

Grupo de Trabalho

Resiliência em Cadeias de Valor



SECRETARIA DE
POLÍTICA ECONÔMICA

MINISTÉRIO DA
FAZENDA



JANEIRO DE 2024

Resiliência em **Cadeias de Valor**

Grupo de Trabalho

Brasília
Janeiro de 2024

Ficha Técnica

Ministro da Fazenda

Fernando Haddad

Secretário de Política Econômica

Guilherme Santos Mello

Subsecretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável

Cristina Fróes de Borja Reis

Equipe técnica SPE

José Pedro Bastos Neves
Matias Rebello Cardomingo
Thalita Ferreira de Oliveira

Consultor técnico

Rodolfo Vaz Oliveira Aguiar

Projeto gráfico e diagramação

André Oliveira Nóbrega

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)

Carlos Henrique de Mello Silva
Jorge Luís Ferreira Boeira
Marcelo Gavião Brito da Silva

Organizações Consultadas:

- Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA)
- Associação Brasileira das Pequenas e Médias Cooperativas e Empresas de Laticínios (G100)
- Associação Brasileira de Piscicultura (PeixeBR)
- Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC)
- Associação Nacional dos Confinadores (ASSOCON)
- Airbus Brasil
- Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB)
- Embrapa Gado de Corte
- Embrapa Suíno e Aves
- Embrapa Pesca e Aquicultura
- Petrobrás

Grupo de Trabalho Interinstitucional sobre Resiliência em Cadeias de Valor

Ministério da Fazenda:

Cristina Fróes de Borja Reis
Gilson Alceu Bittencourt
Mônica Avelar Antunes Neto
Thalita Ferreira de Oliveira

Casa Civil:

Pedro Quaresma de Araujo
Carolina Grotterá

Ministério da Agricultura e Pecuária:

José Carlos Polidoro
Nelson de Andrade Júnior

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação:

Bruno César Prosdocimi Nunes
Gustavo de Lima Ramos

Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar:

José Henrique da Silva
Rafael Rosa Cedro

Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços:

Felipe Augusto Machado
Carlos Leonardo Teófilo Durans

Ministério de Gestão e da Inovação em Serviços Públicos:

Victoria Echeverría
Pabline Reis

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima:

Clarisse Elizabeth Fonseca Cruz
Gilberto Sales

Ministério de Minas e Energia:

Leandro de Oliveira Albuquerque
Esdras Godinho Ramos

Índice



1 - Introdução	6
2 - A pandemia e a problemática da resiliência em cadeias de valor para segurança energética e alimentar (Brasil e Mundo)	7
2.1 Contexto geral da pandemia: rupturas	7
2.2 As reações dos governos para construir resiliência nas cadeias de valor	8
2.3 Impactos na segurança alimentar e energética	12
2.4 Comportamento da inflação	15
2.5 Seleção das cadeias	22
3 - Metodologia para o mapeamento das cadeias	24
4 - Mapeamento das Cadeias de Proteínas de origem animal	28
4.1 Cadeia do Leite	29
4.2 Cadeia de Bovinos	31
4.3 Cadeia do Frango	35
4.4 Cadeia de Suíños	37
4.5 Cadeia de Ovos	39
4.6 Cadeia da Piscicultura	41
5 - Identificação dos gargalos e estratégias das Cadeias de Proteínas Animal	44
5.1 Gargalos Macroeconômicos e Financeiros	45
5.2 Gargalos de Infraestrutura e Comércio	49
5.3 Gargalos Tecnológicos e Produtivos	55

6 - Mapeamento das Cadeias de Combustíveis	60
6.1 Cadeias de valor de combustíveis fósseis	64
6.2 Cadeias de valor de biocombustíveis	73
6.2.1 Biodiesel	74
6.2.3 Diesel verde ou diesel renovável	77
6.2.4 HVO (<i>Hydrotreated Vegetable Oil</i> ou óleo vegetal hidrotratado)	78
6.2.5 SAF	79
7 - Identificação dos gargalos e estratégias das cadeias de combustíveis	82
7.1 Gargalos Macroeconômicos e financeiros	82
7.2 Gargalos de Infraestrutura e Comércio	85
7.3 Gargalos Tecnológicos e Produtivos	86
8 - Considerações Finais	90
9 - Referências Bibliográficas	91



1- Introdução

O relatório apresenta os resultados do Grupo de Trabalho Interministerial sobre Resiliência em Cadeias de Valor, instituído pelo Decreto nº 11.597, de 12 de julho de 2023, com o objetivo de ampliar a capacidade de resposta a choques adversos nas cadeias produtivas que pressionam a inflação, considerando impactos sobre segurança alimentar e energética.

A saber, as chamadas Cadeias Globais de Valor (CGV) representam a organização da produção de bens e serviços, marcada pela fragmentação e dispersão internacional de etapas dos processos produtivos (OCDE, 2013). Por resiliência, entende-se a capacidade de adaptação dessas cadeias a choques adversos (MIROUDOT, 2020). Por segurança alimentar e energética, entende-se tal como nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2 e 7, respectivamente, da Agenda 2030, o conjunto de objetivos, metas e indicadores da Organização das Nações (ONU, 2021).

As disputas por tecnologias disruptivas e o imprevisível desafio de enfrentar a crise climática têm provocado deslocamentos na configuração das CGV. Recentemente, a pandemia da Covid-19 e a guerra entre Rússia e Ucrânia expuseram a fragilidade dos elos e etapas dos processos produtivos em setores relevantes, incitando Estados Nacionais a repensarem suas estratégias econômicas na direção de (re)adensar suas cadeias domésticas. Tais iniciativas marcam uma série de estímulos à reindustrialização, alinhados às necessidades de descarbonização e geração de empregos dignos.

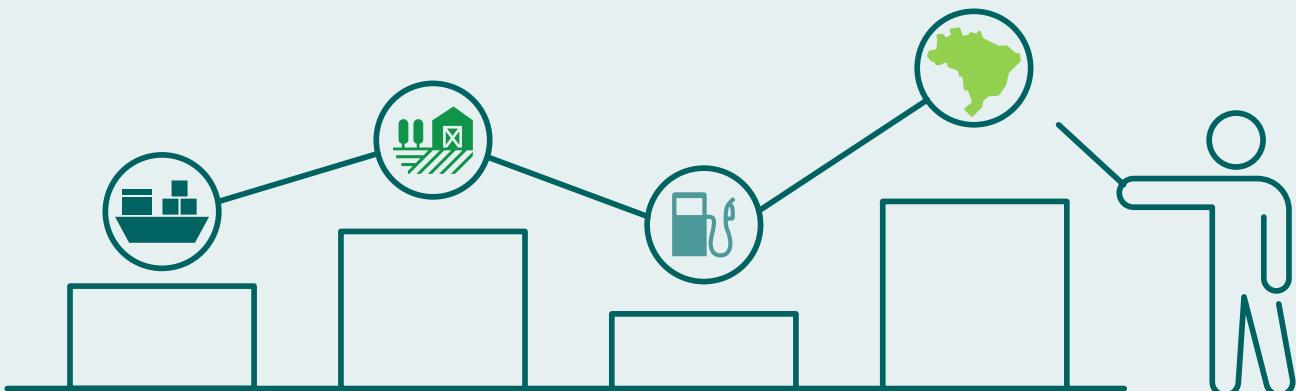
A consequência da tentativa de reorganização das cadeias nos mercados mundiais, principalmente, de alimentos e energia, reflete-se no aumento generalizado dos preços internacionais. No Brasil, as empresas

apresentaram dificuldade de acessar insumos, matérias-primas e bens intermediários essenciais à produção, impactando no aumento de custos das operações. Essa pressão de custos soma-se às deficiências estruturais da produção nacional, encarecendo o bem final e prejudicando em maior medida o consumo das famílias de baixa renda. Portanto, a reorganização das cadeias de valor tem efeitos distributivos significativos, que influenciam o nível de volatilidade econômica e de desigualdade de renda. Assim, tal conjunção de fatores reforça a importância da discussão sobre como garantir a segurança energética e alimentar das nações.

Dado o contexto apresentado, este é o momento oportuno para o Brasil definir uma estratégia para melhorar o padrão de inserção do país nas cadeias globais de valor, de modo a mitigar gargalos nos elos produtivos, com foco naqueles que têm pressionado a inflação de curto, médio e longo prazo. Compete ao Grupo de Trabalho, portanto, identificar e investigar as cadeias ora elencadas e seus respectivos entraves, no âmbito da pesquisa e da elaboração de diagnósticos que contribuam, eventualmente, para estratégias de redução das pressões sobre os custos com vistas ao aperfeiçoamento das estruturas produtivas, tecnológicas e comerciais.

Para tal, o Grupo de Trabalho contou com a representação de 09 (nove) ministérios¹ e especialistas no mapeamento e discussão sobre dois grupos de cadeias, proteínas e combustíveis, a serem apresentadas neste relatório final conforme disposto no art. 7º do Decreto nº 11.597/2023. O período de referência para análise deste relatório compreende os anos em que a pandemia incidiu mais fortemente no mundo e no Brasil, de 2020 a 2022.

¹ Portaria de Pessoal SE/MF nº 1.588, de 6 de outubro de 2023, que altera a Portaria de Pessoal SE/MF nº 1.191, de 18 de julho de 2023.



2 - A pandemia e a problemática da resiliência em cadeias de valor para segurança energética e alimentar (Brasil e Mundo)



2.1 Contexto geral da pandemia: rupturas

O tema sobre Resiliência em Cadeias de Valor constitui um dos assuntos mais importantes da atualidade para políticas de comércio e investimento internacionais. Diretamente relacionadas a uma visão de desenvolvimento de longo prazo, desafiam agentes públicos, privados, pesquisadores e organizações multilaterais na compreensão de como melhorar a inserção das empresas, dos trabalhadores e dos países nas redes produtivas (IPEA, 2017). Tal desafio adquire maior importância frente à necessidade de mitigação e adaptação aos efeitos das mudanças climáticas e à irrupção de eventos extremos como conflitos, desastres naturais e epidemias (ou pandemias, como no caso da COVID-19).

Entre estes desafios estão a sustentabilidade dos sistemas alimentares em termos econômicos, sociais e ambientais. Além de contribuírem significativamente para as emissões globais de gases de efeito estufa, trata-se de sistemas vulneráveis às mudanças climáticas que acarretam dificuldades à produção, com surtos de pragas, perdas de alimentos e restrições na cadeia de suprimentos. Por isso, alcançar a resiliência dos sistemas alimentares se mostra ponto central na garantia da segurança alimentar, ainda mais ameaçada após os impactos em face da crise da COVID-19 (FAO, 2021).

Nesse sentido, o debate tem evoluído em torno do desafio sobre como melhorar a estabilidade nas

cadeias de valor e, ao mesmo tempo, capturar os ganhos de eficiência decorrentes da especialização produtiva. Como exemplo, estão as posições favoráveis ao incremento da produção regionalizada com vista à maior segurança de fornecimento e menor incerteza aos consumidores e às empresas (OCDE, 2021).

Por esta razão, as empresas multinacionais refletem sobre novas estratégias de resiliência em cadeias de valor, seja através da reestruturação da rede via *nearshoring* ou *reshoring* e até *powershoring*¹ (envolvendo investimento e decisões de desinvestimento), soluções de gestão da cadeia de suprimentos (com diversificação de fornecedores, canais de comercialização e distribuição) e adoção de medidas sustentáveis. Como coloca a UNCTAD (2021), o debate dos governos sobre o papel do investimento na recuperação da atividade econômica tem levado em conta a aspiração de se "reconstruir melhor" e tornar a economia global mais resistente a choques.

Isto posto, ações em prol do desenvolvimento sustentável nas Cadeias de Valor implicam em ação coordenada nas cadeias produtivas visando promover as opções de eficiência energética e de materiais, de fluxos circulares de mitigação climática-ambiental, bem como de novas tecnologias transformativas nos processos de produção (IPCC, 2023).

¹ O deslocamento (*offshoring*) de atividades e empregos industriais de países desenvolvidos para outros países era uma tendência no século passado. Atualmente, debate-se o *nearshoring* ou *reshoring* como o movimento para levar as atividades industriais de volta aos países de origem. Diante dos altos e crescentes níveis de desemprego, criar oportunidades de trabalho nestes países conta com o retorno dessas empresas. O principal argumento é que o *reshoring* criará valor agregado e empregos na indústria e ajudará a recuperar a competitividade global dessas economias (DE BACKER et al., 2016). Em particular, o *powershoring* se refere à reconfiguração das cadeias produtivas considerando o suprimento de energias renováveis, como eólica, solar, biomassa etc. (ARBACHE & ESTEVES, 2023).

“

Ações em prol do desenvolvimento sustentável nas Cadeias de Valor implicam em ação coordenada nas cadeias produtivas visando promover as opções de eficiência energética e de materiais, de fluxos circulares de mitigação climática-ambiental, bem como de novas tecnologias transformativas nos processos de produção.

”

2.2 As reações dos governos para construir resiliência nas cadeias de valor

Diante do contexto apresentado na seção anterior, os Estados Unidos da América (EUA) iniciaram movimentos significativos para a reorganização produtiva internacional. A partir de 2021, diversas propostas para estimular cadeias de fornecimento, aperfeiçoamento da logística e parcerias comerciais se formaram em âmbito federal nos EUA, dentre as quais podem ser destacadas (CRS, 2022):

- i. Ordem Executiva (E.O.) 14001/ Jan 2021: *A Sustainable Public Health Supply Chain*, com objetivo geral de garantir os suprimentos necessários ao sistema de saúde face à pandemia de COVID-19;
- ii. E.O. 14005/ Jan 2021: *Ensuring the Future Is Made in All of America by All of America's Workers*, estabelece regramento que permite ao governo federal realizar compras públicas com um prêmio adicional no caso de produtos e componentes domésticos críticos para catalizar a produção doméstica e reforçar as cadeias de valor;
- iii. E.O. 14017/ Fev 2021: *America's Supply Chains*, pede revisões anuais de seis setores e uma revisão de 100 dias para quatro classes de produtos fabricados internamente que dependem de importações no processo manufatureiro. O resultado foi a confecção de um relatório (diagnóstico) amplo e seis relatórios setoriais dos Departamentos de Defesa, Comércio e Segurança Interna, Energia, Agricultura, Transporte e Saúde e Serviços Humanos;
- iv. *Supply Chain Task Force*, de Junho de 2021, focada em aliviar as inadequações de oferta e demanda a curto prazo, especificamente nas indústrias de construção civil, semicondutores, transporte, agricultura e alimentos. Isso significa reconhecer a necessidade de mapear vulnerabilidades e desenvolver soluções para mitigar os gargalos de cadeias estratégicas, como numa situação atípica – uma emergência nacional ou evento climático extremo.
- v. *Plan to Revitalize American Manufacturing and Secure Critical Supply Chains in 2022*, de Fevereiro de 2022, relatório de progresso da administração Biden sobre a institucionalização da resiliência das cadeias produtivas e fornecimento de recomendações abrangentes para a continuidade do plano de resiliência.

Em agosto de 2022, os EUA promulgam o *Inflation Reduction Act* (WHITE HOUSE, 2023), com ações para combater a inflação, entre as quais constam: redução dos custos de energia com intenção de aumento da produção mais limpa e queda das emissões de carbono aproximadamente 40% até 2030; alívios de custo no setor de saúde para a população; nova estrutura da tributação da renda pessoal e de empresas; fechamento de brechas fiscais aplicando-se o código tributário.



Foto: Adobe Stock

Por sua vez, na União Europeia (UE), entre 2020 e 2023 foram publicados pela Comissão Europeia e pelo parlamento Europeu documentos sobre resiliência em cadeias de valor. Dentre os quais podem ser destacados (EPRS, 2021):

- i *Industrial Strategy*, de Março de 2020, prevê alianças industriais e ecossistemas industriais completos para alcançar a transição verde e digital, importante para lidar com crises em setores estratégicos e principalmente nas cadeias de abastecimento que correm o risco de serem interrompidas. Como exemplo de política setorial, a *Pharmaceutical Strategy for Europe*, de 2020;
- ii *New Industrial Strategy*, de Novembro de 2020, que revisa a estratégia anterior a partir dos desdobramentos da pandemia, analisando um conjunto de produtos sensíveis para os quais o bloco é altamente dependente de fornecedores externos. Contém seis revisões profundas das cadeias de abastecimento em áreas estratégicas caracterizadas pelo uso prevalecente desses materiais: ingredientes farmacêuticos ativos (APIs), baterias, hidrogênio, matérias-primas, semicondutores e tecnologias de nuvem e de ponta;
- iii *Important projects of common European interest Boosting EU strategic value chains*, de Novembro de 2020, estabelece alianças industriais na UE dedicadas a projetos de interesse comum europeu (IPCEI) que oferecem a escala e a visão necessárias para superar fraquezas industriais persistentes;
- iv *Trade Policy Review 2020*, de Fevereiro de 2021, propõe reforçar a resiliência e a sustentabilidade da economia da UE, sendo suas cadeias de abastecimento um pilar do impulso para a União Europeia em direção de uma autonomia estratégica aberta;
- v *Europe's Digital Decade and Autonomy*, de Outubro de 2021, que considera a resiliência da cadeia de abastecimento uma das principais premissas para o esforço de autonomia do bloco;
- vi *Dependências Estratégicas e Capacidades*, de maio de 2021, apresenta uma abordagem geral sobre problemas complexos de resiliência da cadeia de abastecimento por meio do amortecimento de choques, ajudando a garantir o atendimento à demanda por bens considerados essenciais e a diversificação das fontes de importação com o envolvimento de mecanismos multilaterais de cooperação e coordenação;
- vii *Recovery and resilience facility*, atualizada em maio de 2022, instrumento de recuperação temporária, que permite à Comissão Europeia levantar fundos para ajudar os Estados-Membros a implementar reformas e investimentos que estejam de acordo com as prioridades da UE e que atendam aos desafios identificados nas recomendações específicas de cada país no âmbito da coordenação das políticas econômicas e sociais da UE;
- viii *Green Deal Industrial Plan*, de março de 2023, visa aumentar a competitividade da indústria ver-

de da Europa e acelerar a transição para a neutralidade climática. Os pilares do plano são: ambiente regulatório previsível e simplificado, acesso mais rápido ao financiamento, aprimoramento de habilidades e comércio aberto para cadeias de suprimentos resilientes.

No Brasil, a atuação do Governo Federal foi marcadamente majoritariamente por iniciativas e ações nos âmbitos fiscal e tributário durante os anos 2018-2022. Um exemplo foi a continuidade da política de paridade de preços para o diesel e gasolina, implementada pela Petrobras em 2016 durante o governo de Michel Temer, com os valores norteados pelo mercado internacional. Já no segundo semestre de 2022 houve acordo firmado entre União, Estados e Distrito Federal a respeito da cobrança do Imposto sobre Comercialização de Mercadorias e Serviços (ICMS)², homologado junto ao supremo Tribunal Federal (STF), possibilitando que a alta internacional dos preços dos combustíveis e da energia elétrica fosse atenuada ao consumidor. As medidas buscaram uniformizar as alíquotas do ICMS sobre combustíveis em todo o país (LC nº 192/2022) e considerar essenciais bens e serviços relativos aos combustíveis, à energia elétrica, às comunicações e ao transporte coletivo (LC 194/2022).

No que diz respeito à inserção do Brasil nas cadeias de valor, as políticas focaram no ambiente de negócios no intuito de atrair investimento privado a partir de uma ótica de redução da participação do Estado na economia. Dentre as medidas centrais, pode-se destacar:

- i Lei do Governo Digital (Lei nº 14.129/21), de junho de 2021, elaborada para a modernização, desburocratização e simplificação da relação entre poder público e sociedade mediante serviços digitais acessíveis;
- ii Marco das Ferrovias (MP nº 1.065/21 e Lei nº 14.273/21) visa a expansão, a modernização e a otimização da malha ferroviária através do regime de autorização para construção de novas linhas e do aumento da oferta e da concorrência no setor;
- iii Marco Legal das Startups (LC nº 182/21), estabelece princípios e diretrizes para a atuação da administração pública, apresenta medidas de fomento ao ambiente de negócios e incentivo ao empreendedorismo inovador, disciplina a li-

citação e a contratação de soluções inovadoras pelo governo.

- iv Lei da Cabotagem (Lei nº 14.301/22), de janeiro de 2022, instituiu o *Programa de Estímulo ao Transporte por Cabotagem (BR do Mar)*, com objetivos de ampliar a oferta e melhorar a qualidade do transporte de cabotagem, incentivar a concorrência e a competitividade do serviço, ampliar a frota para navegação, incentivar a formação e qualificação dos marítimos, estimular o desenvolvimento da indústria naval de cabotagem brasileira. Entre as diretrizes estão o equilíbrio da matriz logística brasileira e o transporte sustentável, além de ter reduzido a alíquota sobre navegação de longo curso de 35% para 8%.

Em essência, essas medidas brasileiras focaram nos gargalos regulatórios, voltados principalmente para logística e infraestrutura de negócios. Sobre o comércio externo, a redução de tarifas de importação³ foi instrumento utilizado para facilitar a entrada de bens estrangeiros no país.

Em síntese, mesmo diante de um cenário marcado pelo número crescente de eventos disruptivos, em especial tendo em vista a pandemia, e das diversas iniciativas de combate à fragilidade das cadeias de valor no âmbito internacional, tal como supracitado, o Brasil não estabeleceu uma estratégia para resiliência nas cadeias de valor e mitigação dos significativos impactos de choques sobre os custos das empresas e seus efeitos inflacionários.

Nesse sentido, o país segue suscetível à volatilidade dos choques externos, como ficou evidente com o início da Guerra da Ucrânia e a subsequente alta dos preços no mercado internacional de grãos e o risco de desabastecimento de fertilizantes, que impactaram na dinâmica das CGV. Ainda que muitos produtos tenham referência externa de preços, existem desafios estruturais nas cadeias de produção nacionais que podem ser mitigados a fim de gerar maior solidez aos suprimentos em setores estratégicos.

O governo iniciado em 2023 recoloca o desenvolvimento inclusivo e sustentável no centro da agenda. Priorizando a geração de emprego e renda, com redução de desigualdades, o governo implementa políticas econômicas, sociais, ambientais e climáticas, tais como o regime fiscal sustentável, a reforma tributária,

² Acordo entre União e Estados que assegura redução dos preços dos combustíveis e eletricidade é homologado pelo STF. Acesso em 16 de jan 2024. Disponível em <<https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2022/dezembro/acordo-entre-uniao-e-estados-que-assegura-reducao-dos-precos-dos-combustiveis-e-eletredicidade-e-homologado-pelo-stf#:~:text=O%20principal%20ponto%20acertado%20na,31%20de%20dezembro%20de%202022.>>

³ Resoluções Gecex – MDIC. Acesso em 5 jan 2024. Disponível em <<https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/camex/atas-e-resolucoes/gecex/resolucoes>

o fortalecimento do Bolsa Família, a retomada dos Planos de ação de prevenção de desmatamento na Amazônia e no Cerrado, o Plano Nacional dos Cuidados e outros. O governo federal demonstra compromisso com a inovação tecnológica e a mudança estrutural da economia para atividades de maior valor agregado e melhor inserção nas cadeias globais de valor por meio da neoindustrialização e da transformação ecológica.

