandemia do Sars-Cov2, conforme já demonstrado.

A dependência das *commodities* como vetor de crescimento de um país significa uma (re)primarização da economia, o que eleva os níveis de vulnerabilidade, já que são suscetível às oscilações externas. Mesmo sendo uma produção de básicos, exige grandes investimentos em ciência, tecnologia e uma excelência no setor de logística. Todos esses investimentos se traduzem em custos elevados aos produtores que não conseguem repassar aos preços praticados, uma vez que o valor destas *commodities* são definidas pelo mercado internacional. Ou seja, a margem de lucro é ditada, unicamente, pela redução nos custos de produção, uma vez que não se tem poder de definição dos preços de comercialização.

A estratégia adotada pelas empresas que constituem o mercado fortemente oligopolizado, é de inibir a concorrência afastando a possibilidade de competição. No que se refere ao setor agrícola, ainda há um segundo agravante, a dependências da importação de insumos. Baseadas na mesma lógica de mercado oligopolista, estão sujeitas às oscilações do valor das moedas estrangeiras no momento da compra, minimizando ainda mais as condições de competitividade.

A opção por esta política conservadora, dirigida à exportação de bens primários em grande escala, acarreta uma considerável pressão sobre os bens naturais, precarização das relações de trabalho e um retrocesso ao desenvolvimento. Essa prática, classificada como neoextrativismo contemporâneo pode ser caracterizada como

um modelo de desenvolvimento baseado na superexploração de bens naturais, cada vez mais escassos, em grande parte não renováveis, assim como na expansão das fronteiras de exploração para territórios antes considerados improdutivos do ponto de vista do capital (SVAMPA, 2019, p. 33).

O Brasil, desde a sua colonização, vem se utilizando de práticas extrativistas para assegurar o seu crescimento econômico. A retórica se fundamenta na geração de renda privada

e na possibilidade de o Estado expandir os serviços sociais. Segundo Gudynas, (2012a) esse argumento é utilizado nos projetos de enclave concernente à implementação da infraestrutura, e à geração de empregos formais em regiões de economias de subsistência.

Não se pode desprezar o crescimento econômico, uma vez que ele representa uma condição necessária, que pode sim, ajudar para a elevação das rendas privadas e ao Estado financiar a expansão dos serviços sociais, mas de forma alguma é suficiente para se alcançar o desenvolvimento sustentável. Percebe-se que o problema não reside, propriamente no crescimento, mas sim no seu caráter desumano. Deve-se buscar mecanismos alternativos para que haja um desenvolvimento socioeconômico a longo prazo. Gudynas (2019, p 265) sugere que:

O desenvolvimento sustentável superforte e muitas das propostas cidadãos sobre o Bem Viver são exemplos de “alternativas ao desenvolvimento” na medida em que postulam mudanças radicais sobre como se entende bem-estar, relações com o meio ambiente, história etc.

Os objetivos do desenvolvimento sustentável vão muito além da multiplicação da riqueza material; abrangem um ideal de igualdade, equidade e solidariedade. A estratégia de alcance dele, corresponde em harmonizar os objetivos socioeconômicos e a gestão dos recursos naturais pautadas na prudência.

É inegável que a agricultura brasileira responde por grande parcela da riqueza anual gerada pelo país, e uma das principais fornecedoras de alimento mundial. No entanto, lastrear o acréscimo de produção de fertilizantes no aumento dos grandes projetos extrativista, significa a amplitude dos conflitos ambientais e um retrocesso em termos de direitos sociais, mesmo considerando-se as vantagens econômicas. Antes de se tomar este caminho, é preciso analisar que o setor agrícola é tido como um grande acumulador de desperdício. Então, parece ser mais racional a adoção de estratégias que otimizem os insumos que já se encontram disponíveis, buscando-se inovações tecnológicas para melhorar a eficácia da bioconservação e reorganização dos solos, assim como instituir políticas que atentam as demandas sociais geradas pelos megaprojetos extrativistas.

2.4 A agricultura familiar como aliada da segurança alimentar

Uma das alternativas para se alcançar a sustentabilidade no setor agroindustrial é o incentivo à agricultura familiar. Esta se constitui em um importante segmento, responsável pela produção

de alimentos disponibilizados para consumo interno. Segundo o MAPA (2019) a agricultura familiar é constituída “[...] de pequenos produtores rurais, povos e comunidades tradicionais, assentados da reforma agrária, silvicultores, aquicultores, extrativistas e pescadores”. Estes produtores acabam por possuir características distintas em comparação com o produtor não familiar. O vínculo deles com a terra é muito mais forte, uma vez que nela moram e dela extraem o cultivo básico para sua renda.

Graziano *et al* (2021, p. 164) tece seu comentário a respeito do conceito de agricultura familiar dizendo que “[...] como a jabuticaba, que dizem existir somente no Brasil em nenhum outro lugar se utiliza a classificação de familiar para distinguir pequenos e grandes produtores rurais. O conceito de familiar independe da área da propriedade”. Em todo resto do mundo, o conceito de agricultura familiar está relacionado com o empreendimento gerenciado pelos seus próprios donos.

Nos EUA, anota-se que 98,7% da agricultura é familiar, quer dizer, a propriedade é administrada pela família. Utiliza-se trabalho assalariado em época específicas, especialmente na colheita. O restante dos empreendimentos (1,3%) é conduzido por empresas, pessoas jurídicas. Para os norte-americanos como no resto do mundo, pouco importa o tamanho, em área, das fazendas: o que caracteriza a produção familiar é a gestão do negócio (GRAZIANO *et al*, 2021, p. 164)

Voltando para o conceito brasileiro de agricultura familiar, o setor tem grande representatividade na produção de milho, raízes, tubérculos, gado de corte, ovinos, caprinos, suínos, aves, trigo, café, feijão fruticulturas e hortaliças. Além de ter uma atuação importante no cenário da produção, a agricultura familiar exerce grande representatividade na absorção de mão de obra no campo, e na diversidade dos produtos cultivados, garantindo uma fonte de trabalho, renda e alimento à população brasileira, podendo, inclusive, reverter os dados da insegurança alimentar que se abate sobre os domicílios da área rural.

A agricultura familiar, de modo geral, é tida como um sistema produtivo gerenciado e trabalhado pelo núcleo familiar. O IBGE, na publicação do Atlas do Espaço Rural Brasileiro (2020, p. 292), traz que “[...] esse tipo de agricultura reúne o maior número de unidades produtivas no País e contribui com parcela significativa de empregos associados às atividades agropecuárias, artesanais e agroindustriais a ela vinculadas, seja no campo ou na cidade”.

Mas, muito além do trabalho familiar na produção, a agricultura familiar é considerada um sistema de reprodução social. Salvoldi e Cunha (2010, p. 25) trazem que o sistema tem na família “a estrutura fundamental de organização da reprodução social, através da formulação de estratégias (conceituais ou não) familiares e individuais que remetem diretamente à transmissão do patrimônio material e cultural”.

Ao passar os saberes e práticas culturais, materiais ou simbólicos, está se conferindo à família agrícola coerência interna e a capacidade de elaboração de estratégias para resistir às atividades econômicas hegemônicas. Faz com que se consiga gerar e articular uma rede de relacionamento complexa e ao mesmo tempo dinâmica, não se limitando ao núcleo familiar restrito à propriedade, permitindo a reprodução social da família no campo ou na cidade, não somente em termos econômicos, mas também culturais. (ATLAS – IBGE, 2020).

Manter a reprodução de saberes familiares favorece, também, a continuidade de manejos e práticas agrícolas mais equilibradas, contribuindo para a conservação ambiental, mesmo com a utilização de práticas modernizadas, uma vez que ser sustentável não significa negar a mecanização e a tecnologia.

Todo esse sistema de produção era conhecido como agricultura de subsistência³¹ ou de pequena produção, e estava associado ao produtor de baixa renda. É somente a partir da década de 1990 que se incorpora a expressão “agricultura familiar”, projetando-se nacionalmente. Abramovay (1995), assim como Schneider e Cassol (2014) indicam três fatores que proporcionaram o reconhecimento da agricultura familiar no Brasil, quais são: I. o reavivamento intelectual sobre o tema; II. a retomada da importância dos movimentos sociais e sindicais no contexto da redemocratização; III. o papel do estado na elaboração de políticas públicas voltadas ao setor agropecuário.

A agricultura familiar, nesta concepção mais “moderna”, por assim dizer, comporta os agricultores que participam ativamente na produção agroindustrial, pois possuem um suporte técnico, que visa a rentabilidade de suas produções. Como cita Graziano *et al* (2021, p. 166)

Embora sejam agricultores familiares, participam ativamente dos agronegócios. Geralmente tal inserção produtiva ocorre quando eles se encontram organizados em grandes e poderosas cooperativas, ou integrados com grandes agroindústrias. É o caso dos produtores de suínos, frango e leite, que entregam sua produção sob contrato incluindo a reciprocidade da assistência técnica e auxílio em financiamentos. Fazem parte da cadeia de produção, pouco importando seu tamanho. Fundamental, nesse caso, é o padrão tecnológico, que garante a produtividade elevada.

31 Essa categoria de agricultores não deixou de existir. Ao contrário, engloba milhares de famílias brasileiras, cujas propriedades mais serve como local de moradia, mantendo uma pequena horta, alguns animais de criação. Na maioria das vezes trabalham fora do estabelecimento rural, inclusive para poderem comprar parte de seus alimentos. Pelo Nordeste, especialmente no semiárido, ou nas pequenas localidades do interior do país, esses pequenos agricultores de subsistência marginalmente auxiliam o abastecimento dos mercados locais com mandioca, feijão de corda, frango e ovos caipiras, gêneros desse tipo, normalmente atendendo parentes e vizinhos, muitas vezes à base do escambo.

Assim, com o objetivo de promover a diversificação das atividades agrícolas nas pequenas propriedades, iniciou-se, no Brasil, à implementação de políticas públicas que apoiam e incentivam a agricultura familiar. Dentre elas, destacam-se o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF)³², lançado em 1995 e a Política Nacional de Agricultura em 2006, com inúmeras outras políticas instituídas, dão sustentação, ampliação e fortalecimento ao setor.

O PRONAF é o programa de maior relevância, uma vez que financia, por meio de subsídios, as atividades agropecuárias e não agropecuárias desenvolvidas pelo pequeno produtor beneficiário do programa. Porém, muitas críticas se têm tecido ao método de financiamento, uma vez que se prioriza o produtor eficiente, ou seja, aquele que consegue pagar o financiamento. Essa prática estimula a especialização e o produtivismo, profissionalizando o pequeno produtor no cultivo das *commodities* soja e milho, por exemplo, as quais são mais rentáveis.

Isso faz com que seja desvirtuado o objetivo inicial do programa, qual era o de desenvolver agricultores familiares para o fortalecimento de outras cadeias produtivas. O intuito principal do programa é gerar um excedente na produção de tubérculos, raízes, hortaliças, entre tantas outras culturas de cunho sustentável, proporcionando um aumento na renda e bem-estar às famílias produtoras e oferecer produtos de melhor qualidade.

Quanto à Política Nacional de Agricultura, em 2006 foi aprovada a Lei 11.326, a qual estabelece as diretrizes para a formulação de tal política e define a categoria do *agricultor familiar*. Como convencionado em seu art. 1º, “[...] esta lei estabelece os conceitos, princípios e instrumentos destinados à formulação das políticas públicas direcionadas à Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.

Atualmente, existem vários atores envolvidos na gestão de diversos programas. Destaque para o Plano de Ação da Agricultura Familiar promovido pela FAO em 2019, intitulado como a “Década da Agricultura Familiar”. Dentre os objetivos se encontram:

criar um ambiente político propício para fortalecer a agricultura familiar, apoiar jovens, fomentar a igualdade de gênero e o papel das mulheres rurais, impulsionar as organizações de produtores, melhorar a inclusão socioeconômica, a resiliência e o bem-estar dos agricultores, famílias e comunidades rurais, promover a

32 Até 1955 o Brasil não contava com uma política para a agricultura Familiar, quando foi criado o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) com uma linha de crédito diferenciada para este setor, dando origem nos anos subsequentes a um conjunto de políticas diferenciadas para este setor. Nestes 20 anos o PRONAF se consolidou como uma política de crédito presente em todo território nacional, realizando em torno de 2 milhões de contratos, atingindo mais de 1 milhão de famílias por ano safra (EMBRAPA, 2020. n.p.)

sustentabilidade da agricultura familiar para alcançar sistemas alimentares resistentes às mudanças climáticas. E inovar em favor do desenvolvimento territorial e sistemas alimentares que protejam a biodiversidade, o meio ambiente e a cultura (FAO, 2019, p. 1).

A característica de multifuncionalidade da agricultura familiar tem ganhado cada vez mais relevância no cenário internacional. Além da importância na produção diversificada de alimentos, proporcionando a proteção da biodiversidade e dos ecossistemas, a agricultura familiar é grande responsável pela geração de emprego e renda, fatores garantidores da segurança alimentar.

Segundo o último Censo Agropecuário realizado no ano de 2017, o IBGE revelou que 76,8 dos 5,073 milhões de estabelecimentos rurais foram classificados como sendo de agricultura familiar, em conformidade com o estabelecido no Decreto 9.064/17 (IBGE, 2022).

O censo também demonstrou que a produção agrícola familiar³³, naquele ano, gerou uma receita de R\$ 106,5 bilhões, constituindo 23% do total das receitas auferidas pelo setor agropecuário nacional. Mesmo apresentando uma redução de 10,2% em relação ao censo de 2006, o segmento foi responsável, por exemplo, por 48% do valor da produção de café e banana; 80% do valor de produção de mandioca; 69% do abacaxi e 42% da produção de feijão (IBGE, 2022).

Mesmo sendo a AF um segmento expressivo, é preciso considerar que ele não é o maior responsável pela produção nacional de alimentos como vem sendo divulgado, por exemplo na plataforma Portal Brasil, a qual traz que “[...] apesar de ser responsável pela produção de 70% dos alimentos do País, a agricultura familiar enfrenta desafios na comercialização e organização de sua produção”. Porém, não há elementos críveis que justifiquem esse porcentual. Analistas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) apontam para os dados do último censo (2016/2017), os quais indicam um total de receita, gerada pelo do setor agrícola,

33 Importante observar que em 2006, pesquisadores do IPEA subdividiram os estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar em 4 extratos de renda: “extrema pobreza, baixa, média e alta renda. Na cauda superior da população, representada pelos grupos de média e alta renda, os resultados mostraram que 5,2 % dos estabelecimentos agropecuários foram responsáveis por 63,5% do valor bruto da produção. No limite inferior, apenas o grupo de extrema pobreza, 66,4% dos estabelecimentos participaram com cerca de 10% do valor bruto da produção. No grupo de extrema pobreza, existem cerca de 2,9 milhões de estabelecimentos rurais, à margem da produção agropecuária. Em particular, a região Nordeste concentrava 61% da extrema pobreza brasileira na agricultura familiar. Aqui importa a política social. O grupo de baixa renda envolvia 778 mil estabelecimentos agropecuários, sendo sua maioria localizada na região Sul (próximo de 41%). Para esses, assistência técnica é essencial. Nos grupos de renda média e alta, percebe-se uma concentração na região SUL, com cerca de 100 mil estabelecimentos rurais (44% do total nacional) Esse grupo de produtores rurais está apto ao estímulo da competitividade de mercado. Embora pequenos em área, participam totalmente dos agronegócios” (GRAZIANO *et al*, 2021, p. 176)

na ordem dos R\$ 462,4 bilhões. A receita da agricultura não familiar respondeu por, aproximadamente 77% do total, com o valor de R\$ 355,9 bilhões (EMBRAPA, 2022).

Essa crítica não está desmerecendo a importância da agricultura familiar no contexto produtivo agropecuário brasileiro, somente busca alertar sobre a distorção na divulgação dos dados. Para tanto, Hoffmann (2014) pondera alguns aspectos que devem ser considerados, como a necessidade de se definir o total de alimentos e do que se entende por agricultura familiar. Para o autor,

é espantosa a reprodução sem crítica da porcentagem porque a afirmativa, em si, não faz sentido. Falar em “70% dos alimentos” torna necessário definir o total de alimentos. Somam-se toneladas de soja com toneladas de uva e toneladas de açúcar? Toneladas de açúcar ou toneladas de cana-de-açúcar? Toneladas de trigo, de farinha de trigo ou de pão? Toneladas de soja ou de óleo de soja? Dada a grande heterogeneidade dos alimentos, é um absurdo somar as quantidades físicas. Também é necessário definir o que se entende por “agricultura familiar”³⁴, pois não se trata de um conceito universal (HOFFMANN, 2014, p. 2).

O autor, neste texto, trabalha com a definição de agricultura familiar trazida pela Lei 11.326/06, que dispõe sobre as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.

Neste mesmo viés, a partir dos dados do Censo Agropecuário 2016/2017, a EMBRAPA divulgou uma lista com 65 produtos agrícolas como grãos, cana-de-açúcar, hortaliças e espécies frutíferas. Dentre estes produtos, a agricultura familiar respondeu por apenas 5,7% do total da produção. Mas, “[...] quando se exclui a soja, o milho, o trigo e a cana-de-açúcar, que são culturas industriais cultivadas em médias e grandes áreas, a participação da agricultura familiar alcançou 30% do total produzido, em toneladas” (EMBRAPA, 2020, p. 1).

Em contrapartida, quando observado a cultura dos produtos hortícolas e algumas espécies frutíferas, a agricultura familiar surge, por exemplo, com 81,2% de participação na produção do morango e 79,3% na produção de uva para vinho e suco. Com relação ao setor pecuário, o segmento familiar respondeu por 31% do número de cabeças de bovinos; 45,5% das aves; 51,4% dos suínos; 70,2% de caprinos e 64,2% da produção de leite (EMBRAPA, 2020).

34 A Lei nº 11.326/2006 em seu Art. 3º caracteriza agricultor familiar e empreendedor familiar rural como sendo aquele quem pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos: I – não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais; II – utilize predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; III – tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento; IV – dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Outro aspecto importante é o que diz respeito à empregabilidade. Em 2017, a agricultura familiar, no Brasil, empregava 66,3% da mão de obra do setor agropecuário. Já em relação aos produtores da agricultura familiar, 81% ocupava a condição de proprietário da terra (ATLAS – IBGE, 2020). A via do emprego possibilita a redução da fome e da desnutrição, assim como incentiva os processos de trocas e comércio que possibilita a permanência do empregado na sua própria casa, próximo às suas atividades. E, como lembra Sen (2010), a geração do emprego permite as vítimas potenciais da fome serem tratadas como agentes ativos, não como recebedores de esmolas.

A relevância socioeconômica da agricultura familiar é incontroversa, uma vez que o segmento atua de forma determinante no controle dos preços e da oferta dos alimentos para o mercado interno e responde por uma parcela considerável de empregos. No que tange às questões ambientais, a agricultura familiar é fortemente dependente dos recursos naturais. Isto se deve ao fato de que as relações sociais estão baseadas nos vínculos de parentesco e compadrio os quais permitem o compartilhamento daqueles recursos como água, caça, pesca, extrativismo, utilização de plantas medicinais, dentre outros. Essas relações se caracterizam pela ajuda mútua, a qual tem auxiliado na proteção dos ecossistemas fundamentais para manutenção da biodiversidade (EMBRAPA, 2020).

A agricultura familiar, por conceber produtos diversificados e em pequena escala de produção, permite a eficiência no uso dos recursos endógenos, com incentivo às práticas agroecológicas através de tecnologias apropriadas e o emprego de fontes renováveis de energia, fatores que contribuem para a conquista da soberania alimentar. O segmento atua como uma “unidade básica de produção agrícola” (FAO, 2014), permitindo a integração dos fatores bióticos, físicos e socioeconômicos, ou seja, a produção se dá dentro dos parâmetros definidos como “agricultura sustentável”.

A prática sustentável exercida pela agricultura familiar proporciona, dentre outros aspectos, o uso adequado da terra, o bem-estar animal e o gerenciamento eficiente dos recursos hídricos. Isso permite a articulação de um sistema que proporciona autoconsumo familiar e local, através de meio de redes de escambo de alimentos e o fornecimento dos produtos diretamente aos mercados locais. Para ONU, essas práticas podem levar a redução do índice de insegurança alimentar; o enfrentamento à pobreza e desigualdades sociais; a redução da emissão de CO₂ na atmosfera; a conservação da biodiversidade e o contingenciamento migratório, conforme previsto nos ODS 1, 2, 3, 8, 10, 13 e 15.

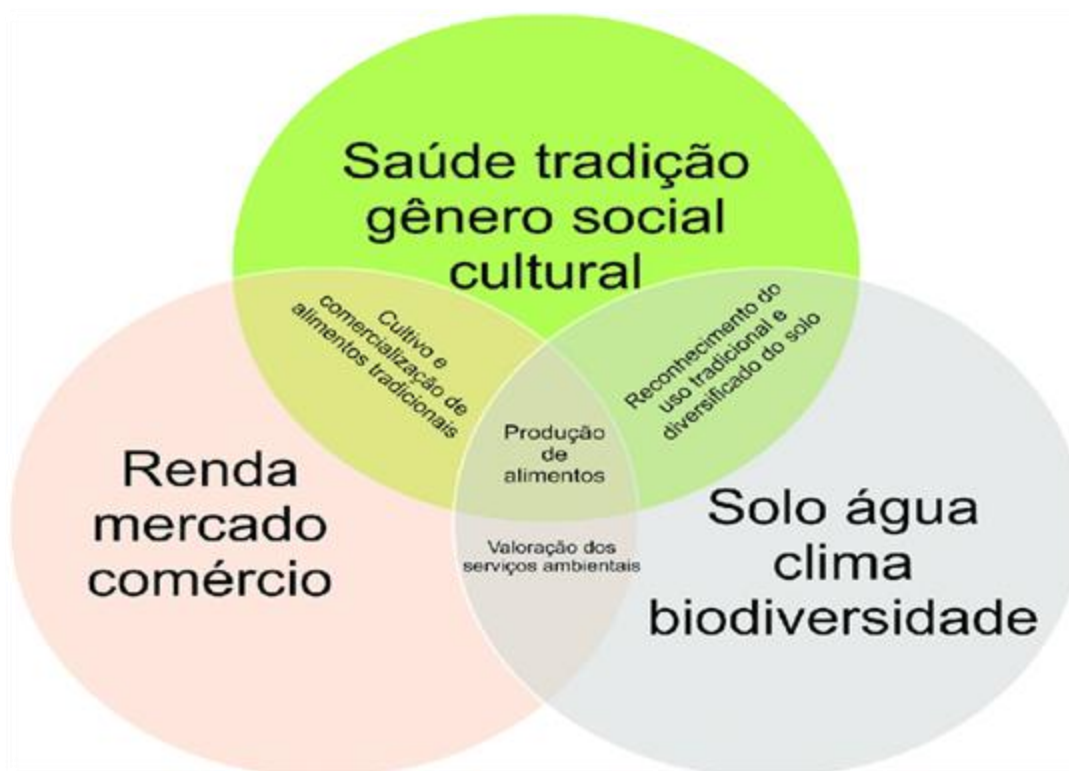
Diante de tais proposições, pode-se afirmar que o segmento da agricultura familiar apresenta as qualidades essenciais para a classificá-la como agricultura sustentável, respeitando as dimensões básicas de sustentabilidade, quais são, o social, o econômico e o ambiental. Muito embora Sachs (2007, p. 352) trabalhe mais alguns epítetos como *cultural*, *territorial*, *naturalmente político*, *viável* e *humano*, a visão tridimensional é consistente para a avaliação do setor agrícola.

Segundo relatório da Avaliação Internacional do Conhecimento, Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Agrícola (IAASTD)³⁵, as três dimensões da agricultura sustentável e suas principais interseções podem ser vislumbradas, na prática, pela figura 3.

Na dimensão social estão compreendidas as contribuições da agricultura familiar para a vida e os valores socioculturais. Caracterizada pela sua produção local e diversificada, a agricultura familiar é uma fonte de alimento fresco e nutritivo, fatores que contribuem ao combate à insegurança alimentar e nutricional, pois “[...] é o elo fundamental para a manutenção da saúde das pessoas. Representa ainda a fonte dos ingredientes para a gastronomia com identidade local e de tradição, o que a torna um ícone cultural dos mais diferentes povos e regiões” (EMBRAPA, 2019, p. 69).

35 O IAASTD é um grupo patrocinado pela FAO e pelo Banco Mundial, com o objetivo de avaliar os impactos do conhecimento agrícola passado, presente e futuro, ciência e tecnologia sobre a redução da fome e da pobreza, a melhoria dos meios de subsistência rurais e saúde humana e o desenvolvimento equitativo, social, ambiental e economicamente sustentável (EMBRAPA, 2019).

0Figura 3 - Dimensões agricultura sustentável



Fonte: EMBRAPA (2019, p. 68).

No que tange à dimensão da sustentabilidade ambiental, a agricultura familiar se apoia nas práticas tradicionais, de uso conservacionista dos recursos naturais, preservando a paisagem rural. Contribuem, também, para a mitigação das mudanças climáticas, “[...] especialmente nas áreas marginais e mais vulneráveis, servindo como fonte de recursos (conhecimento tradicional associado e variedades locais) que podem auxiliar no desenvolvimento de respostas adaptativas para os sistemas de cultivo em larga escala” (EMBRAPA, 2019, p. 69).

Quanto a dimensão econômica, a agricultura familiar responde por 30% do total de toneladas produzidas no país. O segmento também é responsável por gerar emprego e renda, respondendo por mais de 60% da mão de obra do setor agrícola, contribuindo para o alcance da erradicação da pobreza e do trabalho decente e crescimento econômico proposto pelos ODS 1 e 8, respectivamente.

Ainda que se reconheça que a sustentabilidade da AF ou a sua contribuição para sustentabilidade local ou regional não possa prescindir de um bom desempenho nas três dimensões principais aqui consideradas, é forçoso reconhecer que é na dimensão econômica, ou por que não dizer na economia, que as demais dimensões se viabilizam. Isso equivale a dizer que um fraco desempenho econômico da AF impedirá que ela exerça seu potencial como atividade humana promotora da sustentabilidade ambiental e social da região em que está inserida (EMBRAPA, 2019, p. 70).

O segmento da agricultura familiar é um importante fornecedor de alimentos para o mercado interno brasileiro. Então, um fraco desempenho econômico pode comprometer a sustentabilidade social e ambiental, agravando o panorama da insegurança alimentar e das mudanças climáticas, embaraçando o objetivo de acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição com a promoção da agricultura sustentável (OSD2).

2.5 A necessidade de implementação de sistemas sustentáveis de produção de alimentos

O conceito de desenvolvimento sustentável se deu na conferência Rio92. Desde então, a sustentabilidade entrou na análise dos processos produtivos, não sendo diferente no setor agrícola. Como adverte Graziano *et al* (2021, p 137) que “[...] no campo, surgiu o termo da agricultura sustentável, aquela que busca se harmonizar com o ambiente, causando o menor impacto adverso possível”.

A sustentabilidade na produção agrícola passou a dominar o espaço agroalimentar, incluindo a pesquisa agropecuária. Nesse sentido, a EMBRAPA cumpriu, e vem cumprindo um papel de destaque na transformação do setor para o alcance da agricultura sustentável.

Dentro do objetivo de desenvolvimento sustentável nº 2, encontra-se a meta 2.4, a qual visa garantir, até 2030, “[...] sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes” (IPEA, 2019, n.p.), com a instituição de políticas de pesquisa para o alcance da implementação de práticas agrícolas que aumentem a produtividade sem comprometer a capacidade de carga dos serviços ecossistêmicos. Para tanto, faz-se necessário abordar algumas definições para melhor compreensão das práticas que serão abordadas em seguida.

Alguns conceitos importantes abordados pela meta 2.4 do ODS número 2, trazidos pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2019) são:

I) Sistemas sustentáveis de produção: constitui-se em sistemas agropecuários com baixa emissão de carbono; baixo uso de insumos externos; adequadas ambientalmente e que permitem a manutenção da produtividade do solo para a atual e futuras gerações. São exemplos desses sistemas: os Sistemas Agroflorestais, a integração lavoura-pecuária-floresta, a agricultura orgânica e agroecológica.

II) Prática agrícola resiliente: significa o uso de práticas que permitem maior aptidão e capacidade de recuperação de um agroecossistema frente a intempéries e a efeitos da mudança climática.

III) Serviços ecossistêmicos: representam os benefícios ambientais que podem ser obtidos, direta ou indiretamente, por meio dos ecossistemas que ajudam a preservar e regenerar a vida.

A partir do surgimento da agricultura é dada uma modificação radical nos ecossistemas. Isto se deve ao fato do setor agrícola necessitar de uma grande área de terra para o desenvolvimento de sua produção. No entanto, a atividade não é necessariamente incompatível com a preservação ambiental (ROMEIRO, 2018). O que gera a incompatibilidade são as práticas de produção baseadas, unicamente, em insumos químicos e a utilização de um modelo intensivo do uso do solo.

Nos últimos anos, se expandiu a agricultura empresarial, cujas práticas de produção estão calcadas em um modelo de desenvolvimento fundamentado na atividade de pecuária extensiva e no uso intensivo do solo, com o plantio de monoculturas. Esse método leva a desertificação do solo, a contaminação das águas e ao esgotamento dos recursos naturais.

O aumento da demanda por alimentos, provocado pelo crescimento populacional, constitui-se um importante vetor para consolidação deste modelo produtivo, o qual leva a exaustão dos recursos naturais por exigir maiores áreas para plantio e uso excessivo de fertilizantes e insumos.

Até poucos anos atrás, era concebível que se fizesse o uso indiscriminado da terra com incentivo ao desmatamento para expansão da fronteira agrícola. Porém, hoje essa prática é condenada. Então, para não perder a capacidade produtiva e a manutenção do solo, faz-se necessário a implementação de uma produção agrícola capaz de proporcionar alimentos saudáveis, com menor uso de insumos mediante uso de tecnologias avançadas, capazes de proporcionar menor custo de produção, com alimentos de boa qualidade, a preços acessíveis à população.

Diante desse contexto, e como já abordado, nas próximas décadas o desafio será vencer a insegurança alimentar do Planeta, concomitantemente com a conservação do meio ambiente. Far-se-ão necessárias políticas de enfrentamento, com foco na tecnologia e na transformação agroalimentar. Assim, nos lembra Graziano *et al* (2021, p. 9) que, “[...] para uma produção agrícola responsável, seja ela em grande escala ou familiar, são necessárias boas práticas

agrícolas, conciliando elevada produtividade, conservação ambiental e proteção do consumidor”. Pois,

[...] quanto mais cresceu a população rural, para atender ao crescimento da população humana, mais se exigiu sofisticação técnica para enfrentar pragas e doenças que, no fundo, decorrem de desequilíbrios ecológicos. É um fato histórico: mitigar efeitos adversos sobre o ambiente natural faz parte da gênese da agricultura (GRAZIANO *et al*, 2021, p. 11).

Alimentar uma população crescente, e que acumula bilhões de pessoas, torna-se uma missão muito complexa, exigindo-se políticas voltadas para a produção em grandes volumes, mas que ao mesmo tempo sejam capazes de conservar o meio ambiente, respeitando-se a capacidade dos ecossistemas.

Segundo cálculos da *World Wide Fund for Nature* (WWF), a pegada ecológica³⁶ sobre a Terra ultrapassa os 50% da biocapacidade planetária (WWF, 2017). Diante deste cenário fica difícil encontrar uma maneira de expandir a produção agrícola de forma sustentável, com o respeito ao meio ambiente e a conservação dos ecossistemas. Difícil sim, mas não impossível.

Alguns autores mais pessimistas, dizem que o fim civilizatório se aproxima e que o decrescimento é uma “fonte de esperança e de sonho”, como afirma Latouche (2009, pg. 40), defensor do movimento para o decrescimento, ou crescimento zero. O argumento apresentado pelo autor é que o crescimento seria o grande “vilão” das fraturas da natureza, o qual é visto como um negócio rentável somente se o peso recair sobre a natureza, as futuras gerações e a saúde da população. Na verdade, porém, a questão não é o crescimento, mas sim seu caráter predatório e ilimitado.

A opção pelo crescimento “zero” é rejeitada pelo fato de que as disparidades de receitas entre as nações e mesmo dentro delas, com a suspensão do crescimento, deteriorariam ainda mais a já inaceitável situação da maioria dos indivíduos pobres (SACHS, 2009, p. 52). Por outro lado, a conservação da biodiversidade não pode ser equacionada com a opção do “não uso” dos recursos naturais³⁷ (SACHS, 2009, p. 52).

36 A pegada ecológica é uma metodologia de contabilidade ambiental desenvolvida pela WWF para avaliar a pressão do consumo das populações humanas sobre os recursos naturais. Expressa em hectares globais (gha), permite comparar diferentes padrões de consumo e verificar se estão dentro da capacidade ecológica do planeta. Um hectare global significa um hectare de produtividade média mundial para terras e águas produtivas em um ano. A biocapacidade representa a capacidade dos ecossistemas em produzir recursos úteis e absorver os resíduos gerados pelo ser humano (WWF, 2017).

37 O objetivo deveria ser o do estabelecimento de um aproveitamento racional e ecologicamente sustentável da natureza em benefício das populações locais, levando-se a incorporar a preocupação com a conservação da

É inegável que o consumo e o sistema de produção como se apresentam hoje são inviáveis. Como afirmam Caride e Meira (2001), é essencial, para a humanidade, reduzir o consumo de materiais e energia, recuperar os elementos qualitativos contidos no ideal de progresso com a adaptação das formas de produção e modelos sociais sustentáveis (descentralizados, comunitários, autossuficientes)³⁸.

No entanto, o problema reside na seguinte questão: como reduzir o consumo de alimentos diante de uma população que só faz aumentar? O que está em jogo, aqui, não é um mero consumo, mas a segurança alimentar do Planeta. Para tanto, é preciso encontrar sistemas alternativos de produção agrícola, que diminuam o impacto negativo no solo e que possibilitem atender a demanda global por alimentos.

Geralmente é atribuído ao agricultor a responsabilidade pelos problemas ambientais, sem se dar conta de que a agricultura é fortemente vulnerável às condições climáticas, ou seja, é o setor mais prejudicado pelas modificações do clima. Assim, cabe alguns questionamentos, como por exemplo: será que o produtor rural planta grãos e cria animais por livre e espontânea vontade? Será a aplicação de defensivos e fertilizantes utilizadas de forma deliberada, com o propósito de contaminação do solo e da água? Não se pode negar que algumas decisões individuais afetam a pressão sobre o solo, causando impactos negativos e, de certa forma, evitáveis. Mas o agricultor não planta soja, ou cria gado por decisão individual. É o mercado quem sinaliza o que, como e para quem produzir, como já mencionado anteriormente. Em se tratando de produção para garantir a segurança alimentar, cabe então, encontrar soluções verdadeiras para mitigação do problema.

Por intermédio da colonização portuguesa, o Brasil acabou por desenvolver sua agricultura aos mesmos moldes da metrópole, passando em seguida para o modelo tecnológico dos Estados Unidos. No entanto, por se tratar de condições climáticas contrárias ao do Hemisfério Norte, o modelo agrícola brasileiro foi se reinventando. Para Graziano *et al* (2021,

biodiversidade aos seus próprios interesses, como um componente de estratégia de desenvolvimento (SACHS, 2009, p. 53).

38 À palavra de ordem dos “zeristas”, opomos aquela que fala de outro desenvolvimento (*Dag Hammarskjöld Foundation*, 1975), fundamentado na lógica das necessidades sociais e não da produção, na capacidade das coletividades humanas para se apoiarem em suas próprias forças e para aproveitarem os recursos específicos e muito diversificados do meio onde vivem, com o propósito de harmonizar os objetivos socioeconômicos com uma gestão do ambiente baseada na prudência. [...] Explicitar os estilos de desenvolvimento ecologicamente prudentes e socialmente justos é, portanto, uma tarefa de primeiríssima importância para uma economia política ampla e consciente de sua dupla dimensão ética: as finalidades sociais do desenvolvimento e o cuidado com o futuro, em nome da solidariedade com as gerações vindouras. É por este último viés que entra a ecologia. Para tanto, a economia deve começar por renovar o seu quadro conceitual e o seu instrumental (SACHS, 2007, p. 78).

p. 32), “[...] após décadas copiando e adaptando tecnologia, nos últimos 40 anos a pesquisa nacional começou a gerar um modelo ‘tropicalizado’ de agropecuária moderna. Entender essa mudança de paradigma é fundamental, pois o Brasil promove uma verdadeira revolução no campo”.

Assim como a frase célebre do Brasil ser o celeiro do mundo, temos outra que diz “aqui, em se plantando tudo dá”, o que não é verdade. A fertilidade do solo varia conforme a região do país. As chamadas “terras roxas”, por exemplo, caracterizadas pela sua fertilidade, são encontradas, em grande parte, nos territórios paulista e paranaense. Elas “[...] apresentam realmente solos muito férteis, semelhantes aos de países temperados. Entretanto, elas escondem um segredo, guardado debaixo da floresta original: o elevado teor de matéria orgânica. Perdê-lo, pelo cultivo incessante, é o maior perigo da agricultura tropical” (GRAZIANO *et al*, 2021, p. 33).

Esse abundante material orgânico faz com que a terra seja rica em nutrientes, proporcionando uma melhor manutenção da fertilidade do solo, com menor uso de adubos químicos, garantindo-se, assim, uma maior sustentabilidade àquela região, desde que realizado o correto manejo do solo.

No entanto, essa não é uma realidade para a maior parte do solo brasileiro. Por ser um solo, em sua maioria, tropical, concentra um alto índice de acidez e, conseqüentemente, baixa fertilidade, exigindo correção e reposição sistemática de nutrientes. Entre os anos de 2000 a 2015, a EMBRAPA (2018) estimou um crescimento de 87% no uso de fertilizantes para um aumento de 150% da produção de grãos no país. O uso de fertilizantes é necessário para o desenvolvimento, no entanto, Romeiro (2018, p. 6) chama atenção para o seguinte:

Em relação à manutenção da fertilidade do solo, para garantir a sustentabilidade é necessário não apenas repor nutrientes exportados com as culturas, mas fazê-lo de modo equilibrado, isto é, de acordo com os processos naturais de reciclagem de nutrientes. Uma fertilização química desequilibrada tem impactos negativos no próprio solo, bem como sobre os recursos hídricos dos ecossistemas. [...] é possível, em princípio, transformar radicalmente um dado ecossistema natural, substituindo-o por outro, “artificial”, mas também equilibrado do ponto de vista ecológico.

Nessa lógica, pode-se dizer que usar fertilização química é viável, desde que se adotem princípios básicos de regulação ecológica, como rotação de cultura, manutenção da mata, dos bosques entremeio o campo, entre tantos meios que diminuam a “dependência química” para obtenção de produtos mais saudáveis e mais baratos.

Vale ressaltar que o setor agrícola é responsável por uma quantidade significativa de gases de efeito estufa. Com a introdução dos fertilizantes nitrogenados sintéticos, o nitrogênio

passou a retornar à atmosfera em formato de óxido nítrico (NO), ocasionando as chuvas ácidas ou a emissão de óxido nitroso (N₂O)³⁹, o qual é, aproximadamente, 300 vezes mais potente do que o CO₂, como um gás de efeito estufa (DARE, 2022).

As emissões do setor agropecuário no ano de 2020 totalizaram 577 milhões de toneladas de CO₂, representando um aumento de 2,5% em relação ao ano de 2019, segundo estudos do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG). O mesmo estudo revela que:

[...] com 166 milhões de toneladas e um crescimento de 5,4% em relação a 2019 (158 milhões de toneladas), vêm os solos manejados, ou as emissões diretas da agricultura. Nessas emissões de N₂O (óxido nitroso), destacam-se as provenientes do uso de dejetos de bovinos de corte utilizados como adubo e dispostos no pasto, juntamente do uso de fertilizantes sintéticos, respondendo por 29% e 18% do subsetor, respectivamente.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) chama a atenção para o nitrato não absorvido pelas plantas⁴⁰. Esta substância acaba por adentrar para o lençol freático podendo causar danos à saúde, uma vez sendo o nível tolerável de nitrato na água para consumo de 45mg/l, mas que em alguns países, como a França, pode chegar a 80 mg/l (FAO, 2019).

Outro fator que altera a produtividade é a disponibilidade de água, já que o setor agrícola demanda grande quantidade dela. Aliás, como bem lembra Graziano *et al* (2018, p. 33), a frase de Pero Vaz de Caminha, referindo-se às terras brasileiras, na verdade era a seguinte “dar-se-á nela, tudo, por bem das águas que tem”, ou seja, dava destaque a abundância dos recursos hídricos da colônia, não do solo, propriamente dito. Assim, a água é um fator determinante e preocupante para manutenção da produção, uma vez que, segundo os dados da EMBRAPA, a

39 O terceiro gás de efeito estufa em importância, embora menos conhecido, é o óxido nitroso (N₂O). Trata-se de um gás nocivo, formado a partir de componentes nitrogenados, especialmente os fertilizantes sintéticos (amônia, ureia, sulfato de nitrogênio), todos derivados do petróleo. Seu efeito no aquecimento é considerado 310 vezes mais do CO₂. Passou, assim, a ser motivo de grande preocupação entre estudiosos da agricultura de baixo carbono. A pesquisa busca alternativas para a redução ou substituição das adubações nitrogenadas. Ganhos de eficiência podem ser obtidos por vários caminhos, incluindo o melhor enraizamento das plantas, redução das perdas por evaporação e lixiviação, aumento de matéria orgânica no solo, fixação biológica de nitrogênio e nanotecnologia. Os inibidores de nitrificação compõem uma linha de pesquisa prioritária dos laboratórios, em todo mundo (GRAZIANO, 2021, p. 206).

40 los efectos de los fertilizantes, si no se utilizan correctamente, comprenden la contribución al cambio climático mundial, la degradación del suelo, los recursos hídricos y la calidad del aire y el agotamiento de los nutrientes del suelo, así como posibles daños para la salud humana, animal y de los suelos. En algunos estudios se ha puesto de manifiesto que las alteraciones de los flujos biogeoquímicos de nitrógeno y fósforo debido a su producción para uso agrícola han excedido los márgenes de seguridad para las actividades humanas (FAO, 2019, p. vi).

demanda mundial da água deverá aumentar 40% até o ano de 2030, e 55% até 2050. Pois, “[...] a demanda por água para a agricultura irrigada no mundo aumentará de 2.600 Km³ em 2005 para 2.900 Km³ em 2050. Cada Km³ equivale a um trilhão de litros. Para efeito de comparação, o Lago Paranoá, em Brasília, tem 0,5 Km³” (EMBRAPA, 2018, n.p.).

O Brasil, muito embora detenha grandes reservatórios de água doce, como por exemplo, o aquífero Guarani (maior do mundo), não consegue uma homogeneidade quanto à sua distribuição. Estudos divulgados pela EMBRAPA (2018, p. 71), demonstram que a Região Norte detém 68,5% das reservas de água; o Centro-Oeste, por sua vez detém 15,7%; a Região Sul, 6,5%, proporção muito parecida com a Região Sudeste que é de 6%; por sua vez, a Região Nordeste concentra somente 3,3%. Outro problema está na distribuição das reservas, uma vez que estas não acompanham a concentração populacional, tampouco a demanda hídrica nas diferentes Regiões.

Para uma equalização desses problemas, seria viável um aperfeiçoamento da irrigação, com uso de métodos específicos para cada tipo de solo e cultura; um manejo com monitoramento preciso da evapotranspiração evitando-se assim, o desperdício de água e energia. Segundo sugestões da EMBRAPA (2018), para regiões em que a disponibilidade hídrica é variável, a construção de reservatórios de pequeno porte, barragens subterrâneas, recursos e captação de chuvas nas propriedades rurais seriam medidas que melhorariam a disponibilidade hídrica e a vulnerabilidade em relação à variabilidade hidrológica.

Assim como fertilização química e a demanda excessiva de água, tem-se o problema com a erosão. Levantamento da EMBRAPA (2018) aponta haver uma intensificação dos processos erosivos nos sistemas de monocultura (soja/milho), mesmo em sistema de plantio direto, uma vez que este está se dando de forma inadequada, com o cultivo continuado de tais culturas mediante eliminação de terraços e semeaduras em linha reta morro acima e morro abaixo, por exemplo. Este processo tem levado a perdas contínuas da biodiversidade, aumento de incidência e do custo de controle de pragas e doenças, concentração do sistema radicular nas camadas superficiais, assim como a eutrofização⁴¹, e assoreamento de lagos, represas e rios. Estima-se que há entre 60 a 100 milhões de hectares de solos em diferentes níveis de degradação no Brasil.

As perdas anuais de solos no Brasil são da ordem de 500 milhões de toneladas pela erosão. Além do impacto na terra, este fenômeno prejudica a água, uma vez que uma

41 Processo através do qual um corpo de água adquire níveis altos de nutrientes, esp. fosfatos e nitratos, provocando o posterior acúmulo de matéria orgânica em decomposição; eutroficação (Dicionário Oxford).

parte do solo se acumula no fundo de reservatórios e rios (assoreamento). O problema leva a uma redução anual de 0,5% na capacidade de armazenamento dos reservatórios brasileiros (EMBRAPA, 2018, n.p.).

Para uma melhor manutenção do solo é necessário a realização de uma cobertura vegetal, a qual “[...] protegerá o solo, reduzindo a perda da água por evaporação e amortecendo as gotas de chuva, segurando a erosão” (GRAZIANO *et al*, 2018, p. 35). Para uma boa prática da agricultura, é recomendado a forragem, ainda que no sistema de plantio direto, ou seja, a plantação de uma espécie vegetal entre uma colheita e outra, a qual proporciona, também, a integração produtiva entre agricultura e pecuária. Essa pastagem, rica em nutrientes, proporciona alimento de boa qualidade ao gado por um período de 3 a 4 meses. Com o aumento do peso no animal através do pasto, diminui-se o consumo de ração, a qual exige maior produção agrícola.

Alternativa para o combate à erosão é a integração Lavoura-Pecuária-Floresta⁴². Segundo Graziano *et al* (2018), as linhas de árvores, próprias para produção de madeira, acabam por amainar a temperatura. Estudo da EMBRAPA apontam uma redução de até 12° C na pastagem, fator que aumenta a taxa de prenhez e do número de óvulos em novilhas, e a redução do número de aborto. Segue a empresa afirmando que os sistemas iLPF contribuem, também, para a formação de matéria orgânica no solo; melhores condições de desenvolvimento de microrganismos; maior infiltração de água; menor perda de umidade e menor risco de erosão. Tamanha a relevância dos sistemas que foi instituída a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta em 2013.

Esta forma de sistema integrado busca otimizar o uso da terra, elevando os patamares de produtividade em uma mesma área, usando melhor os insumos, diversificando a produção e gerando mais renda e emprego. Tudo isso, de maneira ambientalmente correta, com baixa emissão de gases causadores de efeito estufa ou mesmo com mitigação desses gases. (EMBRAPA, 2019, n.p.).

Na interpretação que Morin (2013, p. 284 - 285) dá a Matthieu Calame se pode perceber tamanha importância dos sistemas iLPF, em que “[...] o futuro da humanidade passa pelo agroflorestal (associação de árvores, de cultura e de pecuária) e pela árvore agrônômica (nogueira, macieira, castanheira, árvore-do-pão, amendoeira, oliveira, etc.). A história agrônômica está repleta desses sistemas agroflorestais, dos quais ninguém jamais contestou a performance”.

42 Segundo a Rede de Fomento iLPF, uma parceria público-privada ligada à EMBRAPA, havia 2,6 milhões de hectares ocupados com sistemas integrados de produção no Brasil, 2007. Em 2016, essa área havia se elevado para cerca de 11,5 milhões de hectares.

Não resta dúvidas de que há vários problemas a serem enfrentados para se alcançar um sistema sustentável de produção. Mas, não há como afirmar que agricultura e conservação do meio ambiente são incompatíveis. Embora tenha sido abordado somente alguns dos problemas, assim como algumas das soluções que permeiam a produção agrícola, percebe-se que a tecnologia e as práticas agrícolas sustentáveis maximizam a produtividade da terra, ao mesmo tempo em que diminuem os danos aos ecossistemas.

Indubitavelmente, o impasse da necessidade de produzir alimentos para combater a fome, em uma sociedade que só faz aumentar, é um dos principais obstáculos do desenvolvimento sustentável. No entanto, é preciso uma governança, a nível mundial, que permita políticas voltadas ao uso de meios de produção mais inteligentes e eficientes. Sendo, portanto, necessário uma mudança de paradigma para substituir o modelo agrícola dos últimos anos.

É bem verdade que já existem tecnologias avançadas, capazes de permitir o uso mais eficiente de fertilizantes e insumos, reduzindo-se a quantidade utilizada para se obter a mesma, ou até maior produtividade. Essa prática auxilia na redução da pegada ecológica, assim como nos custos de produção. Mas, infelizmente, essa tecnologia não alcança o pequeno agricultor, pois se está falando de uma alternativa muito dispendiosa. Assim, é imperioso a implementação de uma governança mundial no sentido de promover políticas agrícolas sustentáveis, de baixo custo, como por exemplo a revitalização das zonas rurais; o incentivo à agricultura local; a redução progressiva do uso de insumos químicos; erradicação do desperdício, tanto na fase de produção (quantidade de insumos) até a fase de consumo (quantidade de alimento); incentivo ao uso de insumos biológico para nutrição e combate às pragas da planta, dentre tantas outras alternativas.

A transformação da agricultura de “vilã” à “mocinha” depende do reconhecimento dado às políticas de valorização do sistema de produção de “alta qualidade ambiental”. Essas políticas vão desde a modificação dos hábitos alimentares até o emprego de altas tecnologias, passando pela gestão eficiente dos recursos hídricos e o controle da qualidade do solo.

No Brasil, particularmente, muito embora se tenha desenvolvidos alguns projetos para a obtenção de um sistema sustentável na produção de alimentos, a COVID 19 e o conflito entre Rússia e Ucrânia, agravaram o problema da insegurança alimentar. É urgente a execução de políticas públicas voltadas ao setor agropecuário, as quais proporcionem menor dependência estrangeira, redução na emissão de gases na atmosfera, e redução dos custos de produção, para

que se consiga proporcionar uma maior equidade socio-econômico-ambiental, com qualidade de vida a curto e longo prazo.

3 A DEPENDÊNCIA DA IMPORTAÇÃO DE INSUMOS AGRÍCOLAS COMO FATOR DETERMINANTE À SEGURANÇA ALIMENTAR

O ODS: Fome Zero e Agricultura Sustentável prevê conseguir dobrar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores de alimentos, até o ano de 2030, através de sistemas sustentáveis de produção de alimentos a fim de auxiliar no combate à fome, e garantir o acesso aos alimentos a todos indivíduos (IPEA, 2019).

Essas metas vêm ao encontro da política econômica brasileira, uma vez que, com a perda relativa da participação industrial na sua economia, o agronegócio tornou-se essencial para a balança comercial, representando um dos principais impulsionadores econômico do país. Esse resultado é decorrente do uso intensivo de tecnologia e transformação digital, aliada a novas técnicas de produção e aperfeiçoamento dos insumos e sementes.

Contudo, toda essa dinâmica esbarra na dependência estrangeira de insumos, estratégicos para produção agrícola. Mesmo possuidor de um clima favorável, e um grande número de jazidas minerais, as quais dariam uma maior autonomia na demanda por fertilizantes, o país é carente deste insumo, situação a qual coloca em risco a oferta de alimentos, comprometendo a segurança alimentar planetária.

Como já mencionado no capítulo anterior, dados da SAE/PR (2020) apontam que a produção agrícola nacional é dependente da importação de 85% dos fertilizantes, sendo que 96% do potássio utilizado no solo brasileiro deriva de importações. Os insumos são oriundos de poucos países, e raríssimas empresas, as quais dominam o mercado internacional. Este oligopólio acarreta severa insegurança no abastecimento dos fertilizantes e, consequentemente, a baixa na produção de alimentos. Tamanha é a vulnerabilidade do país em relação à importação destes insumos, que no atual momento, em meio ao conflito entre Rússia e Ucrânia, as próximas safras poderão ficar comprometidas, demonstrando que a dependência se transformou em um enorme gargalo na produção de grãos.

Segundo o MAPA (2020), estima-se que o quadro de dependência deve se manter por um longo tempo, ficando agravada a problemática, uma vez que os estoques estão comprometidos devido à redução no abastecimento, já que a Rússia e Bielorrússia, juntas, respondem por aproximadamente, 42% das importações brasileiras de fertilizantes.

Esta dependência representa a vulnerabilidade do setor agropecuário em relação à demanda de insumos agrícolas e, consequentemente, na economia como um todo, uma vez que

mesmo havendo a disponibilidade dos fertilizantes, seus preços não serão nada atrativos, aumentando os custos de produção e os preços dos alimentos.

A recente história nacional evidencia que o país é um “dependente nato”. Seja em questões internas, como demonstrado na paralização dos transportes de carga, em 2016; seja em questões internacionais, como as ocasionadas pela COVID-19 em 2020 e, atualmente, com o conflito no Leste Europeu. Estes fatos acendem um sinal de alerta, anunciando a necessidade da adoção de políticas que priorizem a superação destas dependências, em especial, e por ser objeto deste estudo, a segurança alimentar.

3.1 Ingerência no uso dos fertilizantes: altos custos com baixa produtividade

Ao longo do século XX pudemos constatar um considerável progresso econômico, mas não suficientemente bastante. Importantes problemas ficaram sem solução, incluindo pobreza, fome, desemprego e inflação. Para o enfrentamento destes problemas, é necessário o alcance de algumas metas, que se dão através de políticas econômicas que incluam, dentre outros:

- a) Um equilíbrio de alto nível, quer dizer, com altos níveis de emprego e estabilidade de preços;
- b) A eficiência. A eficiência alocativa significa a produção da combinação apropriada de bens com a combinação apropriada de insumos. A eficiência técnica significa a produção com a menor quantidade de insumos possíveis (trabalhando em ritmo razoável).
- c) A equidade na distribuição da renda;
- d) Uma taxa satisfatória de crescimento (WONNACOTT, 1982, p. 18).

Mas como alcançar tais metas diante de desejos materiais insaciáveis e ilimitados? Para tal questionamento, o mesmo autor Wonnacott (1982), ensina que a economia clássica estuda a escassez dos recursos a partir dos fatores de produção: terra, capital e trabalho no qual terra é vista no sentido amplo, ou seja, o solo e tudo a ele incorporado. Trabalho inclui as habilidades físicas e mentais dos seres humanos aplicados na produção de bens e serviços. Já o capital significa todas as instalações e equipamentos utilizados no processo produtivo.

Então, a partir dos estudos da escassez dos recursos, chega-se a uma conclusão aparentemente óbvia: a de que não se pode satisfazer todos os desejos, já que a nossa capacidade produtiva é limitada; e os recursos, nada mais são do que os insumos básicos utilizados na produção de bens e serviço, ou seja, são os fatores de produção.

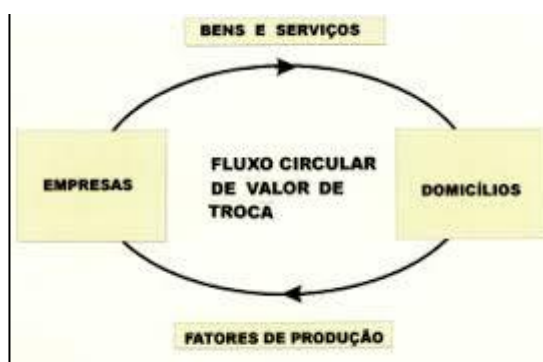
Assim, com a escassez nasce a necessidade de se fazer escolhas. É o que se chama de “custo de oportunidade”, ou seja, é a relação entre a escolha e a escassez. Para Wonnacott, (1982, p. 22):

O problema da escassez – e a necessidade de fazer escolhas – pode ser explicado com uma curva de *possibilidades de produção*. Esta curva mostra o que se pode produzir com as quantidades disponíveis de terra, trabalho e capital e com a tecnologia existente. Se bem que nossos recursos são limitados e nossa capacidade de produzir também tem limites, temos opções em relação aos tipos de bens e serviços que produzimos. Podemos tomar a decisão de produzir menos automóveis e mais bicicletas e aviões, ou menos trigo e mais milho.

Porém, a curva de possibilidade representa somente algumas opções abertas à sociedade, uma vez que elas dependerão das políticas econômicas adotadas pelo Governo, como por exemplo, se a política for voltada para manutenção do alto nível de emprego; ou se for voltada para controle de inflação. Para cada uma dessas opções apresentar-se-á uma curva de possibilidades diferente, adequada a necessidade do momento.

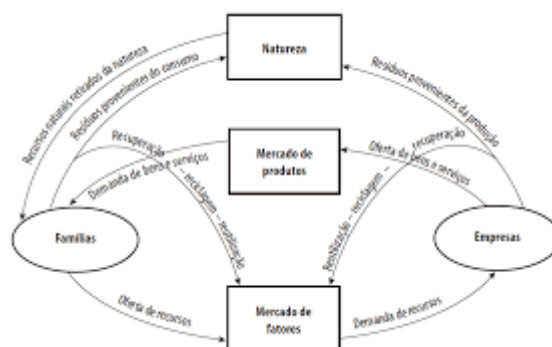
No entanto, um aspecto que não poderá deixar de ser considerado é o preço dos serviços ecossistêmicos. Pela visão clássica da economia, levar-se-ia em conta, para os custos de produção, somente o fluxo circular, abstraindo-se o ambiente físico, como demonstra a figura abaixo:

Figura 4 – Fluxo circular da economia



Fonte: DALY; FARLEY, 2004, p. 54.

No entanto, para uma alocação eficiente dos insumos, é preciso considerar a macroeconomia como um sistema aberto, de um ecossistema natural finito (OLIVEIRA, 2000, p. 11), como demonstrado na figura 5.

Figura 5 – Modelo de equilíbrio de materiais

Fonte: THOMAS; CALLAN, 2010, p. 507

Faz-se necessário restabelecer a estreita vinculação entre sistema econômico e sistema natural. Nesse sentido, Brown (2003) afirma que o problema reside no fato de que os tomadores de decisão só levam em conta os sinais do mercado, e este não consegue dar o verdadeiro valor ao bem ambiental. Assim, o autor considera que o mercado não fala a verdade ecológica ao baratear os produtos e serviços, deixando de incorporar os custos ambientais de fornecimento.

Para Sachs (2007), as ferramentas tradicionais usadas pelos economistas se mostram insuficientes numa abordagem de harmonização do desenvolvimento socioeconômico com a gestão racional dos recursos e do ambiente, verificado na formulação dos custos. A partir dessa abordagem, percebe-se que para o cálculo do preço dos produtos agrícolas deverá ser considerado, não somente o custo dos insumos, como energia elétrica, óleo diesel, gás, sementes, fertilizantes, defensivos, dentre outros; como também os custos das perturbações climáticas.

Um exemplo, trazido por Brown (2003), é a comparação entre o custo da eletricidade eólica e de uma usina elétrica a carvão. Para ele, o custo da eletricidade eólica inclui os cálculos da fabricação da turbina, da sua instalação, manutenção e fornecimento de energia aos consumidores. O custo da eletricidade a carvão inclui a construção da usina, a mineração do carvão, o seu transporte até a usina e a distribuição da eletricidade aos consumidores. O que deixa de ser incluído é o custo da perturbação climática causada pelas emissões de carbono da queima do carvão. Uma vez ignorados os custos da perturbação, como sugere Brown (2003), os desastres tendem a ser potencializados, daí a necessidade de se reformar o modo de pensar da humanidade em relação às externalidades oriundas dos processos produtivos.

Partindo-se desta premissa, torna-se imprescindível o consumo eficiente de fertilizantes, para que se possa alcançar a redução dos custos de produção, combinando uma maior produtividade aliada a uma menor quantidade de insumos utilizados, uma vez que o

abastecimento de fertilizantes fica comprometido diante do cenário mundial, o qual se encontra em meio à “tempestade perfeita” (crises: energética, econômica, ambiental e humanitária).

Como já abordado anteriormente, o Brasil é um grande produtor de *commodities*, lastreando sua economia da produção de bens do setor primário. Este setor é o maior dependente do fator de produção, “terra”, já que se utiliza de grandes áreas e dos recursos naturais nela existentes. Assim, para equalizar os problemas ocasionados pela ocupação das grandes áreas e a escassez dos recursos naturais faz-se necessário a implementação de técnicas e tecnologias capazes de melhorar a utilização dos fatores de produção.

Em um primeiro momento, as mudanças nos meios de produção agrícola, com uso de novas tecnologias, que abrange desde os insumos a novas variedades de cultivo, passando por um aperfeiçoamento nos equipamentos e máquinas agrícolas, geram um maior custo na produção agrícola. Os investimentos nesta área exigem um grande aporte financeiro, inviabilizando o acesso a muitos agricultores, até pelo fato dos resultados se darem a longo prazo. Ou seja, o retorno é mais demorado, exigindo-se um fluxo de caixa, um capital de giro, considerável, o que não é a realidade para muitos agricultores. Para minimizar estes efeitos negativos, seria necessário a implementação de políticas de crédito barato ao agricultor com menos condições financeiras, uma vez que são eles os responsáveis pela produção de alimentos para consumo interno.

O aperfeiçoamento da tecnologia propicia uma redução nos custos de produção a longo prazo por acarretar a diminuição no uso de insumos, como fertilizantes e defensivos químicos, ao mesmo tempo em que gera um aumento na produção agrícola com a mesma área de terra cultivada. Ou seja, uma menor quantidade de insumos proporcionará uma maior quantidade de grãos, e isso levaria a uma menor necessidade de importação de fertilizantes.

3.1.1 Práticas de manejo de fertilizantes adequadas: aumento da lucratividade com diminuição da degradação ambiental

Historicamente, os fertilizantes são um dos pilares da produção agrícola dada a capacidade do aumento na produtividade. Em contrapartida, segundo dados divulgados pela EMBRAPA (2022), eles respondem por mais de 40% dos custos dos produtos agrícolas, sendo de fundamental importância a adoção de novas tecnologias para uma maximização da sua eficiência.

Alimentos historicamente destinados ao abastecimento do mercado interno (como feijão, arroz e hortaliças) ainda apresentam grande margem para ganhos de produtividade agrícola, mas são mais suscetíveis à volatilidade dos preços de insumos agrícolas no mercado internacional. Mais de 80% dos fertilizantes utilizados no País são importados, evidenciando um elevado nível de dependência externa em um mercado cominado por poucos fornecedores. As restrições de importações de fertilizantes e o aumento do consumo histórico no Brasil em mais de 10% nos últimos dois anos levam a um cenário de aumento expressivo de preços (mais de 100% em 6 meses) e possível escassez de oferta para o Brasil. As tecnologias dos fertilizantes usados no Brasil são trazidas de países de clima temperado. O Brasil não apresenta alta eficiência do uso dos fertilizantes (40-50% N, 20-30% P e 70% do K) por carência de boas práticas. Soja, milho e cana-de-açúcar respondem por mais de 73% do consumo de fertilizantes no país (EMBRAPA, 2022, n.p.).

Quanto a dependência estrangeira, como já visto, corre-se um grande risco de desabastecimento diante das crises no cenário internacional, resultando, também, em uma alta excessiva nos preços do mercado externo, acarretando um prejuízo na produção agrícola nacional. O agro é o setor mais internacionalizado da economia brasileira e, para tanto, é o que mais sofre seus efeitos, seja na formação de preços de alimentos nos mercados internacionais, seja na aquisição de insumos que vem de diversas regiões do mundo.

Outro fator determinante no preço dos fertilizantes é o logístico. Segundo dados divulgados pela SAE/PR (2020), a entrada do produto em território nacional se dá, principalmente, através dos portos de Paranaguá/PR, Rio Grande/RS e Santos/SP. Por outro lado, o estado que mais consome fertilizantes é o Mato Grosso, com inadequada infraestrutura de transportes⁴³, assim como os estados do Tocantins, Maranhão, Piauí e Pará – novas fronteiras agrícolas - com deficiência na infraestrutura logística de distribuição de fertilizantes.

Já a baixa eficiência é ocasionada, principalmente, pelo aspecto econômico, uma vez que o produtor leva em consideração o preço do fertilizante, no momento de sua aquisição, e não o tipo adequado do insumo. Segundo publicação da EMBRAPA (2020, p. 106) isso se deve “[...] as poucas pesquisas realizadas com o objetivo de determinar a fonte mais adequada, do ponto de vista da eficiência técnica”. Ao se escolher o fertilizante pelo preço, incorre-se no risco de menos produtividade e maior contaminação do solo, proporcionando maior custo produtivo e ecológico. O ideal é gerar maior produção, com a menor quantidade de insumos possíveis, através do uso de novas tecnologias.

A escolha errada, pelo fertilizante mais barato, faz com que cerca de 40% do produto seja desperdiçado. Então, fomentar investimentos para o desenvolvimento e emprego de novas

43 Tamanha inadequação logística levou o estado de Mato Grosso aprovar na Assembleia Legislativa do Estado, por unanimidade, a construção de uma ferrovia que ligará Rondonópolis a Lucas do Rio Verde, passando por Cuiabá. É a primeira ferrovia por autorização (sem licitação) do Brasil (SENADO FEDERAL, 2022).

tecnologias aumentar-se-ia a eficiência e otimizar-se-ia o aproveitamento dos insumos, mitigando os problemas dos custos de produção e, conseqüentemente, os problemas ambientais.

Para mais dos fatores observados, é preciso analisar, também, os custos ecológicos. Como já abordado, os fertilizantes nitrogenados estão entre os “queridinhos”. Eles representam 35% do volume total dos fertilizantes usados na produção agroindústria do país, sendo que 76% deles advém de países estrangeiros (GLOBALFERT, 2022).

Além da temerária dependência, este tipo de fertilizante é altamente poluente. Como já observado, quando o nitrogênio proveniente do sistema agrícola é desperdiçado, poderá ocorrer, dentre outros efeitos, chuvas ácidas, acidificação do solo, contaminação do lençol freático, o que leva a redução na disponibilidade de alguns nutrientes, provocando a liberação de elementos tóxicos, como o alumínio, ocasionando efeito contrário, ou seja, diminuindo a produtividade (IFA, 2015).

Percebe-se então que, para aplicabilidade de uma política macroeconômica, com um sistema aberto o qual considera as limitações do ecossistema, é fundamental o alcance de uma produtividade máxima econômica, com o uso racional e eficiente dos fatores de produção para um retorno ótimo dos investimentos em insumos.

O uso de técnicas agronômicas como o manejo de nutrientes, auxiliam na produtividade, e melhoram os aspectos ambientais e econômicos da produção. Como bem relata Reetz (2017, p. 147):

[...] através da cooperação de esforços International Plant Nutrition Institute (IPNI), o Fertilizer Institute (TFI), Fertilizer Canada, e a International Fertilizer Industry Association (IFA), juntamente com os membros de outras organizações, foi desenvolvido uma Estrutura Global de Manejo de Fertilizantes que está sendo adotada como um guia de gestão de nutrientes. Embora esse sistema não tenha ainda sido adotado em todas as partes do mundo, ele fornece um bom resumo das interações envolvendo aspectos científicos, econômicos e sociais do manejo de nutrientes. Descrito como “*Gestão de Nutrientes 4C*”, ele fornece uma estrutura para se atingir metas de aumentos de produção do sistema de cultivo, aumentos na lucratividade do agricultor, melhoria à proteção ambiental, e aumentos na sustentabilidade. Esta observação está voltada, quase que unicamente, para o aspecto econômico, até por uma questão cultural, de falta de conscientização ambiental. O uso de técnicas e práticas. Mas uma vez alcançando-se os objetivos econômicos, os benefícios ambientais e sociais também serão alcançados.

A implementação de melhores práticas de manejo de fertilizantes (MPMF) sugerida pela *Gestão de Nutrientes 4C*⁴⁴, permite a otimização e a eficiência do uso dos fertilizantes,

44 1º C: A fonte certa. É preciso optar por fontes de fertilizantes adequados ao sistema de produção, à necessidade da cultura, às propriedades do solo e sua capacidade de fornecimento. 2º C: Dose certa. Necessidade de ajustar a quantidade de fertilizante a ser aplicada com a necessidade da cultura, levando em conta o fornecimento pelo solo

minimizando as perdas de nutrientes, aumentando a lucratividade e diminuindo a degradação do meio ambiente.

Figura 6 – Indicadores de performance sistema planta-solo-clima



Fonte: REETZ, 2017 através de dados do IPNI, 2012.

Outro aspecto que aumentará os custos de produção será a implementação do *Roteiro do Setor Agrícola 1,5C*. Segundo nota da WWF, este documento, foi ratificado pelas maiores empresas do comércio global de *commodities*, as quais reconhecem a necessidade de eliminar o desmatamento e reduzir a emissão de carbono. Neste acordo, realizado na COP 27 pelas gigantes do setor agropecuário, ficou estabelecido que deverá haver monitoramento, auditoria,

e a composição do produto. 3º C: Hora certa. É preciso sincronizar o fornecimento e a disponibilização dos nutrientes com a demanda das plantas. A disponibilização e a absorção de nutrientes variam de acordo com a cultura, com o nutriente, com as condições do solo e do ambiente, e com o tipo de fertilizante. 4º C: O local certo. É preciso colocar os nutrientes onde são necessários e mantê-los onde as culturas possam absorvê-los. Para isso, a metodologia de amostragem e a forma de aplicação são decisivos (REETZ, 2017).

rastreamento e certificação de que os produtos que estão sendo comercializados são oriundos de zonas livres de desmatamento e de baixa emissão de carbono. Todos estes custos cartorários dar-se-ão às custas do produtor.

Não se pode ignorar algumas situações paradoxais nestas exigências que devem ser “observadas”. Primeiro, que o documento foi redigido pelo setor privado, possuindo maior força coercitiva do que a própria legislação brasileira. Em outras palavras, é o mercado quem está “ditando” as normas, o que é preocupante, uma vez que se trata da soberania nacional e da segurança alimentar. Outra situação, no mínimo curiosa, é que as maiores pressões para adesão a este documento se dão pelos países da Europa, Estados Unidos e China. Países estes que, com a crise energética imposta pela questão geopolítica do Leste Europeu, reativaram suas termelétricas a carvão e nuclear, aumentando a incidência de carbono e o risco de um acidente nuclear.

Mesmo sendo estas questões paradoxais e questionáveis, não se pode negar que o acompanhamento técnico e o conhecimento do sistema de cultivo são fundamentais para redução nos custos. Nesse sentido, a EMBRAPA, como veremos mais à frente, vem investindo forte em pesquisas para promoção do aumento da eficiência produtiva. Seus estudos vão desde o uso correto de fertilizantes, até o aprimoramento nas sementes para se chegar a uma produção mais barata e sustentável, garantindo a competitividade da agricultura brasileira frente ao mercado global.

3.2 Rússia versus Ucrânia: efeitos e consequências do conflito no comércio euro-brasileiro de *commodities* agrícolas

Como já mencionado, da escassez nasce a necessidade de se fazer escolhas, e ao se basear as escolhas unicamente pelo retorno financeiro, ignora-se fatores, quiçá, de maior relevância do que o próprio custo de produção. Exemplo latente é a beligerância que se encontra no Leste Europeu, interferindo diretamente na matriz energética europeia e a segurança alimentar mundial.

Quando da ameaça do conflito entre Rússia e Ucrânia, esperava-se que, uma vez acontecendo, fosse acabar em um curto espaço de tempo. Mas o que se viu, aparentemente, foi um “duelo” entre Rússia e Ocidente, que está longe de acabar. Isso porque o que está em jogo, nesse conflito, são os interesses sobre uma região altamente beneficiada de recursos naturais de

alto valor econômico. A Ucrânia, devido a sua posição geográfica estratégica, entre Europa Ocidental e Europa Oriental, possui reservas de lítio e petróleo, além de ser o corredor de ligação do gasoduto.