A neoindustrialização conduzida pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços busca um processo de reindustrialização em novas bases: sustentáveis, digitais, inclusivas e lideradas por inovações tecnológicas. O documento da Nova Política Industrial (CNDI, 2024) apresenta um plano de trabalho de longo prazo para os esforços de articulação e criação de governança no âmbito do Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial. O plano estabelece 6 missões industriais:

- **Missão 1** - Cadeias agroindustriais sustentáveis e digitais para a segurança alimentar, nutricional e energética;
- **Missão 2** - Complexo econômico industrial da saúde resiliente para reduzir as vulnerabilidades do SUS e ampliar o acesso à saúde;
- **Missão 3** - Infraestrutura, saneamento, moradia e mobilidade sustentáveis para a integração produtiva e o bem-estar nas cidades;
- **Missão 4** - Transformação digital da indústria para ampliar a produtividade;
- **Missão 5** - Bioeconomia, descarbonização, e transição e segurança energéticas para garantir os recursos para as gerações futuras; e
- **Missão 6** - Tecnologias de interesse para a soberania e a defesa nacionais.

Por sua vez, o Ministério da Fazenda anunciou o Plano de Transformação Ecológica (PTE) em 2023, entendido como a mudança de paradigma cultural, político e econômico da organização social da produção baseada nos biomas, em prol de relações sustentáveis com o território e a natureza, gerando melhor qualidade de vida para suas populações. O PTE possui três princípios: 1) trabalho decente e aumento da produtividade; 2) justiça ambiental e climática; 3) equidade, reduzindo-se as desigualdades de renda e riqueza, pessoais e funcionais, entre regiões do país, entre gêneros, e entre raças (MF, 2023b).

O PTE está estruturado em seis eixos, a saber: (i) finanças sustentáveis; (ii) adensamento tecnológico; (iii) bioeconomia; (iv) transição energética; (v) economia circular e (vi) nova infraestrutura verde e adaptação. Os planos e programas pertencentes a cada eixo se darão, em sua maior parte, sob liderança dos demais ministérios do governo, sendo o Ministério da Fazenda apoiador dessas ações a partir de um conjunto de instrumentos financeiros, fiscais e regulatórios.

Assim, o presente relatório contribui para a neoindustrialização e a transformação ecológica atuando diretamente no eixo de adensamento tecnológico e nas missões 1 e 5 da nova política industrial, centrados nas cadeias de valor.

“

O governo federal demonstra compromisso com a inovação tecnológica e a mudança estrutural da economia para atividades de maior valor agregado e melhor inserção nas cadeias globais de valor por meio da neoindustrialização e da transformação ecológica.

”

2.3 Impactos na segurança alimentar e energética

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram estabelecidos em 2015 pela Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) e são uma compilação de 17 objetivos pactuados por 193 países para trabalhar e alcançar transformações no mundo até 2030. Entre os objetivos estão acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima, garantir que as pessoas possam desfrutar de paz, prosperidade, segurança energética e alimentar (ONU, 2021).

Contudo, apesar de esforços significativos em diversos países, governos ainda não conseguiram integrar os ODS às políticas nacionais e aos investimentos públicos. Em adição, a fragmentação das sociedades e o crescimento dos conflitos geopolíticos dificultam a cooperação global necessária para alcançar tais objetivos.

De acordo com o índice anual SDG Index, que mede o desenvolvimento dos países no cumprimento das metas, a concretização global dos ODS aumentou ligeiramente de 64% em 2015 para 66% em 2019, ritmo lento para cumprir as metas estipuladas até 2030, além, do progresso desigual dentro dos países e entre eles. Com o início da pandemia, essa lenta trajetória estagnou o índice global abaixo de 67% (SACHS et al., 2023).

A avaliação global do estado da segurança alimentar e nutricional é um retrato do contexto mencionado acima. Em que pese o aumento dos preços dos alimentos e da energia, a fome global, medida pela prevalência de desnutrição (Indicador ODS 2.1.1), permaneceu acima dos níveis pré-pandêmicos em 2022. Estima-se que neste mesmo ano, a fome afetou entre 691 e 783 milhões de pessoas no mundo. Considerando a faixa intermediária projetada (cerca de 735 milhões), verificou-se que 122 milhões de pessoas a mais enfrentaram a fome em relação a 2019, ano que antecedeu a pandemia (FAO, 2023).

No caso da segurança energética há grande preocupação com a direção dos avanços. Em 2022, se por um lado houve ampliação recorde da capacidade instalada de energia renovável, por outro, observa-se aumento significativo nos subsídios a

combustíveis fósseis para conter os altos preços da energia. Os investimentos globais em tecnologias de transição energética atingiram US\$ 1,3 trilhão, porém, os investimentos em combustíveis fósseis registraram quase o dobro do montante alocado em renováveis. Para cumprir compromissos climáticos e garantir segurança e acessibilidade energética, os governos precisariam intensificar os esforços de orientação dos investimentos na direção sustentável (IRENA, 2023).

Nesse sentido, o desmatamento, ao impactar o clima, acarreta aumento do custo de energia e alimentos, além de gerar dificuldades de acesso a mercados cada vez mais exigentes. Diferentes estudos mostram que a redução da área de vegetação já levou à diminuição da estação chuvosa⁴ em mais de um mês na Amazônia e no cerrado (COSTA E PIRES, 2009; RODRIGUES et al., 2022). Ademais, o impacto regional do desmatamento supera a receita líquida adicional de novas áreas convertidas para agropecuária⁵.

A crise energética global trata não apenas da preocupação com o meio ambiente, mas também da necessidade de proporcionar soberania energética por meio de energias limpas e despertar a atenção para a importância de garantir transições rápidas, centradas nas pessoas e capazes de coordenar ao menos três questões principais interligadas: riscos à acessibilidade, à segurança da eletricidade e à resiliência das cadeias de suprimento de energia limpa. Não à toa, proteger os consumidores da volatilidade dos preços dos combustíveis custou aos governos US\$ 900 bilhões por meio de apoio emergencial em 2022 (IEA, 2023).

Atualmente, o Brasil ocupa a 50ª posição no ranking do SDG Index (SACHS et al., 2023). Especificamente, no ODS 2 (Fome Zero), o indicador ainda aponta para significativos desafios a serem vencidos. Já o ODS 7 (Energia acessível e limpa) é o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável em que o Brasil mais avançou e apresenta oportunidades tecnológicas a serem exploradas.

Em termos de pobreza, cerca de 62,5 milhões de pessoas (29,4% da população) estavam na pobreza em 2021 (IBGE, 2022a)⁶. Entre essas pessoas, 17,9 milhões (8,4% da população) foram consideradas extremamente pobres - brasileiros que ganham até US\$ 1,90 (próximo à R\$ 168 mensais per capita). Os

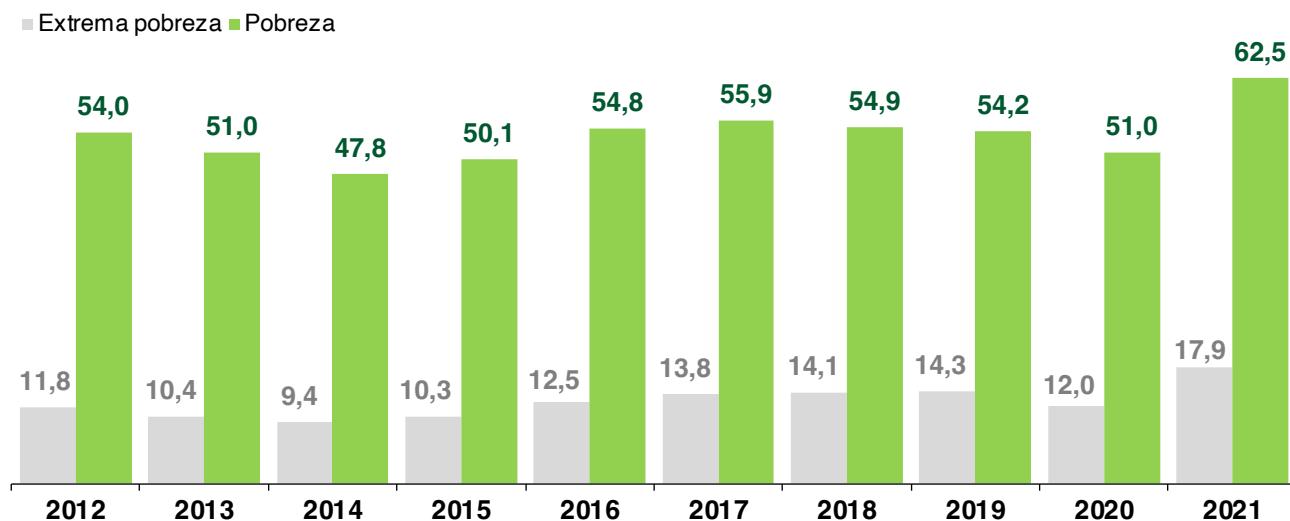
⁴ Em um cenário tendencial do desmatamento, Stickler et al (2013) estimaram uma redução entre 6 e 36% da vazão do rio Xingú, e consequentemente, contribuindo para que a Usina Hidroelétrica de Belo Monte consiga gerar somente 25% de sua capacidade projetada.

⁵ Ao considerar um cenário de alta de desmatamento na Amazônia entre 2020-50, Leite-Filho et al (2021) estimam que as novas áreas convertidas para a produção de soja e bovinocultura na Amazônia iriam gerar uma receita adicional de 19 bilhões (valor presente líquido). Porém, com a redução da estação chuvosa e do volume de precipitação, os produtores da região de forma coletiva irão ter perdas de 186 bilhões, configurando dessa forma uma redução na produção total de alimentos na região mesmo com a expansão da área agropecuária.

⁶ Segundo as métricas do Banco Mundial, considera-se pobre aquela pessoa com renda domiciliar per capita até US\$ 5,50 – algo em torno a R\$ 486 mensais per capita (IBGE, 2022a).

números representam um recorde de pobreza e extrema pobreza desde 2012, início da série histórica.

Gráfico 1 - Total de pessoas em situação de pobreza e extrema pobreza – em milhões



Fonte: IBGE. Elaboração: MF/SPE/SDES.

(¹) Nota: Taxa de conversão da paridade de poder de compra para consumo privado, R\$ 1,66 para US\$ 1,00 PPC 2011, valores diários tornados mensais e inflacionados pelo IPCA para anos recentes – cálculo IBGE.

Pesquisa divulgada pela Rede Brasileira de Pesquisa em Sobrenutrição e Segurança Alimentar e Nutricional (RBPSSAN) sinaliza que 33,1 milhões de pessoas estiveram em insegurança alimentar grave no país, quando há privação severa no consumo de alimentos (REDE PENSSAN, 2022). Em 2021, o Índice de Gini, medida da desigualdade de renda, voltou a crescer e atingiu 0,544 – a segunda maior desigualdade já registrada desde 2012 (IBGE, 2022b).

Tabela 1 - Índice de Gini por ano (mapa de calor)

Ano	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Índice de Gini	0,5395	0,5321	0,5258	0,5241	0,5374	0,5391	0,5454	0,5436	0,5237	0,5440

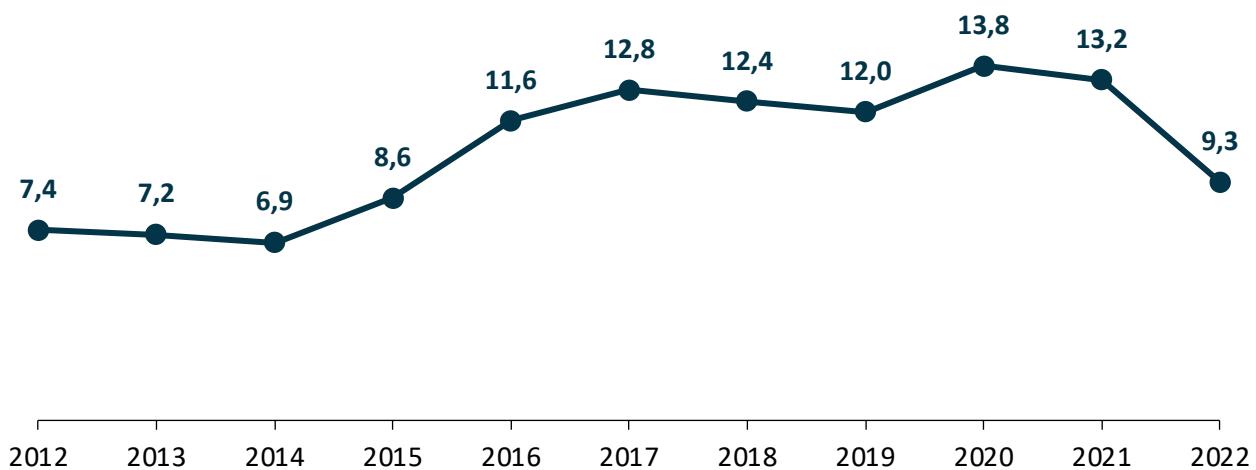
Fonte: IBGE. Elaboração: SDES/SPE/MF.

Nota: Quanto mais próximo à 1, maior a concentração de renda no país (IBGE, 2022b).

Por outro lado, o aperto no mercado de trabalho sinalizou algum alívio, a taxa média de desemprego reduziu de 13,2% para 9,3% em 2022 – retração de 3,9 p.p. (gráfico 3). Essa tendência de queda pode ser observada pela desaceleração dos últimos períodos. A taxa de desocupação registrou 7,9% no trimestre encerrado em dezembro de 2022 – queda de 0,8 p.p. na comparação com o trimestre imediatamente anterior (gráfico 2). (IBGE, 2022c). Desde então, a retomada do emprego formal tem ajudado a recompor a renda das famílias.

Gráfico 2 - Taxa de desemprego (desocupação) – em %

Fonte: IBGE – PNAD Contínua. Elaboração: MF/SPE/SDES.

Gráfico 3 – Taxa média de desemprego – no ano (em %)

Fonte: IBGE – PNAD Contínua. Elaboração: MF/SPE/SDES.

Em resumo, nos últimos anos, o aumento das pessoas em situação de pobreza e extrema pobreza, o desemprego em alta na maior parte dos períodos, a consequente volta da insegurança alimentar grave (fome) e o crescimento da desigualdade de renda, contribuíram para retratar o cenário socioeconômico adverso no Brasil. Em adição, o aumento nos preços de bens e serviços, principalmente, da cesta de alimentos, corroborou para a perda do poder de compra real das famílias e, consequentemente, para uma maior vulnerabilidade desses brasileiros e brasileiras já combatidos pela pobreza e desemprego.

2.4 Comportamento da inflação

Conforme visto, a segurança alimentar global enfrentava desafios ainda maiores devido ao impacto persistente da pandemia da COVID-19, aos conflitos em andamento e aos choques relacionados ao clima. Ao final de 2021, a recuperação econômica desigual, aliada ao aumento dos preços dos alimentos e do transporte, retardou a caminhada em direção à segurança alimentar. Em 2022, enquanto a perspectiva econômica global ganhava fôlego, a guerra na Ucrânia abafava essa tendência, especialmente nos mercados globais de alimentos e agricultura, que envolviam os principais produtores de commodities agrícolas. Antes do conflito, tanto a Rússia como a Ucrânia estavam entre os três principais exportadores globais de produtos agrícolas importantes, como trigo e milho (FAO, 2023).

Embora os preços globais dos alimentos estivessem subindo de forma constante mesmo antes da guerra, a incerteza adicional induzida pelo conflito contribuiu para pressionar os preços. Em decorrência disso, os custos de importação de alimentos aumentaram, afetando especialmente os países altamente dependentes desses produtos. Estima-se que a conta mundial de importação de alimentos tenha atingido um recorde histórico de quase US\$ 2 trilhões em 2022 – crescimento de 10% em relação ao ano anterior (*ibid.*).

O gráfico 4 retrata o Índice de Preços dos Alimentos da FAO (Food Price Index), uma medida da variação mensal dos preços internacionais de uma cesta de commodities alimentares - o ano de 2022 registrou o maior nível já registrado, contabilizado a partir do ano de 1990. Da mesma maneira, o gráfico 5 mostra o pico nos preços de carvão, gás e petróleo cru em 2022.

Gráfico 4 – Índice de Preços dos Alimentos da FAO – variação mensal



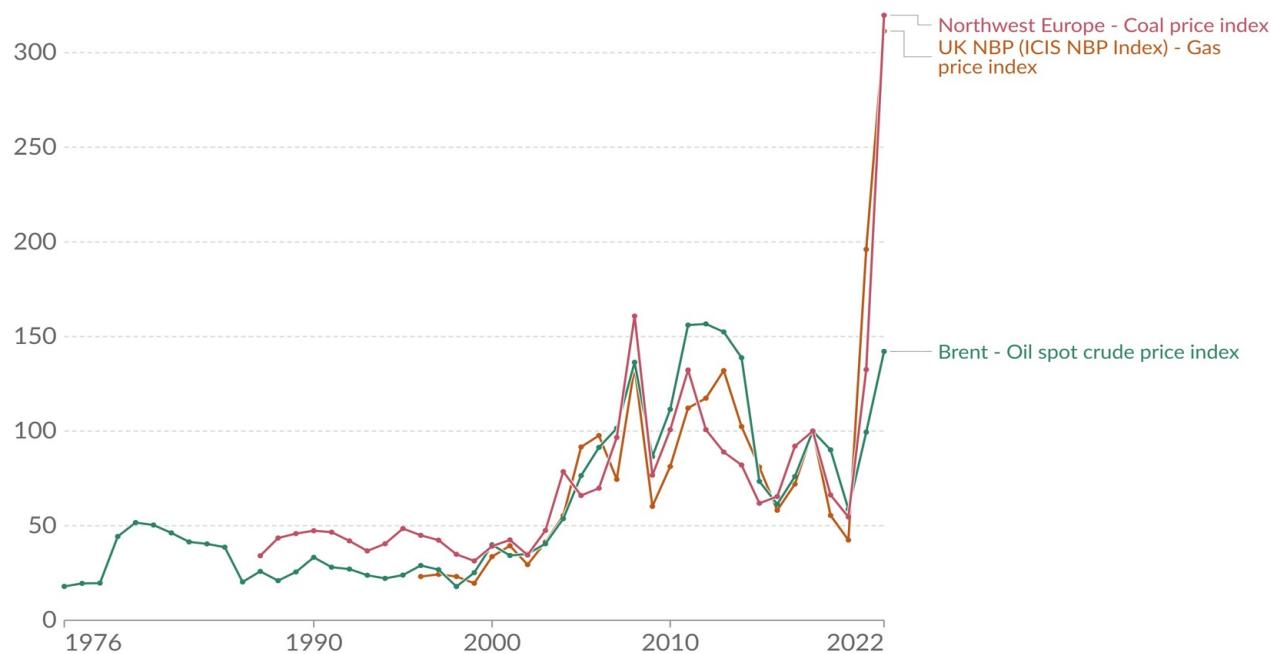
Fonte: FAO. Elaboração: SDES/SPE/MF.

“

A segurança alimentar global enfrentava desafios ainda maiores devido ao impacto persistente da pandemia da COVID-19, aos conflitos em andamento e aos choques relacionados ao clima.

”

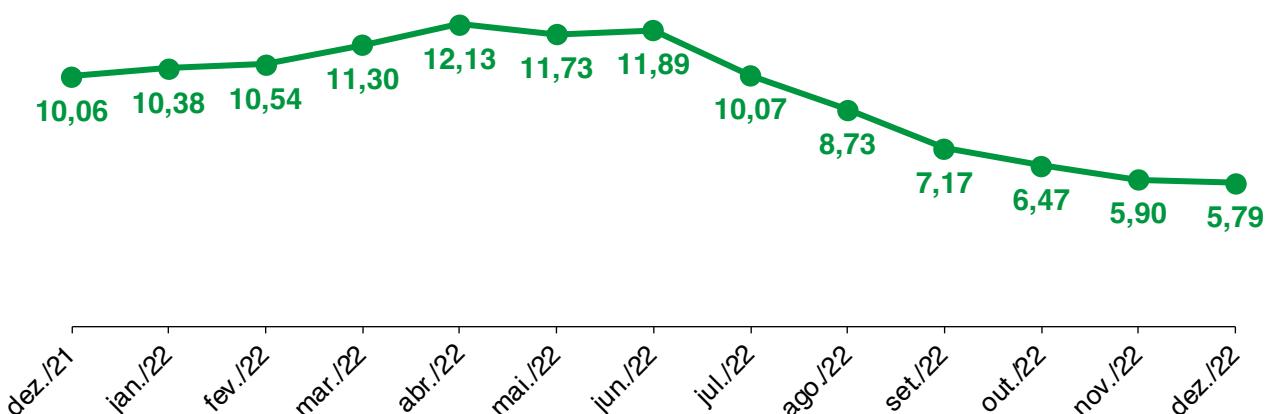
Gráfico 5 – Preços globais médios de petróleo, gás natural e carvão - índice de energia, preços em 2018 = 100.



Fonte: Energy Institute Statistical Review of World Energy based on S&P Global Platts (2023). Elaboração: Our World in Data.

Este aumento de preços internacionais refletiu nos indicadores brasileiros. A taxa de inflação no Brasil, medida pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), permaneceu acelerada até meados de 2022. Entre os nove grupos que compõem o índice, houve maior aumento dos preços em *Alimentação e bebidas* (11,63%), *Saúde e Cuidados Pessoais* (11,42%) e *Vestuário* (18,02%) (IBGE, 2022d). O alívio na inflação ocorreu somente no segundo semestre do ano, depois dos cortes temporários de impostos, especialmente, combustíveis, com destaque para o diesel, que impacta diretamente no custo do frete e, portanto, praticamente toda a cadeia de produção e distribuição.