Ucrania há desempeñado durante mucho tempo una enorme, aunque a veces ignorada, labor en la demanda global de seguridad. Em la actualidad, el país se encuentra em el mismo frente de um fantástico conflicto de poder revitalizado que, según vários especialistas, disminuirá las relaciones generales em el futuro aparentemente eterno (BENNETT, 2022, p. 26).

Ao que tudo indica, o fim deste conflito é imprevisível. De certezas, tem-se a escassez na oferta de produtos agrícolas, gás, carvão e petróleo. Esta escassez agrava a crise alimentar, energética e econômica mundial, mas, principalmente no continente europeu, o qual é, temerariamente, dependente do gás russo. Segundo dados divulgados pelo IPEA (2022, p. 2):

[...] as exportações russas no período (2016 – 2020) representam cerca de 2% das exportações mundiais. Os principais produtos exportados pela Rússia somaram US\$ 1,1 trilhão no período, com destaque para o petróleo bruto e derivados e combustíveis fósseis (gás natural, carvão), que correspondem a 56,9 % do total exportado pelo país e cerca de 11% das exportações mundiais desse produto. Na sequência, destacam-se o alumínio, com 2,1 % das exportações, e o trigo, com 2% das exportações russas e 16% das exportações mundiais.

Já a participação das exportações da Ucrânia representa 0,1% das exportações mundiais, destacando-se o óleo de girassol, milho, trigo, os quais são responsáveis por 23,9% das exportações ucranianas, bem como o minério de ferro, com participação de 7% das exportações (IPEA, 2022).

Ainda segundo dados divulgados pelo IPEA (2022), a Rússia é o principal fornecedor mundial de trigo (16,7% da produção mundial); segundo maior exportador de óleo vegetal (15,5% das exportações mundiais); oitavo maior ofertante de milho (responde por 2% do consumo mundial). A Ucrânia, por sua vez, muito embora tenha uma participação menor no cenário mundial, é responsável por 42,3% do óleo vegetal, ou seja, é a maior fornecedora mundial do produto; a sexta maior economia exportadora de trigo (8%), e a quarta maior exportadora de milho (11,6%). “Ambos os países respondem, assim, por 49,5%, 57,8% e 13,6% das exportações globais, respectivamente, de trigo, óleo de girassol e milho.

No segmento de petróleo e derivados, a China, Estados Unidos e Índia são os grandes importadores mundiais do petróleo bruto. Em contrapartida, a Arábia Saudita, Rússia e Iraque são os principais fornecedores desta *commodities*. Já em relação ao gás natural, os países asiáticos, principalmente Japão e China; e os países europeus, sobretudo a Alemanha, são os principais importadores, sendo, além da Rússia, o Qatar, Estados Unidos e Austrália os maiores exportadores (IPEA, 2022).

No caso do gás natural, países asiáticos, com destaque para Japão e China, e europeus, sobretudo Alemanha, são os principais importadores mundiais e, na impossibilidade de acessar o gás russo, poderão recorrer a Qatar, Estados Unidos e Austrália – a substituição, porém, não seria simples e teria um custo elevado. No caso europeu, importante considerar que a importação de gás natural de mercados alternativos pode encontrar problema nos canais de importação. A maior parte do gás natural russo é distribuído para a Europa por meio de redes de gasodutos, sendo reduzida a possibilidade de explorar esse modal no comércio com países de fora do continente (IPEA, 2020, p. 4).

Diferentemente do Brasil, na Europa são poucas as fontes de energia renováveis, sendo o gás natural o principal combustível usado para geração de eletricidade em muitos de seus países. Para se ter ideia da magnitude da dependência por esta *commodities*, ela é usada desde o fornecimento de energia para aquecimento das casas, até para o funcionamento da produção industrial. Como bem salienta a EuroDefense Portugal⁴⁵(2018, n.p.):

[...] a Europa é fortemente dependente das importações de energia, nomeadamente de petróleo e gás natural. Não se estranha por isso, que o tema da segurança energética seja uma preocupação mantida pela União Europeia como um todo, pela Comissão Europeia e pelos Estados que a compõem, muito em especial, os mais dependentes em termos energéticos de uma só fonte. As tensões geopolíticas na Europa tinham já feito soar as campainhas de alarme, com o conflito entre a Rússia e a Ucrânia: primeiro com as interrupções de fornecimento de gás à Ucrânia nos anos de 2006 e 2009, depois com a anexação da Crimeia e o controlo na prática, da parte oriental deste país. Posteriormente a guerra na Síria, a postura política de Putin e mais recentemente o envenenamento do ex-espião russo, foram situações que contaminaram seriamente as relações geopolíticas entre a Europa e a Federação Russa.

Mesmo tendo ciência da insegurança energética, a Europa, em especial o país alemão, “dobrou a aposta” na dependência do gás russo com a construção da Nord Stream 2⁴⁶, paralela a Nord Stream 1. Ou seja, diante da escassez, a Alemanha optou pela alternativa “mais barata”, ignorando a total dependência de sua matriz energética nas mãos de um país estrangeiro.

45 Centro de Estudos EuroDefense-Portugal é uma organização não governamental criada em 12 de fevereiro de 1998, mediante Protocolo de Cooperação estabelecido entre o Instituto de Defesa Nacional (IDN) e a Associação Industrial Portuguesa (AIP-CCI), homologado pelo Ministério da Defesa Nacional e Pelo Ministro da Economia. É membro ativo da rede europeia de Associações (EURODEFENSE, 2018).

46 Nord Stream: O sistema de dutos duplos Nord Stream através do Mar Báltico vai de Vyborg, na Rússia, a Lubmin, perto de Greifswald, na Alemanha. Os dois dutos offshore de 1.224 quilômetros são a conexão mais direta entre as vastas reservas de gás da Rússia e os mercados de energia da União Europeia. Combinados, os gasodutos gêmeos têm capacidade para transportar um total combinado de 55 bilhões de metros cúbicos (bcm) de gás por ano para empresas e residências na UE por pelo menos 50 anos. Como o projeto fortalece o mercado de energia da UE e reforça a segurança do abastecimento, o projeto foi designado como sendo de “interesse europeu” pelo Parlamento Europeu e Conselho. A construção da Linha 1 do sistema de dutos duplos começou em abril de 2010 e foi concluída em junho de 2011. O transporte de gás pela Linha 1 começou em meados de novembro de 2011. A construção da Linha 2, paralela à Linha 1, começou em maio de 2011 e foi concluído em abril de 2012. O transporte de gás pela segunda linha começou em outubro de 2012. Cada linha tem uma capacidade de transporte de aproximadamente 27,5 bcm de gás natural por ano.

Como toda aposta é um risco, a guerra entre Rússia e Ucrânia acabou por colapsar o setor energético, não só do país alemão, mas como de todo o Continente Europeu, acarretando efeitos nefastos aos países e à população europeia. Como descreve Basile (2022, p. 23) “[...] lo scoppio della guerra in Ucraina e le conseguenti sanzioni imposte dagli Stati Europei alla Russia hanno spinto il presidente Vladimir Putin a usare un uso politico del gas, reso artificialmente scarso in modo da mettere in difficoltà le maggiori economie europee”.⁴⁷

Diante de tal situação, com o fornecimento de gás reduzido, a União Europeia estabeleceu critérios para o uso da energia aos países membros, na tentativa de reduzir o consumo de gás natural entre os meses agosto de 2022, até o final de março de 2023. Tal medida se deve pelo fato dos países estarem vivenciando o período de outono/inverno do hemisfério norte, o que faz aumentar o consumo de energia. Um exemplo desta regulamentação é o provimento italiano do dia 17 de outubro de 2022, o qual determina que os edifícios utilizados para atividades laborais devem permanecer com uma temperatura máxima de 17° C, com tolerância de aproximadamente, 2° C. Para os demais edifícios, deverá ser mantida uma temperatura máxima de 19° C, também com uma tolerância de até 2° C (BASILE, 2022).

A fragilidade energética europeia não compromete somente os países do continente, mas toda a comunidade internacional. Os primeiros efeitos foram suportados pelos contribuintes europeus, com o aumento na tarifa da conta de energia, assim como aumento nos impostos. Outro fator econômico é a alta inflação nos preços de alimentos, devido ao aumento nos custos de produção, ocasionado pela demanda de outras fontes energéticas como o petróleo e o carvão.

Imperioso lembra que o aumento nos preços das commodities é decorrente dos desequilíbrios entre a oferta e demanda provocados, ainda, pela pandemia. A deflagração do conflito no Leste Europeu em fevereiro só fez agravar o cenário inflacionário. Segundo dados divulgados pela Secretaria de Comércio Exterior (SCE), em seu boletim do terceiro trimestre (outubro/2022), a persistência dos choques negativos da economia mundial vem dificultando um crescimento mais sustentável da produção e do comércio global.

Os efeitos nos preços dos produtos, sobretudo aqueles ligados aos setores de energia e alimentos, refletiram em um aumento no custo de vida das pessoas e em uma inflação mundial preocupante, levando ao uso de políticas econômicas contracionistas mundo afora. Por consequência, aumentou-se o risco de uma recessão global diante do atual quadro de incertezas quanto ao dinamismo da atividade econômica,

⁴⁷ A eclosão da guerra na Ucrânia e as consequentes sanções impostas pelos Estados europeus à Rússia levaram o Presidente Vladimir Putin a implementar uma utilização política do gás, tornado artificialmente escasso de forma a dificultar as grandes economias europeias (Tradução nossa).

repercutindo em revisões das expectativas de crescimento do PIB mundial para este ano e, sobretudo, para o ano que vem (SEC, /2022, p. 8).

Ambientalmente, a escassez de gás leva à retomada do uso do carvão e a reativação das usinas nucleares, inviabilizando o alcance dos objetivos de mudança climática. Segundo divulgado pela Agência Internacional de Energia, a crise energética provocou um choque de amplitude e complexidade sem precedentes na história, sendo que

os maiores tremores foram sentidos nos mercados de gás natural, carvão e eletricidade – com turbulência significativa também nos mercados de petróleo, exigindo duas liberações de estoque de petróleo de escala sem paralelo pelos países membros da AIE para evitar interrupções ainda mais graves. Com preocupações geopolíticas e econômicas implacáveis, os mercados de energia permanecem extremamente vulneráveis, e a crise é um lembrete da fragilidade e insustentabilidade do atual sistema global de energia, alerta o *World Energy Outlook 2022 (WEO)*.

Todos esses acontecimentos afetam, diretamente, a produção brasileira de alimentos, um dos pilares mestres de sustentação da economia, já que a mesma se encontra lastreada na produção e comercialização de *commodities* agrícolas, a qual é altamente dependente da importação de insumos.

Como demonstrado anteriormente, o Brasil importa 85% dos fertilizantes que consome. No que tange aos nitrogenados, este tipo de fertilizante possui uma variedade de formulações, mas basicamente, são constituídos a partir da amônia anidra, a qual “é produzida do ar e gás natural pelo processo de Haber-Bosch através da reação química $[3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3]$, sob alta temperatura e pressão (REETZ, 2017, p. 37).

Não é de difícil compreensão, então, que se o gás natural é a base de um tipo de fertilizante largamente utilizado, e se a oferta do gás está comprometida, então, prejudicada estará a produção agrícola. Isso se deve ao fato da produção de fertilizantes nitrogenados ser extremamente intensiva em energia, vinculando seus custos aos preços do gás e do petróleo. Outro fator a ser considerado é a localização das fábricas de produção de amônia. Geralmente estas estão situadas próximas às regiões ricas em gás natural, hoje na zona do conflito.

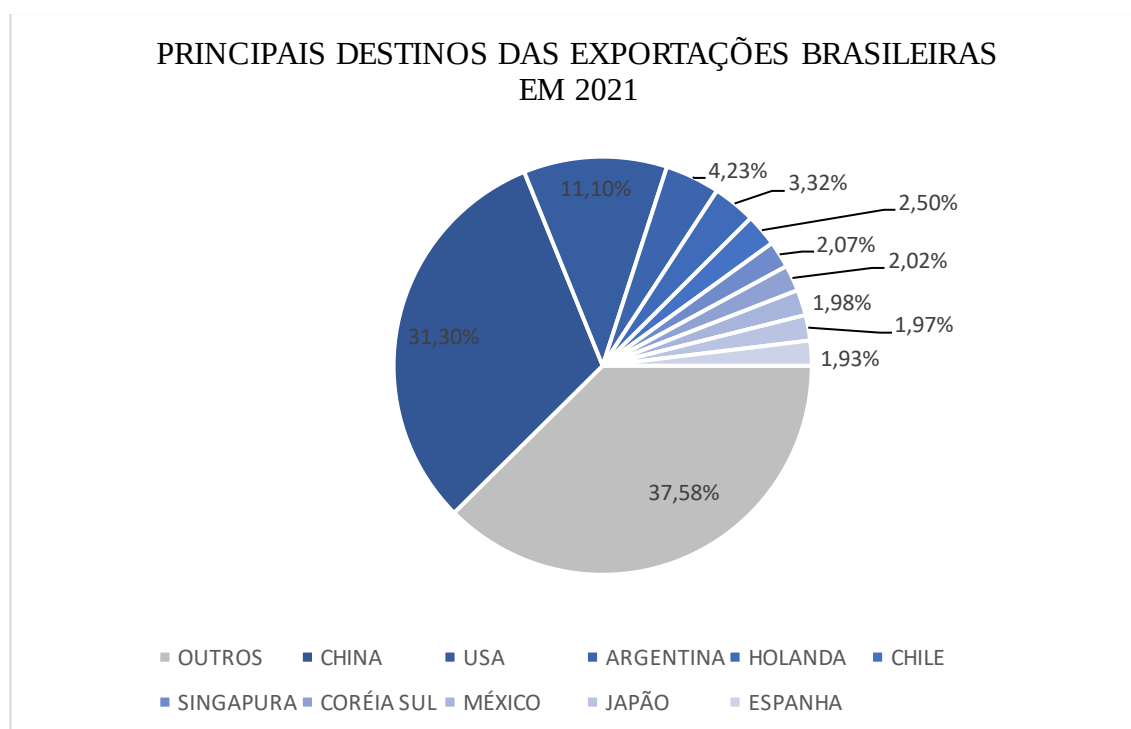
Também é fácil perceber que, se a Rússia e a Ucrânia são exportadores de grãos e óleo vegetal, com a crise entre os países e as sanções impostas à Rússia, ficaram comprometidas as exportações de tais produtos. Num primeiro olhar, isso seria benéfico ao Brasil, pois aumentaria a venda destas *commodities*.

Porém, a crise econômica mundial não gera muitas expectativas, uma vez que a alta de preços dos produtos compromete a capacidade de comercialização de bens, deixando a capacidade produtiva brasileira em uma situação de vulnerabilidade ainda maior, uma vez que

necessita importar insumos mais caros, e vender os produtos, mais caros. Esse cenário compromete as exportações, principalmente às voltadas ao mercado europeu, o qual vem enfrentando alto índice de inflação e indícios de recessão econômica, situação que pode restringir o consumo de alimentos, no segundo maior bloco importador das *commodities* agrícolas brasileiras.

Dados do Indicador de Comércio Exterior (ICOMEX, 2022) da Fundação Getúlio Vargas (FGV/IBRE, 2022), apontam que União Europeia foi o destino de 13% do total das exportações brasileiras em 2021, ficando atrás, somente, do continente Asiático, que mesmo não considerando o país chinês, foi o destino de 15,1% das exportações nacionais. O gráfico (figura 7), trás o ranking das exportações brasileiras por país de destino.

Figura 7 - Ranking dos dez principais países importadores em 2021



Elaborado pela autora a partir dos dados divulgados pela ComexVis (2022).

Mais recentemente, em outubro de 2022, dados divulgados pela SCE (out/2020) reafirmam a importante posição do mercado consumidor Europeu junto à balança comercial brasileira. Até setembro de 2022, a União Europeia foi responsável pela compra de US\$ 13,7 bilhões das exportações brasileiras, permanecendo como segundo principal bloco importador das *commodities* agrícolas brasileiras. Porém, com a persistência do conflito no Leste Europeu, agravam-se as incertezas para continuidade destas relações de comércio.

3.2.1 Comércio Exterior brasileiro de *commodities*: um cenário de desaceleração no crescimento em um futuro próximo

O cenário do comércio internacional, como já apresentado, não foi nada favorável nos últimos dois anos. Os desdobramentos da Pandemia da COVID-19, aliados aos efeitos da guerra na Ucrânia dificultam as negociações do comércio global neste período. Os efeitos destes fenômenos nos preços dos produtos, principalmente aqueles ligados aos setores de energia e alimentação, refletem um aumento no custo de vida das pessoas e na inflação mundial. Por consequência, “[...] aumentou-se o risco de uma recessão mundial diante do atual quadro de incertezas quanto ao dinamismo da atividade econômica, repercutindo em revisões de expectativas de crescimento do PIB mundial para este ano, e sobretudo, para o ano que vem” (BRASIL/SCE, 2022, p. 8).

Em 2021, dentre os 10 principais produtos exportados pelo Brasil, seis estão relacionados à produção agrícola conforme apresentado na tabela abaixo.

Quadro 1 - Produtos agroindustriais exportados em 2021

PRODUTO	VALOR FOB US\$	PARTICIPAÇÃO
SOJA	38,6 BILHÕES	14%
AÇÚCARES E MELAÇOS	9,2 BILHÕES	3,3%
CARNE BOVINA	8,0 BILHÕES	2,8%
FARELO SOJA E OUTROS	7,9 BILHÕES	2,8%
CARNE DE AVES	7,0 BILHÕES	2,5%
CELULOSE	6,7 BILHÕES	2,4%

Fonte: Elaborada pela autora a partir dos dados divulgados pela ComexStat – ano base 2021.

No ano de 2021, os números do comércio brasileiro apresentaram um superávit de US\$ 61.406,5 milhões, representando uma constante ascendência, gerando uma corrente de comércio (soma das exportações e importações) recorde de US\$ 500,222,5 milhões, 35,8% superior ao ano de 2020. Dentre os produtos, três deles representaram 41% do valor exportado, quais foram, minério de ferro (16%), soja (14%) e petróleo (11%). Já no acumulado de janeiro a novembro de 2022, o Brasil apresenta um superávit de US\$ 57.530,8 milhões, resultado de uma corrente de US\$ 559.193,6 milhões, sendo US\$ 308.362,2 milhões em exportações, US\$ 250.831,4 milhões em exportação (COMEXSTAT, NOV/2022). Em números, a balança

comercial brasileira já bateu outro recorde, no entanto, mesmo com a desaceleração nos preços dos produtos ao longo do terceiro trimestre, este resultado se dá mais pela constante alta de preços, intensificada pela com o conflito do Leste Europeu, do que pelo volume de produções exportadas (IPEA, 2022).

Como já era de se esperar, houve uma redução na quantidade de exportação de algumas *commodities*. A soja, por exemplo, a qual respondeu por 14% do valor exportado em 2021, teve um decréscimo de (-7,7%) em comparação com o mesmo período – Jan/Out – no ano de 2022. Já em termos de valores (US\$ FOB milhões), houve um acréscimo, se comparado com o mesmo período. Em 2021, o total acumulado foi de US\$ 35.958,6 milhões; em 2022, o acumulado soma US\$ 35.958,6 milhões, segundo divulgado pela Secretaria de Comércio Exterior (2022). Estes dados refletem a alta dos preços das *commodities*, que do ponto de vista da balança comercial é positivo, mas isso evidencia, também um ponto negativo, a retração no consumo devido ao aumento dos preços. Ou seja, em termos de valores, as exportações brasileiras aumentaram, mas os estoques produzidos foram comercializados em quantidades menores, significando prejuízo ao produtor e o comprometimento à segurança alimentar.

O Indicador de Comércio Exterior – ICOMEX de outubro, demonstra que:

[...] em termos de volume as exportações de *commodities* recuaram (-0,2%) e das não *commodities* cresceram (7,1%). Como as *commodities* explicam mais da metade das exportações brasileiras, no período de janeiro a setembro de 2022 esse percentual foi de 68%, o resultado positivo na variação em valor das exportações para esse ano está associado aos choques positivos nos preços das *commodities* (ICOMEX, 2022, n.p.).

A fratura nas cadeias de abastecimento do comércio mundial, fizeram com que os preços dos produtos exportados atingissem seus maiores níveis em junho deste ano, em virtude dos choques de oferta negativo internacional. No entanto, no terceiro trimestre de 2022, tem-se apresentado uma trajetória negativa na margem de preços, confirmando a perspectiva de menores valores exportados para o ano de 2022 em comparação às previsões anteriores. (SCE, 2022).

Em relação ao setor agropecuário brasileiro, este possui o valor de suas exportações concentradas em poucos produtos, como soja, milho, café e algodão. Em comparação com o terceiro trimestre de 2021, o mesmo trimestre de 2022 apresentou um aumento de 40,3% nos valores exportados. No entanto, esse aumento se deve, basicamente, a elevação dos preços, os quais apresentaram uma alta de 31,9%, enquanto que o volume embarcado sofreu um acréscimo de 6,1%. Quando comparado o terceiro trimestre de 2022 e 2021, os preços médios das *commodities* de exportação que apresentaram uma alta: café (56,8%); milho (43,5%); soja

(29,9%) e algodão (20,9%). Já em volume exportado, o milho apresentou uma alta de 100,2% e o algodão 6,0% (SCE, 2022)

No que se refere às importações das *commodities* agrícolas, deu-se o inverso. Foi despendido maior valor monetário para uma menor aquisição de produtos. Ainda sob a análise dos dados do ICOMEX (out. 2022), constata-se que as importações agropecuárias aumentaram 17,1% em preços, mas houve uma queda de 6,4% na comparação mensal (set/22 – set/21). No acumulado do ano (jan-set/22 e jan-set/21), o mesmo comportamento se repete, com um aumento de preços de 17,6% e um recuo no volume de 3,7%.

O cenário mundial não está nada favorável, pelo contrário, tem piorado, inclusive em termos das expectativas. No início do ano, o Fundo Monetário Internacional (FMI) previa uma recuperação na economia mundial a partir do segundo trimestre, uma vez superado o impacto da variante ômicron. Mas, a invasão da Rússia sobre a Ucrânia, pioraram os prognósticos devido às sanções econômicas impostas à Rússia. No relatório de julho, o FMI observou a concretização dos riscos previsto, registrando uma queda no PIB mundial e a alta na inflação dos Estados Unidos e nos principais países europeus. (IPEA, 2022).

Segundo relatório World Energy Outlook (WEO) (julho/2022), a previsão do PIB mundial para 2022 era de um crescimento de 4,4%. No relatório de abril/2022, esse número já havia sido reduzido para 3,6%. No último relatório de julho, a previsão é de um crescimento de 3,2, mas com perspectivas de mais uma queda, devendo fechar o ano de 2022 com um crescimento 2,9% (IPEA, 2022).

Um dos fatores apontados pelo relatório para a baixa na previsão do PIB mundial está relacionada à crise energética na Europa. Para o World Economic Outlook (WEO),

[...] entre os riscos, está a possibilidade de uma parada repentina das importações de gás russo pela Europa, o que de fato aconteceu a partir de 1º de setembro último, no gasoduto da Nord Stream. Os dados de fluxo de gás por este duto para a Europa mostram que, embora não tivesse ainda havido uma parada total, o volume já havia sido reduzido, primeiramente, em junho, para 40% do normal e, em julho, para apenas 20% do normal (IPEA, 2022, p. 2).

As projeções para a exportação das *commodities* agropecuárias brasileiras é de recuo de (-1,7%), em comparação com ano de 2021 (IPEA, 2022). A gradual retomada que estava acontecendo no final do ano de 2021 e início de 2022 foi abalada em função da crise que se instaurou devido à guerra entre Rússia e Ucrânia.

Assim, diante dos dados apresentados, pode-se esperar um cenário futuro de desaceleração no crescimento frente a uma piora no contexto externo e no aumento nos preços

dos insumos e custo de produção. Outro aspecto que também deverá ser considerado é que no momento do plantio, os insumos estavam sendo praticados a um elevado nível de preço. Resta saber se no momento da venda dos produtos, os preços cobrirão esses custos.

3.3 Agronegócio brasileiro: a tecnologia como forma de combate à escassez de alimentos concomitante à preservação do território

A história agrônômica do Brasil teve seu início com a replicação das práticas agropecuárias desenvolvidas nos países temperados. As pesquisas nacionais eram voltadas à adaptação da tecnologia do modelo de produção estrangeira, pois até a década de 1970 eram usados os mesmos moldes da denominada “revolução verde”, iniciada no EUA, baseada no melhoramento genético, uso intensivo de insumos químicos e a mecanização agrícola (GRAZIANO, *et al*, 2021).

No Brasil, este modelo de produção proporcionava baixo rendimento por hectare, exigindo-se cada vez mais território para as práticas agrícolas, fossem elas de lavouras ou de pastagem. Estas práticas acabavam por ocasionar um grande impacto ambiental, além de não conseguir atender à demanda interna.

Exemplo disso, em relação à pecuária, foi demonstrado no estudo sobre a agricultura no Brasil, publicado em 1971 por Edwar Shuh e Eliseu Alves, trazido à baila pelo trabalho da EMBRAPA: Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira, o qual destacava a ineficiência de proporcionar à população uma quantidade de proteínas adequada. O referido estudo aponta que:

Um importante recurso do Brasil é o grande rebanho bovino. Ainda assim, a produtividade neste setor é uma das mais baixas do mundo. Apesar do fato de que o efetivo do rebanho parece estar aumentando, a produção não está crescendo tanto quanto a demanda. Os preços relativos da carne e derivados estão subindo, num país que já tem uma baixa dieta proteica, e em que as deficiências de proteína são sérias entre importantes grupos da população (EMBRAPA, 2018, n.p.).

À época, era divulgado no noticiário brasileiro a dificuldade que o país enfrentava para equilibrar sua balança comercial devido à alta importação de alimentos. No jornal Estado de São Paulo foi publicado uma reportagem, cuja manchete era: “Escassez alimentar no Brasil” a qual dissertava que:

[...] o Brasil terá de multiplicar por dez a sua atual produção de alimentos, ou será forçado a parar o surto de industrialização por falta de divisas para pagar o crescente volume de importação de alimentos, segundo o relatório apresentado pelos delegados brasileiros à IV Conferência Latino-Americana de produção alimentar, que se realizou em Buenos Aires. [...] A dieta alimentar do homem brasileiro é uma das mais baixas

do mundo e o surto de industrialização dos Estados do Centro-Sul e do Nordeste só virão agravar o problema, ao proporcionar um aumento das rendas da população urbana e uma demanda cada vez maior de gêneros alimentícios, a não ser que a produção agrícola acompanhe esse desenvolvimento (EMBRAPA, 2018).

É inimaginável pensar que uma das alternativas cogitadas para enfrentamento da escassez de alimentos fosse a de frear a ascensão econômica da população, responsável por proporcionar uma alimentação adequada, optando-se por permitir o agravamento da fome e da má nutrição, por não possuir recursos para pagamento da importação de alimentos em um país que, hoje produz alimento capaz de alimentar 628 milhões de pessoas (EMBRAPA, 2019).

Tamanha gravidade do fato que importantes conquistas foram sendo galgadas por meio da pesquisa agronômica realizada, principalmente, pela EMBRAPA. A empresa desenvolveu tecnologias próprias para aproveitamento da condição tropical, tornando possível o desenvolvimento agrícola, que para Sachs (2007, p. 386) ao interpretar Gourou, “[...] é a condição primordial do desenvolvimento tropical; agricultura em primeiro lugar, o resto se seguirá se o impulso agrícola tiver êxito”.

Nos últimos 50 anos o setor agropecuário representou a atividade econômica que mais cresceu, com ganhos sucessivos de produtividade. Isso se deve ao fato de que se buscou o avanço de tecnologias apropriadas à condição tropical, resultando na expansão da fronteira agrícola, principalmente no Centro-Oeste do País, com um aumento em mais de 500% de meados dos anos 70, quando eram produzidas, aproximadamente, 42 milhões de toneladas para aproximadamente 270 milhões de toneladas em 2021, sendo a área cultivada expandida em 85%, partindo de 37 milhões de hectares para 68,5 milhões de hectares (MENDES e PADILHA, 2021).

A expansão agropecuária contribuiu para a interiorização e ocupação do Brasil. Durante muito tempo, os brasileiros referiram-se às terras do Planalto Central como “campos cerrados”, em razão das características inadequadas ao sustento agrícola. Após a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em 1973, com a correção da acidez dos solos e o melhoramento genético, o Cerrado foi incorporado à produção. Esse bioma cobre 204 milhões de hectares, uma área superior ao cinturão do milho americano, equivalente a 73% do território argentino, ou 3,7 vezes a superfície da França (VIEIRA FILHO, IPEA, 2018, p. 3).

O acesso à tecnologia permitiu a geração de um excedente produtivo, destinado ao mercado interno e externo, o que diversificou a pauta exportadora, com a ampliação das divisas internacionais. Com o aumento da produtividade através da tecnologia se favoreceu a inovação no campo e a conservação ambiental. Contudo, a heterogeneidade do sistema agrícola brasileiros carece de um aprofundamento nas pesquisas mais específicas para cada região, objetivando-se com isso, maiores ganhos de produtividade com menor uso de território. Para

Grandis *et al* (2020, p. 07) “[...] há regiões onde plantios de determinadas culturas são predominantes em relação às outras regiões. Por exemplo, as produções de soja e milho concentram-se principalmente no Centro-Oeste, ao passo que a cana-de-açúcar e o café são plantados principalmente na região Sudeste”.

Dados divulgados pelo MapBiomas (2021), o perfil da cobertura e uso do solo no Brasil sofreu uma grande alteração nos últimos 37 anos, o que prejudica a preservação da segurança hídrica, alimentar e energética.

Entre 1985 e 2021, o Brasil perdeu 13,1% de vegetação nativa, entre florestas, savanas e outras formações não florestais. Esse território foi ocupado pela agropecuária, que agora responde por um terço do uso da terra no Brasil. Tais mudanças se revertem em uma série de desafios enfrentados pelo Brasil. [...] Neste período, o Brasil passou de 76% de cobertura da terra de vegetação nativa (florestas, savanas e outras formações não florestais), para 66%. Por outro lado, a área ocupada por agropecuária cresceu de 21% para 31% no país, com destaque para o crescimento de 228% das áreas de agricultura e que agora representam 7,4% do território nacional (MAPBIOMAS, 2021, n.p.).

Para o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a previsão para safra de 2027/2028, é que sejam colhidos 302 milhões de toneladas em uma área de 71 milhões de hectares, demonstrando que o ganho agropecuário não está baseado, somente, no aumento da expansão da área, mas também em ganho com a produtividade, diferentemente do que acontece com a produção agrícola dos Estados Unidos. Em uma análise comparativa, a EMBRAPA Territorial, (2019) desenvolveu um estudo, no qual apresentou, mediante a expressão gráfica, a quantificação territorial dos usos e ocupação das terras no Brasil e no Estados Unidos.

Figura 8 – Uso e ocupação terras no Brasil

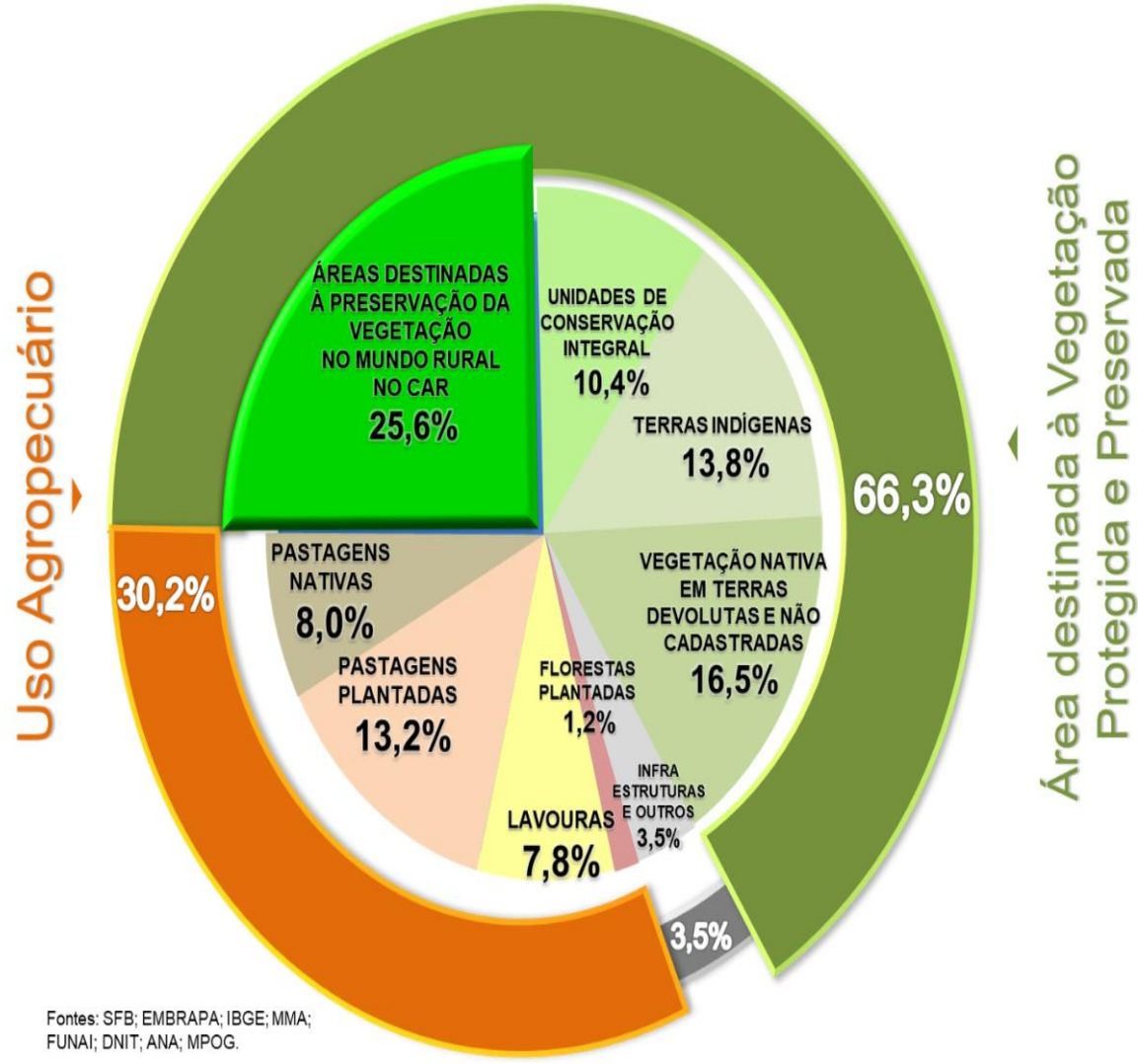
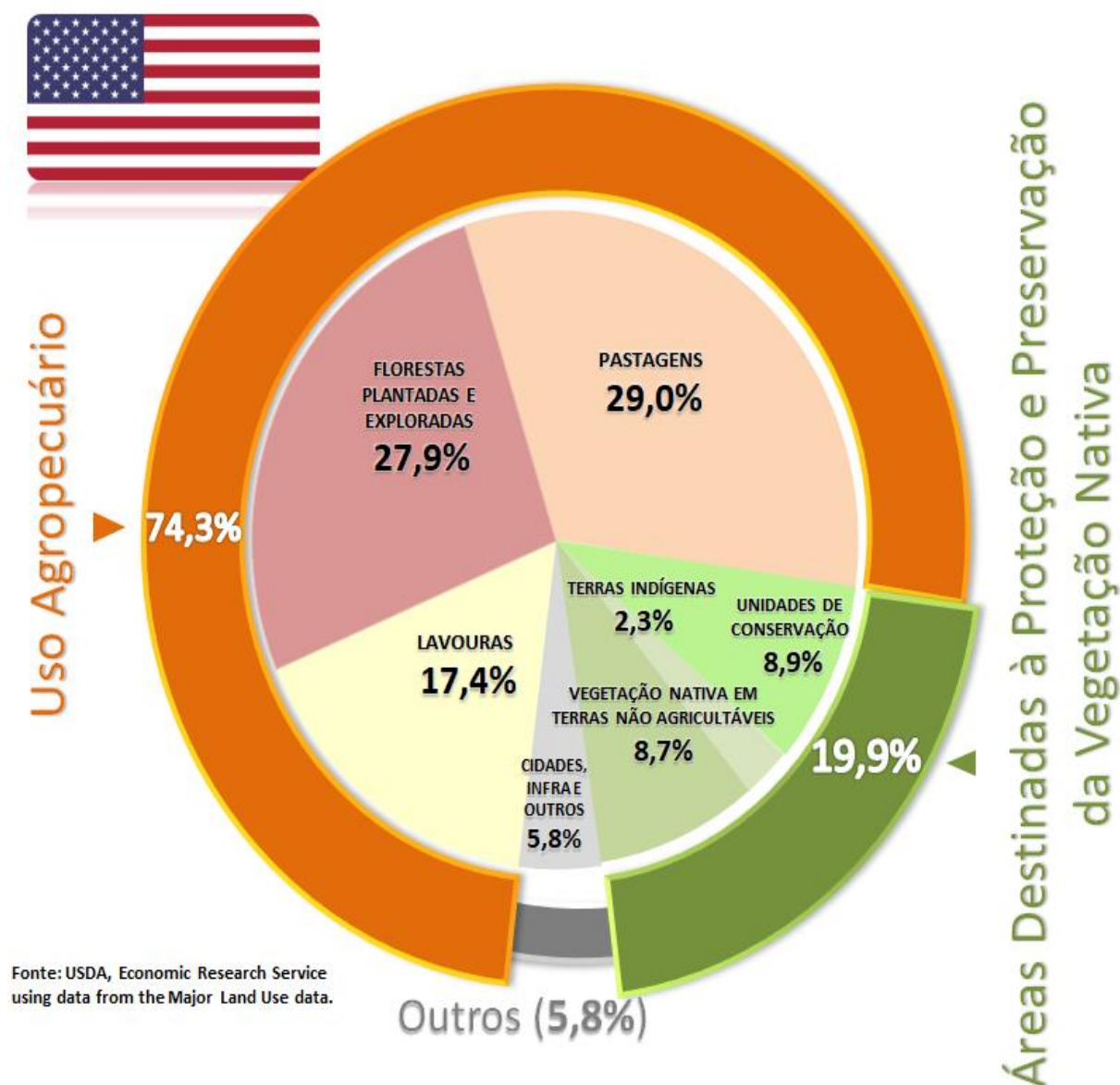


Figura 9 – Uso e ocupação terras nos Estados Unidos



Consoante aos dados do MapBioma, em 2021 foram destinados 265.014.115 hectares para o setor agropecuário. Destes, 151.142.588 hectares foram ocupados para pastagem; 62.695.287 hectares para agricultura, sendo que 60.442.495 hectares utilizados para produção de lavouras temporárias como soja, arroz, algodão, cana, dentre outras; 2.252.792 hectares utilizados para lavoura perene, como, por exemplo, café e citrus. O território destinado à Silvicultura foi de 8.796.320 hectares e 42.379.921 hectares a um mosaico de usos (MAPBIOMAS, 2022).

Mas não é somente o fator tecnológico e territorial responsáveis pelo crescimento da produção agrícola. Há, também, todo o trabalho de extensão rural e empreendedorismo, com

investimentos em equipamentos, gestão, trabalho e conhecimento. Nesse sentido, a EMBRAPA vem investindo, fortemente, em pesquisas que proporcionem novas técnicas, as quais contribuem com a preservação do território, o aumento na produtividade e a inclusão social.

Como já observado, o Brasil possui uma extensão “Continental” de território, sendo este diversificado em cada região. Assim, as pesquisas têm se voltado para as questões regionais, como por exemplo a implementação das “Barragens Subterrâneas⁴⁸”, as quais possibilitam ao agricultor o plantio de várias culturas, melhorando a renda e garantindo a segurança alimentar.

Os pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe (PRODEMA) também estão em constante busca para o encontro de alternativas, como é o caso do estudo de Lacerda (2017), o qual aponta para a eficiência do cultivo e conservação de sementes crioulas, uma vez que estas se constituem como uma prática que dispõe de um verdadeiro patrimônio genético, alimentar e cultural. Essa prática é perfeitamente compatível com o sistema de agricultura local/familiar.

Outro exemplo, voltado às práticas da agricultura familiar, é o Manejo Integrado de Pragas da Soja⁴⁹ (MIP-Soja), o qual permite a condução da lavoura por meios de táticas ecológicas de controle de pragas (inclui o uso racional de inseticidas), o que proporciona o uso racional de pesticidas químicos.

Em termos da agricultura industrial, encontra-se em desenvolvimento um projeto de pesquisa sobre a estirpe de bactérias fixadoras de nitrogênio e promotoras de crescimento para produção de inoculante para milho⁵⁰, que possibilitará o desenvolvimento em vida livre e

48 A barragem subterrânea é uma tecnologia de captação e armazenamento de água da chuva para a produção de alimentos. Foi implantado por agricultores do semiárido brasileiro e hoje contribui não apenas para a produção agrícola familiar, mas também reduz os riscos da agricultura dependente da chuva. A sua função é reter a água da chuva que escoar para o solo, através de uma parede impermeável construída no interior do solo que se eleva até uma altura de cerca de 50 centímetros acima da superfície, no sentido contrário à descida da água (EMBRAPA - SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS, 2022).

49 O Manejo Integrado de Pragas (MIP-Soja) é um conjunto de tecnologias que utilizado harmonicamente permite a condução da lavoura por meio de táticas ecológicas de controle de pragas que são aplicadas apenas quando necessário e econômico viáveis. A Embrapa e a Emater/PR, desde a safra 2012/2013, vêm estimulando a adoção do MIP-Soja entre os produtores rurais do Paraná. Na safra 2017/2018, foram instaladas Unidades de Referência (URs) em propriedades de 196 produtores do Paraná para avaliar o impacto da utilização no Manejo Integrado de Pragas na cultura da soja. O número médio de aplicações de inseticidas nas Unidades de Referência que utilizaram o MIP na safra 2017/2018 foi de 1,7 aplicações nas áreas com soja sem resistência a lagartas e 1,3 aplicações nas áreas com soja resistente a lagartas, enquanto a média estadual foi de 3,9 e 2,8 aplicações respectivamente, entre os produtores que não utilizam o MIP. É um número bastante expressivo, pois mostra uma redução na aplicação de inseticidas superior a 43% nas áreas que adotam o MIP (EMBRAPA, 2022).

50 Bactérias da espécie *Herbaspirillum seropedicae* têm sido apontadas como hábeis na promoção de crescimento de plantas por meio de interrupção alternativa, incluindo a terapia biológica de interrupção. O fato de aportar e

promovendo o crescimento da planta com menor quantidade de fertilizantes mineral, reduzindo a emissão de GEE.

Do PRODEMA tem-se as pesquisas de Santos, *et al* (2012), os quais analisaram o impacto da modernização na cultura do milho nos municípios de Carira e Simão Dias, no estado de Sergipe. O estudo constatou que o nível tecnológico usado no cultivo de milho daquelas localidades proporcionou um aumento significativo de produção de milho, o qual se tornou fonte de emprego e renda, sendo os dois municípios os maiores produtores de milho do estado.

Estes são apenas alguns exemplos dentre centenas de projetos desenvolvidos ou que estão em fase de desenvolvimento que visam, efetivamente, inovar e gerar impacto no desenvolvimento social, ambiental e econômico na produção de alimentos. É por todas estas conquistas que alguns dos pesquisadores da EMBRAPA configuram entre os mais influentes do mundo.

O processo de inovação tecnológica é um caminho sem volta para a agricultura. Somente com a expansão e intensificação agrícola, aliadas as técnicas e padrões sustentáveis que se conseguira alcançar as mudanças necessárias para se atingir a meta de aumentar a produção para atender a demanda mundial de alimentos.

3.4 Plano Nacional de Fertilizantes: missão (im)possível?

No dia 11 de março de 2022, através do Decreto nº 10.991, ficou instituído o Plano Nacional de Fertilizantes (PNF) 2022-2050 e o Conselho Nacional de Fertilizantes e Nutrição de Plantas. O PNF se propõe a fomentar os setores estratégico para o desenvolvimento da agricultura, com a apresentação de medidas a serem implementadas para diminuição da dependência estrangeira, melhoria do ambiente de negócios, competitividade, desenvolvimento e infraestrutura para os próximos 28 anos.

Caligaris, *et al* (2022) observa que, muito embora, o PNF instituir metas a serem alcançadas até 2050, o Plano apresenta cenários para 2025, 2030 e 2040, motivo este por estar sob coordenação da SAE/PR, em parcerias com diversos ministérios.

estimular o crescimento das raízes leva à otimização do uso de fertilizantes por parte das plantas, ou seja, aumenta a eficiência de uso de nutrientes (EMBRAPA, 2022).

A implementação de um Marco Regulatório para o setor produtivo de fertilizantes já havia sido alvo de preocupação ainda na primeira década deste século. Em 2014 o então Deputado Federal e Ex-Ministro da Agricultura (2007 – 2010), Reinhold Stephanes, apresentou o Projeto de Lei nº 8.065/14, chamando a atenção para a falta de um plano nacional que buscasse minimizar a dependência a qual se transformou, no que ele dizia, em “[...] um grande gargalo para a renda do produtor e para a competitividade brasileira na agricultura” (STEPHANE, 2014, p. 14).

No plano apresentado por Stephanes (2014), dava-se ênfase à exploração mineral, considerando o potencial das reservas, podendo o Brasil se tornar autossuficiente em um prazo de 10 anos. Assim o autor propôs três “caminhos, quais eram:

[...] o primeiro na área de nitrogenados, na qual a solução é, aparentemente, mais fácil. Para isso, basta que seja considerada, efetivamente no contexto de matriz energética coordenada pela Petrobrás. O segundo caminho prevê a elaboração de uma política nacional para produção de fertilizantes, consistentes em termos de pesquisa e de exploração de fósforo e potássio. E, por fim, o terceiro ponto é a separação da exploração de minerais de forma geral dos fertilizantes a serem usados na agricultura (STEPHANE, 2014, p. 16).

O Projeto de Lei 8.065/14 foi baseado em estudos encomendados a pesquisadores especializados na área quando o autor ocupava o MAPA. No entanto, não houve interesse, por parte do Governo Federal, em dar seguimento às ações propostas, que além da pesquisa e exploração, também continha: uma política fiscal que buscava a não incidência de impostos sobre as importações de fertilizantes; incentivo ao uso dos fertilizantes organominerais; incentivo à pesquisa e inovação tecnológica; elaboração de pontos de estrangulamento do modelo de produção da época, além de estruturar políticas que viabilizassem o plano, e a instituição da Cia Nacional de Gestão e Pesquisa e da Produção de Fertilizantes Potássicos e Fosfatados - CONAFE (STEPHANES, 2014).

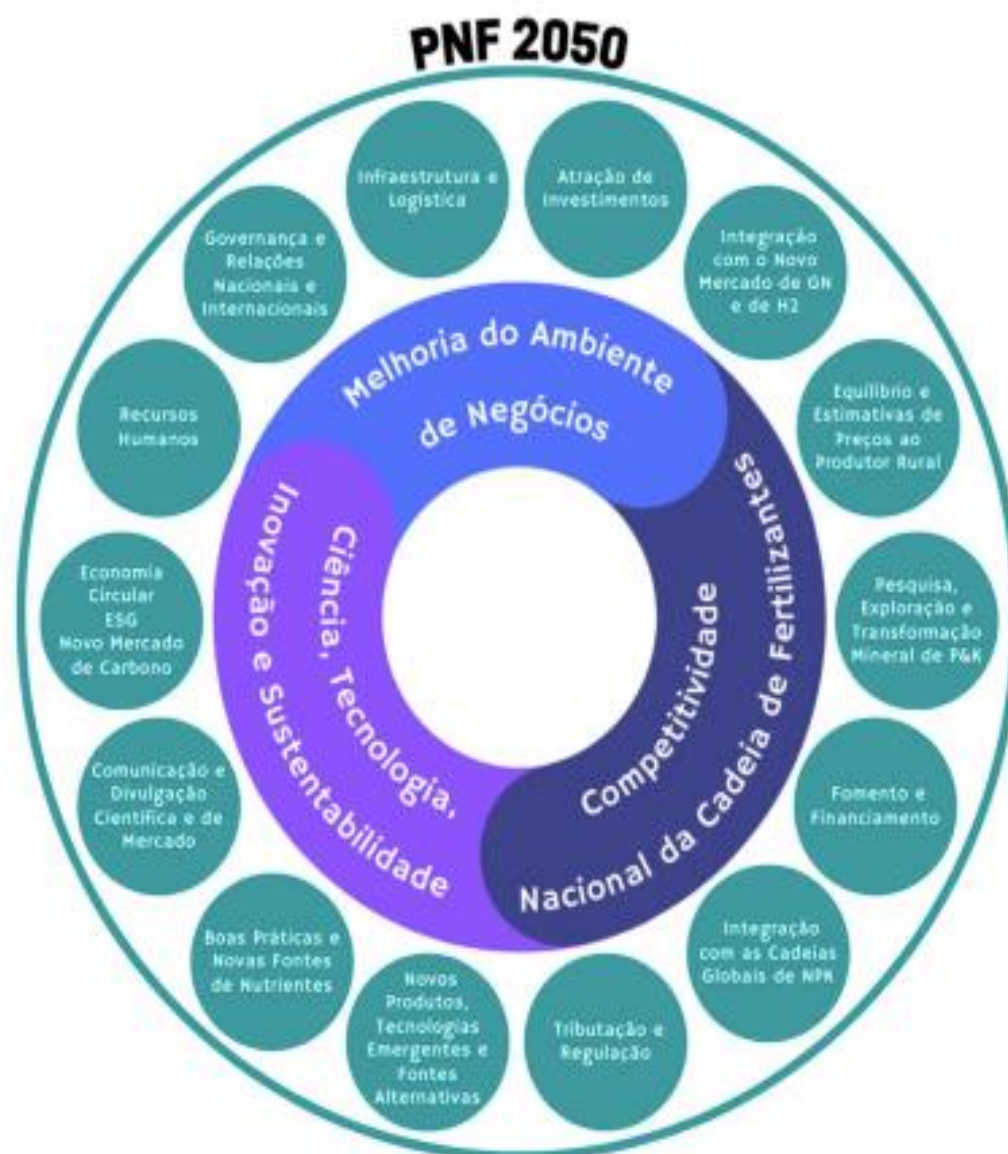
Com alguns retoques, inclusive pela distância de tempo em suas formulações, o PNF de 2022 traz muito do PL 8.065/14, uma vez que ambos presam pela orquestração de políticas públicas que favorecem e ampliam a produção, competitiva, de fertilizantes no Brasil, diminuindo a dependência externa, tanto da tecnologia, como do fornecimento dos insumos.

O PNF foi embasado em cinco objetivos estratégicos, os quais são: (I) modernização, reativação e ampliação dos projetos e plantas de fertilizantes já existentes no país; (II) melhoria do ambiente de negócios no Brasil para atrair investimentos para a indústria de fertilizantes e nutrição da planta; (III) competitividade para a cadeia de produção (lembrando que para ser competitivo, deve haver eficiência; (IV); ampliação de recursos para investimento em pesquisa,

desenvolvimento e inovação (PD&I); (V) adequação da infraestrutura, com integração logística para viabilização dos empreendimentos.

Cada objetivo possui metas e diretrizes a serem observadas. Algumas das metas dizem respeito a ampliação da pesquisa para exploração e transformação do mineral no Brasil oferecendo fontes competitivas de P e K. Com a ampliação da competição na oferta de fertilizantes ao produtor, possibilitará a atração de investimentos com a construção de um ambiente de negócios estável e longo, visando atrair investimentos nacionais e estrangeiros. Isto somente será possível com a otimização da infraestrutura e logística e com a planificação para investimentos público ou privado, além da atração de investimentos para distribuição de fertilizantes convergente à Política Nacional de Logística. Outro aspecto diz respeito ao cenário tributário dos fertilizantes o qual deverá proporcionar ações que assegurem equilíbrio fiscal na aplicação da alíquota, favorecendo a competitividade brasileira com custos adequados (MAPA, 2022).

Figura 10 - Plano Nacional de Fertilizantes



Fonte: Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2022).

Quanto às diretrizes, destacam-se, por exemplo, o desenvolvimento, de modo eficiente, de um modelo de governança para o PNF, visando a manutenção de um ambiente constante de negociação institucional entre os estados da Federação e entre os países os quais o Brasil possui relações comerciais que envolvam fertilizantes. Isso possibilitaria um melhor monitoramento e avaliação na promoção de ajustes regulatórios e alinhamento internacional com estabilidade do ambiente de negócios. Outra diretriz diz respeito às linhas de crédito e financiamento voltados ao desenvolvimento da indústria nacional de fertilizantes para que estas consigam promover a capacitação de pessoas para atuação nas áreas de pesquisa, desenvolvimento, mineração, produção e todas as demais áreas relacionadas à fertilidade da planta. Difundir e promover boas

práticas de produção e uso dos fertilizantes, assim como divulgar os preceitos científicos do PNF com a adoção de conceitos de economia circular para ampliar a aderência da agricultura em práticas sustentáveis e o acesso ao mercado de carbono através da inovação tecnológica, competitiva e sustentável que consiga integrar a produção brasileira com o cenário global de produção de NPK, assim como com o mercado de gás natural e de H₂ para promover a utilização competitiva desses insumos (SAE/PR, 2021).

Ainda sobre os dados divulgado pela SAE/PR (2021), algumas das metas buscadas pelo Objetivo Estratégico I é atingir 1,6 milhões de toneladas de nitrogênio ao ano em 2025; 2,3 milhões em 2040; e 2,8 milhões em 2050. Quanto a exploração de rocha fosfática, visa aumentar em 3% ao ano até 2030 e 2% até 2050 para atingir de 8 a 9 milhões de toneladas ao ano em 2025; 14 milhões de T/ano em 2030; 21 milhões de T/ano em 2040 e 27 milhões de T/ano em 2050. No que diz respeito ao K, a meta é elevar a produção a, pelo menos, 2,0 milhões de toneladas até 2030; 4,0 milhões de toneladas até 2040 e 6,0 milhões de toneladas até 2050. Todas estas estimativas são baseadas na capacidade já instalada.

Quanto ao objetivo estratégico II, a SAE/PR (2021) propõe atrair, pelo menos, mais dois agentes produtores de nitrogênio fertilizante até 2030 e mais quatro até 2050. Este cenário permitirá a injeção de, pelo menos, US\$ 10 bilhões em recursos privados para fabricação de matéria-prima dos fertilizantes nitrogenados até 2030, e o mesmo valor a cada dez anos até 2050. Quanto aos fertilizantes fosfatados, a meta é aumentar, pelo menos, 2 produtores – de 5 para 7 – até 2030, totalizando 10 agentes até 2040. Já em relação a produção de potássio, a meta é aumentar, pelo menos 5 agentes produtores deste tipo de fertilizantes até 2040, o dobro dos 5 já existentes. Outra meta importante deste objetivo é estimular o setor de produção de fertilizantes orgânicos, organominerais e subprodutos através de incentivos tributários. Para o alcance destas metas viabilizar-se-á leilões das áreas da mineração para fertilizantes fosfatados e, pelo menos, cinco leilões das áreas de mineração para fertilizantes potássicos.

O Objetivo estratégico III possui entre suas metas, atrair investimento para produção de fertilizantes nitrogenados baseados na amônia verde/azul. Visa implementação de, pelo menos, três unidades até 2050. Outra meta é promover a integração da Política Nacional de Gás Natural, bem como a Política Nacional de Hidrogênio no Brasil com a cadeia de fertilizantes, já a partir deste ano, com a implementação, até 2025, de acordos bilaterais para o acesso ao gás da Bolívia e Argentina, assim como ampliar a oferta de matéria-prima para fertilizantes na América do Sul, atendendo a demanda brasileira em, pelo menos, 5% em 2030; 10% em 2040 e 15% em 2050. Para o alcance destas metas promover-se-á ações de intercâmbio de tecnologia e

conhecimento com investimento público estimado em R\$ 20 milhões anuais na expectativa de investimentos privados de R\$ 100 milhões anuais. Com estes investimentos seria possível atingir 100% de adequação aos critérios de ESG das empresas que operam empreendimentos de fertilizantes no país e o incremento da adoção de bioinsumos para melhorar a eficiência de uso de nutrientes nas culturas dependentes de NPK (SAE/PR, 2021).

O quarto Objetivo Estratégico busca propiciar o aumento da oferta de produtos e processos tecnológicos para o aumento da eficiência do uso de fertilizantes e novos insumos. A promoção do aumento da qualidade tecnológica permite minimizar as perdas nas etapas de transporte, armazenamento e aplicação em, pelo menos 10% até 2025, 50% até 2030 e 70% até 2050. Para dar continuidade ao avanço tecnológico é preciso a capacitação do profissional. Assim esse objetivo também visa a promoção de, pelo menos, 150 mestres e 50 doutores especializados em “pesquisa e transformação mineral, tecnologias de novos produtos fosfatados/potássicos, tecnologias para mitigação de impacto ambiental na cadeia de fertilizantes e insumos para a nutrição de plantas e sustentabilidade ambiental em centros de pesquisa referenciados, até 2030” (SAE/PR, 2021). Além de mestres e doutores, promover a formação de 100 especialistas técnicos em centros de pesquisa financiados pelo CNPq e Capes até 2030, aumentando este número em, pelo menos, 25% a cada 5 anos. Estas metas conseguem promover a eficiência agrônômica e o aumento de oferta de novos produtos oriundos das cadeias emergentes em 20% até 2025, 50% para 2030, 100% para 2040 e até 200% para 2050. (SAE/PR, 2021).

Por fim o quinto e último objetivo estratégico, tem como algumas de suas metas buscar o detalhamento do Plano Nacional de Logística 2035, nos Planos Setoriais de Transportes para os modos aquaviários (fluvial e marítimo) e terrestre (rodoviário e ferroviário). Para isso, visa promover a execução de, ao menos, 5 projetos de integração de modais ferroviários, fluviais e/ou marítimos para a produção e distribuição de fertilizantes e insumos, assim como incentivar a cabotagem marítima; a criação de estruturas centrais de armazenamento e distribuição; aumentar a quantidade de terminais de regaseificação de GNL, reduzindo, com isso os custos de transportes (SAE/PR, 2021).

Sem nenhuma dúvida se constata a ambição deste PNF, tanto que especialistas o consideram como uma “obra de ficção gráfica” sem a mínima possibilidade de se cumprir as metas, tal como foram propostas. Para uma melhor compreensão sobre a efetividade deste

Plano, a Revista Brasil Mineral (2021) reuniu especialistas para analisar as propostas apresentadas⁵¹.

É consenso que o PNF não foi elaborado para o enfrentamento da crise atual, uma vez que já estava em elaboração quando deflagrado o conflito no Leste Europeu. Mas mesmo não sendo um Plano para curto prazo, há poucas chances de se obter algum resultado até 2025/2030. Dentre os principais problemas apontados pelos especialistas nessa reunião está a disponibilidade de rochas fosfáticas no Brasil. As jazidas existentes foram desenvolvidas ainda no primeiro Plano, no ano de 1974. Daquela época, até os dias atuais, não foram investidos recursos e pesquisas para descobertas de novas jazidas (BRASIL MINERAL, 2022).

Quanto ao potássio, muito embora haja viabilidade para a implementação da planta do Amazonas, há poucas chances de dar certo devido à localização da jazida. Diferentemente da exploração de Sergipe, cujo cloreto de sódio volta para o mar, no Amazonas, ele deverá ser removido para outros locais. Já no que se refere a produção de fertilizantes nitrogenados haveria plenas condições de aumentar a produção, no entanto, o preço do gás, para industrialização do fertilizante, é de alto custo (BRASIL MINERAL, 2022).

No que tange aos recursos para investimento nas obras, os especialistas observam que no primeiro Plano, em 1974, o próprio Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social (BNDES) participou ativamente no financiamento, o que viabilizou as obras. Já no Plano atual, o maior investimento será da iniciativa privada, a qual não está disposta a imobilizar tamanha vultosa em projetos que levarão de 5 a 8 anos para iniciar a produção. Além do que, as grandes mineradoras não possuem interesse em investir uma vez que já são líderes no mercado mundial com as instalações já alocadas nos países exportadores. Os investidores não consideram lógico um investimento dessa envergadura para fazerem “concorrência” com eles mesmos (BRASIL MINERAL, 2022).

Outro agravante é que as jazidas de fósforo e potássio, localizadas em solo brasileiro, possuem baixo teor, se comparado com o teor obtidos na Rússia, Canadá, Marrocos e Egito, o que eleva ainda mais os custos de produção. Aliando-se a isso, o câmbio do dólar e um ambiente

51 Neste sentido, o diretor executivo do Sindicato Nacional das Indústrias de Matérias-Primas para Fertilizantes Bernardo Silva; Márcio Remédio (diretor de Geologia e Recursos Minerais do SGB-CPRM); Luiz Maurício Azevedo, (presidente da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa Mineral e Mineração); Antenor F. Silva Jr, (membro do Conselho Consultivo da Brasil Mineral) e Francisco Alves (diretor editorial da Brasil Mineral), discutiram, em uma webinar, no dia 17 de março de 2022, os caminhos e possibilidades que o país possui para aumentar a oferta interna de matérias-primas para produção de fertilizantes e a viabilidade das metas estabelecidas pelo PNF. (BRASIL MINERAL, 2022).

regulatório deficitário, concomitante à morosidade nos procedimentos administrativos de licenciamento, acabam por afastar qualquer possibilidade de investimento estrangeiro (BRASIL MINERAL, 2022).

Diante desses empecilhos, os debatedores apontaram algumas alternativas para consecução e viabilidade do plano, pois todos entendem que o país, com a vocação agrícola que possui, não pode ficar à mercê das oscilações do fornecimento do mercado internacional. A seguir, algumas destas alternativas: (I) buscar uma maior inclusão dos produtores, já que são eles que possuem o conhecimento das particularidades de cada solo; (II) dar maior ênfase ao combate ao desperdício dos fertilizantes, que além de fator econômico, acaba por ocasionar a degradação no solo; (III) instituir um ambiente regulatório que proporcione maior segurança e agilidade; (IV) viabilizar parcerias público privada, com o intuito de reduzir o custo do capital imobilizado na fase inicial do projeto; (V) incentivar o uso do calcário agrícola, cujo resultado diminui a dependência do fertilizante; (VI) desenvolver tecnologias para produção do potássio a partir do pré-sal, (VII) fomentar o desenvolvimento de pesquisas, através da EMBRAPA, para viabilizar o uso de remineralizadores, rochagem, condicionadores de solo, os quais estão se mostrando um modelo ecologicamente sustentável, mais econômico, e para tanto, mais eficiente (BRASIL MINERAL, 2022).

Em uma visão ampliada, percebe-se que o PNF deveria ser mais específico, dando mais ênfase às particularidades de cada setor, de cada tipo de solo, uma vez que o país, de tamanho continental, possui um clima com suas especificidades em cada bioma. A depender da região, não comporta o uso de rochagem, devido ao alto custo no transporte, por exemplo. Além disso, cada região possui um perfil de negócio, com produtores enfrentando desafios específicos de produção e comercialização. Regiões que são fortes na criação de aves são compatível com o uso da cama de aviário como alternativa de fertilidade, o que não acontece com as localidades que priorizam a criação de gado de corte. É preciso alcançar uma produtividade inteligente, com tecnologias capazes de proporcionar uma otimização dos processos fisiológicos das plantas e minimização das perdas no manejo. Especificidades como estas não foram abordadas pelo PNF, no entanto, poderão ser implementadas no decorrer dos próximos anos. Também será necessário se esperar um tempo para avaliação da eficácia do plano, uma vez que seu lançamento se deu em função de uma severa crise, então muitas coisas terão de ser aperfeiçoadas para o cumprimento de suas metas.

No entanto, não há dúvidas que um primeiro passo foi estabelecido na busca por uma estratégia de redução da dependência estrangeira dos fertilizantes. O alcance da autossuficiência

nacional por fertilizantes não é tarefa fácil, não se pode levar em consideração somente a crise de escassez vivenciada pela guerra no Leste Europeu. A implementação de novos métodos de produção, capazes de dar um melhor aproveitamento na aplicação dos insumos, com diminuição dos desperdícios e riscos ao meio ambiente e à saúde humana não é uma questão de momento. Trata-se de uma questão de soberania nacional e de segurança alimentar.

3.5 O dilema do custo de oportunidade: a escolha entre a produção nacional versus importação dos fertilizantes NPK

Quando abordado o tema da agricultura sustentável no combate à fome, observou-se que a importação de fertilizantes, pelo Brasil, beira a totalidade do consumido para produção agrícola nacional. Somente 15% dos fertilizantes utilizados são produzidos nacionalmente, muito embora detentor de grandes reservas de gás natural e potássio.

Segundo José Carlos Polidoro, coordenador-geral de Estudos em Desenvolvimento Econômico e Social da SAE/PR “[...] o setor de fertilizantes encolheu 30%, um contrassenso para um país que tem a agricultura, ou o agronegócio, como fundamento em sua economia. E, entre os protagonistas do agronegócio no mundo, o Brasil é o único país que enfrenta esse cenário de dependência passiva de importações (BRASIL MINERAL, 2022, p. 38).

O potássio é um dos mais importantes minerais usados na produção de fertilizantes. Em companhia de o nitrogênio e o fósforo, compões a tríade NPK. Conhecido no setor agrícola como elemento da qualidade e essencial nos processos que sustentam o crescimento das plantas. Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM, 2022), o potássio é um nutriente vital para as culturas alimentares, energéticas, fibras e pastagens. Promove o aumento da produtividade e auxilia no controle de pragas e doenças, além de controlar fatores de qualidade como tamanho, forma, coloração e vigor das plantas.

Segundo levantamento da Agência Nacional de Mineração (ANM), o estado de Sergipe é responsável pela produção de 3% do total de potássio consumido, anualmente, no país. A única fonte produtora de potássio em atividade no Brasil, para uso como fertilizantes, encontra-se em solo sergipano a cargo da Mosaic Company, no complexo Taquari/Vassouras, no município de Rosário do Catete. Contrastante a esta realidade mapeamentos, realizados pela ANM, acusam um potencial de 2,9 bilhões de toneladas do mineral em terras brasileiras, podendo garantir a produção de fertilizantes por até o ano de 2.100.

Segundo este mapeamento, as reservas se encontram distribuídas entre os estados de Minas Gerais, com reservas estimadas em mais de 1,5 bilhões de toneladas; Amazonas, 939 milhões de toneladas, Sergipe, 463 milhões de toneladas e São Paulo com 38 milhões de toneladas (ANM, 2022).

Atualmente o Brasil produz, aproximadamente 500 mil toneladas (ano) de cloreto de potássio para produção de fertilizantes, no entanto a demanda é superior a 11 milhões de toneladas. Segundo Ministério da Economia (2021), no ano de 2020 foram importadas 11,5 milhões de toneladas.

Como já observado, a guerra entre russos e ucranianos potencializou a crise dos fertilizantes, já que houve escassez na oferta para a alta demanda existente. Para mitigação deste problema, ao longo prazo, o Plano Nacional de Fertilizantes traz, como uma de suas metas, “elevar a produção nacional de K_2O a, pelo menos, 2,0 milhões de toneladas até 2030; aumentar para 4,0 milhões de toneladas até 2040; e para 6,0 milhões de toneladas até 2050, em termos de capacidade instalada” (BRASIL MINERAL, 2022).

Na busca da autossuficiência em potássio, busca-se a concretização da exploração de sais de potássio (Silvinita) existentes no estado do Amazonas e Sergipe. No caso do Amazonas⁵², além dos entraves ambientais para que se consiga efetivar a extração do mineral, é uma jazida de difícil exploração logística e de baixa viabilidade econômica. Segundo especialistas do setor, os custos de produção são muito elevados, necessitando práticas de preços superior aos praticados pelo mercado, mesmo em tempos de crise. Atualmente, quem detém a concessão para exploração é a Mineradora Potássio do Brasil (MPB), empresa controlada pela canadense Forbes e Manhattan (IBRAM, 2022).

Mesmo apresentando altos custos, o Projeto Potássio Audazes está em fase de licenciamento ambiental, já possuindo a Licença Prévia (LP), aguardando a Licença de Instalação (LI). O empreendimento conta com uma vida útil de aproximadamente 23 anos, com capacidade de produzir 20% do volume consumido no Brasil quando atingir a produção média anual de 2,4 milhões de toneladas de Cloreto de Potássio. Entretanto, alguns estudos estimam

52 Área Bacia do Amazonas, setor Centro Oeste, Estado do Amazonas e Pará, até o momento, pode-se afirmar a existência de depósitos em Nova Olinda do Norte, Autazes e Itacoatiara, com reservas em torno de 3,2 bilhões de toneladas de minério, além de ocorrências em Silves, São Sebastião do Uatumã, Itapiranga, Faro, Nhamundá e Juruti. Na região de Autazes, o minério pode ser encontrado a profundidades entre 650m a 850m, com teor de 30,7% KCl. Em Nova Olinda, a profundidade varia em torno de 980m e até 1200m, com teor médio de 32,59% KCl (CPRM, 2021).

“[...] um potencial de aumento da capacidade de produção, podendo atingir até 45% nas necessidades brasileiras (IBRAM, 2022).

Já no que diz respeito à exploração de potássio no estado de Sergipe, inicialmente a Cia Vale era detentora da concessão para exploração do potássio. No entanto, em 2017, a companhia vendeu seus direitos de exploração à Mosaic Company, empresa constituída em 2004 pela fusão da multinacional Cargil e a empresa estadunidense IMC Global. A mina foi descoberta no ano de 2010 quando geólogos buscavam por petróleo na região. Houve então uma cizânia entre os municípios de Capela e Japaratuba, diretamente atingidos pelo empreendimento.

A maior parte do mineral, estimado em 480 milhões de toneladas, encontra-se em subsolo capelense, no entanto a cede da mineradora ficará em Japaratuba. Na busca por uma equalização para resolução do conflito, ficou definido que 80% dos recursos fiscais gerados pelo empreendimento pertencerão à Capela e 20% à Japaratuba.

Outros impasses se deram em razão da suspensão do contrato junto à Petrobrás quando da Operação Lava-Jato e em razão da localização da mina. A concentração do mineral se dá dentro dos limites da Unidade de Conservação Refúgio da Vida Silvestre Mata do Junco e de áreas ocupadas por comunidades tradicionais, necessitando a realização de ações para mitigação dos riscos junto a estas comunidades e da população em geral. Assim, está previsto no Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) que:

[...] durante a implantação do empreendimento deverão ser realizadas ações que provocarão modificações na vida das comunidades do entorno da obra. Em virtude disso, serão necessários contatos constantes com representantes dessas comunidades, tomando acessível e público as consequências ambientais e socioeconômicas geradas, possibilitando a participação e envolvimento dos diversos atores sociais. [...] tendo como objetivos facilitar a comunicação entre a empreendedora e a comunidade envolvida; estimular discussões com a comunidade acerca das mudanças trazidas com a implementação do empreendimento; conhecer as expectativas da comunidade em relação ao Projeto Camalita de Sergipe (AMBIENTEC, 2009, p. 512).

Quanto as novas descobertas do mineral em solo mineiro, a reserva de potássio silicato, também sem exploração, até o presente momento, poderiam tornar o Brasil, inclusive, em exportador do excedente para América do Sul (BRASIL MINERAL, 2022).