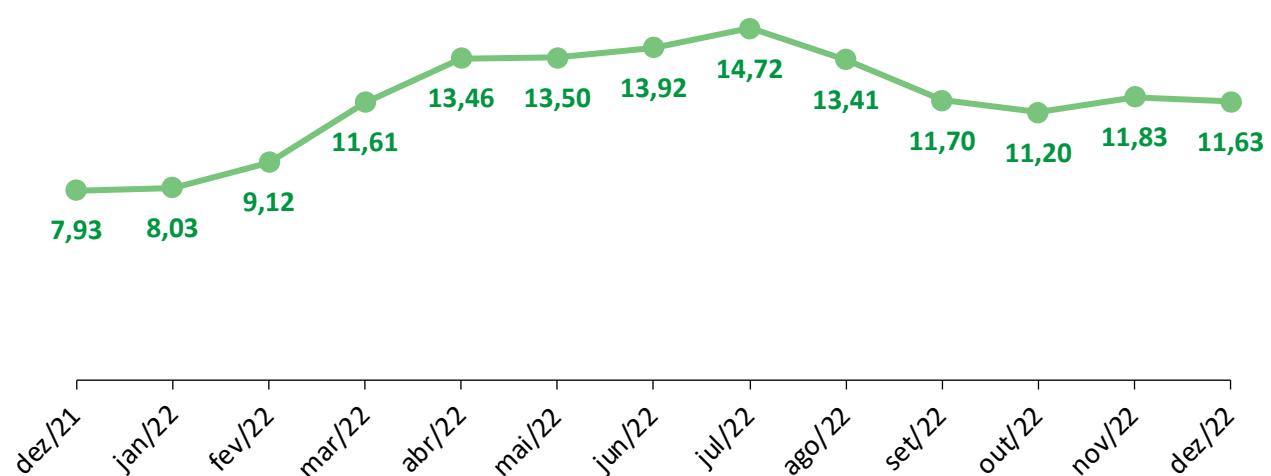
Gráfico 6 - IPCA 2022 - acumulado em 12 meses (em %)



Fonte: IBGE. Elaboração: MF/SPE/SDES

Por outro lado, a queda do IPCA de *alimentos e bebidas* desacelerou de forma mais comedida. Esse grupo, com destaque para o subgrupo *alimentação no domicílio*, avançou 13,21% no acumulado 12 meses e tem grande peso na composição do índice geral, bem como relevância para o conjunto da cesta de consumo da população. Fatores como o aumento de custo de produção devido à elevação dos preços internacionais de fertilizantes, do qual o Brasil é externamente dependente, somado, principalmente, à restrição de oferta de alimentos mundial causada pela guerra entre Rússia e Ucrânia e às adversidades climáticas (*La Niña*) que mitigaram a produção de determinadas culturas, evitaram que a desaceleração dos preços de alimentos fosse mais acentuada em 2022.

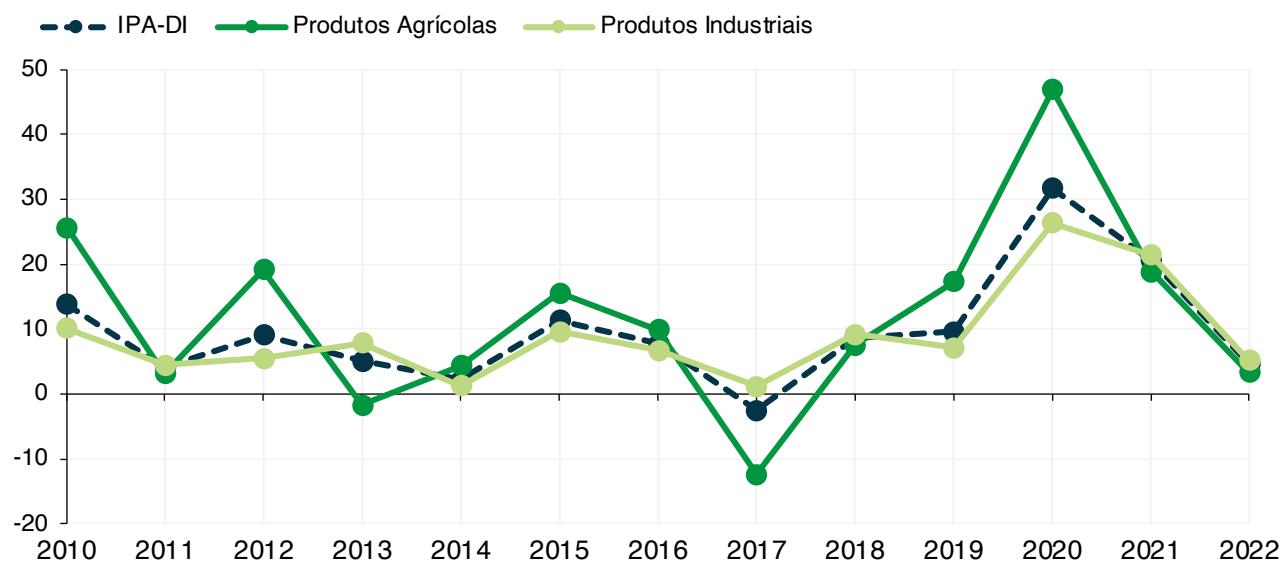
Gráfico 7 - IPCA Alimentação e bebidas - acumulado em 12 meses (em %)



Fonte: IBGE. Elaboração: MF/SPE/SDES.

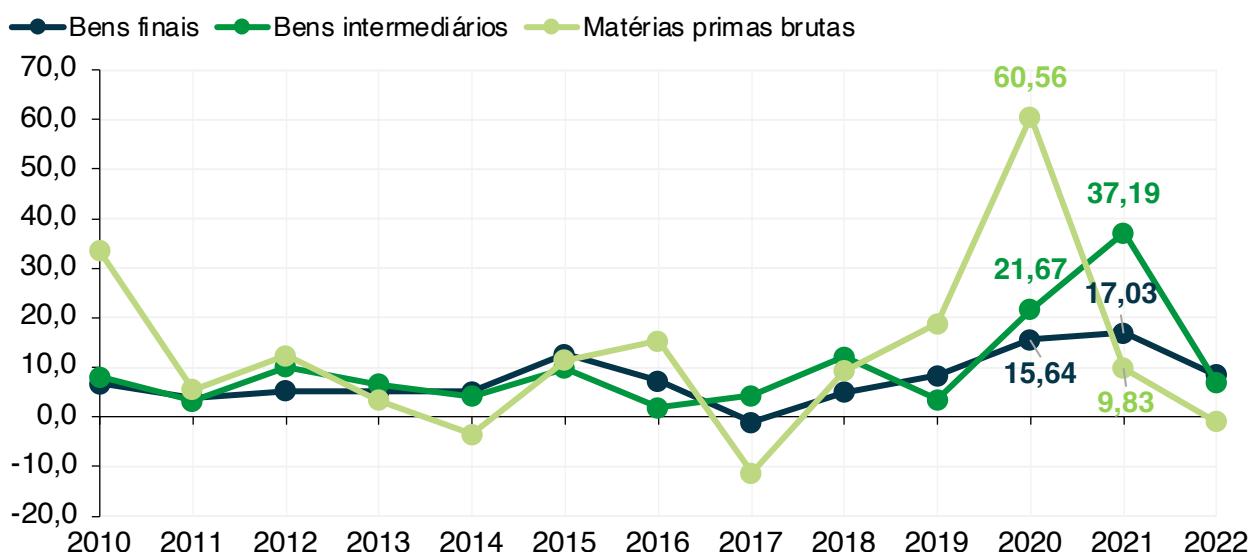
Como apresentado, o cenário externo adverso - aumento do preço do petróleo, problemas na logística e distribuição de grãos no mercado internacional, câmbio desvalorizado (preferência mercado externo em detrimento ao mercado interno), encarecimento de produtos e insumos importados - contribuiu fortemente para o desarranjo nas cadeias produtivas brasileiras e encarecimento da produção. Esse movimento foi captado pelo aumento dos preços ao produtor.

O Índice de Preços ao Produtor Amplo (IPA) registra as variações de preços de produtos agropecuários e industriais nas transações interempresariais, isto é, nos estágios de comercialização anteriores ao consumo final (FGV, 2023). Por isso, cada vez mais, esse indicador tem se tornado um índice de preços de venda de produtos em nível de produtor. O IPA-DI acumulou variação anual de 31,73% em 2020 e 20,61% em 2021, seguida de 4,70% em 2022 - uma desaceleração expressiva em relação ao ano anterior. Quando analisado *por origem*, nota-se arrefecimento tanto do IPA-Agrícola (de 18,81% para 3,38%), como do IPA-Industrial (de 21,38% para 5,24%) (gráfico 8).

Gráfico 8 - IPA por origem - acumulado em 12 meses (em %)

Fonte: FGV. Elaboração: MF/SPE/SDES

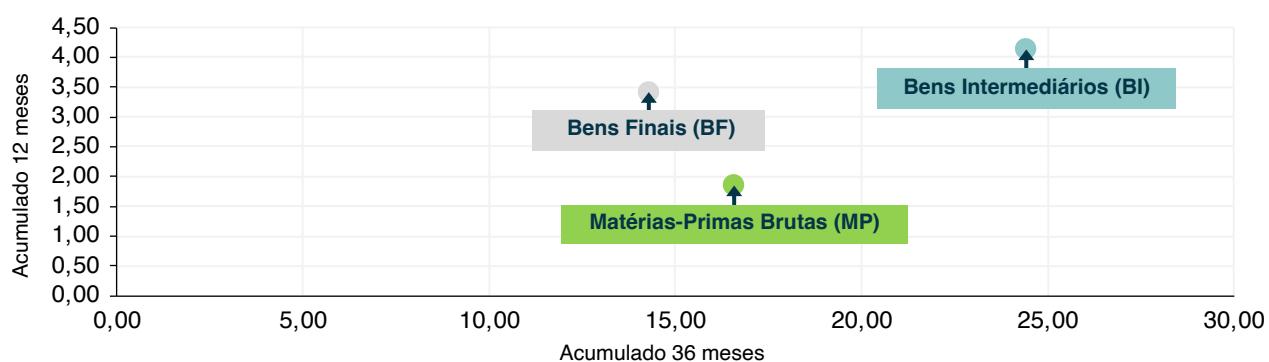
O gráfico 9 permite analisar o IPA-DI por estágio de processamento. Em 2020, houve destaque para a forte aceleração de *matérias primas brutas* (60,56%), motivada, em grande medida, pelas restrições de oferta durante o primeiro ano da pandemia da Covid-19, enquanto *bens intermediários* acelerou 21,67% e *bens finais* 15,64%. Em 2021, *bens intermediários* mantiveram a trajetória de alta (de 21,67% para 37,19%), mitigando a possibilidade de desaceleração mais forte do IPA-DI.

Gráfico 9 – IPA por estágio de processamento - acumulado em 12 meses (%)

Fonte: FGV. Elaboração: MF/SPE/SDES

Confrontando-se o impacto acumulado dos produtos no IPA-DI por estágio de processamento, entendido como a variação dos preços em relação ao peso de cada produto no índice, constata-se que *bens intermediários* são aqueles que mais pressionam o indicador - tanto no acumulado de 12 meses, equivalente a janeiro a dezembro de 2022 (chamado nessa análise de curto prazo), como nos 36 meses, acumulado de janeiro de 2020 a dezembro de 2022, a ser por ora denominado de médio prazo.

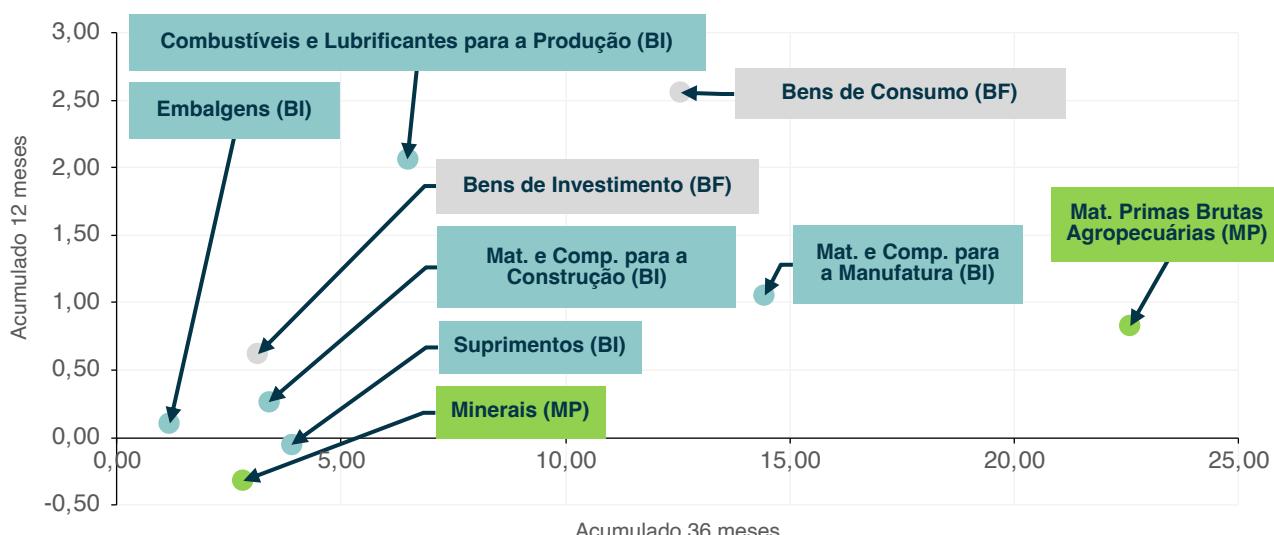
Gráfico 10 - Impacto dos produtos no IPA-DI (em p.p) por Estágio de Processamento (EP) - Abertura 1 - referência dez/2022



Fonte: FGV. Elaboração: SDES/SPE/MF.

Confrontando-se o impacto acumulado dos produtos no IPA-DI por estágio de processamento com uma lente mais detalhada (abertura 2, gráfico 11), constata-se que no acumulado de 12 meses, pressionaram mais o indicador os grupos de *combustíveis e lubrificantes para a produção* e *bens de consumo*. Já no acumulado de 36 meses (2020-2022), os grupos que mais pressionaram o indicador foram *matérias primas brutas agropecuárias*, *matériais e componentes para manufatura* e *bens de consumo*.

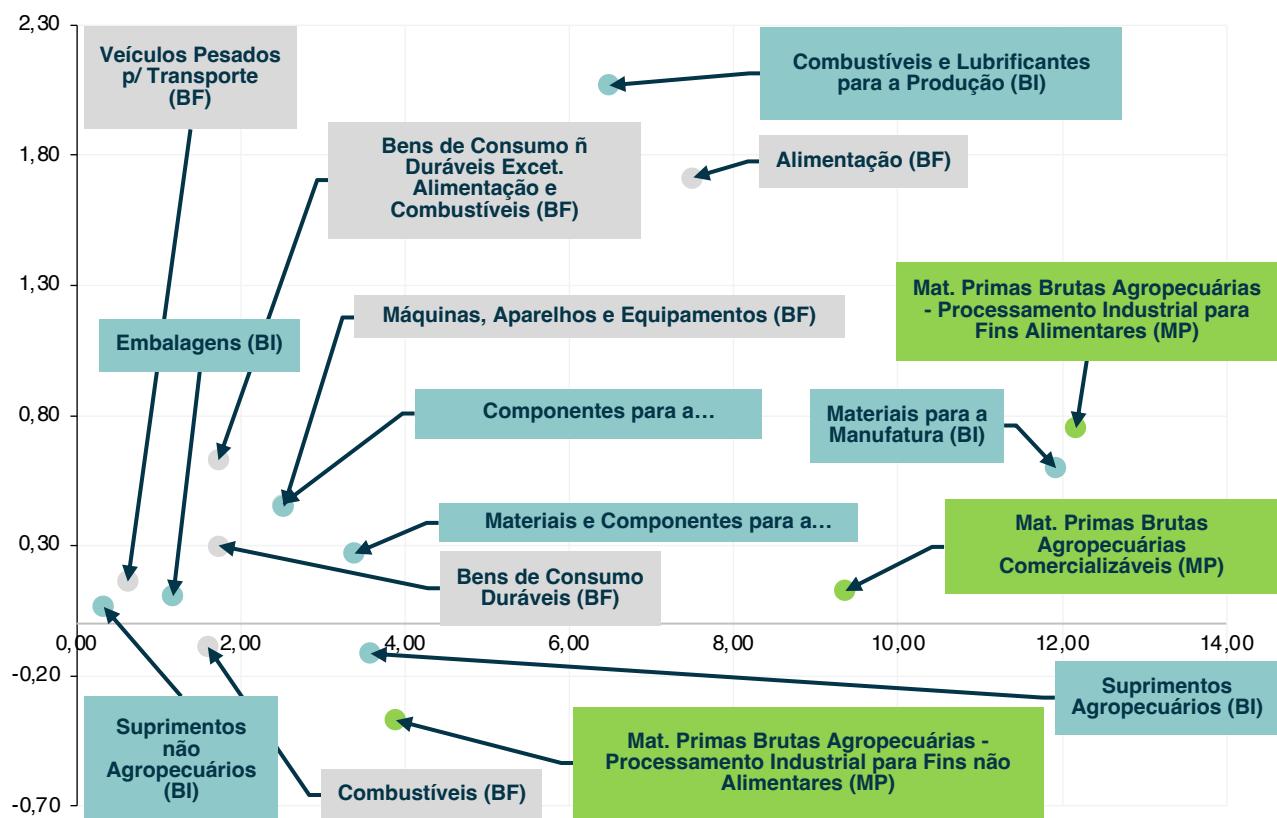
Gráfico 11 – IPA-DI por estágio de processamento, abertura 2 – Impacto acumulado em 12 meses versus 36 meses (p.p).



Fonte: FGV. Elaboração: SDES/SPE/MF.

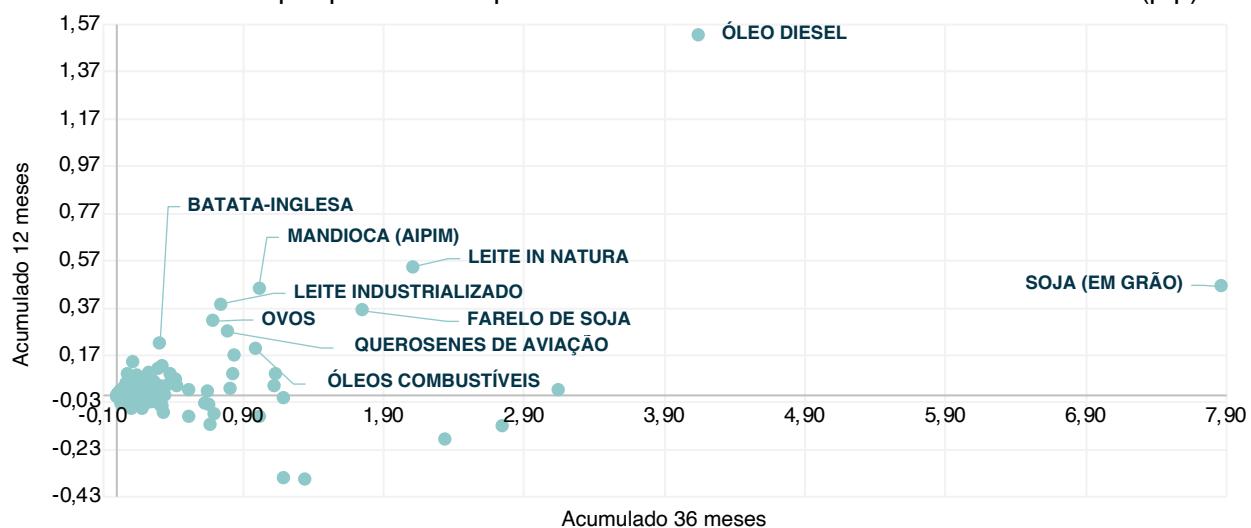
Comparando-se o impacto acumulado dos produtos no IPA-DI por estágio de processamento com uma lente mais detalhada (abertura 3, gráfico 12), verifica-se que no acumulado de 12 meses, pressionaram mais o indicador os subgrupos de *alimentos* (grupo dos bens de consumo) e *combustíveis e lubrificantes para a produção* (grupo dos bens intermediários). Por sua vez, no acumulado de 36 meses (2020-2022), os subgrupos que mais pressionaram o indicador foram *matérias primas brutas agropecuárias – processamento industrial para fins alimentares* e *matérias primas brutas agropecuárias comercializáveis* (grupo das matérias-primas) e *materiais para manufatura* (grupo de bens intermediários).

Gráfico 11 – IPA-DI por estágio de processamento, abertura 2 – Impacto acumulado em 12 meses versus 36 meses (p.p.)



Fonte: FGV. Elaboração: SDES/SPE/MF.

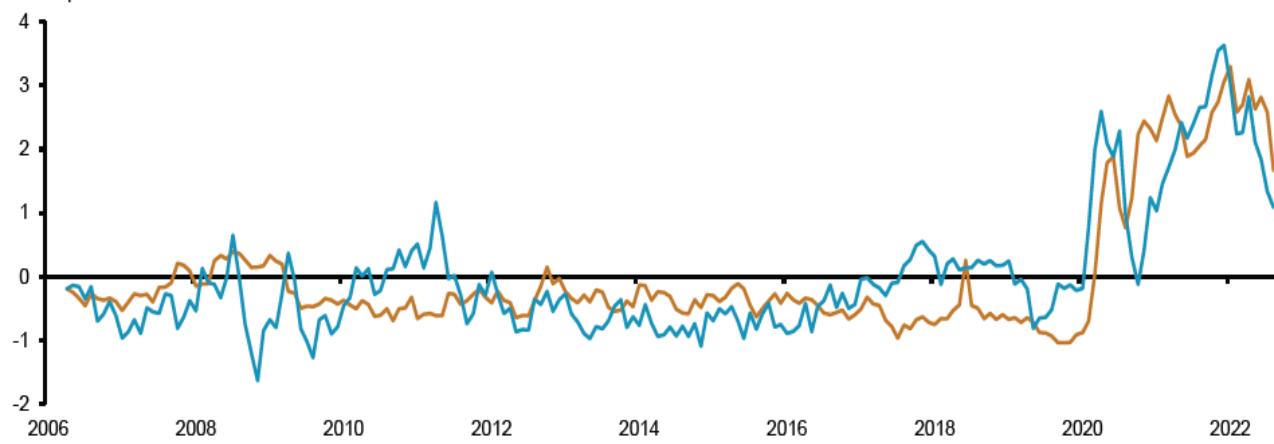
E ainda, analisando-se o impacto acumulado dos produtos no IPA-DI por produto (gráfico 13), observa-se que no acumulado de 12 meses (2022), pressionaram mais o indicador, nessa ordem: óleo diesel, leite *in natura*, soja (em grão), mandioca (aipim), leite industrializado, farelo de soja, ovos, querossenes de aviação, batata-inglesa e óleos combustíveis. No acumulado de 36 meses (2020-2022), os produtos que mais pressionaram o indicador foram soja (em grão), óleo diesel, cana-de-açúcar, milho (em grão), minério de ferro, adubos ou fertilizantes, leite *in natura*, farelo de soja, bovinos, café (em grão).

Gráfico 11 – IPA-DI por produto – Impacto acumulado em 12 meses versus 36 meses (p.p.).

Fonte: FGV. Elaboração: SDES/SPE/MF.

Neste contexto, o Banco Central do Brasil (BCB) tem acompanhado a discussão sobre as cadeias de valor e, atento ao impacto dos choques adversos na produção e na inflação, lançou um *índice de pressão nas cadeias de suprimentos brasileiras*, cujo objetivo é analisar como a pressão nas cadeias de suprimentos globais se refletiu no Brasil no mesmo período da análise supracitada. O índice foi composto a partir de três dimensões, preço de transporte, tempo de entrega dos fornecedores e escassez de insumos.

Na comparação com o índice global, o estudo concluiu crescente pressão sobre ambas as cadeias, global e brasileira, desde o início da pandemia. Ainda que se tenha algum alívio na margem, as pressões permanecem altas para o padrão histórico da série, mas com aparente normalização mais lenta para o caso brasileiro a partir de 2023 (BCB, 2022).

Gráfico 14 – Índice de Pressão na cadeia de suprimentos
Desvios padrão da média

Fontes: BCB e Fed NY (normalizado para amostra de abr/06 a ago/22)

Brasil

Fed NY

Fonte: Estudo Especial BACEN n° 117/2022, divulgado como boxe do Relatório de Inflação (setembro/2022).

Elaboração: SDES/SPE/MF.

“

Demonstrou-se que, no acumulado de 12 meses (2022), pressionaram mais o IPA-DI, nessa ordem: óleo diesel, leite in natura, soja (em grão), mandioca (aipim), leite industrializado, farelo de soja, ovos, querossene de aviação, batata-inglesa e óleos combustíveis

”

2.5 Seleção das cadeias

Conforme decreto 11.597/ 2023, que instituiu o grupo de trabalho sobre resiliência em cadeias de valor (GT), o art. 2º dispõe sobre sua primeira competência de “identificar as cadeias de valor que pressionam a inflação e explorar as causas para o aumento de custos de produção, para em seguida, “aprofundar conhecimentos sobre as principais cadeias de valor que pressionam os custos de produção doméstica; e discutir estratégias de resiliência em cadeias de valor que contribuam para a redução das pressões sobre os custos com vistas ao aperfeiçoamento das estruturas produtiva, tecnológica e comercial”.

Sendo a inflação o ponto de partida para a seleção de cadeias, na seção anterior realizou-se a análise de indicadores de níveis de preços, mais especificamente o IPCA e o IPA-DI, para se refletir sobre impactos da aceleração de preços sobre consumidores e produtores, respectivamente. No comportamento do IPCA, destacou-se que o grupo de *alimentos e bebidas*, principalmente o subgrupo *alimentação no domicílio*, registraram avanço de dois dígitos no acumulado de 12 meses (2022) e representam grande peso na composição do índice geral. Trata-se de itens com participação expressiva na cesta básica, como carne, leite e ovos, fontes de proteínas essenciais para a segurança alimentar.

Ademais, estes itens carregam os efeitos acumulados observados no IPA-DI. Como visto, por estágio de processamento, a análise de impacto no IPA-DI, entendido como a variação dos preços em relação ao peso de cada produto no índice no acumulado de 12 meses, permitiu a análise do chamado curto prazo (janeiro a dezembro de 2022) e acumulado 36 meses - médio prazo (janeiro de 2020 a dezembro de 2022).

Demonstrou-se que, no acumulado de 12 meses (2022), pressionaram mais o IPA-DI, nessa ordem: óleo diesel, leite in natura, soja (em grão), mandioca (aipim), leite industrializado, farelo de soja, ovos, querossene de aviação, batata-inglesa e óleos combustíveis. No acumulado de 36 meses (2020-2022), os produtos que mais pressionaram o indicador foram soja (em grão), óleo diesel, cana-de-açúcar, milho (em grão), minério de ferro, adubos ou fertilizantes, leite in natura, farelo de soja, bovinos, café (em grão).

A tabela 2 permite a visualização dos itens que mais pressionaram o IPA-DI em cada prazo. Em destaque, na cor vermelha, aqueles itens selecionados que são essenciais para a segurança alimentar e energética e que mais pressionaram o indicador em ambos os casos, no contexto adverso ainda da pandemia, guerra da Ucrânia e crise econômica doméstica, o que denota prováveis dificuldades estruturais.

Desta forma, para o estudo do GT foram selecionadas as seguintes cadeias que impactam a segurança alimentar: leite, ovo, carne bovina e aves, uma vez que esses produtos constaram no topo da lista de maior impacto no IPA-DI de bens finais e de matérias-primas brutas, seja em 2022, e/ou no período 2020-2022. Nessas ca-

deias envolvem também a soja, insumo importante para ração de animais e um dos principais produtos de exportação do Brasil. Por leite, ovo, carne bovina e aves serem fontes de proteínas animal, cadeias de produtos substitutos foram também escolhidas para análise: suínos e peixes de cultivo – piscicultura.

Em relação a segurança energética, é nítido o maior impacto de óleo diesel no IPA-DI em ambos os períodos. Ademais querose-ne de aviação e óleos combustíveis tiveram grande impacto no IPA-DI em ambos os períodos no grupo de bens intermediários. Assim também foram selecionados os biocombustíveis substitutos, que representam uma rota tecnológica de vantagem competitiva para o Brasil (AGUIAR et al., 2023). Não incluímos na análise, porém, etanol, gás e hidrogênio.⁷

Tabela 2 - IPA-DI por estágios de processamento: produtos que mais pressionaram o indicador, impacto acumulado 12 meses e 36 meses (p.p.).

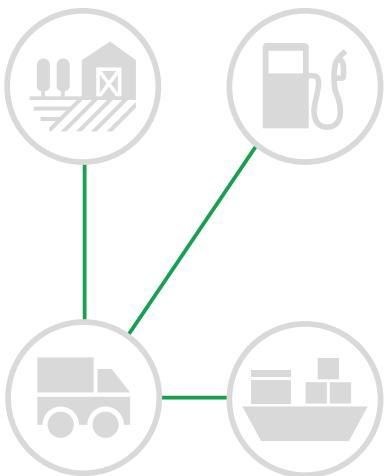
	Abertura 1	Abertura 2	Abertura 3	Acumulado 12 meses	Acumulado 36 meses
1º	Bens intermediários	Combustíveis e lubrificantes para a produção	Combustíveis e lubrificantes para a produção	Óleo diesel Querosenes de aviação Óleos combustíveis	Óleo diesel Óleos combustíveis Querosenes de aviação
2º	Bens finais	Bens de consumo	Alimentação	Leite industrializado Ovos Batata-inglesa Feijão (em grão) Maçã Biscoitos e bolachas Banana Queijos Leite condensado Massas alimentícias	Leite industrializado Açúcar cristal Ovos Carne bovina Óleo de soja refinado Carne de aves Batata-inglesa Mamão Biscoitos e bolachas Café torrado e moído
3º	Bens intermediários	Materiais e componentes para a manufatura	Materiais e componentes para a manufatura	Farelo de soja Farinha de trigo Laminados planos e tubulares de material plástico Celulose Papel para escrita e impressão	Farelo de soja Celulose Laminados planos e tubulares de material plástico Açúcar vhp (very high polarization) Bobinas a quente de aço ao carbono
4º	Matérias-primas brutas	Mat. Primas brutas agropecuárias	Mat. Primas brutas agropecuárias - processamento industrial para fins alimentares	Leite in natura Mandioca (aipim) Arroz (em casca) Aves	Cana-de-açúcar Milho (em grão) Leite in natura Bovinos

Fonte: FGV. Elaboração: SPE/MF

⁷ Os grupos de trabalho Gás para Empregar e o do Plano de Trabalho Trienal (2023-2025) do Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2), ambos coordenados pelo Ministério de Minas e Energia, realizam mapeamento destas cadeias.



3 - Metodologia para o mapeamento das cadeias



Cadeias de valor, locais, regionais, nacionais ou globais, tornaram-se um dos temas mais importantes da atualidade para políticas de comércio e investimentos internacionais, diretamente relacionadas a uma visão de longo prazo de desenvolvimento. Mundialmente, dezenas de iniciativas por parte das universidades, instituições privadas e públicas, e organizações multilaterais buscam compreender como melhorar a inserção das empresas, trabalhadores e países nas redes produtivas mundiais.

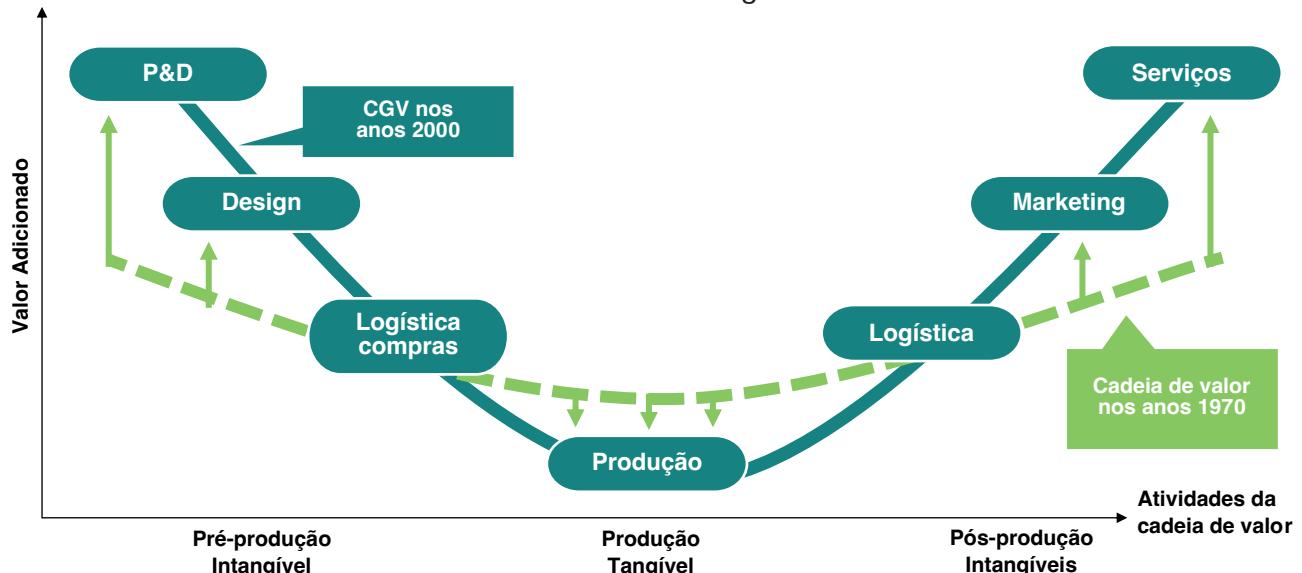
No Brasil, diversos estudos têm discutido como aprimorar a inserção do país nas cadeias globais de valor (CGV), importante para sustentar uma dinâmica econômica geradora de emprego e renda em que as empresas domésticas tenham ganhos de produtividade e competitividade. Para tais intentos, o primeiro passo costuma ser um diagnóstico da situação, baseado no mapeamento das cadeias.

A tarefa de investigar as estruturas das cadeias e seus determinantes, bem como o motivo de uma dada localidade ser escolhida para determinada atividade da cadeia, lida com um grau elevado de complexidade, podendo ser discutida por meio de diferentes abordagens e metodologias. Na literatura internacional de cadeias de valor, uma das abordagens principais é conhecida como *GVC framework* (GEREFFI, 2014; DE MARCHI et al., 2020), que por sua simplicidade e abrangência o tornaram referência metodológica para instituições multilaterais, como o Banco Mundial, a OCDE, a UNCTAD, a OMC e a Comissão Europeia (FERNANDEZ-STARK & GEREFFI, 2019; REIS et al., 2021).

A principal forma de representar as cadeias de valor nessa abordagem chama-se *curva soridente*, criada para a cadeia de valor do setor de computadores (SHIH, 1996). Essa curva apresenta três conjuntos de atividades e tarefas - pré-produção, produção e pós-produção (OECD, 2013). Os custos produtivos são principalmente de atividades e ativos de fabricação tangíveis, enquanto os outros são de atividades e ativos operacionais intangíveis. Algumas das principais atividades anteriores ao estágio de produção tangível são pesquisa e desenvolvimento (P&D), design e logística/compra de insumos para a fabricação. Após a produção, as atividades intangíveis de logística, marketing e vendas agregam valor aos bens e serviços prontos para os clientes (MUDAMBI, 2008).

Cadeias de valor, locais, regionais, nacionais ou globais, tornaram-se um dos temas mais importantes da atualidade para políticas de comércio e investimentos internacionais, diretamente relacionadas a uma visão de longo prazo de desenvolvimento

Gráfico 15 – A curva soridente: valor adicionado ao longo da CGV



Fonte: OCDE.

Elaboração: SDES/SPE/MF.

O arcabouço das CGV busca compreender como as indústrias globais estão organizadas, examinando a estrutura e a dinâmica dos diferentes atores envolvidos - mapear as sequências de valor adicionado de cada indústria, desde a concessão à produção e à utilização final. Para tanto, examina as diferentes atividades, tecnologias, normas, regulamentos, produtos, processos e mercados em indústrias e locais específicos, fornecendo uma visão holística da indústria global. Nesse sentido, a literatura sobre cadeias de valor concentra-se na análise da governança e dos caminhos para sofisticar a participação de países e empresas (*upgrading*) em atividades de maior valor adicionado.

Porém, a curva soridente advém de uma dedução teórica, de modo que as dezenas de estudos buscaram investigar sua constatação empírica em cadeias, localidade e temporalidades específicas chegaram a conclusões destoantes (REIS et al., 2021). Dessa forma, as curvas de valor são heterogêneas, variam setorialmente e também ao nível dos grupos e classes industriais. Além disso, as cadeias são formadas por gamas diversas de agentes, atuantes em mercados oligopolistas em que algumas empresas transnacionais concentram poder de mercado em relação a concorrentes, especialmente empresas de pequeno e médio porte. Isso significa, portanto, que a fragmentação das atividades das CGV cabe em grande parte às decisões estratégicas das líderes de mercado (Idem).

Assim, entender as curvas de valor requer informações privadas e estudos específicos, ainda que o ideal de normativo de *upgrading* mantenha-se como um objeto de pesquisa importante para o desenvolvimento econômico sustentável. Conforme desenvolvido pelo GVC framework, para saber o valor adicionado de cada atividade é preciso um mapa mais completo da cadeia. Uma das obras representativas desta literatura, o *Handbook of Global Value Chains* (2019), propõe que as atividades da cadeia sejam percebidas no que se refere aos seis estágios de suprimentos e ao seu ambiente de apoio, conforme figura 1:

“
Os custos produtivos são principalmente de atividades e ativos de fabricação tangíveis, enquanto os outros são de atividades e ativos operacionais intangíveis
”

Figura 1 - Modelo de referência da cadeia de valor:



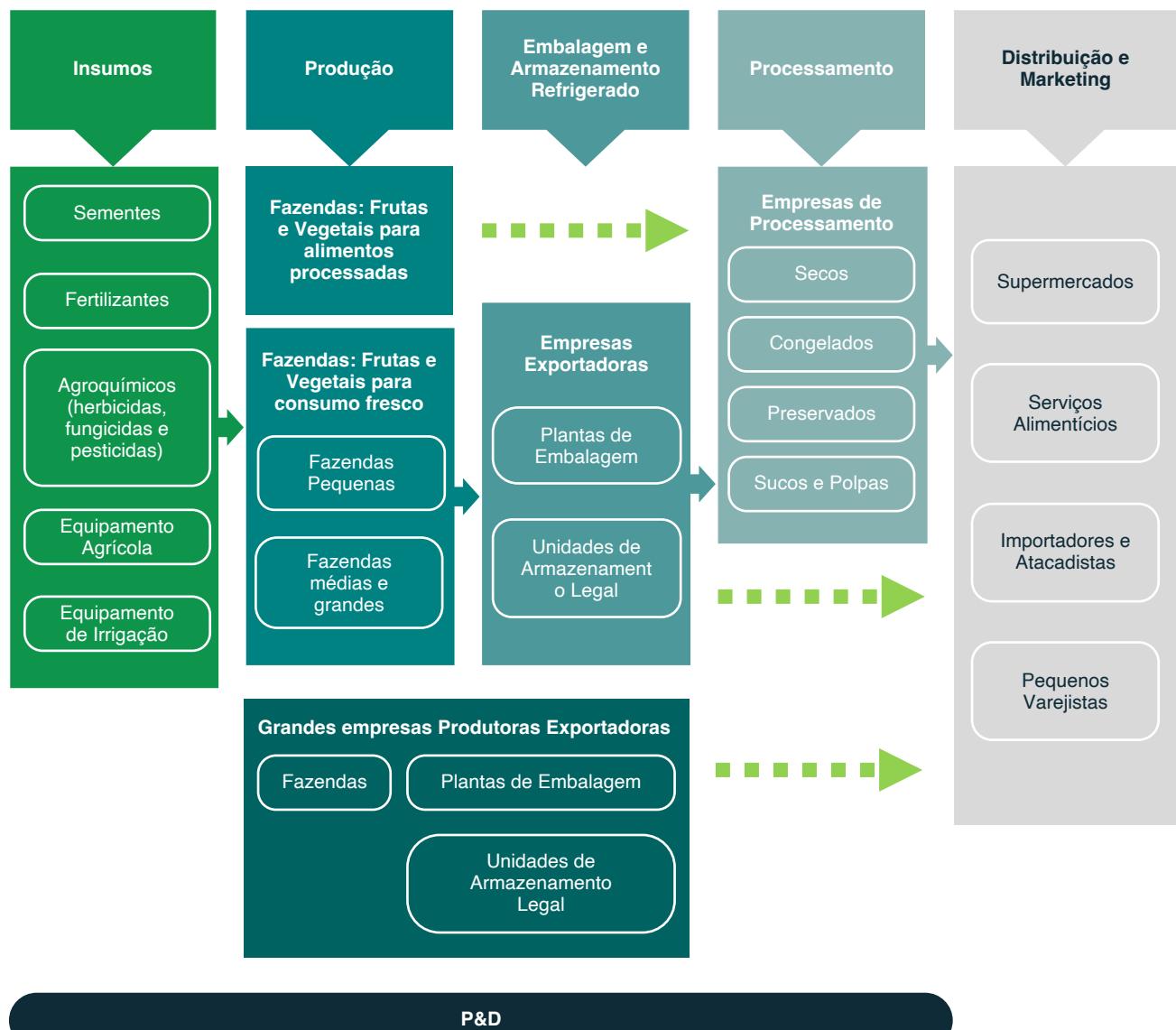
Fonte: *Handbook of Global Value Chains(2019).*

Nota: tradução nossa.

De acordo com a ilustração, o cerne do mapeamento se refere aos estágios da cadeia de suprimentos, entendida como as ligações entre as empresas que intercambiam materiais e informações ao longo de todo o processo, desde a aquisição e matéria-prima até a entrega dos produtos ou serviços ao consumidor final. Assim, uma cadeia de suprimentos impacta as ligações insumo-produto relacionadas à produção (FREDRICK, 2014), com efeitos de encadeamento que sustentam a dinâmica econômica.

Então, cada etapa de cada cadeia de suprimentos contém diferentes atividades. A figura 2 elaborada por dois dos principais autores do *GVC framework*, traz uma proposta de mapa no caso de frutas e verduras. Precisamente esta forma de mapear a cadeia foi promovida como padrão nas análises deste relatório, suscetível a variações conforme peculiaridades de cada cadeia.

Figura 2 - Cadeia global de valor de frutas e verduras



P&D

Fonte: Gereffi & Stark-Fernandez, 2016.

Nota: tradução nossa.

Por fim, para a identificação de gargalos e de estratégias para as cadeias de valor de competência desse grupo de trabalho, considerando a figura 2 foram observados aspectos do ambiente de apoio, atentando-se principalmente para os:

1. de infraestrutura e comércio;
2. de capacitação, tecnologia e produção,
3. macroeconômicos e de financiamento.



4 - Mapeamento das Cadeias de Proteínas de origem animal



A segurança alimentar como agenda de política pública em constante renovação tem se deparado com desafios à qualidade da produção e seus efeitos sob a sustentabilidade, garantia do direito à alimentação, estabilidade no abastecimento e no preço dos alimentos, entre outros. Os mercados de alimentos não se configuram somente como uma instância de troca, mas como um ambiente de articulação entre os diferentes segmentos e agentes atuantes em cadeias produtivas globais (DE PAULA et al., 2015). Portanto, não se trata, somente de uma questão de produzir ou alimentar pessoas; é um tema que está no âmago da trajetória de desenvolvimento (CARON & FAVARETO, 2023).

Políticas de segurança alimentar devem considerar tanto as ambições de oferta da produção de alimentos, sobretudo voltadas a reduzir a escassez de insumos e bens finais e consequente elevação dos custos produtivos, como de demanda, para combater a fome e a desnutrição, bem como os padrões de consumo de efeitos danosos para a saúde humana e para o meio-ambiente. Mais além, a formulação de políticas públicas voltadas à segurança alimentar envolve aspectos que não se restringem às condições de estrutura, conduta e desempenho de mercados, mas também aspectos institucionais em níveis locais, regionais, nacionais e internacionais.

Dentre estes, as questões relativas a direitos de propriedade (ACEMOGLU & ROBINSON, 2005) no campo, nos canais de abastecimento e comercialização têm grande peso. E ainda, como argumentam Caron & Favareto (2023), as políticas de segurança alimentar requerem a promoção da biodiversidade, de modo a escapar das consequências adversas das monoculturas (do lado da produção) e da homogeneização dos padrões de alimentação (do lado do consumo).

Por isto, as bases materiais da segurança alimentar em grandes países produtores de alimentos como o Brasil, requerem um equilíbrio salutar entre as monoculturas de alta escala e a diversidade produtiva, social e ambiental associadas à produção familiar,

assim como vão se relacionar com as atividades a jusante da cadeia (DE PAULA et al., 2015). Apesar das dificuldades dadas pela complexidade política, econômica e social desse cenário, as trajetórias de desenvolvimento sustentável podem oportunizar novas tendências culturais e tecnológicas, como a expansão crescente da produção orgânica, consciência e hábitos alimentares mais saudáveis, biotecnologias produtivas, em especial associadas às proteínas (CARON & FAVARETO, 2023).

O Brasil tem verificado inúmeros os avanços da pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) em produção animal nas últimas décadas, sejam de produtos, processos, serviços ou novas tecnologias para cadeias: da avicultura de corte e de postura, da suinocultura, da ovinocultura, da caprinocultura de corte e de leite e da bovinocultura de corte e de leite. Como apontam Soares e Rosinha (2019), a biotecnologia tem contribuído expressivamente para alavancar a produtividade e a segurança alimentar a partir da pecuária no país, seja por meio do uso crescente de biotécnicas de reprodução animal, pela evolução do uso de painéis de marcadores moleculares para fenótipos produtivos em bovinos de corte e de leite, pelo uso de formulações de enzimas e microrganismos que melhoraram a eficiência digestiva, ou pelo melhoramento genético dos rebanhos.