Muito embora haja a intensão de instalação de tamanhos empreendimento, de certeza é que todos os projetos se encontram suspensos, sem previsão de início das obras. Este fato causa preocupação, uma vez que as reservas de silvinita estão se esgotando e, portanto, deixando o Brasil 100% dependente das importações deste mineral. Em nota divulgada em maio deste ano,

o Ministério de Minas e Energia (MME) salienta a necessidade de uma reavaliação dos projetos uma vez que:

As reservas de silvinita estão no final da vida lavrável, portanto, caso esse novo fronte não entre em operação o Brasil estará 100% dependente das importações. Os depósitos da Bacia do Amazonas estão posicionados estrategicamente e bem servidos pelas hidrovias e pode entregar produtos mais baratos no Centro-Oeste (Cerrado) brasileiro, enquanto Sergipe tem a facilidade de entrega na região de MATOPIBA que é uma nova fronteira agrícola. Nestas regiões estão incluídas grandes áreas produtoras de soja, onde o consumo de potássio é maior do que em outras culturas. Representa cerca de 50% da produção agrícola do Brasil. A Potássio do Brasil tem uma Vantagem de Custo Logístico Substancial e Sustentável em condições adversas, pois o Potássio importado majoritariamente proveniente do Canadá e Rússia, viaja 17.000 a 20.000 quilômetros de trem, navio e caminhão até chegar aos misturadores brasileiros (MAPA, 2022).

Na questão dos custos, há uma vantagem de aproximadamente US\$ 80,00 a tonelada em relação aos produtores canadenses e russos, além da menor emissão de poluentes na atmosfera, estimada em 508.000tpa, segundo dados divulgados pelo MME (2022).

Segundo técnicos do setor, em seminário realizado pela Revista Brasil Mineral (2022), foram levantados alguns problemas para a efetividade da exploração dos fertilizantes no Brasil. Quanto ao potássio, os principais problemas consistem na oferta internacional; e no oligopólio existente. Para o presidente da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa Mineral (ABPM), Luís Maurício Azevedo, o fato de poucas empresas concentrarem a produção de potássio, inviabiliza um investimento de vultosa monta no país, como é o caso da Mosaic. Com uma produção internacional capaz de suprir a demanda mundial, as companhias não vislumbram vantagem para a implementação de mais um parque industrial, uma vez que abastecem o mercado com as fábricas já em funcionamento.

Outro cenário levantado pelo então conselheiro da Brasil Mineral, Antenor F. Silva Jr, é que mesmo sendo viável o projeto de Autazes na Amazônia, é um projeto de longo prazo devido ao método de exploração utilizado e ao conflito de áreas existentes. Estes aspectos tornam o projeto difícil de ser concretizado, ainda mais se considerado o elevado custo de implementação do empreendimento. Mas, o principal fator desabonador, é o excesso de produção no mundo; “hoje consumimos de 70% a 80% da capacidade mundial, cuja produção está concentrada na Rússia”. O conselheiro está se referindo a oferta internacional do potássio.

A este revés, neste último ano foram solicitados 50 pedidos de pesquisa e exploração de potássio em terras brasileiras. Fato curioso é que estes pedidos não estão sendo feitos por gigantes do setor, mas sim, empresários do setor agrícola e até, por “especuladores de plantão”. Segundo divulgado pela Agência Nacional de Petróleo (ANP), este número é três vezes maior

que a média anual da última década, mas se explica devido ao fato da crise dos fertilizantes provocadas pelo conflito no Leste Europeu (ANP, 2022).

Luís Mauricio Azevedo chama a atenção para as características das jazidas, as quais determinam o perfil dos empreendedores. As minas do Amazonas e Sergipe são rochas com maior concentração do mineral, localizadas a uma profundidade de 800 a 1200 metros. São áreas profundas e de grande complexidade, o que exige maiores investimentos, os quais são suportados pelas grandes mineradoras. Já as áreas onde são encontradas rochas na superfície, com menor teor do mineral do que as rochas de grandes profundidades, no entanto, como bem lembra Luís Mauricio Azevedo “é uma opção mais barata e rápida, apesar de menor teor. Talvez seja o caminho mais recomendável neste momento porque os demais projetos levam, pelo menos, cinco anos para se viabilizarem” (UNIÃO NACIONAL DA BIOENERGIA, 2022, n.p.). Este tipo de exploração justifica empresas com menor aporte financeiro buscar o licenciamento para exploração.

Quanto aos fertilizantes nitrogenados, como já mencionado anteriormente, estes insumos são formulados a partir da amônia anidra, a qual é constituída de ar e gás natural. Em um primeiro momento, não haveria problema quanto ao abastecimento do mercado interno, uma vez que o Brasil é “produtor” de gás natural, não dependendo do fornecimento externo. No entanto, o problema reside nos custos de produção. O gás brasileiro pode custar até três vezes mais do que o gás importado. O custo por Milhão de BTUs no Brasil é, em média US\$ 12,00; em contrapartida, o custo médio do gás oriundo do Canadá e Estados Unidos é de US\$ 4,50. Ou seja, economicamente, é muito mais viável a importação o gás natural do que a extração nacional (MME, 2021).

É importante destacar que estes preços são os praticados em tempos de “normalidade”. Atualmente, com a crise energética, principalmente da Europa, o preço do gás natural para indústria está sendo comercializado acima de US\$ 50, 60 por milhão de BTUs. Ou seja, mais de 10 vezes superior ao preço comercializado no início de 2021 (UNIÃO NACIONAL DA BIOENERGIA, 2022).

Já no que concerne aos fosfatados, este tipo de fertilizante é de vital importância para a fotossíntese da planta. O fósforo, assim como, o potássio e o nitrogênio, são matéria-prima utilizada na produção de fertilizantes e não se tem notícias de substituto para o fósforo na agricultura, sendo estratégico para os países produtores de alimentos, assim como o Brasil, o qual importa 55% dos fertilizantes fosfatados (SGBO – CPRM, 2022).

A produção de fosfatados no Brasil é agravada pelo fato de que cerca de 80% das jazidas naturais são de baixo teor de P_2O_5 , enquanto que em termos mundiais o percentual está em torno de 17% (SOUZA e FONSECA 2001, p. 01).

Outro problema nas versões comerciais para fertilizantes fosfatadas é a inclusão, na sua composição, do enxofre e/ou ácido sulfúrico, macronutrientes essenciais para as plantas. A produção brasileira responde por apenas 20% do consumido, sendo necessária a importação de 2,2Mt (ANM, 2019).

Algumas alternativas estão sendo adotadas para redução da dependência estrangeira. O presidente do Serviço Geológico Brasileiro (SGB-CPRM), Márcio José Remédio, quando da implementação do PNF, em declaração à Sociedade Nacional de Agricultura (SNA) (2021), diz ter boas expectativas com relação aos três cenários traçados pelo SGB para reduzir a dependência internacional de fósforo. No primeiro cenário, considerando a manutenção do ritmo de crescimento da capacidade produtiva, sem crescimento, o déficit de produção poderia cair de 56,20% para 47,20% até 2050. Em segundo cenário, com admissão de expansão na produção a partir de 2035, mas com a evolução atrelada apenas aos projetos já existentes, a dependência de importação cairia para 34,30 até 2050. A terceira possibilidade inclui um aumento de novos empreendimentos e descobertas, reduzindo para 24,50% a dependência da importação de fosfato (SNA, 2022).

Outras alternativas também estão em fase de desenvolvimento, como por exemplo o composto, denominado de “estruvita-polissulfeto (St/PS). Segundo divulgado pela EMBRAPA (2022) este fertilizante está sendo testado na cultura da soja, utilizando-se de enxofre, rejeito da indústria de petróleo, para liberação de uma fonte natural de fósforo, oriunda de resíduos urbanos. O produto tem se destacado como um potencial redutor na dependência estrangeira dos fertilizantes fosfatados, apresentando bons resultados (EMBRAPA, 2022).

É inegável a necessidade do uso de fertilizantes para a produção das culturas agrícolas. A produtividade das plantas depende do uso correto e das melhorias tecnológicas a serem desenvolvidas. Diante disso, um país produtor de alimentos, como é o caso do Brasil, não pode ficar, à mercê da própria sorte, dependente da produção estrangeira.

Mesmo em alguns casos, sendo mais escassos o mineral, como é o caso do fósforo, percebe-se que o solo brasileiro possui jazidas em número suficiente para diminuição, substancial, da dependência estrangeira no que tange à produção dos fertilizantes que compõem a tríade NPK.

Os custos suportados pelo setor agrícola são, inegavelmente altos, diante da responsabilidade que exercem. De um lado, tendo de alimentar bilhões de pessoas, de outro, tendo de avançar em técnicas e tecnologias para obter uma agricultura menos poluente e ainda de forma a alcançar a todos os produtores.

Nesse sentido, mesmo sendo o PNF imperfeito, ele propicia o incentivo ao uso de fertilizantes alternativos, o que por si só, contribuiria para a diminuição da dependência estrangeira do insumo. Porém, é preciso se ter em mente que a dependência de fertilizantes estrangeiros é só mais um elo da “corrente de problemas” que vem se enfrentando para garantia da segurança alimentar. É preciso uma mudança de paradigma nas políticas agrícolas, que pode se dar com a implementação de novas tecnologias, incentivo à agricultura local, melhor aproveitamento dos insumos, diminuição dos desperdícios e dos riscos ao meio ambiente e saúde humana.

Em suma, é correto afirmar a urgente necessidade do Brasil em ser autossuficiente no que diz respeito aos fertilizantes. Não é somente uma questão de custo de produção, é uma questão de segurança alimentar. A guerra no Leste Europeu só fez antecipar um cenário que logo mais iria se apresentar. Um país que possui o comércio exterior calcado na exportação das *commodities* agrícolas, não pode se permitir “ficar nas mãos” de países estrangeiros.

Sem dúvidas, o Brasil possui uma grande quantidade de minerais que pode suprir a demanda nacional, mas antes mesmo de explorar novas jazidas, é preciso criar alternativas, que sejam mais baratas e ecológicas, proporcionando o acesso a todos os agricultores, sejam eles do sistema industrial, sejam eles no sistema da agricultura familiar. Gerar novas perspectivas de aumento da fertilidade para as plantas é um caminho sem volta, independentemente do cenário geopolítico ou pandêmico. Somente com uma produção eficiente, de baixo custo, de baixo carbono, que se possibilitará reverter o quadro de miséria e fome de milhões de indivíduos.

4 A TRAJETÓRIA NO AVANÇO DA SUSTENTABILIDADE DO SETOR AGROPECUÁRIO PARA O ALCANCE DA SEGURANÇA ALIMENTAR MUNDIAL

O alcance da segurança alimentar e nutricional global inclui desafios complexos diante de uma população e urbanização que só fazem aumentar, ocasionando maior pressão sobre o ambiente, acelerando as mudanças climáticas e o aumento nos custos socioambientais e econômicos. Porém, mecanismos podem ser adotados para mitigação desses problemas, resultando em uma produção mais eficiente e eficaz

O setor agropecuário é, sem nenhuma dúvida, um dos principais alvos dos debates ambientalistas. Isto porque demandas grandes áreas de terra para cultivo; grande quantidade de água, e por gerar toneladas de gases de efeito estufa (GEE), tanto na produção e uso de fertilizantes, como na criação de animais. Assim, as inovações técnicas, com o auxílio da tecnologia; o uso adequado e racional de insumos com combate aos desperdícios, tanto de insumos como de alimentos, propriamente ditos e o incentivo à agricultura local são alguns dos instrumentos capazes de reduzir os custos de produção, a dependência estrangeira na importação de insumos e sementes, e assim, garantir a equalização na distribuição de alimentos mais saudáveis à população.

Para tanto, neste último capítulo, buscar-se-á apresentar algumas alternativas que estão sendo viabilizadas para proporcionar sistemas alimentares sustentáveis, com o desenvolvimento de uma “agroecologia”, capaz de conceber técnicas e inovações tecnológicas, aptas a melhorarem a quantidade e a qualidade dos alimentos, com menores custos socioeconômicos e ambientais, proporcionando a alimentação segura e nutricional para esta e as próximas gerações, conforme preconizado na Agenda 2030.

4.1 Autossuficiência em fertilizantes: fator essencial à segurança alimentar

No decorrer da tese ficou evidenciado a necessidade da implementação de um sistema que consiga conciliar a produção de alimentos com a eficiência no uso dos insumos. Tal prática visa minimizar a pegada deixada pelo setor agropecuário no meio ambiente, a dependência estrangeira e a minimização dos custos de produção.

Existem correntes de pesquisas divergentes. Assim como há quem defenda uma agricultura convencional, com uso intensivo de fertilizantes e pesticidas, há, também, quem defenda uma agricultura alternativa, com baixo uso de insumos e menor produção de GEE. Contudo, ambas se assemelham quanto às recomendações sobre o uso de fertilizantes, uma vez que estes são imprescindíveis para o crescimento e desenvolvimento da planta.

O Brasil consome 8% da produção mundial de fertilizantes, ocupando a quarta posição dentre os maiores consumidores como a China, Índia e Estados Unidos. Mas, a diferença entre o Brasil e os demais países é que esses são produtores, fabricantes de fertilizantes, enquanto que no Brasil, por ora, paira a escassez do produto, sendo necessário a importação de 85% das fontes de nutrientes usadas nas lavouras brasileiras (EMBRAPA, 2022).

Somando-se à escassez, a inadequação tecnológica acarreta grandes perdas nas quantidades de nutrientes aplicados via fertilizantes, fazendo com que a eficiência do uso desses insumos na agricultura brasileira esteja ainda muito abaixo do desejável: entre 40 a 50% para nitrogênio, de 20 a 30% para fósforo e 70% para o potássio (EMBRAPA, 2022).

A tecnologia pode ser uma grande parceira no combate ao desperdício de fertilizantes, assim como no desenvolvimento de novos insumos que consigam aumentar a produção nacional, diminuindo a escassez e, conseqüentemente, reduzindo a dependência externa. Para o enfrentamento de tamanho desafio é imperioso a implementação de políticas que possibilitem o incremento da competitividade da produção e da distribuição de fertilizantes, de forma sustentável.

O PNF 2050/SAE/PR (2021) ressalta a importância de tais ações, as quais são reconhecidas por toda comunidade produtiva, uma vez que desde a década de 1980 não houveram políticas adequadas para o setor, o que desencadeou a externalização dos recursos, tendo como consequência a extrema dependência dos fertilizantes estrangeiros; a evasão de bilhões de dólares nos últimos 40 anos, deixado de gerar emprego e renda dentro do país. Também é urgente a implementação dessas políticas, uma vez que não há dúvida de que a eficiência não será alcançada em uma só vez, nem de uma vez por todas. Ela será alcançada paulatinamente ao longo do tempo e o Brasil carece de celeridade no setor.

4.1.1 Perdas e desperdício em contraponto à segurança alimentar

Anteriormente foi verificado que para o bom desenvolvimento da planta se faz necessário o uso de fertilizantes, os quais permitem a disponibilização de nutrientes essenciais à produtividade do vegetal. No entanto, assim como a falta, o uso excessivo desse insumo pode ocasionar limitações na produção, baixa qualidade do produto e contaminação do solo, ocasionando problemas de saúde aos seres vivos.

Estudos indicam que, aproximadamente, 40% dos fertilizantes aplicados são perdidos. Isso se deve, além das condições naturais do solo, a falta de informação, estrutura e má utilização do produto pelo produtor, o qual, como já mencionado, em muitas ocasiões escolhe o tipo de fertilizante em função do preço e não pelas qualidades técnicas do produto (BRASIL MINERAL, 2022).

Essa perda vem de encontro ao ODS 12, o qual busca assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis, cuja meta 3 é “alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente” (IPEA, 2019).

Além da adubação ineficiente, outros fatores contribuem para a perda da produção, como a escolha inapropriada da variedade; plantio em local errado; utilização equivocada de agrotóxicos; mau armazenamento; transporte e logística inadequados. Assim, para modificar este cenário, vem sendo desenvolvidas ações, pela Rede FertBrasil, liderada pela EMBRAPA, em parceria com o setor privado, as quais possuem “em seus pilares o aumento da eficiência agrônômica de fertilizantes; a descoberta de novas fontes de nutriente na agricultura; e a sustentabilidade ambiental no setor” (PNF 2050 – SAE/PR, 2021, p. 16).

Nesse sentido, a EMBRAPA vem desenvolvendo algumas soluções tecnológicas para otimizar a produção nacional como por exemplo, o melhoramento do solo e o uso de boas práticas para o alcance de alta produtividade na agropecuária brasileira, assim como na diminuição da dependência de importações de fertilizantes.

Em um primeiro momento, é de fundamental importância a avaliação da fertilidade da área a ser cultivada. Através dela, é possível o monitoramento nas falhas do solo, possibilitando

o mapeamento para aplicação correta, projetando uma melhor disponibilidade do produto, conforme a quantidade necessária.

A interpretação dos resultados das análises do solo torna possível a realização de manejos químicos de maneira eficiente e econômica. “Associadas às análises físicas (densidade, textura do solo, por exemplo), com as análises biológicas (atividades de enzimas) mais acessíveis atualmente é possível realizar um diagnóstico completo e muito informativo do solo” (EMBRAPA, 2022, n.p.).

A análise do solo evita o uso indevido de fertilizantes colaborando para o combate ao desperdício e assim, diminuir os custos econômicos e ambientais uma vez que o uso indevido de fertilizantes acaba por torná-los um poluente perigoso, contaminando os lençóis freáticos, a própria planta e consequentemente, animais e seres humanos⁵³.

Outra proposta para reduzir o potencial de perda e o impacto ambiental são os fertilizantes de eficiência aumentada, os quais liberam os nutrientes mais lentamente que os fertilizantes comuns “atrasando a solubilização dos nutrientes, em comparação com as fontes tradicionais. Esses novos insumos podem aumentar a eficácia do uso dos nutrientes, reduzindo perdas por lixiviação (N e K), volatilização (N), desnitrificação (N) e fixação (P)”. Isso faz com que haja um aumento da absorção pelas plantas por meio gradual e de acordo com a demanda da cultura (EMBRAPA, 2022, n.p.).

A agricultura de precisão (AP) é outra aliada na busca pela melhoria da eficiência e uso de fertilizantes. O uso da AP está sendo utilizada como terapia de solo georreferenciada para aplicação de insumos à taxa variável na área de plantio, reduzindo o volume aplicado.

A AP tem início na coleta dos dados, análises e interpretação de informações, geração das recomendações para intervenção no campo e na colheita, é uma cadeia de conhecimentos, unindo máquinas, equipamentos, sensores com as tecnologias de informação para apoiar a gestão agropecuária. Por isso a geração de mapas temáticos é essencial para definir as estratégias de gerenciamento mais eficientes, em especial, o uso racional de insumos (EMBRAPA, 2022, n.p.).

53 O United Nations Environment Programme, em uma reportagem de novembro de 2020 traz dados da Plataforma Intergovernamental de Política Científica sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES), segundo a qual, o escoamento de nutrientes de fazendas que utilizam fertilizantes sintéticos têm afetado negativamente os ecossistemas terrestres a água doce e os habitats marinhos, os quais foram os mais atingidos, com florações recorrentes de algas, como no Lago Erie, e “zonas mortas” sem vida aquática, como no Golfo do México. Estas mudanças se deram, em grande parte, pelo uso indevido dos fertilizantes nitrogenados. Dados apontam que nos últimos 100 anos dobrou a quantidade de compostos nitrogenados na água, no solo e no ar, principalmente pelo uso generalizado de fertilizantes sintéticos (UNEP, 2020).

Mas para ser efetivamente uma grande aliada ao aumento de eficiência, o acesso à AP necessita ter seus custos reduzidos. Assim, se faz necessários novos métodos, a custos acessíveis, no desenvolvimento de sensores e equipamentos, para que, somado a o avanço da internet, big data, computação em nuvem e inteligência artificial (IA), trabalhando com a integração de interface e tecnologias, possa englobar a AP com os sistemas de informação de gestão na agricultura tornando-a acessível a um maior número de produtores. (EMBRAPA, 2022, n.p.)

Outra prática que colabora com o combate ao desperdício no uso de fertilizantes e aumento na produtividade são os sistemas de integração lavoura-pecuária e floresta (iLPF). Opção de agricultura conservacionista que viabiliza a recuperação de áreas de pastagem degradadas. A adoção dessas práticas “aumenta a entrada de matéria orgânica no solo e altera suas taxas de força, favorecendo a agregação das partículas e promovendo a estrutura do solo” (EMBRAPA, 2022, n.p.).

A rotação de culturas e a cobertura do solo acabam por reter a água, regulando a temperatura, estimulando a atividade biológica. Assim, com a redução da perturbação do solo e preservação da sua estrutura, aumentam os poros condutores de água e, como consequência, há o aumento da capacidade de retenção de água e disponibilidade de nutrientes para as plantas. Pois “[...] o aumento da quantidade de matéria orgânica do solo (MOS) leva também a menor emissão de gases de efeito estufa (principalmente CO₂, CH₄, N₂O) para atmosfera e redução do aquecimento global” (EMBRAPA, 2022, n.p.)

Todas essas técnicas são válidas para a redução do uso de fertilizante, mas por si só, não conseguem alcançar a autossuficiência deste insumo, tão pouco garantia à segurança alimentar. Mais do que o combate às perdas na produção, faz-se necessário o combate ao desperdício de alimento. Estes ocasionados, deliberadamente, pela ação humana.

O combate ao desperdício de alimentos também se encontra dentro das metas do ODS 12, que visa “[...] até 2030, reduzir pela metade o desperdício de alimentos per capita mundial, nos níveis de varejo e do consumidor, e reduzir as perdas de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo as perdas pós-colheita” (IPEA, 2019, n.p.).

Desde o plantio até o consumidor ocorrem perdas e desperdícios de alimentos por falta de informação, estrutura e má utilização do consumidor. Enquanto as perdas estão relacionadas ao sistema produtivo, o desperdício está atrelado ao processo da comercialização e utilização do alimento pelo consumidor final. Como exemplo, tem-se produtos sem padrão comercial;

data de validade vencida; grande quantidade de sobras de alimentos. Ou seja, esse desperdício é intencional, o consumidor tem ciência de jogar fora o alimento (FREIRE, 2017).

Nos países ricos, o essencial das perdas acontece no “final da cadeia produtiva”; a distribuição rejeita uma parte dos produtos em função de sua má aparência e aplica importantes margens de segurança nas datas de vencimento do produto de consumo. Perdas consideráveis acontecem, igualmente, nos restaurantes coletivos e nas cozinhas particulares (MORIN, 2013, p. 291).

De acordo com o divulgado pela ONU (2022), estima-se que 931 milhões de toneladas, ou 17% da produção global de alimentos apropriados para consumo é desperdiçada. Deste percentual, 5% refere-se aos bares e restaurantes; 2% ao varejo de alimentos e 10% pelos lares mundo afora.

No Brasil não se tem uma metodologia adequada para se estabelecer, com precisão, o quanto de alimentos é perdido ao longo da cadeia produtiva. Então fica difícil mensurar o quanto se deve reduzir, já que a meta é diminuir em 50% o desperdício de alimentos. De certeza é que, ao se reduzir o desperdício “[...] economizamos energia, água, insumos, mão de obra, adubo, fertilizantes, emissão de gás e uma série de outros fatores que vão afetar de forma positiva toda a sociedade” (FREIRE, 2017, n.p.).

O combate às perdas de nutrientes através das novas técnicas propostas para o uso dos fertilizantes, somado ao combate ao desperdício de alimentos não suprirão a condição da fome⁵⁴ no país, no entanto, é possível diminuir o grupo de pessoas com insegurança alimentar no Brasil, com uma menor produção de alimentos.

4.1.2 Cadeias emergentes de fertilizantes na busca pela autossuficiência

Estratégias para o alcance da autossuficiência na produção de fertilizantes nunca estiveram tão presentes no cenário nacional como agora. A escassez de fertilizantes coloca o setor agrícola em uma situação de grande vulnerabilidade, tendo a dependência externa como o calcanhar de Aquiles do agronegócio brasileiro, o qual responde por quase 30% do PIB nacional e 26% do total de empregos no país (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2022).

54 A condição da fome não está atrelada, unicamente à produção, mas também a causas econômicas (pobreza, miséria), regionais ou locais (insuficiência de recursos de subsistência) e, por vezes (razões psicológicas (anorexia) ou culturais (tabus alimentares) (MORIN, 2013, p. 290).

Não resta dúvidas que ser eficiente no uso dos fertilizantes é de suma importância, mas não resolve o problema da escassez. Para se alcançar a autossuficiência, além de diminuir as perdas, se faz necessário o aproveitamento sustentável dos recursos existentes em solo brasileiro.

No capítulo anterior foi apresentado algumas propostas para extração de potássio das jazidas de Sergipe e Amazonas, as quais já possuem estudos para implementação e, mais recentemente descoberta, a reserva de Minas Gerais.

Muito embora está se dando ênfase à extração em solo amazonense, que além do potássio pretende produzir sulfato de amônia e ureia (Ministério da Economia, 2022), esse projeto possui um custo econômico e ambiental muito elevado. Segundo disposição no Relatório de Impacto Ambiental do Projeto Autazes, será usada a tecnologia de lavra convencional, ou seja, realizada por equipamentos que escavam a rocha. O transporte de equipamentos, pessoas e materiais é realizado a partir de poços de acesso (“shafts”) (GOLDEM ASSOCIATES, 2015, p. 16).

Outro problema é os rejeitos, os quais serão produzidos, ao longo dos 31 anos de exploração da mina, 227 milhões de toneladas de material, sendo 1/3 de cloreto de potássio e os 2/3 restantes são rejeitos de cloreto de sódio e materiais insolúveis. Se armazenados, será necessária uma área superior a 200 hectares. Já se transformada em pasta, será devolvida para o interior da mina subterrânea, a qual ocupará os espaços vazios criados pela retirada das rochas. Mas, mesmo assim, sobrarão 10% de rejeito que deverá ser estocado em superfície, necessitando de aproximadamente 20 hectares de solo para depósito de rejeito (GOLDEM ASSOCIATES, 2015, p. 18).

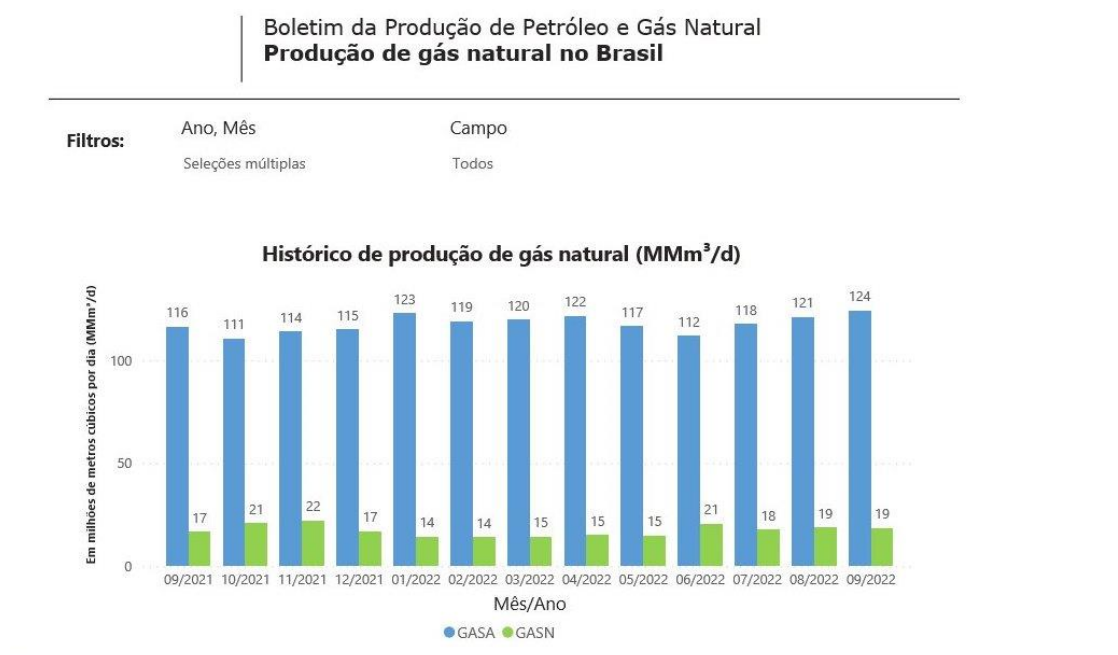
Já o empreendimento da Mosaic, no estado de Sergipe, conta com uma tecnologia menos dispendiosa, tanto em termos econômicos como ambientais. Segundo o EIA/RIMA Carnalita, a extração da rocha se dará mediante o processo *solution mining*, o qual consiste na instalação de poços de injeção e extração de água. A água injetada dissolve os sais e é recuperada por meio de um poço tubular. A água captada do mar será levada até a usina de beneficiamento e utilizada para injeção nos poços e retornará para disposição no mar via salmouraduto (AMBIENTEC CONSULTORIA, 2009, p. 89). Mesmo sendo um projeto mais viável ao de Autazes, a Mosaic não tem demonstrado ânimo em levá-lo adiante em razão de que a demanda já vem sendo atendida.

Aliado à urgência de uma solução do abastecimento, se faz necessário buscar alternativas que supram, a curto prazo, os fertilizantes tradicionalmente importados. Assim, algumas alternativas estão sendo colocadas em prática para a produção dos fertilizantes da tríade NPK. No que tange aos fertilizantes nitrogenados, o Brasil possui grandes reservas de petróleo e gás, cabendo ressaltar que o estado de Sergipe se destaca novamente, por possuir reservas de óleo e gás em águas profundas.

Para exploração das reservas, a Petrobras lançou um projeto para instalação de plataformas flutuantes no litoral sergipano, com previsão para entrada em operação no ano de 2026, com a capacidade de escoamento de 8 milhões de m³/dia de gás natural. A empresa declarou a comercialidade destas descobertas no final do ano de 2021, nas concessões BM-SEAL-4 e BM-SEAL-11. Os novos campos foram batizados como Budião, Budião Noroeste, Budião Sudeste, Palombeta, Cavala, Agulhinha e Agulhinha Oeste (PETROBRAS, 2021).

No entanto, mesmo sem esta produção estimada pela Petrobras, o Brasil produziu em média 128 Mm³/d (milhões de metros cúbicos por dia), consoantes os dados disponibilizados pela Agência Nacional do Petróleo (ANP), no período de setembro de 2021 a setembro de 2022, conforme demonstrado na figura abaixo.

Figura 11 - Comparativo produção de hidrocarbonetos 09/2021 a 09/2022



Fonte: ANP Boletim Out/2022.

Há alguns anos, por uma visão meramente econômica e de curto prazo, foram encerradas as atividades das fábricas de fertilizantes nitrogenados (FAFEN) de Sergipe, Bahia e Paraná, as

quais produziam parte relevante dos nitrogenados utilizados na produção agrícola nacional. Segundo Sauer (2022), as três fábricas foram fechadas por não fazer sentido importar gás natural para regaseificá-lo e posteriormente convertê-lo em amônia. A importação do gás e da amônia era muito mais viável economicamente (JORNAL DA USP, 2022, n.p.).

No entanto, depois da descoberta do pré-sal Sauer (2022) argumenta que “[...] há uma grande quantidade de gás disponível, não faz mais sentido que não se tivesse criado um plano estratégico para produzir fertilizantes nitrogenados a partir das imensas quantidades de gás naturais disponíveis (JORNAL DA USP 2022, n.p.). Esta produção de gás natural, que vem em uma ascendência gradual, permitiria que, a médio prazo, o Brasil fosse autossuficiente na fabricação de fertilizantes nitrogenados, no entanto, os custos de produção não viabilizam este cenário, conforme salienta Pavinato (2022).

Mesmo diante deste cenário, o Brasil vem adotando uma tímida política de autossuficiência. Em agosto de 2021 foi reaberta a fábrica de fertilizantes em Laranjeiras/S.E. A antiga FAFEN foi arrendada à empresa Unigel, a qual suprirá 20% da demanda de nitrogenados consumidos internamente. Segundo boletim publicado pela União Nacional da Bioenergia (2021, n.p.) a empresa é

[...] considerada uma das maiores petroquímicas do País, desde maio deste ano a Unigel produz amônia e ureia. Com uma capacidade de produção anual de 650 mil toneladas de ureia, 450 mil toneladas de amônia e 320 mil toneladas de sulfato de amônio, a fábrica, situada no município de Laranjeiras, se torna a maior produtora nacional de fertilizantes nitrogenados. Somada à fábrica da Bahia, a expectativa é que a produção consiga suprir 20% da demanda nacional dos fertilizantes nitrogenados.

Muito embora seja uma alternativa para suprir a demanda neste momento de crise, é preciso lembrar que são necessárias alternativas para a redução ou substituição das adubações nitrogenadas, devido ao seu alto índice de emissão de GEE. Também pode ser incentivado o uso de fertilizantes orgânicos (definidos como produto de natureza fundamentalmente orgânica, a partir de matérias-primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal) enriquecido ou não de nutriente minerais. Quando acontecer a combinação de fertilizantes minerais e orgânicos, tem-se os chamados fertilizantes organominerais. A matéria-prima desse tipo de fertilizante se caracteriza como subprodutos de outras atividades, correspondendo uma alternativa na destinação de reuso desses subprodutos, gerando ganhos ambientais e econômicos (PNF 2050, SAE/PR).

O aproveitamento de subprodutos com potencial de uso agrícola como fertilizantes é uma estratégia que resulta em mais uma fonte de nutrientes para a agricultura e atende às novas demandas de mercados mundiais relacionadas à sustentabilidade ambiental, sendo prática comum em diversos países. A utilização de fertilizante obtido a partir de subprodutos, ou com esses na sua composição, atende plenamente aos princípios

da economia circular, tem forte alinhamento com a agricultura de baixo carbono (reduz a pressão ambiental por fontes não renováveis de nutrientes e há possibilidade de estabilização de parte do carbono na matriz orgânica no solo) e favorece os resultados da avaliação de ciclo de vida (as emissões ocorridas na sua geração não são contabilizadas) (PNF 2050, SAE/PR, p. 61).

Via de regra, os subprodutos com potencial de aproveitamento na agricultura são oriundos do consumo e descarte de resíduos orgânicos gerados pelo próprio agronegócio, pela população urbana e pela atividade de exploração mineral. Daí a importância de políticas públicas que incentivem a reciclagem de resíduos, seja em termos de linhas de financiamentos com baixa taxa de juros, ou pela redução de impostos na atividade (PNF 2050 SAE/PR).

Dentro do tipo de fertilizantes orgânicos destinados à nutrição vegetal encontram-se o mercado dos bioinsumos, e do biocontrole, os quais encontram-se em ascensão, principalmente na Europa, América do Norte e Ásia-Pacífico devido as maiores taxas de crescimento e as maiores ofertas do produto. O que favorece o crescimento do mercado desses tipos de fertilizante é a expansão da agricultura orgânica e a forte opinião da sociedade (PNF 2050 SAE/PR).

Alternativa proposta pelo PNF é o uso dos biofertilizantes. De maneira geral esse produto é composto de moléculas naturais, as quais melhoram a saúde e nutrição da planta, aumentando a eficiência do uso de nutrientes. No Brasil o mercado de biofertilizantes ainda é pouco consolidado. Muito embora haja diversos estudos apontando para a possibilidade de novos produtos com base nos microrganismos, a inovação tecnológica no setor tem se apresentado lenta, assim como a sua regulação. No entanto

[...] temas como o uso de consórcios microbianos multifuncionais, veiculação de microrganismos em fertilizantes, em compostos orgânicos ou em organominerais e tratamento de sementes na indústria estão entre as tendências pontadas por consultorias especializadas e pela literatura científica, como forma de dar suporte à inovação tecnológica do setor nos próximos anos (PNF 2050 SAE/PR, p. 63).

A nanotecnologia é outra aliada na modificação dos materiais, incluindo fertilizantes. Este tipo de tecnologia acaba sendo aplicada às práticas agrícolas quando da utilização das nanopartículas fertilizantes ou por nanoestruturas que carregam o nutriente, controlando sua liberação. Dentre as oportunidades ofertadas pelo uso da nanotecnologia pode-se citar o aumento da eficiência dos fertilizantes minerais e novas tecnologias como os organominerais; redução na quantidade de fertilizantes químicos e um aumento na demanda por nanofertilizantes nos próximos anos (PNF 2050, SAE/PR).