Como visto na seção 2, a carne bovina, o leite e os ovos foram alguns dos produtos que mais pressionaram a inflação no período pandêmico, o que induziu o estudo de suas cadeias a seguir. Por impactarem a alimentação humana, sobretudo pelas bases proteicas, a segurança alimentar pode ser alcançada não somente pela maior resiliência de suas próprias cadeias, mas também pelo fortalecimento das cadeias de produtos substitutos diretos, tais como a carne de frango, suína e de peixe. Dessa forma, a cadeia de frango, suínos e piscicultura foram também mapeadas neste trabalho inicial. Ainda, existem outras cadeias de proteínas de origens alternativas às selecionadas que poderiam ser consideradas, mas estão fora do escopo deste relatório por pouco pressionarem a inflação ou serem substitutos mais distantes.

4.1 - Cadeia do Leite

A cadeia produtiva do leite e derivados é um setor de grande relevância econômica e social para o Brasil. Presente em 98% dos municípios do país (EMBRAPA, 2020), o setor reúne aproximadamente 1 milhão de produtores rurais¹, que juntos produzem 34,6 bilhões de litros por ano (IBGE, 2023) e posicionam o país como o 5º maior produtor mundial de leite, apenas atrás de Índia, Estados Unidos, Paquistão e China (FAO, 2022). No Brasil, o consumo anual *per capita* de leite registra 167 litros por habitante, maior que a média mundial de 116 litros *per capita*, porém, menor que a média de países desenvolvidos.

O mapeamento desta cadeia de produção contou com a participação de associações representativas, organizações de pesquisa e setor público, atentando para cinco principais etapas, conforme metodologia apresentada na seção 3: i) insumos; ii) produção (ordenha do leite); iii) logística de captação do leite; iv) processamento do leite e; v) distribuição do leite (figura 3).

Entre os principais **insumos** necessários à produção do leite estão aqueles relacionados ao manejo animal, como a compra de *ração*, composta por energéticos (milho, sorgo, farelo de arroz, farelo de trigo e outros) e proteínas (soja grão, soja farelo, ca-roço de algodão, aveia, ureia pecuária e outros), *medicamentos* e a contratação de serviços *veterinários*, além da utilização de químicos (detergentes alcalinos e ácidos) para limpeza. Em termos de instalações, *máquinas e equipamentos, utensílios* (materiais de inseminação e vasilhames), *energia elétrica e conexão à internet* compõem os itens indispensáveis à produção do leite. As casas genéticas corroboram no melhoramento genético do bovino, impactando diretamente nos resultados da atividade.

Na fazenda, os **produtores** podem ser categorizados por porte, de acordo com a quantidade de litros produzidos por dia. Ao menos cinco grupos são identificados, *micro, pequeno, médio e grande porte*, bem como as chamadas *agrofazendas*. Ainda que 98% dos produtores sejam classificados como micro e pequenos, juntos, representam pouco mais da metade (55%) do total de leite produzido. Desse leite, a maior parte passa por inspeção (69,1%) (IBGE, 2023), o restante é destinado à comercialização informal na produção de queijos e doces ou abastecimento das famílias que trabalham na produção de leite, assim como na criação de bezerros e bezerras leiteiras (MDIC, 2018). Em 2022, o país importou 1.294 litros de leite, maioria leite em pó, da Argentina e Uruguai (MAPA, 2023a).

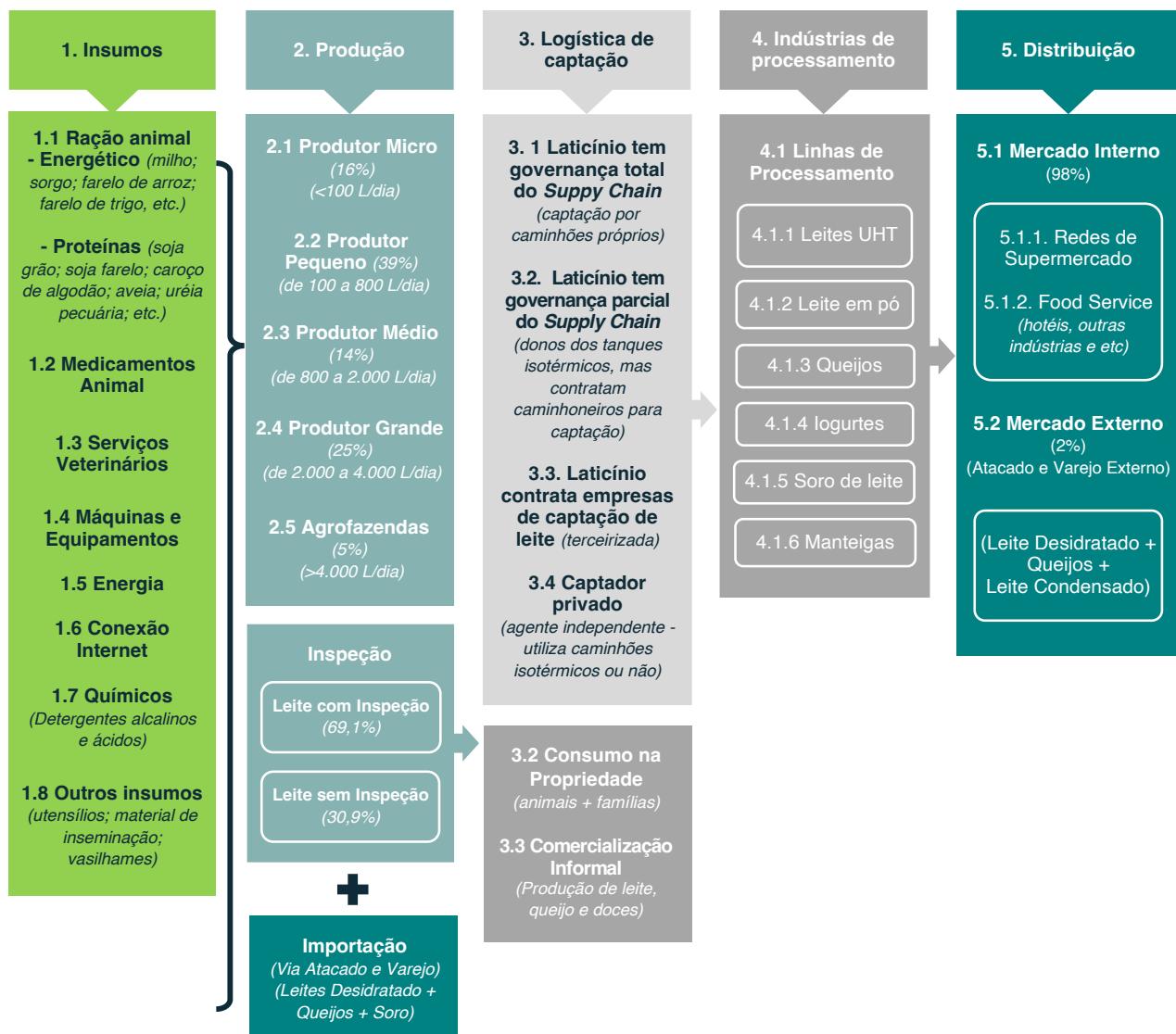
A terceira etapa de produção refere-se à **logística de captação**, importante para conectar o produtor à indústria láctea, que fará posteriormente o processo de transformação dessa matéria-prima em produtos acabados. A captação do leite pode ser entendida por quatro caminhos preponderantes. No primeiro caso, a indústria de processamento controla por completo a captação do leite, fornecendo os tanques isotérmicos para armazenagem

“

A cadeia produtiva do leite e derivados é um setor de grande relevância econômica e social para o Brasil. Presente em 98% dos municípios do país, o setor reúne aproximadamente 1 milhão de produtores rurais, que juntos produzem 34,6 bilhões de litros por ano e posicionam o país como o 5º maior produtor mundial de leite

”

¹ Estimativas do Ministério da Agricultura e Abastecimento a partir dos dados do IBGE– Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM), ano 2022.

Figura 3 - Cadeia do Leite

Fonte: G100; IBGE; MAPA.
Elaboração: SDES/SPE

do leite na fazenda e proporcionando a retirada do produto via caminhões-tanques próprios. A segunda possibilidade de captação ocorre quando a indústria é dona dos tanques isotérmicos, mas contrata a retirada do leite por terceiros. A terceira via é a terceirização completa do serviço por empresas de captação de leite. Por fim, a quarta alternativa, é o transporte do leite por captadores privados sem necessariamente vínculos com a indústria, o que pode ocasionar, por vezes, e de forma indesejada, a captação do leite por caminhões não isotérmicos (MARTINS, 2004).

A quarta etapa de produção equivale ao **processo industrial** do leite, que pode ser dividido em 6

grandes linhas de processamento. A primeira linha equivale aos leites UHT (*Ultra High Temperature*), representando 26,96% da destinação do leite. A segunda linha, inclui leites em pó (25,71 %), a terceira, a produção de queijos (36,29%), seguida de demais produtos (11,02%)² (CILEITE, 2022).

Por último, os produtos transformados pela indústria de laticínios são majoritariamente destinados ao mercado interno (98%), principalmente, para redes de mercados e food service (hotéis, restaurantes e outros estabelecimentos). Apenas 2% dos produtos lácteos são destinados ao exterior, com destaque para leite em pó e leites UHT³ (MAPA, 2023a).

2 Códigos NCM - Leite UHT (04011010 / 04012010); Leite em pó (04021010 / 04021090 / 04022910); Queijos (04061010/ 04061090/ 04062000 / 04063000 / 04064000 / 04069010 / 04069020 / 04069030 / 04069090); Iogurtes (04031000 / 04039000); Soros de Leite (04041000); Manteigas (04051000 / 04052000 / 04059010).

3Em 2022 foram exportados 15,3 mil toneladas de leite em pó e 5,4 mil toneladas de leites UHT (MAPA, 2023a).

4.2 Cadeia de Bovinos

Segundo o IBGE (2023), o rebanho bovino brasileiro foi estimado em 234,4 milhões de cabeças em 2022, crescimento de 4,3% em relação ao ano anterior e o maior valor já registrado na pesquisa. Esse efetivo bovino representa 12,2% do rebanho mundial, posicionando o Brasil na segunda colocação entre os principais produtores (ABIEC, 2023). O rebanho está distribuído numa área de 154 milhões de hectares - redução de 5,7% da área de pastagens demandada e aumento na taxa de ocupação para 1,32 cabeças por hectares (*ibid.*).

Após consultar associações do setor, grupos de pesquisa e organizações do setor público, o mapeamento da cadeia produtiva bovina foi caracterizado em cinco principais etapas: i) insumos; ii) produção - dividida por sistemas (organização da criação dos animais nos territórios) e fases de produção (processo de criação adotado nos estabelecimentos); iii) logística de transporte dos animais entre fazendas e frigoríficos; iv) processamento da carne; v) distribuição da carne ao mercado interno e externo.

Dentre os principais **insumos** demandados estão aqueles associados ao cuidado com os animais, tais como produtos de nutrição, composto por cultivo de pastagem, grãos e rações, e produtos para suplementação alimentar – inclui aditivos para a redução da fermentação no sistema digestivo dos animais e, consequentemente, redução de emissão de gases. Seguindo as normas de regulamentação, há também os materiais para cumprimento dos protocolos sanitários de garantia da *sanidade animal*, que envolve itens relacionados a serviços veterinários e materiais de vacinação. Adiciona-se os fertilizantes, os insumos essenciais para o processo de repastagem e para que os estabelecimentos obtenham índices elevados de produtividade. Em termos de *infraestrutura*, há grande importância das máquinas, equipamentos e tratores, energia elétrica, conexão à internet, equipamentos de Produção Individual (EPIS) e os insumos do sistema de rastreabilidade, além de embalagens para a indústria de processamento, como base do processo produtivo.

A segunda etapa da cadeia pode ser classificada pela **produção** bovina, organizada em três níveis, considerando os regimes alimentares predominantes durante o ciclo de vida do rebanho e, indiretamente, o nível tecnológico de cada estabelecimento:

- 1. sistema extensivo** – regime alimentar exclusivo de pastagem como fonte de proteína e energia⁴, animais são produzidos em grandes áreas sem suplementação alimentar. Esse modelo apresenta alta variação de desempenho a depender da propriedade, devido ao acesso desigual a recursos e tecnologia – é o principal sistema de produção de bovinos no Brasil, responsável por cerca de 80% do ciclo de vida do

⁴ O Censo Agropecuário do IBGE revela que, desde a década de 1970, a pastagem é o uso predominante do solo no Brasil, ocupando de 2 a 3 vezes mais área que a agricultura, independentemente do tamanho do produtor (pequeno, médio ou grande), tipo de agricultura (familiar ou não familiar), ou faixa de renda (BARRETO et al., 2023).

“

O rebanho bovino brasileiro foi estimado em 234,4 milhões de cabeças em 2022, crescimento de 4,3% em relação ao ano anterior e o maior valor já registrado na pesquisa. Esse efetivo bovino representa 12,2% do rebanho mundial, posicionando o Brasil na segunda colocação entre os principais produtores

”

“

É importante considerar que a bovinocultura produz expressivas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) por meio de processos digestivos dos animais, de solos de pastagens degradadas que causam emissões, de mudanças de uso do solo em decorrência de desmatamento e queimadas para substituição por pastagens

”

gado de corte (CEZAR et al., 2005). A grande diversidade de desempenho no sistema extensivo decorre da interação de fatores como solo, clima, genótipo e manejo animal, protocolos sanitários e gestão da intensidade de uso do território (MALAFAIA et al., 2021).

2. **sistema semi-intensivo** – equilíbrio entre a permanência do animal em confinamento e pastagem para alcançar uma pecuária de ciclo menor, regime com menor aproveitamento de pastagens naturais, exigindo mais infraestrutura, trabalho e suplementos alimentares (minerais, energéticas e protéicas, como milho, sorgo, aveia e farelos variados); e
3. **sistema intensivo** – caracterizado por pastagem, maior suplementação alimentar e regime de confinamento associado ao uso ainda mais intenso de pastagens cultivadas, com objetivo de reduzir custos com alimentação (CEZAR et al., 2005). Há uma tendência do crescimento do sistema intensivo, dado que a proporção dos animais terminados em confinamento chegou a 18% do total de abates em 2022 – o que leva, consequentemente, a uma redução na idade de abate dos animais

Importante considerar que a bovinocultura produz expressivas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) por meio de processos digestivos dos animais, de solos de pastagens degradadas que causam emissões, de mudanças de uso do solo em decorrência de desmatamento e queimadas para substituição por pastagens (BARRETO et al., 2023). Assim, nestes três sistemas a emissão de GEE é uma preocupação, principalmente, no sistema extensivo dado que envolve emissões decorrentes do uso do solo.

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) também são um modo de produção presente na cadeia bovina, seja intensiva ou extensiva, que combina atividades agrícolas, pecuárias e florestais na mesma área de forma consorciada, sucessiva ou rotativa, visando a sinergia no agroecossistema. Para serem sustentáveis, essas atividades devem ser planejadas, sistemáticas e contínuas. A implementação dos sistemas ILPF visa otimizar o uso da terra, aconselhada para recuperar pastagens degradadas, restaurar florestas, melhorar a conservação do solo e da água e diversificar a receita agrícola. Todavia, tais sistemas ainda não estão largamente difundidos na agricultura brasileira (VINHOLIS et al., 2022).

Na **logística**, todo trânsito dos animais (entre propriedades, frigoríficos, eventos e outros) deve ser acompanhado da Guia de Trânsito Animal (GTA), documento para controle sanitário que acompanha os animais em toda a sua circulação (AGROSUSSE, 2022). A emissão desse documento é feita pelas agências estaduais de controle sanitário. Além disso, o transporte interno dos animais entre os produtores e a agroindústria deve seguir normas de bem-estar animal relacionados à alimentação e padronização das carrocerias dos caminhões (BLOCK et al., 2016). Dessa forma, toda a logística de transporte dos animais, seja para o mercado interno, seja para atingir os portos de ex-

portação, é precedida de planejamento e organização da documentação necessária, principalmente as GTAs, notas fiscais do produtor e os documentos de identificação animal – documentos individuais para animais destinados a abatedouros onde a rastreabilidade é exigida (MAPA, 2013). Já a logística para exportação é feita pela via marítima, principalmente, pelos portos de Santos (SP) (54,2% do volume exportado), de São Francisco do Sul (SC) (15,1%); e Paranaguá (PR) (9,0%)⁵ (MALAFAIA et al., 2021).

Na quarta etapa de produção estão as **linhas de processamento da indústria** com mais de quatro mil frigoríficos, destino principal da produção de carne bovina (AGROSUISSE, 2022). A recepção e estadia dos animais nos frigoríficos até o momento do abate deve atender às normas estabelecidas pela Portaria SDA/MAPA 864/2023. Os animais recebidos para abate passam por período de descanso e dieta hídrica, e então vão para a lavagem, seguido da insensibilização (BLOCK et al., 2016). Após o abate, é feita a sangria, a pendura e os procedimentos de processamento: esfola; evisceração, cortes da carcaça, refrigeração, corte e desossa. Nesse momento, também é realizada a separação do couro.

A maior parte dos processos de desossa é realizada nos frigoríficos, porém, essa atividade poderá também ocorrer nos entrepostos especializados e açougues. Ainda, há o processo de separação dos miúdos e da triparia dos produtos do sangue dos animais, do sebo e de demais subprodutos. Por fim, os produtos da carne são embalados à vácuo e em bandejas. As carcaças são inspecionadas nos frigoríficos e recebem selos por tipo de inspeção correspondente aos níveis: federal, estadual e municipal. O selo de inspeção federal é exigência para os estabelecimentos que pretendem exportar, dado os riscos de embargo por questões sanitárias e ambientais. Frigoríficos que atendem majoritariamente o mercado doméstico também estão expostos às demandas de qualidade sanitária e ambiental, considerando que as regulações domésticas tendem a ter o mesmo rigor dos mercados externos (AGROSUISSE, 2022).

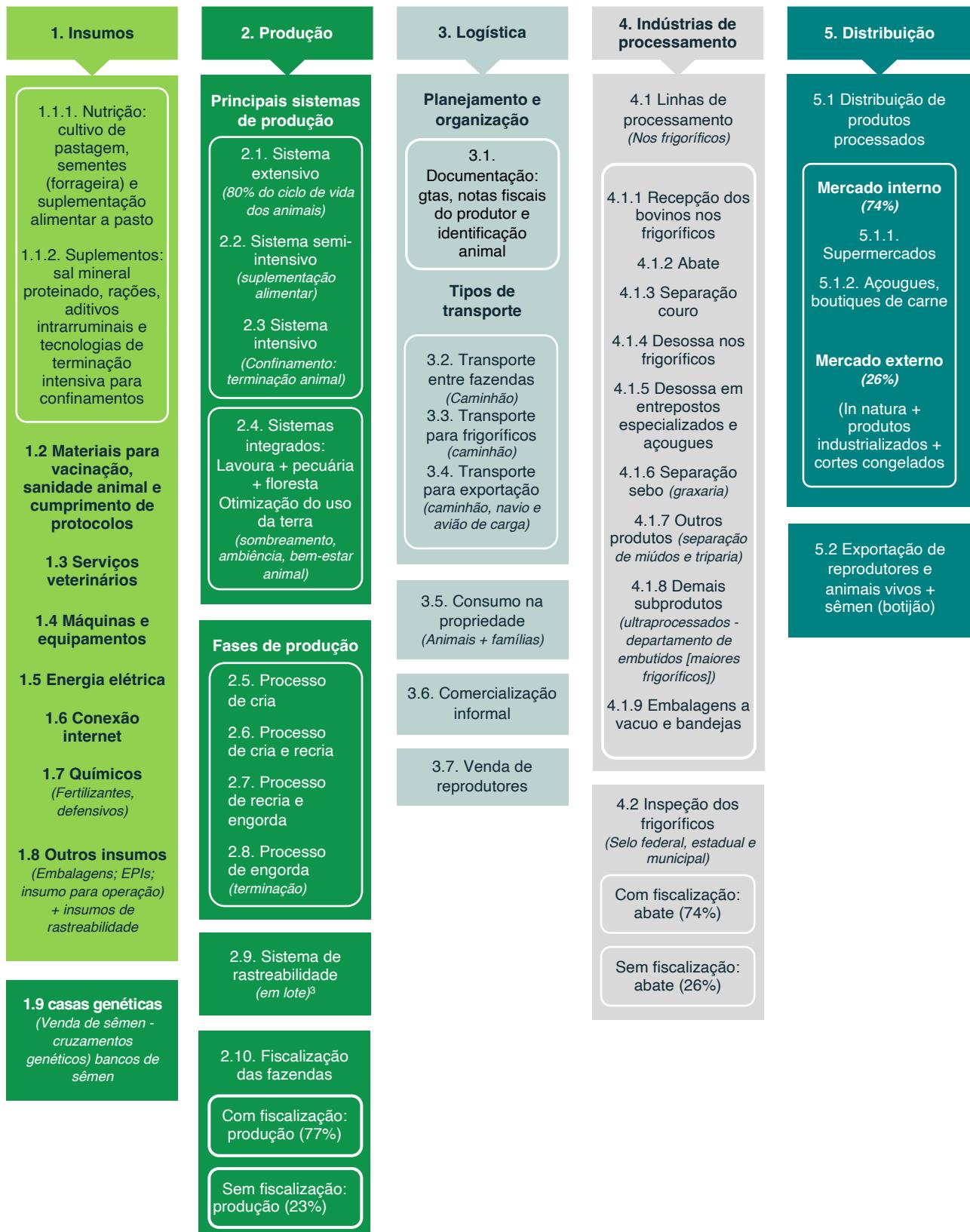
Finalmente, na etapa de **distribuição** os produtos derivados da indústria de processamento abastecem o mercado interno (74% da produção de carne bovina), com destaque para os supermercados, açougues e boutiques de carne entre os principais estabelecimentos. O mercado externo recebe cerca de 26% da produção com os produtos *in natura* e industrializados. Com isso, o Brasil representa 27,7% das exportações mundiais, o que lhe coloca na primeira colocação do ranking de países exportadores (ABIEC, 2023). Ademais, há a exportação direta de animais vivos para abate e reprodutores, além da demanda externa por sêmen para cruzamentos genéticos, que vem a montante na cadeia, sendo um tipo de exportação que mais que triplicou nos últimos seis anos (MALAFAIA et al., 2021).

⁵ Outros portos relevantes são: Itajaí (SC), Barcarena (PA), Dionísio Cerqueira (SC), Rio Grande (RS) e o de São Borja (SC).

“

A implementação dos sistemas ILPF visa otimizar o uso da terra, aconselhada para recuperar pastagens degradadas, restaurar florestas, melhorar a conservação do solo e da água e diversificar a receita agrícola. Todavia, tais sistemas ainda não estão largamente difundidos na agricultura brasileira

”

Figura 4 - Cadeia de Bovinos

Fonte: ABIEC (2022); IBGE (2013); MAPA (2023)

Elaboração: SPE/MF

4.3 Cadeia do Frango

Em 2022, a produção de carne de frango no Brasil registrou 14,7 milhões de toneladas, a segunda maior produção mundo, apenas atrás dos Estados Unidos (MAPA, 2023b). Cerca de 33% dessa produção é exportada para 145 países, o que faz do Brasil o principal exportador do mundo de carne de frango⁶. Atualmente, o consumo anual *per capita* no Brasil registra 45,2 kg por habitante,显著mente acima da média mundial de 10,2 kg/hab (FAO, 2022).

A cadeia do frango de corte pode ser apresentada por quatro etapas principais: (i) insumos; (ii) produção; (iii) agroindústria e (iv) transporte (figura 5). O diferencial dessa cadeia é o alto nível de integração entre criadores (integrados) e agroindústria (integradora), que proporciona uma dinâmica linear, puxada pela indústria, entre insumos, produção da carne, processo de transformação e comercialização. Em outras palavras, a integradora faz a conexão entre os elos proporcionando, por um lado, a padronização e ganho de escala da produção, por outro, as condições de remuneração e ao produtor e de comercialização.

Por isso, a etapa de **insumos** pode ser dividida em duas partes, a primeira, considerando os insumos de responsabilidade da agroindústria e cooperativa (integradoras) com os produtores (integrados) e, a segunda, os insumos de responsabilidade do produtor. De forma abrangente, a integradora fornece *ração* (grãos e aditivos); *transporte* da ração às granjas; o *pintinho de um dia*, derivado de cruzamentos das Casas Genéticas; a *assistência técnica especializada*, que pode incluir serviços de agronomia, veterinária, zootecnia e outros; e *produtos veterinários*.

Como responsabilidade do produtor, pode-se mencionar entre os insumos mais relevantes a contratação da *mão-de-obra*; os custos com *energia elétrica* e *conexão à internet*; tratamento de *água* e *esgoto*; *substrato para a cama* (maravalha); *substrato da Biomassa Florestal* como combustível térmico (lenha ou pellets) e custos com *seguro, manutenção, aquisição e instalações e equipamentos*. Outros insumos podem ser considerados a depender do modelo de produção e região.

A etapa de **produção** de aves retrata o modelo majoritariamente de integração, com 90% dos produtores integrados e somente 10% independentes (ABPA, 2023). Esses integrados recebem os insumos, incluindo a ração já pronta e fabricada pelas agroindústrias, que também fazem o transporte até as granjas. Já os produtores independentes, a maioria adquire e processa os insumos utilizados na fabricação da ração – em alguns casos há também produção própria de grãos⁷. Frangos criados em granjas integradas, geralmente, possuem aviários modernos com forração, comedouros, bebedouros e cortinas automáticas, acompanhados por computador. O sistema de produção integrado considera as recomendações técnicas e contratuais das integradoras, remunerando de acordo com a produtividade obtida e o preço de mercado da carne.

Normalmente, o transporte dos frangos vivos para abate é responsabilidade da agroindústria e cooperativas. Na terceira etapa da cadeia, a **agroindústria** pode apresentar dois tipos de plantas de processamento, aquela que apenas *abate o animal* e a planta que *abate e processa a carne*, realizando o corte, transformando o frango em produtos processados, embalando o produto, entre outras atividades. No processo de abatimento participam as chamadas *Certificadoras Halal*, prestadoras de serviço reconhecidas por países islâmicos para atestar que a empresa, processo e produtos seguem os requisitos legais e critérios determinados pela jurisprudência islâmica (Shariah)⁸. As Câmaras frias para armazenamento dos produtos são chamadas de *entrepostos frigoríficos*, podem ser pertencentes à agroindústria ou serem terceirizadas.

Por último, o produto derivado da indústria é **distribuído** na maior parte para o mercado interno (67%), incluindo *in natura fresco/refrigerado*; produtos *in natura congelados* e produtos processados. A exportação representa 33% da produção, alimentando outras plantas de processamento no exterior, atacadados, varejos, redes de hotelaria e *food services*. Em adição, há também exportação de material genético avícola pelas Casas Genéticas. Conforme levantamento da ABPA (2023), o Brasil exportou cerca de 999 toneladas de *pintinhos de um dia*⁹ e 14.639 toneladas de *ovos férteis de galinha*¹⁰ em 2023 – números que crescem a cada ano.

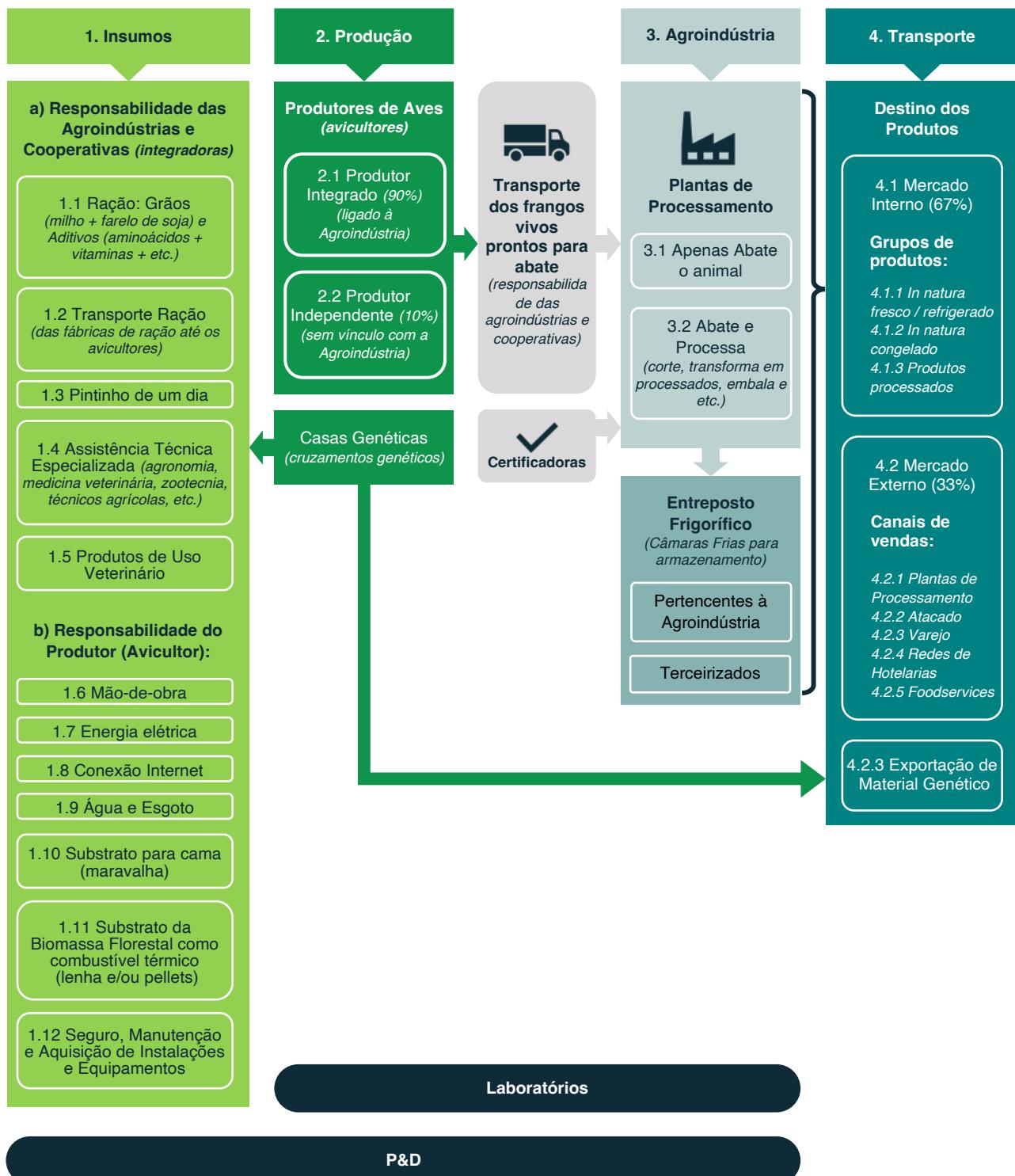
6 NCMs de Carne de Frango: 0207.11.00, 0207.12.00, 0207.13.00, 0207.14.00, 0210.99.00, 0210.99.11, 1602.32.10, 1602.32.20, 1602.32.30, 1602.32.90.

7 Nota Técnica SEI 9201518 – Embrapa Suínos e Aves. agosto de 2023.

8 Siscomex. Certificação Halal. Acesso em 05 de jan.2023. Link: <<https://www.gov.br/siscomex/pt-br/servicos/aprendendo-a-exportar/conhecendo-as-mais-importantes-1/certificacao-halal>>

9 NCMs de Pintos de Um Dia: 0105.11.10, 0105.11.90, 0105.92.00, 105.93.00, 0105.94.00.

10 NCMs de Ovos Férteis de Galinha: 0407.00.11, 0407.00.19, 0407.11.00, 0407.19.00.

Figura 5 - Cadeia de Frango

Fonte: ABPA; MAPA; Embrapa Suíno e Aves
Elaboração: SPE/MF

4.4 Cadeia de Suínos

Em 2022, a produção de carne suína no Brasil registrou 5,1 milhões de toneladas (MAPA, 2023b). A produção é majoritariamente consumida no mercado interno (77,5%), somente 22,5% é exportada, mas o suficiente para posicionar o Brasil como o quarto maior fornecedor mundial de carne atrás apenas dos países da União Europeia, Estados Unidos e Canadá (ABPA, 2023). Atualmente, o consumo anual *per capita* no Brasil registra 18 kg por habilitante, acima da média mundial de 12 kg/hab (FAO, 2022).

A cadeia de produção de carne suína pode ser analisada por quatro etapas principais: (i) insumos necessários à atividade da suinocultura; (ii) a produção dos suínos nas granjas; (iii) o processamento industrial e; (iv) a distribuição dos produtos finais (atacado e varejo).

A primeira etapa da cadeia inclui os **insumos necessários à atividade suinícola**: alimentação animal; medicamentos e vacinas; genética; infraestrutura e despesas gerais. A *alimentação animal* conta predominantemente com milho, farelo de soja, concentrados, premix (mistura de microingrediente), aminoácidos e derivados do leite. Em termos de volume, milho e farelo de soja corresponderiam por 89% da composição da alimentação animal (SEBRAE, 2016). Entre os itens *Medicamentos* e *Vacinas* destacam-se o uso de antimicrobianos, biológicos, aditivos de desempenho e terapêuticos utilizados nas granjas. As *despesas gerais* concentram gastos com Energia Elétrica, Combustíveis (destinado para atividades internas nas granjas) e Reparos e Manutenção. A *infraestrutura* considera, principalmente, investimentos em Unidades Produtoras de Leitões (UPLs) e Unidades de Terminação (UT). Já as *Casas Genéticas* são responsáveis pela evolução constante desses animais, contemplando reprodutores, sêmen e produtos necessários à reprodução.

Dado a suinocultura uma atividade cada vez mais especializada, o setor pode apresentar o ciclo completo ou faseado do **processo produtivo**, a depender do modelo de negócio. No modelo faseado pode-se notar a presença de Unidades Produtoras de Desmarmados (UPDs), Unidades Produtoras de Leitões (UPLs), Crechários e, posteriormente, as Unidades de Terminação (UT) para abatimento - também são exportados suínos vivos (SEBRAE, 2016). Assim como na cadeia de frango, há a presença das granjas integradas e independentes na produção de suínos. A integração na suinocultura corresponde a cerca 80%¹¹.

Na cadeia de valor de suínos, a terceira etapa enfatiza os **insumos industriais** necessários às Plantas

de Processamento, a considerar: embalagens primárias (destinadas ao acondicionamento do produto), embalagens secundárias (acondicionamento da embalagem primária), energia elétrica, peças e equipamentos de manutenção, óleo e combustíveis para caldeiras, produtos químicos para limpeza, EPIs, óleos e graxas lubrificantes, filtros de água e outros.

A quarta etapa retrata a dinâmica da **agroindústria**, na qual as plantas de processamento são separadas apenas por abatimento ou abatimento e processamento (corte, transformação em embutidos e outras atividades). Da variedade de produtos derivados dessa indústria, pode-se mencionar os produtos *in natura* (pernil, carré, pancetta, lombo, costela, paleta, filé, toucinho e outros), bem como os *produtos processados* (linguiça, bacon, temperados, presunto, salame, mortadela, salsicha e outros) (SEBRAE, 2016). A dinâmica é similar à indústria do frango, mantendo a presença dos *entrepostos*, pertencentes à agroindústria ou terceirizados.

Por fim, o canal de **distribuição dos produtos** (*in natura* e processados) pode ocorrer por meio de *atacadistas*, que fazem a intermediação entre os frigoríficos e os pequenos e médios varejistas. Essas empresas compram grandes quantidades dos produtos e os revendem de forma ampla no território. Já os varejistas (grandes, médios e pequenos) e aqueles especializados, como açougue e lojas dos frigoríficos, comercializam a carne suína ao consumidor final. Além disso, a agroindústria distribui diretamente produtos para suas lojas próprias e comercializa para outras indústrias, que utilizam da carne como insumo para outros produtos transformados (SEBRAE, 2016). O Brasil também importa carne *in natura* e produtos processados a serem revendidos por atacadistas e varejistas no país, ainda que baixo o volume. Dentre as importações, o maior volume é de *tripas*, usadas como matéria-prima para embutidos, por exemplo. O comércio exterior ocorre para redes de supermercado e empresas importadoras de carnes.

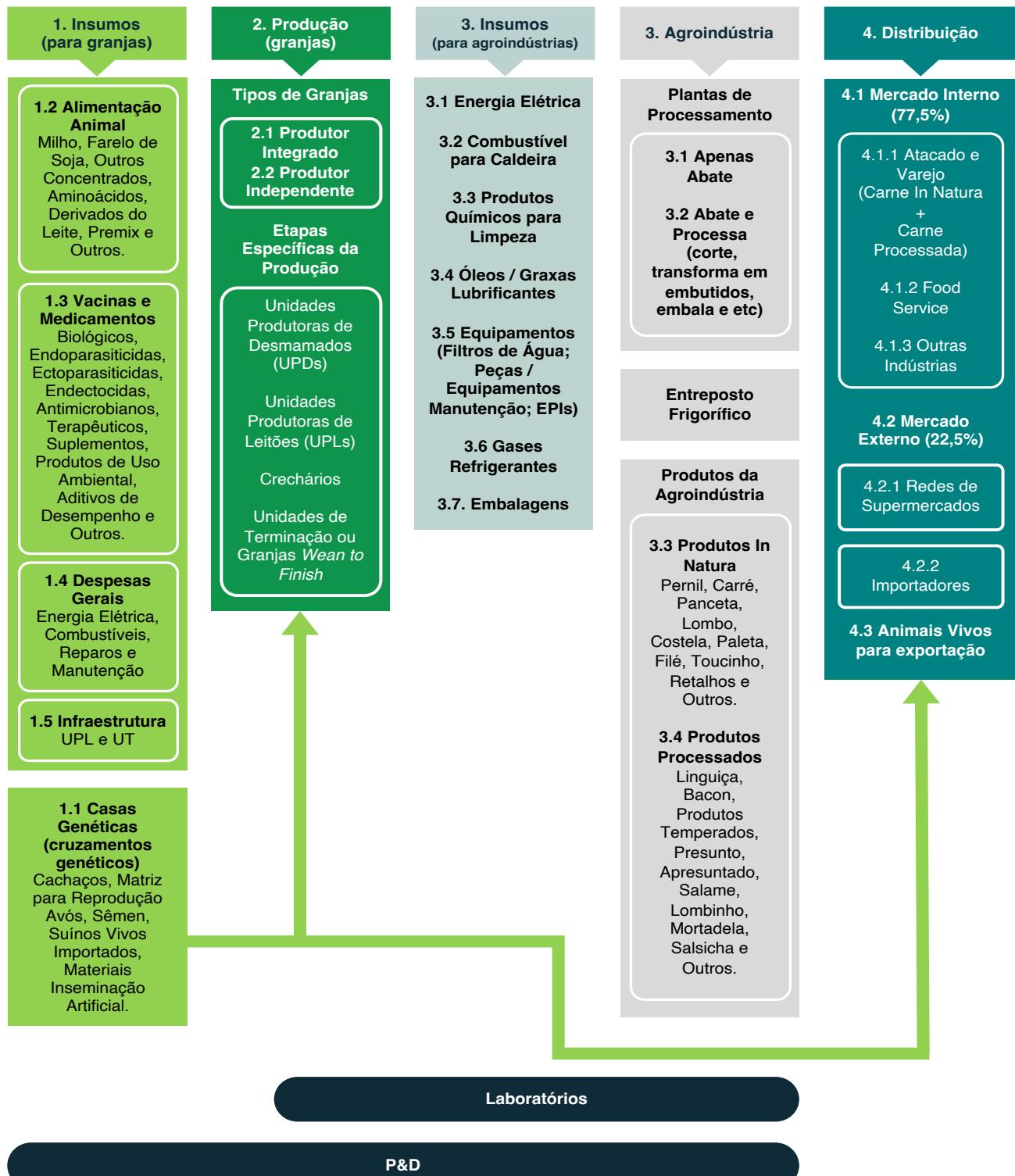
Em adição, essa cadeia inclui a participação dos chamados **agentes facilitadores**, presentes indiretamente nas mais diversas fases da cadeia e responsáveis por serviços de alta especialização. Pode-se mencionar atores envolvidos no *registro genealógico* (documentação em relação aos reprodutores), que corroboram na promoção da segurança ao comprador e vendedor de suínos e do controle de qualidade do rebanho. Outros agentes atuam no *transporte*: (i) de animais vivos das granjas para os frigoríficos; (ii) dos produtos (frigoríficos) para os canais de distribuição internos; (iii) dos produtos com destino ao mercado externos (frigoríficos para os portos). Existem os agentes relacionados à *assistência técnica*, com

¹¹ O percentual de integração da cadeia suína é estimado pela ABPA a partir dos dados do total de suínos abatidos por nível de inspiração (IBGE) e estimativa de mercado própria.

prestação de serviços veterinários, zootecnistas e outros profissionais. Agentes ligados às atividades de serviços portuários, incluindo as Câmaras Frios e outras. Por fim, os agentes relacionados à tecnificação

da suinocultura, empresas de softwares de gestão presentes em cada uma das etapas do processo produtivo (SEBRAE, 2016). A presença de agentes facilitadores também ocorre na cadeia de carne de frango.

Figura 6 - Cadeia de Suínos



4.5 Cadeia de Ovos

O Brasil é o 5º maior produtor de ovos do mundo. Em 2022 foram produzidas 52 bilhões de unidades no país para atender majoritariamente o mercado interno (99,56% da produção). A pequena exportação (0,44%) equivale a cerca de 9,5 mil toneladas¹, dividida entre ovos in natura (56,9%), enviados principalmente para países do Oriente Médio, e ovos industrializados (43,07%), cujo destino principal são países das Américas. (ABPA, 2023). Conforme estimativas da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), atualmente o consumo *per capita* anual do ovo no Brasil equivale a 241 unidades por habitante, com projeção de crescimento nos próximos anos. A cadeia do ovo pode ser resumida em quatro etapas centrais: insumos, produção, agroindústria e transporte.

De forma similar às demais cadeias de proteínas animal, entre os **principais o insumos** da cadeia de ovos estão: (i) grãos para alimentação e nutrição dos animais, fundamentalmente milho e farelo de soja pela alta digestibilidade; (ii) medicamentos para as aves; (iii) serviços veterinários; (iv) máquinas e equipamentos, como sistemas de iluminação, alojamentos, bebedouros e comedouros, ninhos, poleiros e outros (v) insumos para o isolamento dos sistemas de produção; (vi) energia; (vii) conexão à internet; (viii) casas genéticas, que fornecem o pintinho de um dia e o ovo fértil de galinha.

A **produção** de ovos ocorre tanto por sistema de integrado, como via produtor independente. O número de produtores é imenso, sendo difícil apurar o percentual de integração dessa cadeia. Parte da produção está sob inspeção municipal ou estadual. Desse modo, grande parte dos estabelecimentos não possuem o número do registro de Serviço de Inspeção Federal (SIF), inspeção direta do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Já nas unidades que possuem tanto o beneficiamento (separação, limpeza, embalagem de ovos in natura), como o processamento (transformação dos ovos in natura em ovo em pó, gema líquida, clara líquida e etc.) essas possuem o SIF.