Todas estas alternativas apresentadas ainda ficam atreladas às empresas com sede no estrangeiro, em sua maioria nos Estados Unidos, Europa, China e Índia. Muito embora se abre

um leque de maior escolha, não traz a autossuficiência a curto prazo, uma vez que muitas dessas empresas estão se instalando no país gradativamente devida falta de inovação tecnológica e falta de regulamentação (PNF 2050, SAE/PR).

Então, uma alternativa para diminuir a dependência estrangeira encontra-se nos remineralizadores (REM), os quais derivam de “[...] rochas silicáticas cominuídas, abundantes, ricas em bases e minerais primários frescos, com potencial para serem intemperizados no solo agrícola na escala do tempo agrônômica, melhorando a qualidade do solo e fornecendo nutrientes para a microbiota e às plantas cultivadas” (PNF 2050, SAE/PR, 2021, p. 64).

Por ser um fertilizante de liberação lenta são próprios para o cultivo em países de clima temperado, em nichos de mercados, como na produção orgânica e agricultura regenerativa. O Brasil é o país que mais desenvolve estudos para esse tipo de insumo, assim como é o único país que possui uma regulamentação para registro, comercialização e fiscalização dos REM. Nas condições tropicais, como a do Brasil, em conjunto com outros insumos e manejos de intensificação biológica, os REM podem contribuir para aumentar a produtividade agrícola⁵⁵ (PNF 2050 SAE/PR, 2021)

Os REM, muito embora caracterizados pela regionalidade⁵⁶, apresentam um elevado potencial para aumentar a eficiência do manejo da fertilidade e nutrição das plantas cultivadas. Estudos sobre os REM tem apresentado viabilidade técnica como fonte de K, Ca e Mg, com aumento de pH e da CTC do solo, e no desenvolvimento das plantas, proporcionando efeitos compatíveis com a fonte solúvel de K (SOUZA *et al*, 2017, p. 10)

Todas estas alternativas apresentadas representam importante oportunidade para se buscar a diminuição da dependência nacional por insumos importados no atual cenário do mercado de fertilizantes no Brasil. O fortalecimento dessas iniciativas viabiliza o uso de

55 Apesar do conhecimento geológico amplo, ainda carecem de estudos para prospecção e quantificação de materiais que podem ser transformados em REM, assim como as pesquisas agrônômicas a campo de longo prazo. Parte desses insumos podem ser provenientes de atividade mineral já existente, a partir de desenvolvimento de coprodutos, desde que sejam materiais seguros (atendam às normas estabelecidas – IN 05/2016) e eficientes agronomicamente. Os processos de produção dos REM são passíveis de serem implementados em mineração de todos os portes, envolvendo etapas de cominuição (onde o maior custo está no processo de moagem) que deve ser otimizado em função das respostas agrônômicas ou da demanda de diferentes perfis produtivos (PNF 2050 SAE/PR, 2021).

56 A eficiência agrônômica das rochas silicáticas depende da sua origem, mineralogia e composição química, bem como de fatores associados a características do solo, do tempo de incubação ao solo, do tratamento prévio aplicado, e também das espécies cultivadas (SOUZA *et al*, 2017, p. 2).

subprodutos (aproveitamento de resíduos); minimização dos custos (financeiros e ambientais); promoção da economia circular e uma agricultura de baixo carbono.

4.2 Possibilidades para intensificação da produção agrícola com sustentabilidade

De acordo com o já exposto, o setor agrícola demanda de uma grande expansão de terras para produção de suas *commodities*. Assim, o solo, em sentido *lato*, é o seu maior capital, e como tal, não pode ser visto, somente, como um depósito de nutrientes que permitem o crescimento das plantas.

Andrade (2013) realça que, o solo, se bem conservado, possui propriedades que se traduzem em serviços ecossistêmicos úteis para o cultivo da plantação. Por mais que necessitem de incrementos de nutrientes, como uso de fertilizantes, o solo permite, dentre outros, o armazenamento e purificação da água; a produção e mobilização de nutrientes; o controle de pragas e capacidade de infiltração a qual possibilita o controle da erosão.

Assim, é essencial ao produtor se utilizar do manejo adequado para não suportar resultados negativos na sua produção, seja este ambiental, social como econômico. Porque ser sustentável, como preconiza o *Triple Bottom Line*, é praticar ações ecologicamente corretas, economicamente viáveis, socialmente justas e culturalmente diversas. Pois um solo com uma boa estrutura orgânica possui uma maior resiliência para eventos externos. Todavia, o uso indevido de fertilizantes e agrotóxicos, com baixos níveis de material orgânico, tornam o solo uma importante fonte de emissão de GEE (ANDRADE, 2013).

É sabido que o manejo adequado, concomitante à inovação tecnológica, demonstram um melhor desempenho na produção com um melhor resultado econômico. Ou seja, os produtores que adotam práticas sustentáveis se tornam mais competitivos e lucrativos.

Diante desse cenário, é preciso conjugar políticas que incentivem o fortalecimento de técnicas modernas, alternativa às consideradas obsoletas; uma verdadeira política agrícola de desenvolvimento das infraestruturas de produção, com investimento em tecnologias que permitam a revitalização do setor agropecuário.

4.2.1 Ações voluntárias: a busca pela excelência produtiva do setor agropecuário

Anteriormente foi relatado algumas alternativas para diminuição da dependência estrangeira de fertilizantes e insumo. Aquelas alternativas, sem dúvida, são essenciais para o alcance da autossuficiência, redução dos custos ambientais e ecológico, mas não são suficientes para reversão da degradação do solo e emissão de GEE.

Nesse sentido, vem-se intensificando os projetos que visam reduzir a demanda por defensivos, fertilizantes, água e combustível, diminuindo, assim, a emissão de GEE produzidos pela agricultura. Essas práticas, se bem executadas, podem conferir uma agricultura sustentável e de destaque no cenário global (FGV/EAES - OBSERVATÓRIO ABC, 2020).

Para o cumprimento dos compromissos voluntários apresentado no NAMAs⁵⁷ e garantir a melhoria contínua e sustentada da prática de manejo foi instituído, em 2011, o Plano ABC⁵⁸, cujo objetivo geral é promover a mitigação das emissões de GEE na agricultura. Aliado à Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), visa o melhoramento da eficiência no uso dos recursos naturais, vem “[...]aumentando a resiliência dos sistemas produtivos e das comunidades rurais e permitindo que a agricultura setor se adapte às mudanças climática. (EMBRAPA, 2014, n.p.). O Plano ABC propõe-se a:

[...] estimular a adoção de Sistemas Produtivos Sustentáveis que assegurem a redução das emissões de GEE e simultaneamente aumentem a renda dos agricultores, destacando-se a expansão das seguintes tecnologias: Reabilitação de Pastagens Degradadas; Sistemas Integrados Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Sistemas Agroflorestais (SAF); Plantio Direto; Fixação Biológica de Nitrogênio (BNF); e Florestas Plantadas. Incentivar o uso do Tratamento de Dejetos Animais para geração de biogás e composto orgânico. Estimular estudos e aplicação de técnicas de adaptação de plantas, sistemas produtivos e comunidades rurais aos novos cenários de aquecimento atmosférico, principalmente os mais vulneráveis e fomentar esforços para reduzir o desmatamento causado pela expansão da pecuária e outros fatores (EMBRAPA, 2016, n.p.).

57 Nationally Appropriate Mitigation Action: conjunto de ações voluntárias apresentadas pelo Brasil durante a COP-15 (2009), na Dinamarca se comprometendo a reduzir as emissões de GEE de 36,1 a 38,9% em relação às emissões projetadas para o país até 2020. Este percentual representa o corte de 1 bilhão de toneladas de CO₂ (EMBRAPA, 2014).

58 O Plano ABC resultou de intenso trabalho coordenado pela Casa Civil da Presidência da República, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), com efetiva participação e representação da sociedade civil. Mais de 100 pessoas e mais de 30 entidades governamentais, não governamentais e privadas estiveram envolvidas durante mais de um ano e meio na elaboração do texto e dos compromissos do setor agrícola para a mitigação e adaptação às alterações climáticas. O Plano ABC foi aprovado em maio de 2011 em reunião extraordinária do Grupo Executivo do Comitê Interministerial de Mudanças Climáticas (Gex/CIM) e publicado em 2012. (EMBRAPA, 2014).

No que tange à recuperação de pastagens degradadas, as estratégias⁵⁹ variam desde o “descanso” à “introdução de gramíneas” no solo, ou seja, práticas relativamente simples de serem realizadas e que levam à mudança na produtividade e na quantidade produzida. Aliadas ao Sistemas Integrados Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF)⁶⁰ conduzem a novos equilíbrios de oferta e demanda que se irradiam para todos os setores da economia nacional. Assim, “[...] quando um novo equilíbrio é encontrado, mensuram-se as mudanças em quantidade, uso da terra e variáveis macroeconômicas, como o consumo agregado das famílias e o Produto Interno Bruto (PIB)” (FGV/EAESP - OBSERVATÓRIO ABC, 2020, p. 6).

Quanto ao plantio direto na palha, este é considerado a “base do revolucionário sistema de produção brasileiro”. Diferentemente das demais práticas de aração e gradagem do terreno, esse sistema distribui as sementes sem realizar o revolvimento do solo, impedindo que a chuva o esvaia, evitando-se, com isso, a erosão. Deixando de arar a terra, as máquinas “[...] escarificam e preparam a terra apenas nas linhas de plantio, mantendo intacta a faixa da entrelinha, e mesmo assim, sem perturbar o solo de forma profunda” (GRAZIANO *et al*, 2021, p. 35).

No entanto, o sistema de plantio direto no Cerrado possui características peculiares devido à baixa quantidade de palhada na superfície do solo. Nesse caso, como bem lembra Carvalho (2010) para a cobertura do solo, faz-se necessário o uso de plantas que possuem decomposição mais lenta, como é o caso das leguminosas. Esse vegetal proporciona uma melhoria da fertilidade química do solo com menor quantidade de fertilizantes nitrogenados, uma vez a planta permite uma fixação biológica do ar atmosférico e uma melhor incorporação de biomassa.

59 Dentre as estratégias destacam-se o descanso: vedações em épocas como florescimento e frutificação das espécies forrageiras, bem como na fase de germinação; Ajuste de manejo através da adequação da carga animal de maneira a permitir o equilíbrio entre a forragem e a lotação animal no pasto; Limpeza para garantir o controle de plantas invasoras; Subdivisão das Pastagens em piquetes com área máxima de 25 há, proporcionando o máximo aproveitamento da forragem produzida; Calagem e adubação realizadas conforme recomendação após análise do solo e exigências nutricionais; Descompactação do solo que dependerá do grau da camada de impedimento no solo, podendo se dar através da gradagem ou aração leve ou, ainda profunda através da aração ou subsolagem; Introdução de leguminosas: Visa o fornecimento de Nitrogênio ao sistema para o melhoramento da qualidade da forragem consumida pelos animais; Introdução de gramíneas para diversificação das pastagens, considerando sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas predominante no local (EMBRAPA RONDÔNIA, 2009).

60 Compreende a utilização de diferentes sistemas de produção, ou seja, sistemas agrícolas, pecuários e florestais, dentro de uma mesma área. Pode ser realizada por meio de consorciação, sucessão de culturas ou rotação de culturas, de forma que todas as atividades sejam mutuamente benéficas. Esses sistemas integrados visam otimizar o uso da terra, aumentando os níveis de produtividade em uma área, melhor aproveitamento de insumos, diversificação da produção e geração de mais emprego e renda. Tudo isso de forma ambientalmente correta, com baixas emissões de gases de efeito estufa ou mesmo mitigando tais emissões (EMBRAPA, 2019).

Como o plantio direto é o sistema básico de nossa produção, a fixação biológica do nitrogênio (FBN) é uma das alternativas mais sustentáveis para substituição do uso dos fertilizantes nitrogenados. Ela compreende um processo biológico, natural, mediado por bactérias as quais possuem nitrogenase. Pois “[...] nele ocorre a transformação do nitrogênio do ar (N) – fórmula quimicamente estável do nitrogênio (N) – em estruturas assimiláveis por outros organismos, especialmente os vegetais” (MAPA, 2012, p. 3). Uma vez que a adubação com uso dos fertilizantes nitrogenados é um dos fatores que mais oneram os custos de produção e mais contribuem para emissão dos GEE na agricultura, a FBN se mostra como uma alternativa técnica e economicamente viável, sendo capaz de mitigar os danos causados ao meio ambiente.

Colabora também para redução dos GEE e dos custos financeiros do setor agropecuário o aproveitamento dos resíduos gerados por este, os quais podem ser convertidos em biogás e biofertilizantes. Assim, o resíduo que possuía pouco ou nenhum valor comercial passou a ser utilizado para o aumento da produção agrícola e energética. Este processo se dá através da utilização de biodigestores, locais, hermeticamente fechados, nos quais é colocada a matéria orgânica que, sem contato com o oxigênio, atua na “[...] transformação da matéria orgânica, passando de moléculas mais complexas para aquelas com estruturas mais simples, que quando metabolizadas, resultam numa mistura de gases e numa série de compostos reduzidos” (MATOS, 2016, p. 4).

A introdução dos biodigestores na propriedade pode proporcionar, além da melhora na qualidade ambiental, um acréscimo na produtividade, com a mesma área de terra; a geração de energia e a diminuição no uso de fertilizantes químicos. Em nível de exemplificação, a propriedade Colombari, no oeste catarinense, produz 50 m³ de biofertilizantes por dia a partir dos dejetos de cinco mil suínos, aplicados, na sua totalidade, sob o sistema de fertirrigação em uma área de pastagem de 42 hectares. Nessa área é mantido um rebanho de 1200 cabeças de gado de corte em semiconfinamento. A adoção dessa prática gera uma economia de R\$ 5.000,00 por mês no uso de fertilizantes, e uma produção de 1,4 megawatt (MW) de energia elétrica, o que representa uma economia de R\$ 25.000,00 mensais na tarifa de energia elétrica da propriedade (CNA, 2022).

Neste exemplo é perceptível verificar que o perfil do agricultor brasileiro vem se modificando ao longo das últimas décadas. Mas, é inegável afirmar, como lembra Morin (2013), que o modelo de agricultura praticado nos anos 1960 permitiu alimentar uma população que passou de 3 para 6 bilhões de indivíduos. O que não se pode conceber é a permanência desse sistema de produção no atual momento.

No entanto, é preciso se ter em mente que as condições gerais influenciam nas tomadas de decisões e, alimentar bilhões de indivíduos continua exigindo uma produção de grandes volumes de mercadorias, com elevada produtividade, seja em escala familiar ou empresarial.

A agricultura familiar (AF) se apresenta como uma das alternativas de produção com o uso das boas práticas. Como já mencionado, a AF contribui com uma parcela significativa na geração de emprego renda, além de transmitir, de geração para geração, um patrimônio cultural, material e imaterial, fazendo com que se mantenha o interesse de permanência na propriedade agrícola. No entanto, a AF proporciona muito mais do que isto. Com o emprego de novas tecnologias garante uma maior produtividade sob um sistema agrícola sustentável, garantindo a segurança alimentar local, isso graças a uma melhor limitação e “regressão progressiva das monoculturas industrializadas; formação de modos de exploração por meios de técnicas menos poluentes e a proteção do meio ambiente (MORIN, 2013, p. 279).

Muito embora se tenha mencionado que a AF comporta os agricultores que participam da produtividade industrial, a área de plantio é menor, o que facilita o uso dos fertilizantes alternativos, de baixo custo, como os fertilizantes orgânicos, os remineralizadores, a rochagem e condicionadores de solo, diminuindo os custos de produção e a dependência externa de fertilizantes. Além disso, o uso desses fertilizantes contribui para desenvolvimento da produção orgânica, a qual está sendo impulsionada devido ao interesse dos mercados chinês e europeu.

Nesse sentido, a AF vem produzindo desde tomates até a carne e, atualmente, a soja, produzida de forma livre de fertilizantes químicos. Segundo a Confederação da Agricultura Familiar (CONAFER, 2020, n.p.)

Livre de produtos químicos como herbicidas, fungicidas e inseticidas, a soja orgânica acaba por ser um bom investimento para os agricultores familiares. De modo geral, o custo de produção é menor do que no sistema convencional e sua produção para consumo humano trona-se mais uma alternativa de renda.

Assim, sempre que o produtor se pautar nos princípios: (I) conformidade legal e boas práticas; (II) condição de trabalho responsável; (III) relação responsável com as comunidades; (IV) responsabilidade ambiental e boas práticas agrícolas (ALMEIDA *et al*, 2018), obterá uma maior produtividade, rentabilidade e independência, porque além de eficiência ele estará no caminho para autossuficiência, ou seja, reduzirá os efeitos externos que podem vir afetar sua produção.

4.2.2 Novas jazidas e bioinsumos: alternativas factíveis para diminuição da dependência externa

A guerra entre Rússia e Ucrânia causou instabilidade no setor agrícola expondo a dependência nacional aos fertilizantes importados, principalmente os da tríade NPK. Mesmo com as alternativas de abastecimento estabelecendo-se novos fornecedores, o fator preço acabou por se tornar grande vilão. Com as sanções impostas à Rússia e Bielorrússia, o Canadá se tornou o principal exportador mundial de Potássio, fazendo o preço desta *commodities* aumentar consideravelmente devido ao monopólio que se estabeleceu (CNA, 2022).

Diante de tal situação, o setor agrícola brasileiro tem buscado opções para atravessar a “turbulência” nos preços e até mesmo a escassez do produto. Na verdade, há algum tempo se vem buscando alternativas para redução do uso de fertilizantes químicos, seja pela sua escassez, como pela sua nocividade. Em 2019 a FAO implementou o Código Internacional de Conduta para Uso e Manejo de Fertilizantes (Código Internacional de Fertilizantes). Tal instrumento preconiza, dentre outros, o fomento e financiamento para inovação em pesquisa e tecnologia que propiciem práticas sustentáveis de agricultura, como o manejo adequado e o uso de insumos orgânicos, capazes de suprir ou complementar os de composição química, diminuindo os custos para o produtor e proporcionando uma alimentação mais saudável à população (FAO, 2019).

Em consonância ao Código Internacional de Fertilizantes o Brasil instituiu, em 2020 o Programa Nacional de Bioinsumo (PNB) a fim de “[...] ampliar e de fortalecer a utilização de bioinsumos no País para beneficiar o setor agropecuário (BRASIL, DECRETO 10.375. 2020).

Mesmo tendo como um dos objetivos promover boas práticas de produção e de uso de bioinsumos para garantir o aperfeiçoamento e sustentável desta, foi somente com a crise de escassez instaurada que se deu ênfase a este modelo. Diante do risco de desabastecimento de fertilizantes, não resta muitas possibilidades, senão a de mobilizar forças para o encontro de opções que consigam “driblar” tal cenário. Assim, o bioinsumo de origem animal passou a ser visto “[...] como uma alternativa viável para mitigação dos riscos de uma possível falta de fertilizantes NPK, principalmente em regiões polos suínolas, avícolas e leiteiras” (CNA, 2022, p. 3).

A possibilidade de geração de insumos por meio dos resíduos da pecuária permite a redução do impacto ambiental, dada a destinação adequada dos dejetos, com redução da emissão de GEE, como também é uma opção que possibilita um grande benefício econômico.

O gerente de uma propriedade de 1,2 mil hectares no sul-paranaense, Douglas Derengoski, que optou pela adoção do uso de camas de aviário⁶¹ na lavoura de soja, a qual apresentou resultados satisfatórios, em razão de que “[...] estamos usando [cama de aviário] para compor com fertilizantes químicos. A gente usa agricultura de precisão, identifica pontos que necessitam reforço e aplica a cama de aviário. Nestes talhões estamos colhendo 80 sacas por hectare” (CNA, 2022, n.p.).

Outros produtores usam biodigestores para produção de biogás e geração de energia, “[...] cujo processamento gera, pelo menos, 80% do volume de dejetos inicial em resíduos que pode vir a ser utilizado como fertilizantes digestato” (CNA, 2022, n.p.).

Segundo dados apresentados pelo Sistema FAEP/SENAR-PR⁶², conforme exposto pelo Professor Carlos Alberto Casali “[...] o Paraná é um dos Estados que mais gera dejetos, tendo em vista que é o maior produtor de proteína animal do Brasil. Os produtores já aplicam os resíduos em larga escala. O problema é que, muitas vezes, utilizam em doses acima do recomendado” (sistema faep.org.br, 2022, n.p.). Essa declaração bem lembra a celebre frase do médico e físico suíço/alemão que realça “a diferença entre o remédio e o veneno está na dose”.

No entanto, se respeitadas as condições de uso, e considerando a oferta de nutrientes, em certos casos poder-se-á usar os bioinsumos para suprir a importação de fertilizantes. De acordo com o levantamento realizado pelo Sistema FAEP/SENAR-PR que “[...] considerando a oferta de nutrientes em cada dejetos e a importação pelo Paraná, o uso de cama de aviário, caso fosse utilizado na sua totalidade, poderia suprir a importação de fósforo. Já o uso de dejetos suínos e bovino na sua totalidade seria capaz de suprir as importações de todos os adubos” (CNA, 2022, n.p.), como exposto na figura 12.

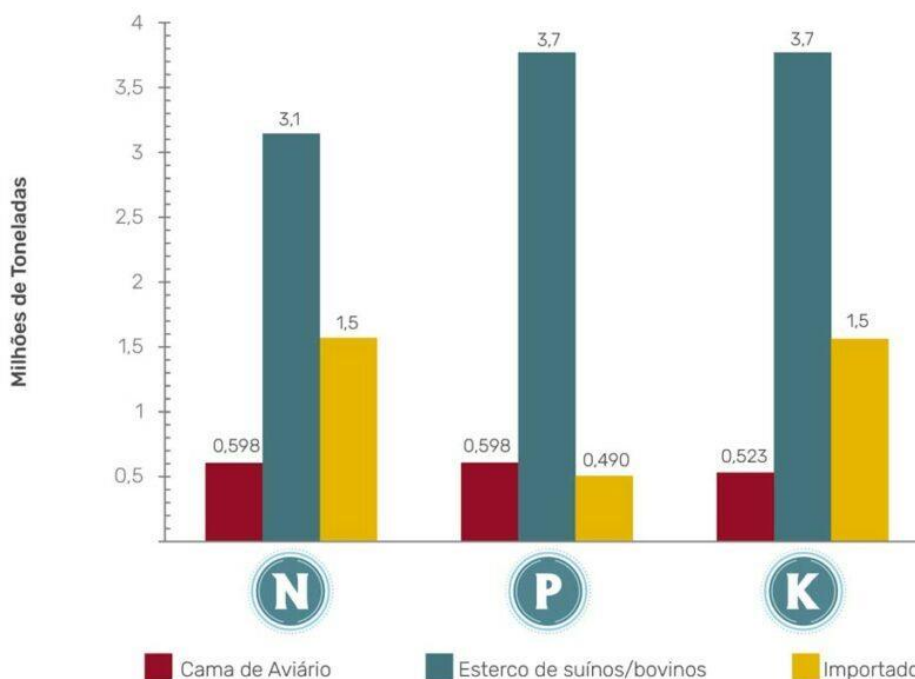
61 Denomina-se cama todo o material distribuído em um galpão ou estábulo para servir de leito aos animais. Mais especificamente se chama de cama de frango o material que, permanecendo no piso de uma instalação avícola, receberá excreções, restos de ração e penas (ÁVILA; MAZZUCO E FIGUEIREDO *in* EMBRAPA, 1992, p. 05).

62 Voltado à representatividade e o desenvolvimento do setor agropecuário em âmbito estadual, o Sistema FAEP/SENAR-PR é composto pela Federação de Agricultura do Estado do Paraná (FAEP), pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural do Paraná (SENAR-PR).

Figura 12 – Relações fertilizantes minerais importados e bioinsumos

Fertilizantes importados X Uso de dejetos

Confira a relação entre nitrogênio, fósforo e potássio importados e fornecidos via cama de aviário e dejetos de suínos e gado leiteiro



Observação: Foram consideradas as médias de 2,5% de nitrogênio, 3% de potássio e 3% de fósforo contidas nos dejetos animais

Fonte: Seab/Deral/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo | Elaboração: DTE/Sistema FAEP/SENAR-PR

O processo orgânico é mais lento, em compensação,

[...] cerca de 50% do potássio e do nitrogênio são liberados no primeiro cultivo, após a aplicação, enquanto a outra metade vai sendo liberada ao longo dos próximos dois ou três cultivos. A concentração de nutrientes pode variar conforme o estado físico do dejetos, ou seja, quanto mais seco estiver, maior pode ser a quantidade de nutrientes. Dessa forma, a concentração no digestrato é maior do que a contida no dejetos antes da biodigestão (CNA, 2022).

As pesquisas vêm demonstrando a viabilidade no uso dos bioinsumos para produção agrícola. No entanto, ainda se tem um gargalo na logística de comercialização. O custo do frete pode vir a inviabilizar a aquisição destes insumos para os produtores que se encontram localizados distantes das granjas e aviários. Segundo especialistas, a distância economicamente viável para o transporte dos dejetos da suinocultura não pode ser superior a 11 quilômetros. Na avaliação do pesquisador, a solução que favoreceria o escoamento dos biofertilizantes seria a criação de polos industriais para captação de dejetos e geração de energia. Esse processo se daria com a instalação de uma central de biodigestores, nas quais pequenos e médio suinocultores depositariam os dejetos da produção (CNA, 2022).

Muito embora apresentada como uma solução viável para mitigação dos riscos ambientais e de escassez, os biofertilizantes não substituem os fertilizantes minerais em larga escala, e nem resolvem o problema de imediato. Mas, a longo prazo, e com investimento em pesquisas, estrutura, tecnologia e logísticas a tendência é de se alcançar resultados positivos, indo ao encontro das metas do PNF de aumentar em 100% até 2050 a produção de fertilizantes organominerais (combinação de fontes orgânicas e minerais).

Uma alternativa para suprir a demanda das fontes minerais é o uso dos remineralizadores. Assim, tem-se investido em pesquisas geológicas que possam conduzir a um incremento na produção nacional de fertilizantes à base de resíduos de mineração, o chamado pó de rocha.

Segundo Alessandra Blaskowski, pesquisadora do SGB/CPRM, o uso de descartes de resíduos de mineração tem apresentado bons resultados, se destacado nos projetos de agrominerais. A pesquisadora explica que:

a remineralização de solos é a utilização de pó de rocha na agricultura, que é considerado um fertilizante de liberação lenta. É a adição de macronutrientes (cálcio, magnésio, potássio, fósforo e enxofre), que são elementos fundamentais para o desenvolvimento das plantas. Já tivemos quatro congressos sobre rochagem no Brasil e neles é muito interessante a participação de geólogos, agrônomos e de produtores que estão vendo resultados em suas lavouras (BRASIL MINERAL, 2022, n.p.).

O interesse por esse modelo de fertilização se justifica pelo fato de que, ao longo dos anos a indústria nacional de insumos vem percorrendo caminho oposto ao da produção. Dados levantados pela ANDA indicam que em 2018 o país produziu em torno de 7,4 mil toneladas de fertilizante, enquanto que em 2021, a produção caiu para 6,3 mil toneladas, ou seja, o Brasil perdeu a competitividade industrial. Enquanto a produção agrícola avançou, a indústria de fertilizantes retrocedeu por não haver, dentre outros fatores, investimentos (cepea.esalq. 2022).

Outro ponto que merece destaque pelo retrocesso na produção de fertilizantes é a questão tributária. Enquanto a indústria nacional é tributada com alíquotas que variam ente 5% e 8,4%, o produto importado tem isenção, sendo economicamente mais viável a importação. No entanto, o cenário de incertezas proporcionado pelo conflito no Leste europeu apontou para a urgência na adoção de medidas que estimulem o aumento do parque industrial e a exploração de novas jazidas.

A implementação de grandes parques industriais, como já visto, além de demandarem muito tempo para sua efetiva operação, são investimentos onerosos demais, em um oligopólio de empresas. Ou seja, economicamente, não há lógica investir bilhões de reais em um complexo

fabril, se a demanda mundial é suprida pelas instalações já existentes. Daí a importância de se buscar a autossuficiência, ou, pelo menos, a diminuição da dependência por meios de alternativas de curto prazo, menos onerosas e mais sustentáveis. Sendo assim, vários estados da federação, que praticam a exploração mineral, ou que possuem o setor agropecuário como sua “locomotiva” econômica, têm investido em pesquisas nessa nova rota alternativa de insumos para produção agrícola (SEMAGRO, 2022)

Para a pesquisadora, a alternativa do uso do pó de rocha não “compete” com os fertilizantes solúveis, mas podem complementar o uso desses fertilizantes, até porque as rochas, embora possuindo um bom teor, não são equivalentes aos dos fertilizantes solúveis, nem possuem todos os nutrientes exigidos em uma determinada cultura agrícola. Muito embora os remineralizadores, assim como os bioinsumos, não consigam suprir o uso de fertilizantes tradicionais, não se pode desprezar o potencial dessas matérias-primas. Elas são alternativas sustentáveis, imediatas e de baixo custo na promoção de uma agricultura promotora de alimentos nutritivos e mais saudáveis.

4.3 Políticas agrícolas no Brasil: apoio à vida no campo

Ao formular políticas agrícola é preciso atenção redobrada uma vez que a atividade agropecuária não é uma simples atividade econômica, mas sim, a atividade que garante a segurança alimentar da população. Não se pode tratar dela somente em âmbito interno, uma vez que a produção de alimentos impacta o mercado mundial. Outro fator a ser considerado é que, diferentemente de outros setores, a agricultura é quase que totalmente dependente da natureza e dos processos biológicos. As condições climáticas, o solo e a sazonalidade do cultivo, interferem diretamente no abastecimento de alimentos e no fornecimento de matérias-primas para a indústria do setor. Assim, as políticas agrícolas devem responder a todas essas especificidades para ofertar, com qualidade, a quantidade de alimento necessária à população.

4.3.1 Políticas econômicas voltadas ao fomento da agricultura

Anteriormente foi apontado a existência de políticas de incentivo à pesquisa, ao incremento de novas tecnologias, descoberta de novas e revolucionárias formas de fertilização

da terra, as quais visam a sustentabilidade e a redução da dependência estrangeira de insumos para a garantia da segurança alimentar.

Aliadas a estas políticas, o setor necessita, também, de políticas econômicas que respondam às demandas da economia e da sociedade, sendo os três principais instrumentos a política fiscal, a monetária e a cambial, as quais devem se manter em estreita ligação.

A política agrícola brasileira, desde a década de 1990 com a abertura comercial, conta com a estratégia de desenvolvimento agrícola baseado na exportação. Na interpretação que Conceição (2022, p. 9 – IPEA) dá à Khorana, Perdakis e Kerr (2015) “[...] o pensamento por trás desta aposta era de que o acesso dos produtos agrícola no mercado internacional seria facilitado pela diminuição do protecionismo e isto seria benéfico para todos países que integram a OMC”.

No entanto, a crença na liberalização irrestrita dos mercados agrícolas internacionais foi equivocada uma vez que vários dos parceiros comerciais do Brasil contam com políticas agrícolas domésticas com cunho protecionista. Além do protecionismo estrangeiro, o Brasil tem outro entrave a ser ultrapassado na comercialização de seus produtos agrícolas: o alcance da sustentabilidade. Para Conceição (2022) um grande desafio a ser superado pelo Brasil é atender aos novos requisitos sustentáveis de produção para o fornecimento dos produtos agrícolas demandados mundialmente, ao mesmo tempo que deve garantir o abastecimento interno, sem que ocorra elevação nos preços.

Para superar os desafios e ser competitivo, há a necessidade de uma intervenção do Estado na economia. Muito embora haja controvérsias quanto a isso, no caso da agriculturas várias razões justificam a necessidade “[...]da intervenção e da formulação de políticas agrícolas para o desenvolvimento do setor, deslocando a controvérsia da questão ‘intervenção versus não intervenção’ para a forma e o conteúdo na intervenção”. (SOUZA FILHO; BATALHA, 2009 p. 464).

A forma e conteúdo da intervenção expõe às razões que justificam a implementação de políticas intervencionistas. Como já indicado, a atividade agrícola é marcada por algumas características como a sazonalidade e dependência das condições climáticas e ambientais. Mesmo com o avanço tecnológico, usado para reduzir os efeitos destas características, a agricultura continua dependente delas.

Toma-se por base a sazonalidade, ou seja, a rigidez da época de plantio e da colheita. Souza Filho e Batalha (2009, p 464) afirmam que, “[...] enquanto na indústria e serviços é, em

geral, possível utilizar as receitas correntes para cobrir pelo menos parte dos gastos correntes, na agricultura as receitas e as despesas realizam-se em períodos diferentes”. Ou seja, o agricultor arca com todos os gastos da produção por longos meses e somente após a colheita realiza a receita com a venda da produção. Neste íterim, ele necessitará de crédito para assegurar o financiamento de suas atividades. Então, quando chega a época da venda, os preços podem estar abaixo dos custos de produção, devido a uma super-safra, ou não haver colheita devido às intemperes (seca, fortes chuvas, geada, neve). Por esses, dentre tantos outros fatores é que se fazem necessárias políticas que garantam a sobrevivência do agricultor e sua permanência na terra.

No entanto, como são políticas que impactam no mercado mundial de produtos agrícolas, elas necessitam ser adequadas ao cumprimento das regras da Organização Mundial do Comércio. Significa dizer que o país não tem autonomia plena para condução de suas políticas internas. O Brasil tem adotado o setor agropecuário como uma verdadeira locomotiva econômica, já que o setor tem contribuído significativamente para a diminuição do déficit externo, chegando a saldos positivos da balança comercial. Mas para que isso seja uma constância, se faz necessário a adoção de medidas que apoiem o setor agrícola.

Conceição (2022) adverte que dentre as medidas de apoio ao setor agrícola, a OCDE destaca o pagamento baseado no uso de insumos e o pagamento baseado na produção, incluindo o suporte a preços de mercado. A Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM) é uma das principais políticas de comercialização adotada pelo Brasil desde o início do século, a qual representa

uma importante ferramenta para diminuir oscilações na renda dos produtores rurais e assegurar uma remuneração mínima, atuando como balizadora da oferta de alimentos, incentivando ou desestimulando a produção e garantindo a regularidade do abastecimento nacional. A Conab efetiva a PGPM junto ao produtor rural, tendo sob sua responsabilidade a execução dos instrumentos desta Política (CONAB, 2017, n.p.).

Alguns destes instrumentos para garantia de preços são: (I) AGF (Aquisição do Governo Federal) operada quando o preço estiver abaixo do mínimo fixado, ou seja, é uma aquisição direta de produtos pelo Governo Federal junto ao produtor; (II) COV (Contrato de Opção de Venda) espécie de seguro de preço para data futura, dando a faculdade ao produtor vender ao Governo Federal quando este possuir interesse em sinalizar melhores preços para o futuro; (III) FEE (Financiamento Especial para Estocagem de Produto Agropecuário) objetiva financiar o armazenamento e a conservação dos produtos agropecuários para comercialização posterior, com melhores condições de mercado; (IV) PEP (Prémio para o Estocamento de

Produto) o qual nada mais é do que um incentivo econômico para o escoamento do produto do local de produção para o do consumo; (V) PROP (Prêmio de Risco para Aquisição de Produto Agrícola Oriundo de Contrato Privado de Operação de Venda) subvenção econômica concedida em leilão para quem comprar o produto direto do produtor por preço fixado (CONAB, 2017). Estes instrumentos, dentre outros buscam reduzir o risco econômico e seu impacto sobre a renda do agricultor, incentivando-o a permanecer no cultivo da terra.

Já a política de crédito e seguros visa promover capital aos produtores em condições e prazos diferenciados do mercado, adequando às necessidades do negócio agropecuário. Os créditos podem se dar em forma de capital de giro, que servirá para o custeio no preparo da lavoura; crédito de comercialização (recursos para comercialização da safra) e o crédito de investimento (melhoramento das estruturas físicas, como maquinário, silos, entre tantos).