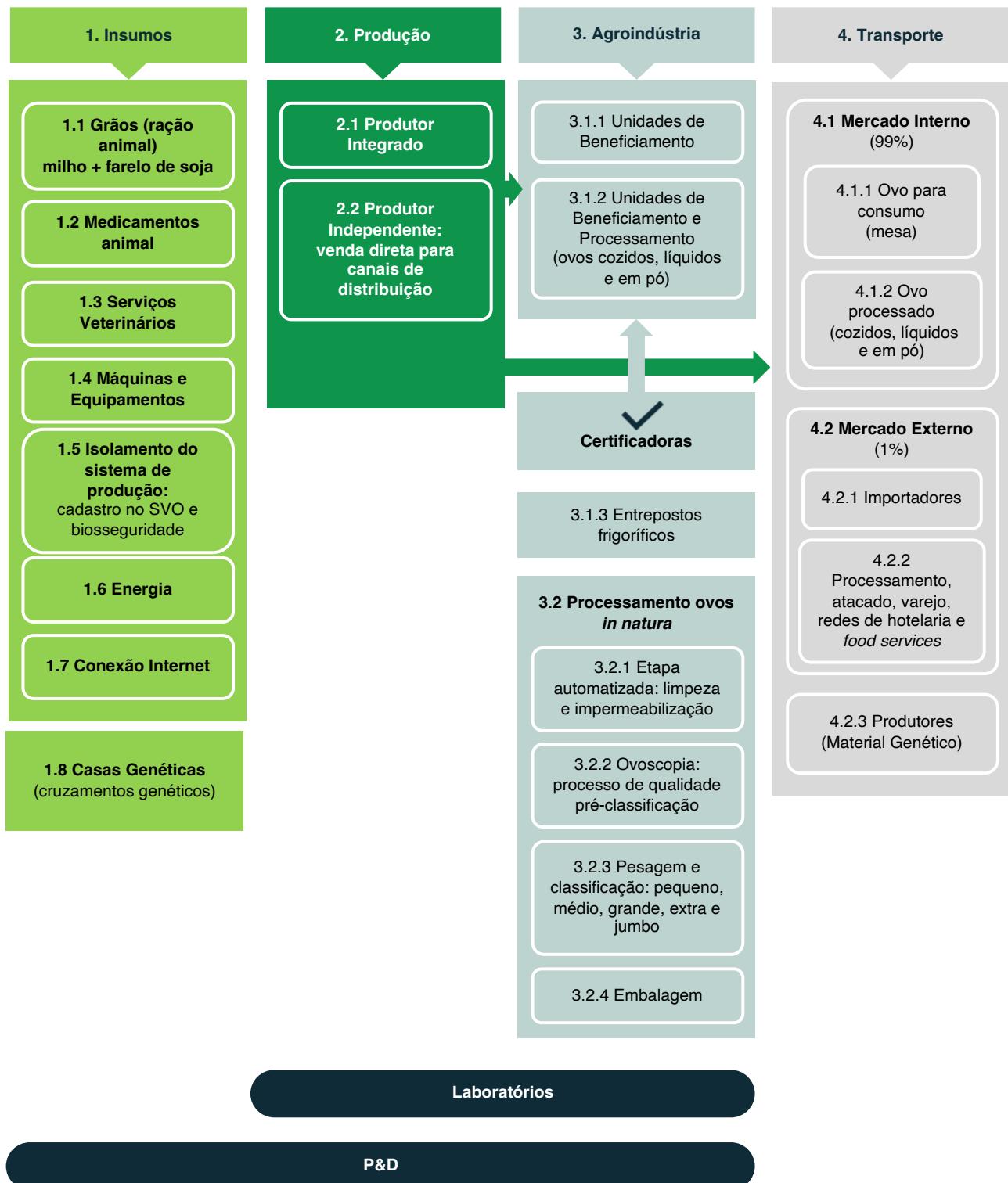
A separação correta das galinhas é também alvo de inspeção considerando que criar aves com idades e de espécies diferentes na mesma instalação deve ser evitado por dois motivos: i) a quantidade

de alimentos e nutrientes muda em cada fase do desenvolvimento das aves; ii) para evitar a proliferação de doenças, as aves jovens devem receber vacinas e cuidados para que seus organismos criem defesas próprias, podendo a mistura de espécies e de idades no mesmo lote pode gerar contaminações e comprometer a biossegurança da produção (AVILA et al., 2017). O período de produção durante a vida útil da galinha dura, em média, 85 semanas. A inspeção dos produtores pode ser realizada por sistema municipal, estadual ou federal (AVILA et al., 2017).

O **processamento** de ovos na agroindústria é feito em *unidade de beneficiamento* (ovo *in natura*) e *unidades de beneficiamento e processamento* (ovos *in natura* e produtos industrializados). Os primeiros estabelecimentos, independentes ou integrados às granjas avícolas, recebem os ovos para a etapa de limpeza e impermeabilização superficial, passando à ovoscopia, processo de qualidade para separação de produtos irregulares, seguindo para a classificação do ovo por pesagem por *pequeno, médio, grande, extra e jumbo*. Os últimos são estabelecimentos que, além de processar ovos *in natura*, também processam os derivados de ovos, que podem ser líquidos, concentrados, pasteurizados, desidratados, liofilizados, cristalizados, resfriados, congelados, ultracongelados, coagulados ou apresentarem-se sob outras formas utilizadas como alimento (BRASIL, 1990 e 2017; AVILA et al., 2017). Há também entrepostos frigoríficos, armazéns frigorificados, cuja atuação consiste em receber os ovos das unidades de beneficiamento e processamento para armazenamento e expedição. A verificação das condições de higiene e integridade durante a embalagem também é um procedimento obrigatório durante o processamento (BRASIL, 2017).

O **transporte de ovos** (*in natura* e processados) é destinado em sua imensa maioria (99%) ao mercado interno. O mercado externo recebe os produtos através de importadores e estabelecimentos de processamento, de atacado e de varejo, redes de hotelaria e *food services*. Em adição, as Casas Genéticas exportam o Pintinho de um dia para o Paraguai via caminhão, já o Ovo Fértil é exportado para diversos países por modal aéreo e rodoviário. Nesse último caso, há a necessidade de refrigeração das cargas.

¹ NCMs de Ovos: 0407.00.90, 0407.21.00, 0407.29.00, 0407.90.00, 0408.11.00, 0408.19.00, 0408.91.00, 0408.99.00, 3502.11.00, 3502.19.00

Figura 7 – Cadeia de Ovo

Fonte: ABPA; MAPA; Embrapa Suíno e Aves
 Elaboração: SPE/MF

4.6 Cadeia da Piscicultura

A aquicultura é a reprodução de organismos, como plantas e animais, em ambientes aquáticos controlados ou semicontrolados: fazendas para criação, lagos, tanques, rios ou mar. Um exemplo é a produção de peixes (piscicultura), que tem ganhado notoriedade uma vez que pode ser exercida em pequenas áreas ao mesmo tempo que produz uma grande quantidade de proteína. O desenvolvimento de novas técnicas tem proporcionado ganhos de produtividade, qualidade no cultivo e menor impacto ambiental (BNDES, 2018). Em 2022, a produção de peixes foi estimada em 617,3 mil toneladas, crescimento de 6% em relação a 2021 – e alcançou R\$ 5,7 bilhões no valor da produção, aumento de 16,4% (IBGE, 2023). A cadeia produtiva da piscicultura tem na tilápia o seu principal produto - 66,1% do volume total de peixes produzidos no país em 2022 (IBGE, 2023). O Brasil é o quarto maior produtor mundial dessa espécie, empregando diretamente cerca de um milhão de pessoas (PEIXE BR, 2023). Para a cadeia da piscicultura, as etapas principais podem ser divididas em: (i) insumos, (ii) produção, (iii) indústria de processamento e (iv) distribuição.

Como insumos desta cadeia produtiva estão: (i) ração animal, dividida entre: produtos energéticos como milho, corn germ, óleos de soja de peixe, farelos de arroz e de trigo, quirera de arroz, entre outros; proteínas como farelo de soja, farinhas de peixe, carne, penas e vísceras e outros mais; (ii) uso de formas jovens de peixes: pós-larvas, alevinos e juvenis; (iii) materiais para melhoramento genético; (iv) medicamentos e suplementos; (v) serviços especializados para atender necessidades como vacinação, sanidade, construção de viveiros e tanques; (vi) máquinas e equipamentos, como tanques-rede, aerador, silos e embarcações; (vii) energia e combustível; (viii) recursos de Tecnologia da Informação: internet, softwares de gestão, sistemas de monitoramento de água; (ix) outros insumos: embalagens, gelo para transportes, químicos para desinfecção, entre outros.

Entre os insumos, destaque para a importância da ração, que pode representar até 70% do custo total da produção da atividade, variando de acordo com a espécie de peixe. Rações de alta qualidade são essenciais para melhorar a taxa de conversão alimentar e aumentar a produtividade, além de reduzir a poluição por efluentes devido à sua alta digestibilidade (BNDES., 2012). Outro ponto de visibilidade são os alevinos, uma vez que somente aqueles de qualidade levam a espécies adultas comercializáveis, por isso, essa etapa exige melhoria genética para aperfeiçoamento das espécies, seleção de animais saudáveis e otimização da sobrevivência durante o transporte. Geralmente, os alevinos são comprados de terceiros, mas podendo ser produzidos internamente pela empresa aquícola (ibid.).

Na etapa de produção, os dados de classificação dos cerca de 230 mil produtores da piscicultura revelam que 99,2% são pequeno porte. O médio piscicultor representa 0,75% e o grande apenas 0,05%². Portanto, trata-se de uma atividade produtiva

“

A cadeia produtiva da piscicultura tem na tilápia o seu principal produto - 66,1% do volume total de peixes produzidos no país em 2022. O Brasil é o quarto maior produtor mundial dessa espécie, empregando diretamente cerca de um milhão de pessoas

”

² Estimativas da Peixe BR.

“

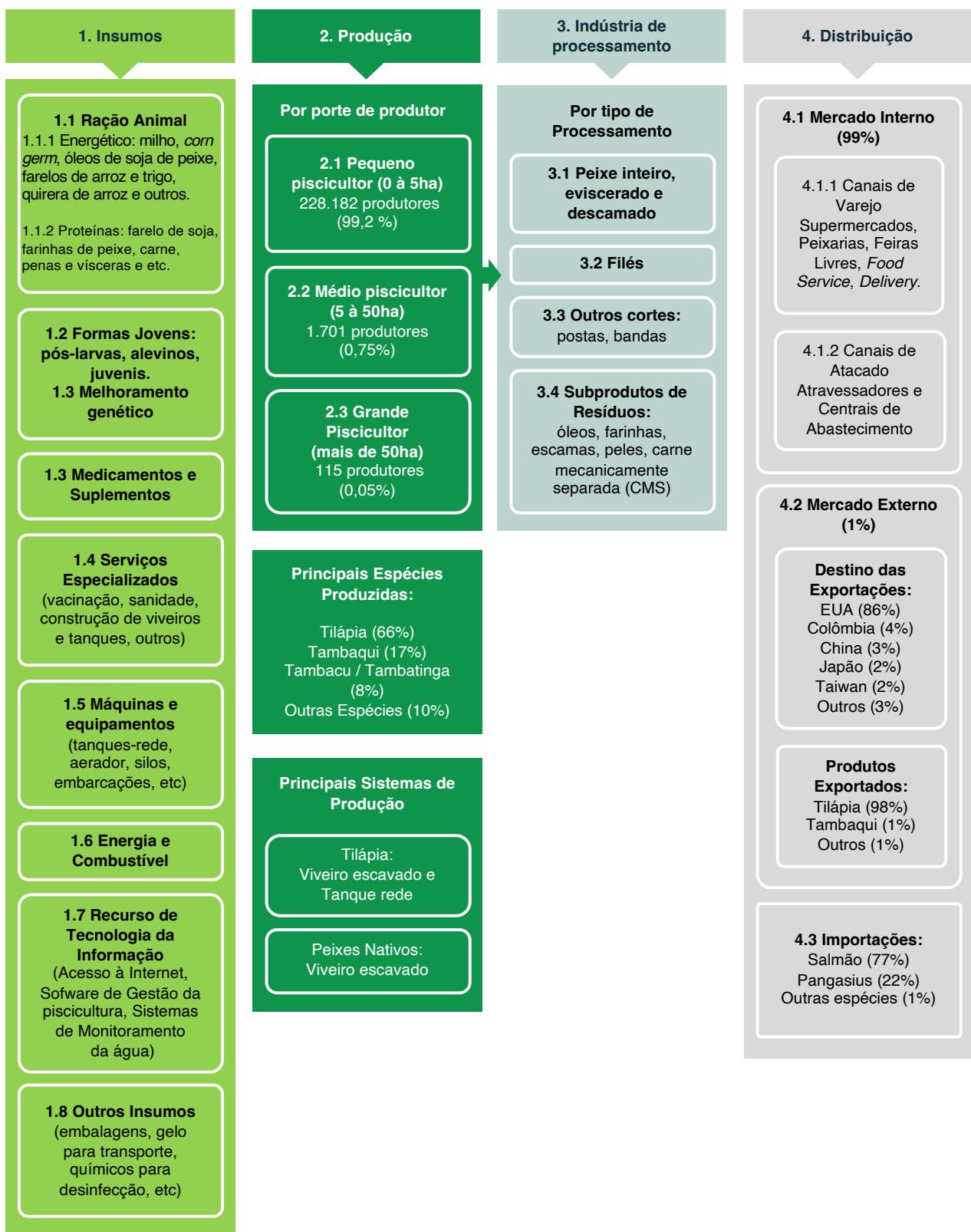
As exportações têm os EUA como destino principal (86%), sendo que a tilápia corresponde a 98% dos produtos exportados

”

que demanda apoio e apresenta larga margem para desenvolvimento. Para além da tilápia, são produzidas tambaqui (17,8% do volume), o tambacu/tambatinga (7,3%) e outras espécies de peixes (8,8%) (IBGE, 2023). A produção de peixes nativos chegou ao volume estimado de 267.060 toneladas, representando 31,04% da produção total – sendo que a maior parte da criação está na Região Norte (53,7%) (PEIXE BR, 2023). Os principais sistemas produtivos da cadeia são o *viveiro escavado* e o *tanque rede*. A maior parte da produção no Brasil é caracterizada pelo uso do primeiro sistema, caracterizado como semi-intensivo com baixa ou média densidade de estocagem, enquanto o sistema intensivo de tanques-rede instalados em grandes reservatórios de usinas hidrelétricas e represas rurais vem aumentando na última década (ROUBACH et al., 2015; BRANDE, 2017). Uma tendência da piscicultura brasileira é a verticalização do setor para maior profissionalização e competitividade da cadeia produtiva, diretrizes presentes no Plano Nacional de Desenvolvimento da Aquicultura (PNDA, 2022).

O processamento dos peixes é realizado essencialmente nos frigoríficos, que proporcionam: (i) peixe inteiro, eviscerado e descamado; (ii) corte em filés; (iii) outros cortes como postas e bandas; (iv) subprodutos de resíduos: óleos, farinhas, escamas, pele, carne mecanicamente separada (CMS). Alguns produtores vendem o peixe fresco diretamente no atacado ou varejo, em centrais de abastecimento, feiras e portos. Na indústria da piscicultura, a escala é importante para a viabilidade de plantas industriais de beneficiamento. Uma maior capacidade produtiva ajuda a reduzir custos fixos e gerar economias de escala. Além disso, uma escala produtiva maior facilita a verticalização da cadeia, tornando economicamente viáveis a produção de farinha, ração e alevinos (RODRIGUES et al., 2012). O cumprimento de regras sanitárias é feito de forma similar a outras atividades agroindustriais, com fiscalização do MAPA em relação ao abate, a higienização e a sanidade do produto (*ibid.*).

Na etapa de distribuição, cerca de 99% da produção de peixes tem o mercado interno como destino, viabilizado por canais de varejo (supermercados, peixarias, feiras livres, *food service* e *delivery*) e canais de atacado (atravessadores e centrais de abastecimento) (PEDROZA; ROCHA; ARAUJO, 2023). As exportações têm os EUA como destino principal (86%), sendo que a tilápia corresponde a 98% dos produtos exportados. Em 2022, o Brasil importou mais de 130 mil toneladas de espécies da piscicultura, entre os mais significativos estiveram os salmões (77% do total) e na sequência, o pangasius (22%) (*ibid.*).

Figura 8 – Cadeia de Piscicultura

Fonte: PeixeBR - Associação Brasileira de Piscicultura; IBGE; Embrapa Pesca e Aquicultura
Elaboração: SPE/MF



5 - Identificação dos gargalos e estratégias das Cadeias de Proteínas Animal



“

A identificação dos gargalos é um passo essencial para se traçar tanto estratégias para a resiliência, como para outras qualidades como eficiência, eficácia, robustez e a própria sofisticação das atividades produtivas envolvidas (upgrading), alavancando produtividade e competitividade, em prol de uma inserção mais virtuosa nas cadeias de valor

”

A expressão “gargalos”, do ponto de vista econômico, refere-se às deficiências estruturais que prejudicam a agilidade das cadeias produtivas e acarretam custos de transação, que frequentemente oneram o próprio custo dos produtos. Tais deficiências podem ser de diversos tipos ou naturezas, geralmente consolidadas ao longo de anos, impactando de forma diferente as cadeias e seus estágios.

A partir do mapeamento das cadeias de proteínas, a identificação dos gargalos é um passo essencial para se traçar tanto estratégias para a resiliência, como para outras qualidades como eficiência, eficácia, robustez e a própria sofisticação das atividades produtivas envolvidas (*upgrading*), alavancando produtividade e competitividade, em prol de uma inserção mais virtuosa nas cadeias de valor (UNCTAD, 2021).

O levantamento de gargalos apresentado neste relatório se deu ao longo das discussões do grupo de trabalho, particularmente considerando as oficinas realizadas sobre as cadeias, com a participação de representantes do setor produtivo especializados. A investigação também se valeu de trabalhos anteriores e/ou paralelos nas instâncias de governo, considerando que a temática de resiliência das cadeias de valor está presente no planejamento, desenvolvimento e implementação de diversas políticas públicas. Ainda, o levantamento revisou obras atuais sobre o tema, no que foi possível durante o período de duração do colegiado (18/07/2023 a 16/01/2024).

Dessa maneira, os gargalos aqui elencados foram aqueles enfatizados no debate do grupo e, por questões de objetividade e pragmatismo, estão longe de ser exaustivos. Conforme as competências do grupo, a partir da identificação dos gargalos, apresentam-se estratégias para possíveis políticas públicas e privadas, a serem futuramente desenvolvidas pelos agentes e áreas competentes para dirimi-los e até mesmo superá-los. Na análise a seguir, os gargalos das cadeias de proteínas e de energia são apresentados a partir de uma classificação em três tipos, a saber:

1. macroeconômicos e de financiamento;
2. infraestrutura e comércio exterior;
3. capacitação, tecnologia e produção.

Esta forma de agrupamento foi inspirada na metodologia do GVC framework (figura 2), no *Mapa Estratégico da Indústria* (CNI, 2022), na *Nova Política Industrial* (CNDI, 2024), em trabalhos da EMBRAPA e da EPE. Essa divisão também corrobora para o cumprimento das metas da Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em particular, o ODS 2 (Fome zero e agricultura sustentável) e para a missão 1 da nova política industrial (CNDI, 2024).

Os gargalos tipo i) referem-se a variáveis agregadas da macroeconomia, nominais e reais, como a taxa de juros, de câmbio, nível e aceleração dos preços, nível e crescimento da produção, emprego e renda, bem como a evolução da oferta e da demanda doméstica e internacional. Em particular, as condições do investimento afetam sobremaneira as cadeias produtivas, notadamente as de financiamento que impactam o fator de produção capital.

Os gargalos tipo ii) versam sobre a infraestrutura logística, energética, comunicação e informação, armazenagem, transporte etc., bem como as relações de comércio exterior. Os gargalos tipo iii) são relativos ao fator de produção trabalho, padrões técnicos de produção, bem como tecnológicos, abarcando atividades que levam às inovações.

Cabe ressaltar que estes tipos de gargalos compreendem a maior parte das temáticas do “Custo Brasil”, conceito utilizado para um conjunto de fatores que prejudicam a competitividade dos negócios no país¹. Tomando o Custo Brasil e as estratégias elencadas como o pano de fundo² da identificação dos gargalos do ambiente externo às empresas e/ou produtores, e suas respectivas estratégias de combate, mas também alinhado a preocupação de se identificar gargalos que dizem respeito ao interior das organizações, o foco da análise das seções a seguir está naqueles entraves que mais comprometem a resiliência das cadeias de proteínas e combustíveis, bem como representam riscos à segurança alimentar e energética.

5.1 Gargalos Macroeconômicos e Financeiros

As cadeias de proteínas são impactadas definitivamente pelo **preço, oferta e demanda internacional das principais commodities** que compõem os insumos utilizados na ração animal: soja e milho, principalmente. Em se tratando de commodities, o

Brasil é tomador de preços, mesmo apresentando participação expressiva nos mercados globais. A volatilidade dos preços internacionais geralmente é a principal explicação para a pressão nas cadeias de proteína, soja, milho, trigo e seus derivados, logo, na inflação (IPEA, 2023), dada a significativa parcela das commodities nos custos totais de produção da pecuária. Assim, entre os principais gargalos das cadeias de proteínas em geral, estão os insumos, em especial, **o aumento do custo da ração** derivada daquelas commodities associado a choques como a pandemia ou a aceleração da demanda em mercados relevantes, como a China.

Quando o preço internacional dessas commodities é referenciado ao mercado interno, a elevação do custo propaga-se para toda a cadeia, sobretudo, na ausência de expedientes de resiliência. Se persistindo grande diferencial de preços, tal cenário poderá acarretar rearranjo do volume destinado aos mercados internos e externos, com possível desabastecimento interno e/ou encarecimento dos produtos dependentes deste insumo, como ocorrido com a carne bovina e aves, prejudicando o consumo, principalmente, da população de baixa renda.

No Brasil, a CONAB tem desempenhado a função de garantir estoques mínimos de alguns produtos, focada na garantia de preços aos produtores e atendimento de programas sociais/emergenciais. Uma estratégia apontada nas discussões do grupo a ser melhor explorada são os sistemas financeiros de previsão de demanda, tomando como referencial o trabalho do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) e seus relatórios frequentes de acompanhamento de oferta, demanda, embarques – que ajudam os produtores a monitorarem volumes de grãos e anteciparem elevações de preço (USDA, 2023).

Para além das vendas futuras de grãos ao exterior, mecanismos de previsibilidade do volume de milho e soja a ser destinado à produção de biocombustíveis torna-se cada vez mais relevante para organização da produção interna. Neste sentido, a sofisticação da inteligência de dados, apoiada em tecnologia da informação moderna, faz-se uma estratégia essencial para previsão de oferta e demanda de quantidades, bem como de preços, permitindo alarmes em situações de crise que deflagrariam políticas pertinentes para fortalecer a segurança alimentar. Ademais, estratégias de previsibilidade no fornecimento de insumos para as cadeias de proteínas poderia

¹ Como definido no Portal da Indústria (CNI, SESI, SENAI, IEL, 2023) é “a expressão usada para se referir a um conjunto de dificuldades estruturais, burocráticas, trabalhistas e econômicas que atrapalham o crescimento do país, influenciam negativamente o ambiente de negócios, encarecem os preços dos produtos nacionais e custos de logística, comprometem investimentos e contribuem para uma excessiva carga tributária”

² No âmbito do Governo federal, existe um Grupo de trabalho no Conselho Nacional para o Desenvolvimento Industrial (CNDI) com a competência de traçar estratégias para dirimir o custo Brasil, conforme Resolução CE/CNDI/MDIC nº 3, de 9 de agosto de 2023.

conter a dimensão ambiental com foco nas mudanças do clima e na segurança hídrica, efeitos objetivos na produção de grãos para rações e na própria manutenção de rebanhos, de modo a mitigar adversidades para os próximos períodos.

O preço dos fertilizantes é outro elemento relacionado ao aumento do custo das *commodities*, logo, das rações, que no contexto de pandemia e guerra da Ucrânia, elevou-se significativamente. Segundo dados do MDIC (2023), mais de 87% dos fertilizantes usados pela agricultura brasileira são importados, uma dependência ampliada nos últimos 10 anos. O Plano Nacional dos Fertilizantes, revisado em novembro de 2023, apresenta o diagnóstico e visão de futuro para o Brasil reduzir a dependência deste produto.

As principais ações do Plano passam pela maior incorporação de elementos de sustentabilidade, em particular, de bioeconomia e economia circular; pelo fortalecimento de cadeias emergentes, viabilizando através de financiamento da inovação no uso de subprodutos e resíduos; o aprimoramento de políticas públicas nacionais e estaduais sobre a disposição de resíduos e criação de mecanismos fiscais e de financiamento para instalação e operação de plantas de produção de fertilizantes, com reaproveitamento de subprodutos e resíduos e; a utilização de resíduos de mineração como fosfatos de baixa concentração, bem como bioinsumos (MDIC, 2023).