As taxas de juros no mercado de crédito rural podem variar segundo a modalidade escolhida pelo agricultor. As taxas de “[...] crédito rural direcionado com garantia e sem seguro foram de 6,48 ao ano (a.a.) em média no período. Este mercado é o principal mercado de crédito rural com 63,46% do valor das operações. As taxas de juros para operações com seguro foram de 6,43, o que indicam pouca variação” (DENEGRÍ, 2022, p. 2).

Esta política está associada ao fato de que o setor agropecuário necessita de instrumentos financeiros que viabilizem a continuidade da produção. Devido às características, o setor corre dois grandes riscos, quais sejam: o risco da volatilidade dos preços e das incertezas sobre os níveis de produção. Ambos os riscos podem vir aumentar no futuro devido aos efeitos das mudanças climáticas, daí a importância do seguro agrícola. Mas não se pode pensar que essas políticas são livres de custos. Muito embora exercem impacto sobre a produtividade rural,

os subsídios ao crédito têm custos fiscais diretos e também acabam por estreitar os canais de transmissão da política monetária do BCB aos níveis gerais de preços da economia. O Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR)⁶³ foi criado pela Lei no 4.829/1965 com o objetivo de modernização da agropecuária nacional. O objetivo do SNCR é financiar atividades de espectro relativamente amplo das atividades do setor rural (DE NEGRI, 2021, p. 178)

Mesmo tendo previsão para alcance amplo das atividades do setor, via de regra o acesso ao financiamento é concentrado em agricultores mais capitalizados, com maiores condições de pagamento. Toma-se por base o que já foi referenciado sobre o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). Quando de sua instituição, visava

63 No sistema de crédito rural brasileiro, o Conselho Monetário Nacional (CMN) estabelece as normas operacionais, e o BCB fiscaliza e controla a execução da política. Todos os procedimentos e normas estão detalhados no Manual de Crédito Rural (MCR). Toda a rede bancária está incorporada ao SNCR. (BCB, 2021).

fortalecer os pequenos produtores por meio de financiamento subsidiado, garantindo a diversificação da atividade agrícola e proporcionando condições de empreendedorismo através a agroindustrialização dos alimentos nas propriedades familiares, impactando positivamente os municípios de baixa renda (EMBRAPA, 2022).

No entanto, o PRONAF, desde a sua concepção, vem passando por diversas modificações em sua lógica operacional “[...] visando adequá-lo às especificidades dos agricultores familiares, seu público beneficiário, composto por um conjunto bastante heterogêneo em termos sociais, culturais e regionais” (ALVES *et al*, 2022, p. 142). Pois foram instituídas linhas alternativas de financiamento, como as modalidades de Custeio, Mais Alimentos e Microcrédito, com a finalidade de ampliar o acesso de grupos socioeconômicos específicos e também para promover mudanças nos modelos de produção. Mas, mesmo com estas alterações, no levantamento elaborado pelos autores, constatou-se que ainda tem espaço para novas linhas alternativas de investimento, pois há um potencial quase que inexplorado no tocante a seu uso para estimular a diversificação produtiva em estabelecimentos rurais familiares, uma vez que se perpetua a concentração dos financiamentos entre os agricultores mais capitalizados (ALVES *et al*, 2022).

Assim como o PRONAF, várias outras linhas de crédito agrícola seguem a mesma lógica, o que faz ampliar as discussões sobre o tema. Para Ribeiro e Conceição (2019), o papel do crédito rural e da infraestrutura de transportes para o desenvolvimento da agricultura brasileira) há um grande impacto do crédito rural no PIB agrícola devido ao investimento em energia elétrica, pesquisas, rodovias, transporte, irrigação, dentre outros. O crédito rural é aplicado no setor primário da economia, o PIB real deste aumenta, fazendo com que o setor contribua para um ciclo virtuoso de desenvolvimento.

No entanto, para se ter o desenvolvimento não basta somente políticas que visem garantir a viabilidade econômica do setor, mas políticas que considerem a sustentabilidade socioambiental, tendo o indivíduo como referencial principal.

A agricultura não pode ser compreendida a partir da dissociação entre: (I) funções da agricultura, as quais abrangem a atividade econômica; (II) os agricultores os quais são os cidadãos e classes de agentes econômicos e por fim (III) os estabelecimentos os quais compreendem a unidade produtiva rural que transforma bens naturais, trabalho e insumos em valores monetários, servindo também, como base de moradia e reprodução social (SANTOS; SILVA, 2022).

As políticas públicas para agricultura devem ser plurais, com uma visão holística, com foco nos problemas reais de cada um dos componentes da diversidade rural. Diante desta perspectiva, não faz sentido a implementação de políticas centralizadoras de capital. Em analogia a Sen, (2010, p 52) ao afirmar que “[...] a contribuição do crescimento econômico tem de ser julgada não apenas pelo aumento de rendas privadas, mas também pela expansão de serviços sociais”, assim também o é para as políticas agrícolas.

É preciso uma integração das políticas agrícolas às de desenvolvimento rural sustentável, que proporcionem alimentos de qualidade, mediante uma agricultura de baixo carbono, com cuidados em relação aos recursos naturais e à biodiversidade. Nesse sentido, como lembra Santos e Silva (2022, p. 31), as iniciativas da “[...] FAO, em consonância com diversas conferências da ONU nas áreas relacionadas ao tema, deram amplo suporte à incorporação, nas legislações nacionais, de questões como: suporte à produção e distribuição; atenção ao acesso das pessoas mais pobres a preços módicos; e foco na qualidade e disponibilidade”.

Para MORIN, (2011, p. 279) “[...] há uma necessidade de ligar uma governança mundial de estoques à soberania alimentar nas Nações”. Dentro da perspectiva do autor, é preciso conjugar política mundial e política diferenciada de cada país ou região; enxergar as mudanças climáticas e suas consequências sociais, econômicas, ambiental e políticas. Nesse sentido, deve haver um apoio sistemático ao desenvolvimento e à propagação de uma agricultura aliada à biologia, que proporcione a eliminação, ou redução, dos meios químicos em prol dos meios biológicos.

4.3.2 Roteiro do Setor Agrícola 1,5°C: política agrícola *versus* política de mercado

A produção agrícola, ao longo da história, sempre despertou interesse devido ao fato de ser essencial à sobrevivência humana. Com a industrialização do setor, surgiu a concorrência entre as grandes corporações, as quais colocam, sob a dependência exclusiva de seus monopólios, os cultivadores de alimentos. Nesse sentido, um fato inusitado, quase que desapercibido, ocorreu durante a COP 27. Representantes do comércio global de *commodities* lançaram um plano conjunto para combater o desmatamento e a conversão do uso do solo. O “Roteiro do Setor Agrícola 1,5° C afeta, diretamente, os dois maiores biomas brasileiros: a Amazônia e o Cerrado.

Para o Fundo Mundial da Natureza (WWF), o plano do Roteiro Agrícola para alcançar a meta de 1,5° C não é ambicioso o suficiente, uma vez que as *commodities* florestais e de risco ecossistêmicos, comercializadas globalmente, são grandes agentes das emissões dos GEE (WWF, 2022). Por outro lado, a Associação Brasileira do Agronegócio (ABAG) alega que o que ficou estipulado, por um acordo privado, fere a legislação brasileira em vários aspectos, sendo que o Brasil foi o país mais atingido com as restrições estabelecidas no acordo (ABAG, 2022). Eis que se inicia a celeuma.

O Código Florestal Brasileiro, Lei 12.651/12 prevê, em seu artigo 12, que todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de reserva legal, sem prejuízo às normas das Áreas de Preservação Permanente. Quando localizado na Amazônia legal deve observar os seguintes percentuais: 80% em áreas de florestas; 35% em áreas de cerrado e 20% em áreas de campos gerais.

A política de proteção da vegetação nativa trazidas pelo Código Florestal determina um percentual de área a ser preservado, enquanto o documento das tradings prevê, que a partir de 2025 não se tolerará nenhuma conversão de área florestal para produção de soja, ou seja, tolerância zero, valendo para Amazônia, Cerrado e o Chaco da Argentina e do Paraguai⁶⁴.

O Plano do Roteiro se baseia em três pilares, sendo que o Pilar 1 abrange os métodos e abordagens que será usado pelo setor em relação ao desmatamento e a conversão em cada cadeia de suprimentos individuais da empresa. O Pilar 2 apresenta um conjunto de soluções que precisam ser dimensionadas e os investimentos que as empresas mobilizarão para fluir as iniciativas de paisagem que coloquem os agricultores no centro das decisões sobre a forma como a terra é gerida. O Pilar 3 demandará um ambiente favorável, com forte colaboração com governos, pares da indústria, atores da cadeia de suprimentos e instituições financeiras para garantir a rastreabilidade, apoiar a conformidade legal e ampliar o engajamento com os produtores (Agriculture Sector Roadmap to 1.5°C, 2021).

64 The Roadmap establishes a framework to address deforestation and builds on existing commitments and progress by establishing a 2025 target date for the removal of deforestation for soy production in the Amazon, Cerrado and Chaco, and the protection of non-forest ecosystems in compliance with relevant local legislation. To put this in context, between 2013-2021, based on Agrosatellite data, a total of 114 million tons of CO₂-eq were emitted by the clearance of native vegetation in the Cerrado biome eventually cultivated with soy. The implementation of this Roadmap has the potential to avoid 75% of these emissions if a similar rate of deforestation is maintained for the same timeframe. Furthermore, the Roadmap aims to protect over 14 million hectares of land beyond that already protected by the Brazilian Forest Code. When combined, the 50 million hectares of land represent 74% of the total carbon stock within private properties in the Cerrado biome (Agriculture Sector Roadmap to 1.5°C, 2021).

Juridicamente, não se pode cobrar do produtor brasileiro algo além da exigência legal, a qual se encontra em conformidade com os parâmetros estabelecidos pelos tratados internacionais. Dentro do Direito Econômico, a decisão das tradings mais se caracteriza uma formação de um cartel para controle do mercado e pela imposição de barreiras comerciais disfarçadas de protecionismo, cuja prática acarretará maior preço do alimento. Mas o principal e mais grave aspecto jurídico diz respeito à soberania. Ou seja, o Estado passa, ao particular (nacional e estrangeiro) o domínio sobre a matéria.

Independentemente dos possíveis problemas jurídicos, não se pode mais admitir desmatamentos em prol da produção agrícola, isso dito, inclusive, por representantes do governo no Fórum Global para Alimentação e Agricultura de 2021 em Berlin. Segundo eles, não é necessário desmatar, mas sim, aumentar a produtividade por área com o uso de tecnologias, manejo adequado de fertilizantes, dentre outros fatores (MAPA, 2021).

Não é de difícil percepção que se tem, pelo menos, duas visões antagônicas a respeito do acordo, mas uma posição a ser considerada é a do Professor da FGV e da UNICAMP Eduardo Assad. Ex-pesquisador da EMBRAPA e um dos criadores do Sistema de Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos do MAPA, divulgada pela ABAG (2022, n.p.) “[...] durante mais de 15 anos a gente ouvia de alguma dessas empresas que não havia mudanças climáticas, inclusive algumas delas pagavam negacionistas. Elas fizeram isso porque estão tendo problemas para vender seus produtos, porque o mundo está de olho no Brasil. Nós estamos desmatando muito”.

Na opinião do professor, é preciso sinalizar, com boas práticas, que se está agindo contra o desmatamento, uma vez que já não é mais um problema de governo, mas de mercado. Para Assad:

Quem vai comprar um produto que ninguém quer? Quem compra são os grandes supermercados, Carrefour, Pão de Açúcar, tudo vêm da Europa e dos EUA, e segue os padrões desses países. Ou as tradings consertam isso ou não vão vender. Faz 15 anos que chamamos a atenção para as barreiras não tarifárias. O negócio chegou a um nível tão grave, que quem está decidindo é o consumidor. Ele não compra. O mundo mudou. Não adianta dizer ‘eles desmataram lá, nós podemos desmatar aqui’. Não podemos sair por aí repetindo o erro dos outros. A questão é de dinheiro, senão vamos perder mercado (ABAG, 2022, n.p.).

O documento Roadmap é uma mudança significativa no posicionamento das grandes empresas, o que resta saber até onde vai esta “boa intensão”, porque não é difícil visualizar o

viés economicista desse acordo, ferindo o indicador brasileiro 2b para os ODS, o qual prevê ser necessário

corrigir e prevenir as restrições ao comércio e distorções nos mercados agrícolas mundiais, incluindo a eliminação paralela de todas as formas de subsídios à exportação e todas as medidas de exportação com efeito equivalente, de acordo com o mandato da Rodada de Desenvolvimento de Doha (ODSBRASIL, 2022).

Isto porque, neste primeiro momento, até por ser um fato inédito, o que se percebe é um jogo de consolidação de mercado, com criação de barreiras para proteção de grandes grupos econômicos, em que o produtor brasileiro e o consumidor é quem pagarão a conta.

Em nota à imprensa a JBS, por meio do seu CEO global Gilberto Tomazoni, declarou que 2023 “[...] será um ano de ação para irmos mais longe – junto com parceiros dos setores público e privado – para desenvolver incentivos e suporte técnico para produtores que são chaves para acabar com o desmatamento” (ABAG, 2022, n.p). Não resta dúvidas que é possível o alcance de todas as reformas necessárias para a garantia de uma agricultura de qualidade, com políticas ambiciosas que visem a valorização dos sistemas de produção de alta qualidade ambiental, de viabilidade econômica e fiscal, mas que garantam alimento nutritivo a toda a população.

4.4 O impacto das políticas agrícolas para o alcance da segurança alimentar

No decorrer da pesquisa pôde-se constatar que o setor agropecuário brasileiro é responsável por grande parte do abastecimento mundial de *commodities* agrícolas. Dessa maneira, toda política voltada à produção agrícola refletirá, diretamente, na (in)segurança alimentar planetária.

Assim, com as políticas voltadas ao alcance de uma prática agrícola sustentável, todas as demais, direcionadas ao fomento econômico das cadeias agrícolas produtivas, como por exemplo, políticas de acesso ao crédito, seguros agrícolas, garantia de preço mínimo, poderão reverter a realidade que se tem atualmente, de milhões de pessoas famintas, e assim alcançar as metas do ODS nº 2.

A crise alimentar não é novidade, nem um ineditismo causado pela pandemia e, mais recentemente pelo conflito no Leste Europeu. Segundo divulgado pela Comissão Econômica para América Latina e o Caribe - CEPAL (2022), três dos quatro episódios mais recentes de subida mundial de preços, fator que diminui o acesso aos alimentos, se deu nos períodos de

2007/2008; 2010/2011 e meados de 2020 até os dias atuais. Soma-se a estes períodos a década de 1970.

O Brasil, recentemente, voltou ao quadro do Mapa da Fome da ONU depois de 8 anos de afastamento. O país havia saído dessa classificação em 2014, por meio de estratégias de segurança alimentar aplicada desde meados de 1990. No entanto, o alto índice de desemprego no início da segunda década dos anos 2000, fez com que se voltasse a figurar no cenário da fome a partir de 2015, tendo um agravamento nos anos de 2020 e 2021 ocasionado pela pandemia de COVID 19 (SENADO FEDERAL, 2022).

Aliado a estes fatores, a alta de preços dos alimentos ocasionada pela restrição do fornecimento de gás e fertilizantes devido à guerra entre Rússia e Ucrânia fez agravar a situação da fome, não somente no Brasil, como no mundo. Essa situação acendeu a luz de alerta nas autoridades mundiais no sentido de pensar políticas sustentáveis e eficientes de como produzi.

A dependência externa de insumos gerou um cenário de tamanha incerteza que levou a ONU admitir que o “Combate à insegurança alimentar na América Latina passa por esforço da proteção social e agrícola”. Segundo o executivo da CEPAL, mesmo que a região apresente um superávit comercial do setor, o modelo de produção expõe falhas graves, o que leva ao aumento nos preços e a falta de acesso aos alimentos por grande parte da população (CEPAL, 2022)

Aunque la producción mundial de granos sigue en un nivel adecuado para responder a la demanda, el incremento de los precios de los insumos y el transporte y las restricciones logísticas para acceder a la producción redundan en que los alimentos cuesten mucho más. En consecuencia, los consumidores enfrentan restricciones de acceso, pero, por el momento, no de disponibilidad de los alimentos (CEPAL, 2022, p.3).

Esta realidade se impõe também no Brasil. Mesmo com os diversos programas essenciais voltados ao combate à fome e à desnutrição, o país não consegue alimentar adequadamente sua população. Uma vez que o setor agropecuário concentra significativa parcela das atividades e de emprego da população economicamente ativa, é imprescindível a adoção de mecanismos que proporcionem uma produção pautada por políticas de segurança alimentar via setor agropecuário.

Daí a importância de incentivar modelos de produção voltados à AF (pequenos produtores), que como já apresentado, responsáveis por grande parte dos alimentos consumidos internamente, além de exercer grande representatividade na absorção de mão de obra no campo, o que garante uma fonte de emprego, renda, e consequentemente alimentos.

A implementação de técnicas e de insumos alternativos para produção, não se caracterizam como novidade. Na busca por material para o desenvolvimento desta pesquisa, constatou-se que há muitos projetos desenvolvidos e em desenvolvimento para a implementação de uma agricultura sustentável e eficiente. Mas, infelizmente, não houve interesses, nem por parte do governo, nem por parte dos grandes empreendimentos em modificar o modelo produtivo de exportação de *commodities* agrícolas devido à vantagem econômica na importação dos insumos. Importar é mais barato do que produzir. Como bem lembra Morin, (2013) a política que favorece as exportações agrícolas em detrimento da soberania alimentar se traduz

pela eliminação dos recursos dos pequenos agricultores rurais, que praticam uma agricultura de subsistência em benefício dos agroinvestidores, os quais, por sua vez, preferem trabalhar prioritariamente para o mercado internacional, com apoio material dos governos que buscam divisas estrangeiras (MORIN, 2013, p. 273).

Mas, na iminência das importações de fertilizantes serem prejudicadas pelos embargos impostos à Rússia, e com o temor de ver paralisado o setor, iniciou-se uma corrida para a implementação de modelos produtivos sustentáveis. Tem-se aí um novo olhar sobre a produção agrícola, uma consciência de que nada adianta pautar um superávit da balança comercial em quantidade de *commodities* exportadas se, a um “estalar de dedos” essa produção poderá não vir a existir por não se ter investido em modelos alternativos, os quais proporcionam maior eficiência ambiental, social e econômica.

Toma-se por base as estimativas divulgadas pela CEPAL em novembro de 2022, a qual prevê que:

[...] para la temporada 2022/2023, se prevé una reducción de la producción mundial de maíz del 3,7% (véase el gráfico 2), más intensa que la observada en el momento más duro de la pandemia. Esto se debe a las reducciones ya observadas en la producción en la Unión Europea y los Estados Unidos, y a reducciones adicionales previstas en Ucrania. La producción mundial de trigo, a su vez, debería aumentar ligeramente en la temporada 2022/2023, en la medida que la reducción de la producción en Ucrania se está viendo compensada por un aumento en otras zonas productoras (CEPAL, 2022, p. 4).

Assim, para diminuir os impactos negativos, foi previsto no PNF algumas soluções passíveis de realização no curto prazo para mitigação da escassez e da degradação ambiental. Entre outros instrumentos, o PNF prevê o financiamento destinado à produção de fertilizantes e condicionadores de solo; financiamento contemplando projetos de tratamento de resíduos da agroindústria para produção de biogás e biofertilizantes; linhas de crédito voltadas para montagem de biofábricas para fornecimento de bioinsumos; instituição de fundos de capital e empresa de participações dedicadas à mineração; isenção de tributos federais para fertilizantes, dentre outros.

Essas políticas de incentivos são de fundamental importância, uma vez que a extração de minerais para formulação de fertilizantes convencionais demanda um investimento muito alto e de grande impacto social e ambiental. Também deve-se levar em consideração que as grandes empresas não possuem interesse em novos investimentos uma vez que atendem à demanda mundial com os parques industriais já existentes. Assim, com essas medidas alternativas, se consegue proporcionar oportunidades para interessados, nacionais, desenvolverem projetos aliados às políticas agrícolas sustentáveis, na busca pela autossuficiência de insumos e a garantia de alimento saudável à mesa do brasileiro.

As políticas implementadas pelo PNF vêm ao encontro das metas do ODS 2, dentre as quais:

[...] até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo (IPEA, 2019, n.p.).

Tais políticas devem caminhar no sentido da autonomia da agricultura de subsistência, até porque, como já mencionado, as pesquisas voltadas aos modelos de produções alternativas indicam uma melhor adaptabilidade na produção em pequena escala a qual, verdadeiramente, supre a falta de “comida à mesa”. Assim, os entes federados devem oferecer apoio ao desenvolvimento e a propagação de políticas voltadas a sua soberania, através de uma “melhor limitação e uma regressão progressiva das monoculturas industrializadas; formação de modos de exploração por meio de técnicas não poluentes e à proteção do meio ambiente e o desenvolvimento da alimentação próximo às cidades, com expansão dos sistemas locais” (MORIN, 2013, p. 279).

Aumentar a produtividade agrícola através da implementação das novas tecnologias aos sistemas de produção tradicional, junto dos pequenos produtores, visando a produção de autoconsumo e reprodução social também é, meta do ODS nº 2, a qual preconiza:

[...] até 2030, dobrar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores de alimentos, particularmente das mulheres, povos indígenas, agricultores familiares, pastores e pescadores, inclusive por meio de acesso seguro e igual à terra, outros recursos produtivos e insumos, conhecimento, serviços financeiros, mercados e oportunidades de agregação de valor e de emprego não agrícola (IPEA, 2019, n.p.).

É preciso se ter ciência que os sistemas de produção e de consumo de alimento até hoje empregados na indústria agropecuária são nocivos à terra, aos ecossistemas e aos seres humanos. Morin (2013, p. 294) propõe o desenvolvimento de uma alimentação local sendo que

a “salvaguarda dos alimentos produzidos em solo rural deve ser assegurada pelas ações locais e nacionais”.

No entanto, muito embora haja a necessidade de transformação no modelo produtivo agrícola, uma realidade que permanecerá é a necessidade de uso dos fertilizantes para desenvolvimento da planta. Sejam eles minerais ou orgânicos contribuem, de forma significativa, para o sustento alimentar da população mundial. Melhoram os meios de subsistência dos agricultores, uma vez que fornecem nutrientes para a produção de materiais renováveis como madeira, fibras e biocombustíveis, e desempenham um papel importante na redução de conversão de terra do ecossistema nativo para outros usos.

Nesse sentido, o Código para Fertilizantes traz um conjunto de práticas voluntárias que auxiliam na formulação de políticas públicas que ajudam a garantir a produção de alimento e a segurança alimentar a nível mundial. Dentre os objetivos do Código para Fertilizantes, destaca-se o de nº 1.6.5, o qual diz respeito a “inspirar a gobiernos, investigadores, el sector privado y la sociedad civil para que fomenten y financien la innovación em prácticas, tecnologías y actividades de gestión agrícolas sostenibles a fin de mejorar la fertilidade del suelo y el manejo de nutrientes” (FAO, 2019, p. 3).

Os organismos internacionais e nacionais estão na mesma direção: na busca de uma agricultura sustentável para erradicação da fome. Os documentos editados nos últimos anos demonstram a urgência para implementação de políticas ambientais, econômicas e sociais que permitam a transformação de um modelo agrícola convencional para um sistema e agricultura agrobiológica. Isto se deve ao fato de que a fome coletiva que se vem enfrentando não é nenhum ineditismo. É inegável que os adventos da COVID-19, seguido do conflito no Leste Europeu fizeram agravar a situação de insegurança alimentar, mas a fome é a companheira implacável, de longa data, de milhões de pessoas. Talvez estes eventos possam ter ajudado no sentido de chamar a atenção para implementação de políticas que resultem em desenvolvimento com crescimento econômico, com o uso eficiente dos recursos naturais; o combate à pobreza; e a modificação dos padrões insustentáveis de produção e consumo, dentre outros tantos.

O impacto positivo dessas políticas nas cadeias produtivas deverá resultar na redução da dependência estrangeira para produção agrícola nacional. Mas muito mais do que isso, proporcionarão uma produção mais “limpa”, com uma menor pegada ecológica reduzindo as injustiças ecológicas, e por conseguinte as injustiças sociais. Somente com a erradicação da pobreza é que se conseguira eliminar as fomes coletivas, e a má nutrição, garantindo o acesso aos alimentos saudáveis e nutritivos, em quantidade suficiente para todos, todos os dias.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer da elaboração desta tese pode-se resgatar o significado da agricultura para o progresso da sociedade. Foi com o desenvolvimento do sistema agrícola que se possibilitou a implementação de um sistema confiável de alimentação, com geração de um excedente de produção, permitindo-se, assim, o surgimento de novas atividades/profissões, as quais deram início às cidades. Saiu-se de um modelo primitivo de caça pesca e coleta, e passou-se a um modelo tecnológico e avançado de produção, o qual permitiu abastecer um mercado consumidor mundial.

Muito embora tenha sido um processo muito lento, de milhares de anos, a agricultura viabilizou um aumento demográfico gigantesco, e com isso veio a necessidade de se aumentar a produção de alimento. Passou-se então à adubação da terra através do uso de esterco animal, podendo-se dizer que foi a descoberta do primeiro fertilizante. Ao longo dos anos, foram sendo implementados outras técnicas de fertilização, até que se instituiu a “Lei do Mínimo”, ou seja, descobriu-se que a planta somente se desenvolveria proporcionalmente à quantidade de nutrientes mais limitantes. Assim, desenvolveu-se a fórmula NPK para garantir uma maior produtividade das colheitas.

A partir desse momento houve uma transformação no sistema agrícola. Com a chamada Revolução Verde deu-se início ao uso intensivo de insumos químicos e a mecanização agrícola. Essa prática, aliada às descobertas de novas tecnologias que pudessem aumentar a quantidade produzida, com redução nos custos de produção, permitiram a ceifa de culturas como soja, milho e trigo, alguns dos principais grãos comercializados no mundo. Porém, todo esse avanço trouxe consigo um “preço”. Para manter o alto patamar de produção foi necessário aumentar a quantidade de aplicação de fertilizantes químicos, e como à época não havia como saber qual seria o nutriente escasso, utilizava-se de todos, indiscriminadamente.

Diante de tamanha procura mundial por fertilizantes, instituiu-se um mercado bilionário de produção destes insumos. Como as jazidas se concentram em determinados países, e exploradas por poucas empresas, a produção mundial de fertilizantes ficou atrelada às políticas de oferta e de preços convencionados entre as grandes corporações. Particularmente no Brasil, o quarto maior produtor global de alimentos, 85% dos fertilizantes que são consumidos nas lavouras possuem procedência estrangeira, fato este que o deixa em uma situação de extrema vulnerabilidade e insegurança. Paradoxalmente, o país é detentor de grandes reservas de gás natural, rochas e micronutrientes, os quais não são explorados comercialmente por falta de

interesse dos grandes oligopólios e falta de políticas fiscal e financeira para impulsionar novos investimentos e investidores nacionais. Exemplos que se destacam são os empreendimentos para exploração de Potássio nos estados do Amazonas e de Sergipe, cujos projetos Autazes e Carnalita encontram-se paralisados devido aos altos custos de implementação, assim como pela alta oferta mundial de potássio.

Uma vez que a base da economia brasileira é calcada na produção e exportação de *commodities* agrícolas, representando aproximadamente um terço do PIB brasileiro, fazia-se necessário a implementação de um plano nacional para uso de fertilizantes que viesse ao encontro das práticas estabelecidas pela ONU sobre o manejo e conservação da base dos recursos naturais. Assim, diante da crise de abastecimento que se instaurou devido aos embargos impostos à Rússia e Bielorrússia, foi instituído o Plano Nacional de Fertilizantes com o objetivo de fomentar setores estratégicos para o desenvolvimento da agricultura sustentável.

A implementação de um Marco Regulatório para o setor produtivo de fertilizantes vinha sendo aventada desde meados da primeira década deste século, mas não prosperou devido à falta de interesse governamental. Em tempos de paz, é muito mais vantajoso, economicamente, importar os insumos a produzi-los. Porém com o cenário de insegurança alimentar diante à pandemia da COVID-19, agravado pelo conflito no Leste Europeu, os quais colocaram o Brasil de volta ao Mapa da Fome da ONU fez com que se modificasse o olhar sobre as políticas agrícolas até então adotadas. Passou-se a considerar a vulnerabilidade do setor diante da insuficiência de insumos e da adoção de um modelo agrícola insustentável.

Diante destas constatações é que se buscou fundamento para a realização da presente tese, a qual aponta para a necessidade de mudança nas políticas agrícolas, incentivando a produção local, junto ao manejo racional dos fertilizantes para o alcance dos ODS 2, de Fome Zero e Agricultura Sustentável. Para tanto, passou-se a análise dos impactos que os adventos da COVID-19 e da guerra no Leste Europeu ocasionaram na distribuição de alimentos, assim como a viabilidade do Plano Nacional de Fertilizantes e os efeitos da implementação de novas tecnologias junto ao setor agropecuário.

No primeiro capítulo, intitulado Escassez de Fertilizantes: Ameaça à Segurança Alimentar, buscou-se contextualizar o quadro de insegurança alimentar diante da escassez de fertilizantes através da análise do ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), juntamente com suas metas. Nesse contexto observou-se os dados divulgados pelos relatórios da ONU, FAO e demais organismos internacionais, os quais apontaram para um agravamento dramático da fome mundial relacionado às consequências da pandemia da COVID-19. Muito embora o

quadro da fome venha se agravando desde o início da segunda década deste século, principalmente em regiões de conflitos armados, não resta dúvidas de que a pandemia piorou a situação de insegurança alimentar no planeta.

As medidas necessárias que foram adotadas para conter as mortes deixaram um rastro de fome e miséria. Muitas pessoas perderam seus empregos e, conseqüentemente, suas rendas. Em uma sociedade em que a maioria da população mundial depende da força laboral para adquirir suas receitas, o desemprego em massa levou a um aumento significativo no número de indivíduos em situação de pobreza extrema e fome, uma vez que quanto menor for o poder de compra, maior será o número de pessoas em estado de insegurança alimentar.

Assim, com a piora no cenário econômico mundial e o acirramento das desigualdades sociais diante de dois anos consecutivos da pandemia, todos os esforços empenhados à erradicação da pobreza (ODS1), assim como para zerar a fome através de um modelo de agricultura sustentável (ODS 2) “caíram por terra”. Isto se deve ao fato do setor agropecuário estar ancorado em um modelo equivocado de produção. A escassez de fertilizantes imposta pela guerra entre Rússia e Ucrânia gerou tamanho temor, principalmente no Brasil, pelo fato de mais de 70% da produção de alimentos estar voltada à agricultura industrial e ao uso indiscriminado de fertilizantes químicos, oriundos da exploração de jazidas minerais.

Se houvessem sido implementadas políticas adequadas ao setor, voltadas ao fomento da agricultura local/familiar, com o incentivo a pesquisas de fertilizantes alternativos, combate ao desperdício, acesso à tecnologia por exemplo, o setor agrícola deixaria de ser o vilão da natureza e passaria a ser o setor que, com qualidade, alimentaria uma parcela ainda maior da população.

Como constatado, o maior número de indivíduos que se encontram em extrema pobreza e fome severa vivem em países os quais estão sob algum tipo de conflito armado. Como não poderia ser diferente, o advento da guerra entre Rússia e Ucrânia, por se tratar de países com grande concentração de hidrocarboneto, carvão e produtos agrícolas, além dos impactos locais, tem interferido na matriz energética das maiores economias europeia e na segurança alimentar planetária.

A região do conflito é uma grande exportadora de grãos e de insumos para agricultura, assim no segundo capítulo, o qual traz o título: A dependência da Importação de Insumos Agrícolas como Fator Determinante à Segurança Alimentar, objetivou-se analisar a problemática da dependência externa de fertilizantes e suas conseqüências na busca pela segurança alimentar, uma vez que o estado de beligerância e as restrições impostas aos países

da Rússia e Bielorrússia fizeram com que houvesse a diminuição, ou até mesmo, a falta no mercado internacional de energia, alimentos e insumos agrícolas, impulsionando a alta nos preços e até a falta de determinados bens.

A elevação nos preços dos insumos agrícolas fez subir o preço dos alimentos, refletindo um aumento no custo de vida da população que já vinha sofrendo os efeitos devastadores da pandemia de COVID-19, tornando mais grave o quadro de insegurança alimentar.

Na Europa, a Alemanha foi um dos países mais afetados com a crise energética em razão deste conflito. No Brasil, o maior impacto diz respeito aos preços dos fertilizantes, uma vez que a Rússia, juntamente com a Bielorrússia respondem por aproximadamente 42% do potássio usado nas lavouras brasileiras. Não houve a falta dos insumos, mas os preços destes mais que triplicaram, fazendo com que os preços dos alimentos se elevassem drasticamente.

Os reflexos desse aumento serão ainda maiores no momento da colheita, uma vez que na época do plantio os preços dos insumos estavam demasiadamente elevados. Como o valor da venda não está atrelada ao custo de produção, mas sim, ao mercado internacional de preços das *commodities* agrícolas, corre-se o risco de haver um colapso no setor, que indubitavelmente atingirá o Estado e sua economia.

No intuito de mitigar os impactos ocasionados pelo conflito do Leste Europeu, foi instituído o Plano Nacional de Fertilizantes. O PNF visa fomentar setores estratégicos para o desenvolvimento da agricultura sustentável, com a diminuição da dependência estrangeira, melhoria de negócios, competitividade e infraestrutura. Mesmo sabendo-se não ser um Plano para curto prazo, há um certo ceticismo em relação ao cumprimento das metas. Dentre os principais problemas percebeu-se a falta de investimentos em pesquisas de rochas fosfáticas; a dificuldade de exploração do potássio devido sua localização geográfica e da alta oferta internacional do insumo; alto preço do gás usado na industrialização dos fertilizantes nitrogenados. Por outro lado, tem-se apontado alternativas para viabilidade do plano como, por exemplo, busca por uma maior participação dos produtores; combate ao desperdício de fertilizantes; instituição de um ambiente regulatório, proporcionando maior segurança e agilidade; viabilização de parceria públicos privados para redução dos custos do capital imobilizado; incentivo ao uso do calcário para auxiliar na fixação dos fertilizantes ao solo; e o desenvolvimento de pesquisas para viabilizar o uso de remineralizadores, rochagem e condicionadores de solo.

O PNF, como foi elaborado, parece ser um tanto utópico, mas não impossível. Não se pode negar a dificuldade de se atingir algumas metas em um curto espaço de tempo como por exemplo, a implementação dos empreendimentos para extração do potássio em solo nacional. Por outro lado, o PNF abarca metas de fácil viabilidade, como o fomento em pesquisa para uso de fertilizantes alternativos, estratégia para auxiliar no combate ao desperdício dos insumos, dentre outras.

Percebe-se então que mesmo imperfeito, o PNF é um instrumento de grande valia por trazer uma referência, um marco regulatório, que proporcionará a redução da dependência estrangeira dos fertilizantes, assim como modificar o sistema produtivo agrícola. Com o incentivo à mudança do paradigma de produção, aliado a implementação de novas tecnologias se dará um melhor aproveitamento dos insumos, diminuição dos desperdícios e dos riscos ao meio ambiente e saúde humana, e assim, alcançar-se-á um nível sustentável no sistema da produção de alimentos, pois “o que está em jogo”, não é somente o custo de produção, mas a garantia do acesso aos alimentos a milhões de indivíduos.

Outro aspecto a ser considerado para o alcance da segurança alimentar diz respeito ao aumento demográfico, cuja expectativa é alcançar o número de dez bilhões de habitantes no planeta até 2050. Nesse sentido, desde 2015, com a implementação da Agenda 2030, que se vem apresentando formas alternativas de produzir alimentos e reforçando a importância de modelos sustentáveis de produção.

Assim, o terceiro e último capítulo, cujo título é: A Trajetória no Avanço da Sustentabilidade do Setor Agropecuário para o Alcance da Segurança Alimentar Mundial, teve como objetivo investigar e analisar as alternativas propostas para a busca de um novo paradigma de produção agropecuário.

A começar, se destaca o incontroverso sistema de agricultura local/agricultura familiar. Ele representa um importante segmento, responsável pela produção de alimentos consumidos internamente, a qual se dá através da implementação de técnicas alternativas de fertilização do solo. A agricultura familiar, além de se apoiar nas práticas tradicionais de usos dos recursos naturais, é o modelo que mais se adapta às técnicas alternativas de produção propostas pelo PNF. O uso dos produtos emergentes como fertilizantes organominerais e orgânicos; os bioinsumos e biofertilizantes; os remineralizadores (pó de rocha) e os nanomateriais não suprem a necessidade do uso dos fertilizantes tradicionais, mas constituem-se em um potencial de matérias-primas alternativas de grande valia na busca pela autossuficiência em fertilizantes.

Além da dimensão ambiental, o sistema da AF responde por uma parcela significativa da produção de alimentos e de geração de emprego e renda. Aproximadamente um terço do total de toneladas de alimentos produzidos no país advém da AF. Em relação a oportunidade de trabalho, o setor agropecuário emprega, aproximadamente, $\frac{1}{4}$ da mão de obra do país e deste total, mais da metade estão vinculados à AF.

O modelo sustentável adotado pelo sistema da AF, aliado às novas tecnologias representa ganhos em termos social, econômico e ambiental. Social por ser uma fonte de alimento fresco e nutritivo, resultado da produção local e diversificada, vendida diretamente ao consumidor final, fundamental para o alcance do ODS 2. Econômico pelo fato do sistema responder por 30% do total de alimentos produzidos pelo setor agropecuário; absorver 60% da mão de obra empregada no setor e por “fazer girar” a economia local, contribuindo para o alcance da segurança alimentar, uma vez que é com emprego e renda que se oportuniza alimento à mesa. Na dimensão ambiental a AF se apoia nas práticas tradicionais de uso e conservação dos recursos naturais. Manter a reprodução de saberes familiares favorece, também, a continuidade de manejos e práticas agrícolas mais equilibradas, contribuindo para a conservação ambiental, mesmo com a utilização de práticas modernizadas, uma vez que ser sustentável não significa negar a mecanização e a tecnologia.

O uso de tecnologia é fator decisivo para eficiência na produção agrícola. A chamada agricultura 4.0 proporciona uma maior produtividade, com menor uso de insumos e área de plantio, ou seja, permite a integrar a conservação do meio ambiente com a necessidade de produção de alimentos.

Com o auxílio da tecnologia é possível se ter acesso ao histórico da área de plantio, por exemplo, o qual determinará qual o insumo correto a ser usado, a quantidade necessária a ser aplicada, evitando-se com isso o uso abusivo de fertilizantes e defensivos agrícolas. No entanto, essa tecnologia não está acessível a todos os produtores. Muitos deles ainda se baseiam no preço dos insumos para adquiri-los, fato este que leva ao desperdício, à contaminação do solo e lençóis d'água e ao aumento no preço dos alimentos.

O impacto positivo dessas políticas nas cadeias produtivas deverá resultar na redução da dependência estrangeira para produção agrícola nacional. Mas muito mais do que isso, proporcionarão uma produção mais “limpa”, com uma menor pegada ecológica reduzindo as injustiças ecológicas, e por conseguinte as injustiças sociais. Somente com a erradicação da pobreza é que se conseguira eliminar as fomes coletivas, e a má nutrição, garantindo o acesso aos alimentos saudáveis e nutritivos, em quantidade suficiente para todos, todos os dias.

Uma vez analisados estes cenários, pode-se confirmar a hipótese inicial da tese de que com a implementação de políticas agrícolas adequadas, voltadas à utilização de fontes alternativas de fertilizantes que possam conduzir a autossuficiência nacional, aliadas ao uso racional do insumo e com o emprego de novas tecnologias, alcançar-se-á menor dependência estrangeira, redução na emissão de gases na atmosfera, e redução dos custos de produção, fatores os quais, conduzem ao alcance da segurança alimentar, capazes de proporcionar uma maior equidade socio-econômico-ambiental, com qualidade de vida a curto e longo prazo à população.

Então, a questão: Fertilizantes: Calcanhar de Aquiles na Sustentabilidade? não se confirma, uma vez que não são os fertilizantes o óbice da sustentabilidade, mas sim todo o paradigma de produção adotado até então ou seja, o problema brasileiro de disponibilidade de fertilizantes não reside na escassez, mas sim no uso incorreto de fertilizantes minerais o qual leva ao desperdício e a falta de implementação de técnicas que possibilitem o uso de insumos alternativos.

A medicina recomenda que uma alimentação equilibrada proporciona saúde e bem-estar ao indivíduo. Por analogia, pode-se dizer que uma adubação equilibrada também se fará essencial para desenvolvimento eficaz da planta. No entanto, até a chegada da crise de abastecimento, as recomendações eram de que “antes mais do que menos”, ou seja, não se era dada a devida atenção à proporção de insumo/produção. Como a AP está ao alcance de poucos, era melhor usar a mais do que deixar faltar e comprometer a colheita, mas isso vem de encontro com a velha frase “a diferença entre o remédio e o veneno está na dose”.

O uso indiscriminado do uso de fertilizantes comprometeu todo o sistema produtivo, e também ambiental. Assim, no decorrer da tese, foram apresentados alguns modelos viáveis de produção, os quais exigem políticas voltadas ao incremento da produtividade, com competitividade e redução da degradação ambiental. Modelos como o de reutilização de dejetos animais, oriundos da própria produção da pecuária, rochagem, bioinsumos, implementação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, combate ao desperdício de fertilizantes, são alternativas viáveis que possibilitam uma maior eficiência produtiva.

Até a chegada dos acontecimentos da COVID-19 e da guerra entre Rússia e Ucrânia, essas alternativas já vinham sendo usadas nas lavouras de pequeno porte, familiar, de subsistência. Os impactos negativos causados por estes adventos, acelerou o processo de pesquisa tecnológica para que estas alternativas alcançassem, também, as grandes propriedades, produtoras de monocultura.

Sabe-se que a produção em larga escala de culturas específicas como soja, milho, cana-de-açúcar, algodão não garantem a segurança alimentar, uma vez que são usadas, por exemplo, para a fabricação de ração animal, biocombustível e roupas. Todavia são de suma importância para nossa subsistência, pois necessitamos de proteína, de vestimentas e de energia para viver.

Não é com o encerramento de produção destas culturas que se combaterá a fome e a erradicação da pobreza, muito pelo contrário. Restou demonstrado que o setor agropecuário é responsável pela geração de 25% dos empregos do mercado de trabalho no Brasil. Também proporciona um superavit na balança comercial, o que favorece os demais setores da economia. Bem se sabe que se a produção de um país é insuficiente, há de se buscar fora dele, o que aumentaria o nível do desemprego e os preços dos alimentos, tolhendo a possibilidade de um número maior de indivíduos ter acesso a eles.

A conclusão que se chega ao findar esta tese, é de que a agricultura ou o agricultor não sejam os vilões, mas sim, o modelo agrícola que lastreou a produção até o presente momento; as políticas agrícolas e econômicas voltadas ao uso intensivo de fertilizantes minerais, desmatamento, contaminação do solo; emissão de GEE que aceleraram as transformações das condições climáticas do planeta. Ou seja, não é a produção em si o problema, mas os modelos que foram adotados.

Uma pergunta que surgiu ao findar esta pesquisa, e que não foi encontrada resposta é: por que não foi dado a devida atenção ao setor? Há quase duas décadas havia sido proposto uma modificação no sistema produtivo agropecuário e nenhum governo adotou as medidas necessárias para equalizar esse problema. Somente com a crise, hoje vivenciada, é que foi encontrado soluções.

Todavia, mesmo que solucionado as questões produtivas, não se chegou a uma solução para o cumprimento do ODS2, o qual preconiza Fome Zero e Agricultura Sustentável. Também não foram os episódios da COVID-19 e da guerra que ocasionaram a crise alimentar no planeta. Indubitavelmente, estes contribuíram para o aumento da fome, mas não foram os que deram causa.

Combater as fomes coletivas exige combater a pobreza. Combater a pobreza exige desenvolvimento econômico. Desenvolvimento econômico pressupõe crescimento econômico, sim, mas não somente. Implica as liberdades políticas; na capacidade dos cidadãos; na prevenção de desastres, como as fomes coletivas; no uso eficiente dos recursos naturais; na

erradicação da pobreza; na modificação dos padrões insustentáveis de produção e consumo, dentre outros tantos.

Então, pode-se afirmar que assim como o plantio direto no Brasil foi “a descoberta da roda” para o setor agrícola, o aperfeiçoamento das técnicas para o uso dos fertilizantes alternativos poderá transformar o modelo agrícola convencional em um sistema produtivo sustentável, garantidor da segurança alimentar e da sustentabilidade. Ou seja, é possível a reinvenção da agricultura, para que seja capaz de garantir uma alimentação saudável e nutritiva para 8 bilhões de pessoas, ao mesmo tempo que se preservam as florestas, a qualidade da água e do ar, e a biodiversidade.

As crises ora apresentadas serviram de “estopim” para, finalmente, despertar o interesse das autoridades governamentais, do setor agropecuário e dos próprios produtores, em transformar a agricultura nacional em uma “locomotiva” de desenvolvimento. O que não se pode afirmar é se os esforços empenhados nestes últimos meses perpetuarão ao longo do tempo, quando as importações de insumos estiverem estabilizadas. Até o encerramento desta tese, muitos projetos foram iniciados, mas nenhum com resultados precisos. A implementação desse “novo modelo” proposto pelo PNF ainda é muito recente, o que consegue apontar boas perspectivas, mas é preciso dar continuidade à pesquisa para se ter a certeza de que os impactos das ações propostas trarão consequências positivas para o alcance do ODS 2.

Além disso, será necessário: analisar se, no decorrer do tempo, houve realmente a diminuição no uso de fertilizantes minerais; se esta suposta redução gerou algum benefício econômico e ecológico como por exemplo, a redução nos custos de produção e de contaminação dos ecossistemas; também é preciso verificar a eficácia dos fertilizantes alternativos apresentados no decorrer da tese; se houve fomento para maior desenvolvimento da agricultura local/familiar. Enfim, muitas questões ainda precisarão ser revistas e quem sabe, ser objeto de uma nova pesquisa, uma vez que o setor agrícola é essencial à dignidade humana por ser fonte de alimentos, empregos e renda a milhares de indivíduos. Pensemos nisso.

REFERÊNCIAS

ABAG Associação Brasileira do Agronegócio. Europeus, americanos e tradings se unem para impor ao Brasil plano ambiental acima da lei. 2022. Disponível em: <https://abag.com.br/europeus-americanos-e-tradings-se-unem-para-impor-ao-brasil-plano-ambiental-acima-da-lei> Acesso em 03.dez.2022.

ABESO Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica. Mapa da obesidade. 2022. Disponível em [https://abeso.org.br/obesidade-e-sindrome-metabolica/mapa-da-obesidade/#:~:text=A%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Mundial%20de%20Sa%C3%BAde,\(IMC\)%20acima%20de%2030](https://abeso.org.br/obesidade-e-sindrome-metabolica/mapa-da-obesidade/#:~:text=A%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Mundial%20de%20Sa%C3%BAde,(IMC)%20acima%20de%2030). Acesso em: 04.mai.2022

ABRAMOVAY, R. De volta ao futuro: mudanças recentes da agricultura familiar. *In*: seminário nacional do programa de pesquisa em agricultura familiar da embrapa, 1., 1995, Petrolina. Anais [...]. Petrolina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Semiárido, 1995.

AGRICULTURE SECTOS ROADMAP TO 1.5 C reducing emission from land use change. 2022 Disponível em <https://www.tropicalforestalliance.org/assets/Agriculture-Sector-Roadmap-November-2022-v2.pdf>. Acesso em 03.dez.2022.

ALMEIDA, Luciana Togeiro de; MIRANDA, Silvia Helena Galvão; ANSANELLI, Stela Luiza de Mattos. Comércio e meio ambiente: evidências do setor agropecuário brasileiro. *In* MAY Peter H. Economia do meio ambiente: teoria e prática. – 3. ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

ALVES Fábio; VALADARES, Alexandre Arbex. SILVA, Sandro Pereira. BASTIAN, Lillian. *In* Mercado de trabalho: conjuntura e análise. IPEA. 2022. Disponível em https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11171/1/bmt_73.pdf. Acesso em 02.jan.2023.

AMBIENTEC CONSULTORIA; VALE. Estudo impacto ambiental – relatório impacto ambiental projeto carnalita de Sergipe – Vale. 2009 Disponível em <https://adema.se.gov.br/> Acesso em 17.jun.2019.

ANDRADE, Daniel Caixeta. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássicas e da economia ecológica. *In* Leituras de economia política, Campinas, (14): 1-31, ago-dez.2008. <http://www.eco.unicamp.br/> Acesso em 14.mar.2020.

BASILE, Fabio. Crisis energetica 2022, conosce oggi: panoramica generale, cause, situazione, provvedimenti, possibili conseguenze. EBook Kindle. 2022.

BENNETT, L.L. Pro què el mundo debe preocuparse por una guerra entre Ucrania e Rusia. eBook Kindle. 2022.

BERNARDES, Tales. Fertilizantes NPK: Tudo que é necessário saber antes de compra-lo. Disponível em: www.tecnologianocamo.com.br/fertilizante-npk/. Acesso em 23.fev.2020.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração. Sumário mineral 2017. V. 37. ISSN0101-2053. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie->

[estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumariomineral_2017](#). Acesso em: 12.dez.2022.

BARSIL. COMEXTAT Estatística Comércio Exterior. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br>. Acesso em: 08.jun.2022.

BRASIL. Decreto 10.375 de maio de 2020. Programa Nacional de Bioinsumos. Acessível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10375.htm. Acesso em 10.dez.2022.

BRASIL. Decreto nº 10.991 de março de 2022. Plano Nacional de Fertilizantes 2022-2050.

BRASIL. Lei 11.326 de julho de 2006. Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.

BRASIL. Lei 12.651 de maio de 2012. Código Florestal Brasileiro.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano nacional de fertilizantes para reduzir importação dos insumos. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/governo-federal-lanca-plano-nacional-de-fertilizantes-para-reduzir-importacao-dos-insumos>. Acesso em 21.mar.2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. As reservas minerais para fertilizantes no Brasil. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios>. Acesso em: 07.dez.2022.

BRASIL. Ministério da Economia. Reformas microeconômicas impulsionaram a retomada do crescimento. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2022/junho>. Acesso em 15.set.2022.

BRASIL. ODSBRASIL, Indicadores brasileiros para os objetivos de desenvolvimento sustentável. 2022. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/>. Acesso em 02.abr.2022.

BRASIL. Secretaria de Comércio Exterior. Balança comercial brasileira: boletim trimestral: terceiro trimestre. Disponível em: https://balanca.economia.gov.br/balanca/publicacoes_dados_consolidados/boletim/boletim_trimestral_atual.pdf. Acesso em 10.out.2022.

BRASIL. Secretaria Especial de Assuntos Estratégico. Produção Nacional de Fertilizantes. Estudo Estratégico. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/assuntos/assuntos-estrategicos>. Acesso em 03.fev.2022.

BRASIL. Secretaria Especial de Assuntos Estratégico. Plano Nacional de Fertilizantes 2050 (PNF 2050). Brasília: SAE, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto>. Acesso em 02.jun.2022.

BRASIL. Senado Federal. Retorno do Brasil ao mapa da fome da ONU. Disponível em <https://www12.senado.leg.br/noticias>. Acesso em: 20.out,2022

BRASIL. Banco Central do Brasil. Manual de crédito rural (MCR). 2021. Disponível em <https://www3.bcb.gov.br/mcr/completo>. Acesso em 02.jan.2023.

BRASIL MINERAL. Fertilizantes: plano visa redução das importações. 2022 Disponível em: <https://www.brasilmineral.com.br/noticias/plano-visa-reducao-das-importacoes>. Acesso em 02.abr.2022.

BRASIL MINERAL. Webinar: fertilizantes: plano visa redução das importações. 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=p6xiMkiCCBM>. Acesso em: 04.jul.2022.

BRASIL MINERAL. CBPM debate uso de resíduos da mineração. 2022. Disponível em <https://www.brasilmineral.com.br/noticias/cbpm-debate-uso-de-residuos-da-mineracao>. Acesso em: 15.dez.2022.

BROWN, Lester R. Eco-economia: construindo uma economia para a terra. Salvador: UMA, 2003.

CALIGARIS, Bruno Santos Abreu; RANGEL, Luiz Eduardo Pacifici; POLIDORO, José Carlos. A importância do plano nacional de fertilizantes. Carta da agricultura. 2022. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1142514/1/A-importancia-do-PNF.pdf>. Acesso em: 02.dez.2022

CANALRURAL. Brasil tem estoque de fertilizantes até junho. 2022. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/brasil-tem-estoque-de-fertilizantes-ate-junho-diz-anda/>. Acesso em: 02.abr.2022.

CARIDE, José Antônio; MEIRA, Pablo Ángel. Educação ambiental e desenvolvimento humano. Lisboa: Instituto Piaget, 2001.

CARVALHO Arminda Moreira de. Plantio direto com qualidade no Cerrado. Disponível em: <infoteca.cnptia.embrapa.br>. Acesso em 07.jan.2023)

CASTRO, Flávia Lages de. História do direito geral e Brasil. 10ª ed. 2ª triagem. Rio de Janeiro: Lumem Juris, 2014.

CEPAL, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. Hacia una seguridad alimentaria y nutricional sostenible em America Latina y el Caribe em respuesta a la crisis alimentaria mundial. 2022. Disponível em: <https://www.cepal.org/pt-br/noticias/cepal-fao-o-wfp-lancam-relatorio-conjunto-seguranca-alimentar-america-latina-caribe>. Acesso em 08.dez.2022.

CEPEA/CNA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada/ Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. PIB do agronegócio. 2022. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br/publicacoes/alta-dos-custos-pressao-pib-do-agronegocio-no-primeiro-semester-recuo-de-2-48>. Acesso em 30.set.2022.

CEPEA/ESALQ. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Conflito no leste europeu completa um mês e setor de fertilizantes segue apreensivo. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniao-cepea/conflito-no-leste-europeu-completa-um-mes-e-setor-de-fertilizantes-segue-apreensivo.aspx>. Acesso em: 08.jun.2022.

CNA Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Jaidas e bioinsumos minimizam falta de fertilizantes estrangeiro. 2022. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/noticias/jaidas-e-bioinsumos-minimizam-falta-de-fertilizante-estrangeiro>. Acesso em 10.dez.2022.

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento. Preços mínimos. 2017. Disponível em <https://www.conab.gov.br/precos-minimos>. Acesso em 16.dez.2022.

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento. Importação de fertilizantes é recorde e chega a 41,6 milhões de toneladas. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4486>. Acesso em 26.mar.2022.

CONAFER. Livre de fertilizantes, soja é rentável na agricultura familiar. 2020. Disponível em: <https://conaferr.org.br/livre-de-fertilizantes-soja-e-rentavel-na-agricultura-familiar/>. Acesso em 03.jan.2023.

COSTA, Sandro Luiz da. Áreas protegidas e assentamentos rurais em Sergipe: sob o enfoque do princípio constitucional do desenvolvimento sustentável / Sandro Luiz da Costa; orientadora Maria José Nascimento Soares – São Cristóvão, 2016. Tese Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – Universidade Federal de Sergipe. Disponível em file:///C:/Users/Usuario/Downloads/SANDRO_LUIZ_COSTA.pdf. Acesso em 19.fev.2023.

DALY, Herman; FARLEY Joshua. Economia ecológica: princípios e aplicações. Trad. de Alexandra Nogueira et al. Lisboa: Instituto Piaget, 2004.

DARE AGRO. Fertilizantes NPK: importância para as plantas. EBook Kindle. 2022

DENEGRI, João Alberto. Seguro e crédito agrícola no mercado livre no Brasil. *In* Financiar o futuro: o papel do BNDES. IPEA 2022.

DIAS, João Castanho. Raízes da Fertilidade. São Paulo: Calandra Editorial, 2005.

ECYCLE. Entenda o que é agricultura sustentável. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/agricultura-sustentavel/>. Acesso em: 15.set.2022.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. Agricultura de baixo carbono. 2014. Disponível em <https://www.embrapa.br/en/tema-agricultura-de-baixo-carbono/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 15.dez.2022.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. Plano seorial de mitigação e adaptação às mudanças climáticas para consolidação de uma economia de baixo carbono da agricultura. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/tema-agricultura-de-baixo-carbono/sobre-o-tema>. Acesso em: 15.dez.2022.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030++o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-a8e89d62829?version=1.1>. Acesso em: 08.set.2022.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. Agricultura familiar: desafios para a sustentabilidade socioeconômica e ambiental. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1109686/agricultura-familiar-desafios-para-a-sustentabilidade-socioeconomica-e-ambiental>. Acesso em 14.ago.2022.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. Agricultura e preservação ambiental. EMBRAPA territorial. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/car/sintese>. Acesso em 07.dez.2022.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa. Geopolítica do alimento: o Brasil como fonte estratégica de alimento para humanidade. 2019. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/205102/1/GEOPOLITICA-ALIMENTO-ed04-2019.pdf>. Acesso em 02.abr.2022.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. Políticas públicas para agricultura familiar. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/tema-agricultura-familiar/politicas-publicas>. Acesso em: 02.out.2022.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf/nota-tecnica>. Acesso em 11.jun.2022.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. Novos fertilizantes e insumos. 2022. Disponível em <https://www.embrapa.br/en/caravana-embrapa-fertbrasil>. Acesso em 02.abr.2022.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. Alternativas para diversificação da agricultura familiar de base ecológica. 2022. Disponível em <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1148421/alternativas-para-diversificacao-da-agricultura-familiar-de-base-ecologica---2022>. Acesso em 14.ago.2022.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. A crise dos fertilizantes e o aumento da insegurança alimentar global: impactos do conflito Rússia-Ucrânia no mercado de commodities agrícolas. Série diálogos estratégicos – mercados internacionais (NT43). 2022. Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/a%20crise%20dos%20fertilizantes%20e%20o%20aumento%20da%20inseguran%C3%87a%20alimentar%20global_impactos%20do%20conflito%20russiaucrania%20no%20mercado%20de%20commodities%20agricolas.pdf. Acesso em 18.out.2022.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. Soluções tecnológicas. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2129/underground-dam>. Acesso em 02.dez.2022.

EURODEFENSE. O gasoduto Nord Stream 2: a disputa geopolítica na Europa. 2018. Disponível em <https://eurodefense.pt/o-gasoduto-nord-stream-2-a-disputa-geopolitica-na-europa/>. Acesso em 10.out.2022.

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations. Código internacional de conducta para el uso y manejo de fertilizantes. 2019. Disponível em <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca5253es/>. Acesso em 14.fev.2022.

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2021 (SOFI). 2021. Disponível em <https://www.fao.org/documents/card/es/c/cb4474es>. Acesso em 02.abr.2022.

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations. Panorama regional de la seguridad alimentaria y nutricional para América Latina e Caribe. 2021. Disponível em <https://www.fao.org/americas/publicaciones-audio-video/panorama/2021/es/>. Acesso em 02.abr.2022.

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations. Perspectivas Agrícolas da OECD-FAO. 2022. Disponível em <https://www.fao.org/brasil/noticias/detal-events/pt/c/1585152/>. Acesso em 04.jul.2022.

FIOCRUZ, Fundação Oswaldo Cruz. Centro de relações internacionais em saúde (cris). Cadernos CRIS/FIOCRUZ. Informa sobre a saúde global e diplomacia da saúde. N. 13/2022.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. Curso de direito ambiental brasileiro. – 21. ed. São Paulo: SaraivaJur. 2021.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS/ EAESP: Custo econômico e uso da terra. 2020. Disponível em <https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/projetos/financas-observatorio-abc>. Acesso em 11.nov.2022.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. Indicador de comércio exterior (ICOMEX). 2022. Disponível em: <https://portalibre.fgv.br/icomex>. Acesso em 11.nov.2022.

GALVAN, Tederson. A história da agricultura: 10.000 anos atrás até 1850. Disponível em: <https://www.youagro.com/blog/geral/a-historia-da-agricultura-10-000-anos-atras-ate-1850/>. Acesso em 19.fev.2023.

GLOBALFERT Negócios. Notícia: Brasil recebe sinal de maior oferta de potássio do Canadá. Disponível em <https://globalfert.com.br/noticias/negocios/brasil-recebe-sinal-de-maior-oferta-de-potassio-do-canada-diz-ministerio/>. Acesso em 26.mar.2022.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS. Projeto Potássio Amazonas – Autazes. Estudos de Impactos Ambientais/Relatório de Impacto Ambiental. 2015. Disponível em: ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2022/02/Relatorio-de-Impacto-Ambiental-Potassio-do-Brasil-Mina-de-Silvinita-IPAAM-site.pdf. Acesso em 02.fev.2022.

GOVERNO DO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL. SEMAGRO inicia estudo em jazidas minerais para identificar alternativa sustentável para fertilização agrícola em MS. 2021. Disponível em: <http://www.ms.gov.br/governo>. Acesso em 20.dez.2022.

GRAZIANO, Xico; GAZZONI, Décio Luiz; PEDROSO, Maria Thereza. Agricultura: fatos e mitos: fundamentos para um debate racional sobre o agro.- 2.ed.- São Paulo: Baraúna, 2021.

GRANDIS, Adriana; PALACIOS, Carmem; BUCKERIDGE, Marcos S. O desenvolvimento da agricultura no Brasil e as perspectivas para uma agricultura sustentável no século XXI. 2020. Disponível em:

https://crbio01.gov.br/media/view/2020/12/sustentabilidade_e_agricultura_no_brasil_no_seculo_xxi_2126.pdf. Acesso em 16.out.2022.

GUDYNAS, Eduardo. Direitos da natureza: ética biocêntrica e políticas ambientais. São Paulo: Elefante. 2020.

HOFFMANN, Rodolfo. A agricultura familiar produz 70% dos alimentos consumidos no Brasil? Segurança alimentar e nutricional. Sistema faep. 2014. Disponível em: <https://www.sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2015/05/AGFAM70M1.pdf>. Acessado em 14.ago, 2022.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Índice de Desenvolvimento Humano. Disponível em www.cidades.ibge.gov.br. Acesso em 10.set.2019.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atlas Rural: agricultura familiar. 2020. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/atlasrural/pdfs/11_00_Texto.pdf. Acesso em 10.ago.2022

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atlas do Espaço Rural Brasileiro. 2020. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101773>. Acesso em 21.mar.2022.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamentos familiares POF. Atualizado em 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/24786-pesquisa-de-orcamentos-familiares-2.html?=&t=microdados>. Acesso em 05.jun.2022.

IPEA Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Agenda 2030. ODS – Metas nacionais dos objetivos de desenvolvimento sustentável – proposta de adequação. 2018. Disponível em <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8636/1/Agenda%202030%20ODS%20Metas%20Nac%20dos%20Obj%20de%20Desenv%20Susten%202018.pdf>. Acesso em 26.mar.2022.

IPEA Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Objetivo de desenvolvimento sustentável. 2019. Disponível em <https://www.ipea.gov.br/ods/>. Acesso em 02.abr.2022.

IPEA Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Carta de Conjuntura. N. 54. Nota de Conjuntura 22 – 1º Trimestre de 2022. <https://www.ipea.gov.br/cartadeconjuntura>. Acesso em: 10.mai.2022.

ITAU. Monitoramento das importações de fertilizantes. 2022 Disponível em <https://www.itaubr.com.br/content/dam/ibba/blog/agro/radaragro/fertilizantes/Radar%20Agro%20-%20Importa%C3%A7%C3%B5es%20Fertilizantes%20-%20Nov22.pdf>. Acesso em 14.mar.2022.

JORNAL DA USP. O Brasil tem capacidade de ser autossuficiente na produção de fertilizantes? Publicado em 11.mar.2022. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/o-brasil-tem-capacidade-de-ser-autossuficiente-na-producao-de-fertilizantes/>. Acessado em 12.out.2022.

LACERDA, Roberto dos Santos. Territorialidade, saúde e meio ambiente: conexões, saberes e práticas em comunidades de Sergipe /! Roberto dos Santos Lacerda. Orientadora Gicélia Mendes da Silva. – São Cristóvão, 2017. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio

Ambiente – Universidade Federal de Sergipe. Disponível em file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ROBERTO_SANTOS_LACERDA.pdf. Acessado em 19.fev.2023.

LATOUCHE, Serge. Pequeno tratado do decrescimento sereno. Trad. de Claudia Berliner. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.

MAPBIOMAS. Coleção 7: cobertura e uso da terra para o período de 1985 a 2021. 2021. Disponível em <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/cobertura?activeBaseMap>. Acesso em 09.nov.2022.

MARCONI, Marina de, A; LAKATOS, Eva Maria. Metodologia Científica . Disponível em: Minha Biblioteca, (8ª edição). Grupo GEN, 2022. Acesso em 23.dez.2022.

MATOS, Camila Ferreira. Produção de Biogás e Biofertilizantes a partir de dejetos bovinos, sob sistema orgânico e convencional de produção. UFRR 2016. Disponível em: <https://tede.ufrrj.br/jspui/handle/jspui/1140>. Acesso 03.nov.2022.

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea. Tradução de Claudia F. Falluh Balduino Ferreira. – São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD 2010.

MENDES, Judas Tadeus Grassi; PADILHA Jr, João Batista. Economia do agronegócio: a foça do Brasil. Curitiba: Grupo JML, 2021.

MILL, Alfred. Tudo o que você precisa saber sobre economia. Tradução de Leonardo Abramowicz. – São Paulo: editora Gente, 2017

MORIN, Edgar. O método 6: ética. Trad. de Juremir Machado da Silva. 4. ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.

MORIN, Edgar. A via para o futuro da humanidade. Trad. de Edgar de Assis Carvalho e Mariza Perassi Bosco. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

NERY, Adrielle. Manejo do solo e o uso racional e eficiente dos fertilizantes. Disponível em <https://agroadvance.com.br/manejo-do-solo-e-o-uso-racional-e-eficiente-dos-fertilizantes/#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20uso%20eficiente,aduba%C3%A7%C3%A3o%20ou%20corre%C3%A7%C3%A3o%20do%20solo>. Acesso em 19.02.2022.

OLIVEIRA, Luiz Alberto Melo de. Potássio: oferta mundial. Disponível em https://sistemas.anm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=6388. Acesso em 05.08.2020.

OLIVEIRA, Maria Celina Santos de. Economia ecológica, sustentabilidade e uso do solo. Redes. Santa Cruz do Sul, RS: Ed. UNISC, set./dez. 2000, v. 5, n. 3.

ONU Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (DESA). Disponível em <https://nacoesunidas.org/acao/desenvolvimento/> Acesso em 05.jul.2020.

PIKETTY, Tomas. O capital no século XXI. Trad. de Monica Baumgarten de Bolle. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2014.

RIBEIRO, Márcio Bruno. CONCEIÇÃO, Júnia Cristina Péres Rodrigues. O papel do crédito rural e da infraestrutura de transportes para o desenvolvimento da agricultura brasileira *in* IPEA Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2019. Disponível em https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9470/1/td_2521.PDF. Acesso em 02.jan.2023.

REETZ, Harold F. Fertilizantes e o seu uso eficiente. Tradução: Alfredo Scheid Lopes. – São Paulo: ANDA, 2017.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Economia ou economia política da sustentabilidade. *In* May, Peter H. Economia do meio ambiente: teoria e prática – 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

SACHS, Ignacy. Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento. Organização de Paulo Freire Vieira. São Paulo: Cortez, 2007.

SACHS, Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Organização de Paula Yone Stroh. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SAVOLDI, A.; CUNHA, L. A. Uma abordagem sobre a agricultura familiar, Pronaf e a modernização da agricultura no sudoeste do Paraná na década de 1970. *Revista Geografar*, Curitiba: Universidade Federal do Paraná - UFPR, Programa de Pós-Graduação em Geografia, v. 5, n. 1, p. 25-45, jan./jun. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/geografar.v5i1.17780>. Acesso em: 10.ago.2022.

SANTOS, Alessandra Alcides de Sá. Educação e saúde ambiental em assentamentos rurais, Lagarto – SE / Alessandra Alcides de Sá Santos; orientador Stephen Francis Ferrari. – São Cristóvão, 2016. Tese Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – Universidade Federal de Sergipe. Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ALESSANDRA_ALCIDES_SA_SANTOS.pdf. Acesso em 19 de fev. 2023.

SANTOS, Cátia dos; PEDROTTI, Alceu; SANTANA, Ana Paula Silva de; SANTOS, Plínio Elkson dos. Aspectos da sustentabilidade socioeconômico dos agrossistemas do milho no estado de Sergipe. Repositório Institucional UFS / Produção Científica / DEA – Departamento de Engenharia Agrônômica. 2012. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/715/1/AspectosSustentabilidadeSocioeconomico.pdf>. Acesso em 20.fev.2023.

SANTOS, Gesmar Rosa dos; SILVA, Rodrigo Peixoto da. Diversidade na agricultura e no meio rural como base de políticas públicas. *In* agricultura e diversidade: trajetórias, desafios regionais e políticas públicas no Brasil. IPEA. 2022. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11405/1/diversidade_agricultura_cap1.pdf. Acesso em 18.dez.2022.

SCHNEIDER, S.; CASSOL, A. Diversidade e heterogeneidade da agricultura familiar no Brasil e algumas implicações para políticas públicas. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct2014.v31.20857>. Acesso em: 14.ago.2022

SEN, Amartya. Desenvolvimento como liberdade. Trad. de Laura Teixeira Motta; rev. técnica de Ricardo Doninelli Mendes. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

SOUZA, Antônio Eleutério de; FONSECA, David Siqueira. Fosfato. In DNPM. Disponível em <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral>. Acesso em: 12.dez.2022.

SOUZA, Marcelo Lopes de. Ambientes e territórios: uma introdução à ecologia política. – 1.ed.- Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 2019.

SOUZA FLHO, Hildo Meirelles de; BATALHA, Mário. Gestão integrada da agricultura familiar. São Carlos; Edutscar, 2009.

STEPHANES, Reinhold. Fertilizantes: marco regulatório e diretrizes para uma política autossuficiente. eBook Kindle. 2022.

SVAMPA, Maristella. Del cambio de época al fin de ciclo (Spanish edition) Barcelona: Edhasa. 2019.

SVAMPA, Maristella. As fronteiras do neoextrativismo na América Latina. São Paulo: Elefante. 2020.

THOMAS, Janet M.; CALLAN, Scott J. Economia ambiental:fundamentos, políticas e aplicações. Trad. de Antonio Claudio Lot e Marta R Gil Passos. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

UNIÃO NACIONAL DE BIOENERGIA. Com crise dos fertilizantes, pedidos de pesquisa e exploração de potássio triplicam no Brasil. 2022. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2022/07/04/> Acesso em: 19.out.2022.

UNICEF Fundo das Nações Unidas para Infância. Relatório da ONU: ano pandêmico marcado por aumento da fome no mundo.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira. IPEA. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355219/40809920/>. Acesso em 11.out.2022.

WONNACOTT, Paul; WONNACOTT, Ronald. Economia. Trad. Yeda Rorato Crussius & Carlos Augusto Crussius. – São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1982.

WORLD ENERGY OUTLOOK. Panorama energético mundial 2022. 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>. Acesso em: 11.nov.2022.

WWF World Wide Fund fo Nature. A pegada ecológica da cidade de Natal. 2019. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?56612/pegada-ecologica-de-natal>. Acesso em: 12.jun.2022.

WWF World Wide Fund fo Nature. Roteiro do setor agrícola lançado na COP27 não é consistente. 2022. Disponível em <https://www.wwf.org.br/?82848/Roteiro-do-setor-agricola-lancado-na-COP27-nao-e-consistente>. Acesso em 03.dez.2022.