Ainda nos estágios de insumo, constatam-se os **altos custos e dependência tecnológica de aditivos (vitaminas, aminoácidos) e produtos veterinários para produção, além da insuficiência de cobertura de uma medicina veterinária preventiva**. Ainda que o Brasil tenha realizado avanços tecnológicos importantes,³ há oportunidades de ampliação do acesso a métodos de diagnóstico *ante-mortem*, de desenvolvimento de insumos para prevenção, vigilância, controle e tratamento de enfermidades para o controle da disseminação de doenças produtivas de risco biológico ou que constituem barreiras sanitárias.

Os autores Soares & Rosinha (2019) chamam a atenção para a grande contribuição da biotecnologia através do mapeamento da resistência e susceptibilidade animal às doenças de grande impacto para a economia dos países produtores de proteína de origem animal e que muito preocupam a segurança alimentar mundial. Tal mapeamento colabora para a seleção genética, programas de melhoramento,

análises de risco epidemiológico e de prevenção e controle de doenças.

Para financiar a tecnologia, poder-se-ia ampliar mecanismos de *blended finance* e instrumentos de garantia para projetos mobilizadores de novos investimentos na cadeia produtiva, a partir de uma coordenação que contasse com parcerias de instituições de assistência técnica e tecnológica como o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e os atores regionais do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) para montar polos de inovação focando o desenvolvimento regional. A Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) poderia aportar subvenção econômica e recursos não reembolsáveis para estágios iniciais de desenvolvimento (ABDE, 2022).

As **oscilações cambiais** agravam as consequências das variações de preços e quantidades nos mercados internacionais, tanto no que se refere às exportações e às importações, como considerada a dependência das cadeias de proteínas animal em relação à certas tecnologias e insumos de produção, principalmente. Os mercados financeiros e de capitais oferecem mecanismos de proteção por meio de contratos de *hedges*, a partir de derivativos (contrato a termo, contrato futuro, contrato de opções e contrato swap), mas a elevado custo para os agentes nacionais. Portanto, desenvolver mecanismos para incentivar investimentos de longo prazo expostos a moedas internacionais por parte do governo e do setor financeiro, amplia oportunidades de alívio de custos.

Outro gargalo ressaltado nas cadeias de proteínas é o de **financiamento da produção rural**. Apesar da expressividade crescente do volume de recursos do Plano Safra, tanto para a agricultura empresarial, como para a agricultura familiar - *Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF)* - fatores macroeconômicos ainda tornam o custo do capital elevado em relação a outros países, pois, além das elevadas taxas de juros, também incluem os custos com seguro rural e outros encargos cobrados pelas instituições financeiras, que sobreparam os produtores rurais, com destaque para os agricultores familiares. Portanto, esta questão adquire maior gravidade em cadeias com a produção mais pulverizada em pequenos produtores (como as cadeias do leite e da piscicultura) e menor raio de

3 “Nesse contexto, a biologia avançada, tanto por meio da biotecnologia, quanto da nano tecnologia e da bioinformática têm avançado muito no Brasil, com contribuições efetivas. Técnicas de biologia avançada têm sido rotineiramente utilizadas para desenvolvimento de insumos e ferramentas aplicadas à sanidade animal. (...) Novos genes, proteínas e outros insumos biológicos (enzimas, carboidratos, glicoproteínas, aminoácidos, quimeras etc.) desses e outros patógenos estratégicos têm sido usados para diagnósticos e vacinas” (SOARES & ROSINHA, 2019, pp. 151-152).

ação de cooperativas agropecuárias e de empresas integradoras (cadeias de suínos e frango).

Além das taxas de juros, também se identificam dificuldades de alcance e efetividade das políticas que acompanham o financiamento para a pecuária, como **garantias, seguros, mecanização, assistência técnica, pesquisa e extensão rural, bem como incentivos para a sustentabilidade** (DE NEGRI et al., 2018). Em todas as cadeias de proteínas analisadas, estes gargalos são experenciados principalmente pelos pequenos produtores, tanto nas etapas de produção pecuária, como de processamento. Embora de difícil execução, um desafio e, ao mesmo tempo, oportunidade, será o desenvolvimento de procedimentos de garantias e de seguros, especialmente voltados a incentivar **máquinas e equipamentos** para modos de produção mais sustentáveis. Tal carência é mais latente, entre as cadeias estudadas, na produção de ovos, leite e piscicultura.

A sustentabilidade, aliás, é uma dimensão das cadeias pecuárias que pode ser alavancada por intermédio dos programas de financiamento, não somente com **controle e fiscalização de queimadas e desmatamento ilegal**, mas também com incentivos para técnicas de produção de baixo carbono e/ ou pagamento por serviços ambientais, conservação de águas, florestas e afins. Neste sentido, o Plano Safra 2023/2024 trouxe inovações no fortalecimento dos sistemas de produção ambientalmente sustentáveis, com redução das taxas de juros para recuperação de pastagens e premiação para produtores rurais que adotarem práticas agropecuárias consideradas mais sustentáveis (MAPA, 2023c). Para tal, os condicionantes vão desde o Cadastro Ambiental Rural analisado em uma das seguintes condições: 1) em Programa de Regularização Ambiental (PRA), 2) sem passivo ambiental ou 3) passível de emissão de cota de reserva ambiental; e, ainda em implementação, reduções nos juros de custeio aos médios e grandes produtores que adotarem práticas certificadas sustentáveis, a exemplo da produção orgânica ou agroecológica.

Além disso, o *Programa para Financiamento a Sistemas de Produção Agropecuária Sustentável (RenovAgro)*, antigo *Programa ABC*, incorpora os financiamentos de investimentos identificados com o objetivo de incentivar a Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária. E a partir deste ano, o *Programa de Modernização da Agricultura (Moderagro)* passará a financiar também a correção de solo com utilização de calcário mineralizadores e fosfatagem.

Ainda, destaca-se no Plano Safra 2023/2024 o fortalecimento dos médios produtores rurais através do *Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural (Pronamp)*, que aumentou a disponibilidade de recursos para custeio e para investimento, disponibilizando taxa de juros mais baixas para a aquisição de máquinas e equipamentos agrícolas por meio do *Programa de Modernização da Frota de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras (Moderfrota)* e *Mais Alimentos*. A partir dos aprendizados dessa experiência e da vindoura Taxonomia Sustentável Brasileira⁴ para padronizar os critérios de sustentabilidade nas atividades econômicas, incluindo as agropecuaristas, poderá ser escalonado e aprofundado os incentivos tanto do Plano Safra, como provenientes de outras fontes e/ ou programas de financiamento (ABDE, 2022).

Apesar do *Programa para Construção e Ampliação de Armazéns (PCA)* ter financiado mais de R\$ 21 bilhões, no âmbito do Plano Safra, para a construção e ampliação de armazéns em todo o país de 2013 a 2023, esse volume tem sido insuficiente para atender o crescente aumento da produção agropecuária brasileira, principalmente, nas regiões de fronteira agrícola, bem como para carnes refrigeradas. A questão da armazenagem será abordada com maiores detalhes à frente.

Como já mencionado, a estratégia de estocagem de grãos contribui para mitigar os efeitos das flutuações de preços e garantir oferta da alimentação animal. No caso da refrigeração, essencial para a manutenção da qualidade das carnes, constitui-se um garrote pela inadequação e/ou insuficiência de entrepostos frigoríficos, sobretudo, na cadeia de frango, suíno e piscicultura, etapa de distribuição e comercialização, seja para o mercado doméstico, como externo; de ovo fértil (produto de alto valor agregado) para exportação, posto a necessidade de salas acondicionadas, que demandam investimentos de infraestrutura logística nos aeroportos. Melhorar a refrigeração requer não somente estratégias de financiamento e apostas em tecnologias eficientes e sustentáveis, mas também em gestão da cadeia.

Existem programas para o financiamento da armazenagem de grãos ao produtor e para máquinas de refrigeração para o setor agroindustrial, a mencionar o BNDES como principal agente do sistema nacional de fomento com ações neste sentido. Todavia, no caso do produtor, principalmente em cadeias não integradas, baixa rentabilidade da atividade e o elevado custo para construção e manutenção dos armazéns pode não compensar os investimentos,

⁴ O Ministério da Fazenda está desenvolvendo a Taxonomia Sustentável Brasileira, definida em seu plano de ação como “um sistema de classificação que define, de maneira nítida, objetiva e com base científica, atividades, ativos e/ou categorias de projetos que contribuem para objetivos climáticos, ambientais e/ou sociais, por meio de critérios específicos” (MF, 2023a, p. 12).

principalmente, entre os pequenos. Assim, há oportunidades para se ampliar e aprimorar os programas de financiamento para a iniciativa privada, inclusive incentivando armazéns coletivos por meio de cooperativas ou associações.

Por fim, obviamente, as expectativas de demanda são essenciais para o investimento e desenvolvimento das cadeias de valor. Em ambientes macroeconômicos com severa **instabilidade da dinâmica da renda e do emprego, afetando consumo e investimento**, prejudica-se uma gestão de longo prazo que investe em desenvolvimento tecnológico e na sofisticação das atividades desempenhadas. As sucessivas crises brasileiras abalaram, portanto, não somente a atividade econômica do momento, mas também as futuras. Neste sentido, o novo regime fiscal sustentável aprovado em 2023, coloca-se como principal mecanismo pelo lado fiscal para previsibilidade macroeconômica, enquanto o regime de metas de inflação ancora o lado monetário.

Em corroboração, um regime econômico sustentado, faz-se estratégico ao utilizar o **poder de compra do Estado** para ampliar a demanda de produtos da agricultura, incentivando a melhoria da produção e da qualidade dos produtos, por exemplo, para fornecimento de merenda escolar, restaurantes públicos, hospitais e quartéis. Alimentação de qualidade nas escolas públicas do país faz-se fundamental não sómente para a segurança alimentar e nutricional de crianças e adolescentes, mas também para incentivos aos agricultores familiares, preferivelmente, com técnicas de produção sustentáveis.

Fomenta-se, assim, as dinâmicas econômicas locais, através dos efeitos de encadeamento e transbordamento das atividades rurais. A experiência do *Programa Leite Mais Saudável*, por exemplo, permite a utilização de um percentual maior de crédito tributário na aquisição de leite *in natura* por laticínios que apoiem o desenvolvimento tecnológico de produtores por meio da prestação de assistência técnica (MAPA, 2023d).

Tabela 3 - Gargalos Macroeconômicos e Financeiros

Macroeconômico e Financeiro		
Tipo de Gargalo	Incidência	Estratégia
Vulnerabilidade às flutuações de preços internacionais que afetam o custo da ração animal	Etapa de insumos/ todas cadeias	Mecanismos de previsibilidade de exportação de grãos e produção de biocombustíveis para planejamento de preços e quantidades
Vulnerabilidade às flutuações de preços internacionais que afetam preço dos fertilizantes	Etapa de insumos/ todas cadeias	Desenvolvimento do setor nacional, atentando para novas tecnologias sustentáveis (Plano de Fertilizantes).
Dificuldades de financiamento da inovação tecnológica	Etapa de produção e processamento, principalmente cadeias de piscicultura e leites	Serviços tecnológicos acessíveis para produtores de pequeno porte.
Oscilações cambiais e pass-through	Etapa de insumos/ todas cadeias	Desenvolvimento de instrumentos do mercado financeiro, como hedge cambial.
Dificuldades de financiamento da produção rural (crédito, seguro, garantias, assistência técnica e extensão rural)	Etapas de insumos e produção/ afeta todas as cadeias, com ênfase nas menos integradas, como leite e pescados	Aprimoramento das políticas de crédito, com incorporação da sustentabilidade e desenvolvimento do pacote de soluções relacionados à produção, redução de juros.
Instabilidade da demanda agregada da economia doméstica	Etapa de distribuição/ afeta mais cadeia do leite, ovos e piscicultura por serem mais voltadas ao mercado interno	Políticas macroeconômicas anticíclicas; desenvolver mecanismos de proteção ao consumidor de baixa renda em momentos atípicos; políticas de compra do estado.

5.2 Gargalos de Infraestrutura e Comércio

A falta de **acesso ou qualidade da infraestrutura digital** emerge como gargalo em todas as cadeias analisadas, em grau diferente a depender do elo da cadeia e porte do produtor. A infraestrutura digital, que inclui a facilidade de comunicação e o acesso à informação, proporcionado pela internet, pode ser a ponte para alcançar a universalização da assistência técnica, o acesso a softwares de gestão, monitoramento via imagens, o uso de máquinas e equipamentos com tecnologia embarcada e aproximação a fornecedores e mercados. Conforme estudo conjunto entre SEBRAE, EMBRAPA e INPE (BOLFE et al., 2020), a conexão à internet; o custo do investimento; e a falta de mão-de-obra qualificada para manusear tais tecnologias aparecerem como dificultadores centrais na adesão à infraestrutura digital.

Nas cadeias integradas (indústria e produtor rural), cada vez mais a agroindústria tem demandado melhores padrões de tecnologia e inovação nas propriedades, compatíveis com a acirrada competição global. Todavia, por vezes, altos custos de produção inviabilizam o investimento que compete ao pecuarista, principalmente, quando o preço pago a estes e a rentabilidade obtida dificultam o avanço de investimentos em infraestrutura digital, máquinas, equipamentos e construções mais modernas.

Conforme pesquisa FAEP (2023), tal fato é demonstrado pelo aumento de lojas especializadas, por exemplo, no comércio de equipamentos usados para montagem de aviários. Há, portanto, uma dificuldade de proporcionar a modernização da infraestrutura nas granjas, incluindo as tecnologias de informação e comunicação, aparentemente, derivada da combinação entre alto custo de produção e baixo valor remunerado contratualmente.

Assim, segundo Portocarrero et al (2021), cerca de 70% das propriedades rurais brasileiras lidam com a falta de acesso à internet (cerca de 3,4 milhões de estabelecimentos sem Internet), inviabilizando o uso de tecnologias da informação e comunicação. Os autores sublinham a importância de ferramentas de sensoriamento, equipamentos de conectividade, medição e controle nos diversos processos voltados ao agronegócio, não somente na sede da fazenda, mas em toda sua extensão.

O estudo conduzido pelo consórcio McKinsey/Fundação CPqD/Pereira Neto, elenca como benefícios da inclusão digital rural:

- a. **Produtividade e Eficiência** - Incremento da produtividade e redução de custos com insumos: monitoramento de umidade, temperatura e nutrientes do solo; monitoramento da plantação para identificação rápida de pragas e fungos; mapeamento de uso, aptidão e condições de solo para identificação de uma melhor cultura; monitoramento meteorológico; mapeamento do zoneamento agroclimático; adoção de imagem aérea por drone para definição de áreas mais adequadas para plantio.
- a. **Gestão de Equipamentos** - Monitoramento do desempenho dos equipamentos: rotas inteligentes para todas as operações do ciclo produtivo, que maximizam a área coberta; identificação preditiva de necessidade de manutenção.

“

A infraestrutura digital, que inclui a facilidade de comunicação e o acesso à informação, proporcionado pela internet, pode ser a ponte para alcançar a universalização da assistência técnica, o acesso a softwares de gestão, monitoramento via imagens, o uso de máquinas e equipamentos com tecnologia embarcada e aproximação a fornecedores e mercados

”

- a. **Gestão de Ativos/ Animais** – Monitoramento da localização dos animais por GPS ou rádio para evitar perdas por roubos; monitoramento da saúde do animal com geração de alertas em caso de doenças e armazenamento do histórico do animal; monitoramento do peso do animal para definição do ponto ótimo do abate.
- a. **Produtividade Humana** – Suporte no redesenho de organizações por meio da utilização dos fluxos de dados com a interação dos funcionários com o mundo físico; disponibilização de informações em tempo real das atividades e localização dos funcionários; uso de realidade aumentada para monitoramento do trabalho.

Estratégias para maiores investimentos em políticas públicas para ampliar a conectividade no campo precisam serem ampliadas, como previsto no *Novo Programa de Aceleração dos Investimentos* (CASA CIVIL, 2023).

O Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) tem trabalhado em informações sobre alocação de investimentos com maior capacidade de modificar a conectividade no meio rural, no intuito de viabilizar a acomodação das novas tecnologias no campo. Nessa linha, recentemente, o MAPA em parceria com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), lançou em 2023 o 3º edital para o *Programa Agro 4.0*, para a seleção de projetos-pilotos para implantação de plataforma de dados de produção agropecuária, realizadas junto a associações e cooperativas de produtores rurais e agroindústrias⁵.

A atividade no campo ainda enfrenta problemas de **insuficiência e má qualidade do fornecimento de energia elétrica** nas propriedades rurais. Ocorrências frequentes na rede e interrupção no fornecimento de energia causam danos significativos às propriedades, incluindo a perda de equipamentos e produtos (BRASIL, 2021). Ademais, o custo da eletricidade pode ser um entrave à competitividade, principalmente de pequenos produtores, por vezes localizados em regiões remotas do país. Posto que esse insumo é fundamental para também proporcionar a conectividade no setor, mencionado no gargalo de infraestrutura digital, muitos estabelecimentos têm adotado fontes renováveis para driblar tal impasse.

Adicionalmente, crescem as rotas tecnológicas para a transição energética, com substituição de fontes não renováveis. As atividades agropecuárias possuem biomassa secundária com grande potencial de reaproveitamento, seja coproduto gerador ener-

gético, seja para utilização na alimentação animal, cobertura e proteção de solo e adubação orgânica, sob a ótica da economia circular (PORTOCARRERO et al., 2021).

Granjas de frango e suínos têm aderido ao sistema de energia fotovoltaico a fim de reduzir custos e dependências (CNA, 2021). Para isso, a maior disponibilidade de linhas de crédito tem tornado a energia solar uma alternativa viável aos produtores, com recursos voltados à aquisição e instalação de sistemas fotovoltaicos. Segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar), o setor rural já responde por 13,2% da potência instalada no país, com investimentos que ultrapassaram de R\$ 1,7 bilhão em 2020 (ABSOLAR In CNA, 2021).

Reduzir o custo da energia e tornar as propriedades mais sustentáveis tem sido uma estratégia competitiva para diversos setores. Na avicultura, estima-se que o tempo de retorno do investimento em fotovoltaico equivalente a R\$ 1,0 milhão leva sete anos numa propriedade que consome 21.279 kWh - considerando a tarifa de R\$ 0,39 por kWh consumido. A partir desse período, o saldo passa a ser positivo e crescente por mais 18 anos, considerando a durabilidade do equipamento em torno de 25 anos. A mesma simulação na bovinocultura aponta que o tempo de retorno do investimento é de cinco anos numa propriedade consumidora de uma média de 3.050 kWh. A partir desse período, o saldo passa a ser positivo e crescente por mais 20 anos, também considerando uma durabilidade do equipamento de 25 anos (CNA, 2021).

Em linha com o desenvolvimento econômico sustentável, repensar novas formas de gerar energia tem ocupado o centro das discussões desse tempo. O biogás é uma fonte de energia renovável, obtido a partir de resíduos da agroindústria, pecuária e saneamento, que pode ser utilizado na geração de energia elétrica, mas também ser purificado para produção de biometano e biocombustível gasoso. O aproveitamento de resíduos e dejetos para a produção de biocombustíveis é uma das alternativas discutidas a partir da agropecuária. O sebo bovino é a segunda matéria-prima mais utilizada para a obtenção do biodiesel no Brasil. Ademais, o potencial mais significativo para a produção de biogás está localizado no setor agropecuário, englobando tanto os resíduos agrícolas, como os da pecuária intensiva. Isso inclui materiais como palhas, pontas, vinhaça e torta de filtro provenientes do setor de bioenergia (EPE, 2020). Apesar desse extenso potencial, a contribuição do biogás na matriz energética do país ainda é relativa-

⁵ 3º edital do Programa Agro 4.0. Disponível em <<https://prosas.com.br/editais/13830-3o-edital-do-programa-agro-40-abdi-e-mapa?locale=en>>

mente pequena e demanda engajamento governamental, regulação, opções de financiamento e conscientização pública.

No setor agropecuário, melhorias na eficiência energética poderão levar a uma redução significativa na demanda de energia. Estima-se no Plano Decenal de Expansão de Energia 2029 (PDE), que essas melhorias resultarão em uma diminuição de aproximadamente 4% na demanda de energia do setor agropecuário até 2029 (EPE, 2020). A maior parte dessa economia de energia pode estar concentrada no uso de diesel equivalente, que inclui óleo diesel e biometano, representando 67% da economia total, enquanto a eletricidade responde por 32%. Esses ganhos em eficiência energética estão ligados também à adoção de motores elétricos e sistemas de bombeamento mais eficientes, especialmente, em atividades de irrigação nos cultivos agrícolas (EPE, 2020).

Assim resume Portocarrero et al (2021) sobre as estratégias para infraestrutura de energia no campo:

- a. Ampliação do acesso às novas tecnologias modulares de geração de energia a partir de biomassa, solar e eólica;
- a. Estabelecimento de metodologias economicamente viáveis para mensuração, valoração e pagamentos pelos serviços ambientais prestados pela autogeração de energia em propriedades rurais;
- a. Disponibilização de ferramentas de acesso a financiamentos para instalação e geração de energia oriunda de fontes renováveis;
- a. Ampliação do acesso à tecnologia que incentive a economia circular e o uso das fontes energéticas dentro das propriedades rurais;
- a. Adequações tecnológicas de máquinas e equipamentos de uso corriqueiro para que possam ser operadas a partir de fontes renováveis disponíveis nas propriedades.

Entre os **gargalos de armazenagem e refrigeração**, a estocagem de grãos, essencial à fabricação de ração animal, apareceu como um entrave fundamental na etapa de insumos das cadeias de proteínas, uma vez que a ração representa quase 70% do custo direto de produção de aves e suínos, portanto, componente oneroso entre os insumos indispensáveis⁶ (EMBRAPA, 2019a). Em produções de pequena escala ainda estão presentes sistemas alternativos de armazenagem e transporte incorretos de grãos. Já na produção de larga escala, a estocagem é feita em silos verticais, mitigando riscos de contaminação e perdas (idem). Como alternativa, existem ainda as silo-bags, bolsas flexíveis que permitem armazenar grãos e silagem.

A armazenagem também tem papel de tentar equilibrar oferta e demanda, distribuindo o escoamento da produção no tempo e

“

Estratégias para maiores investimentos em políticas públicas para ampliar a conectividade no campo precisam sem ampliadas, como previsto no Novo Programa de Aceleração dos Investimentos

”

⁶ Considerado o custo no cenário pré-pandemia, segundo estudo da Embrapa.

no espaço. Assim, contribui para maior rentabilidade para o produtor ao passo que permite a tomada de decisão de compra futura de grãos, estratégias de alocação de estoques, mitigação de custo de transporte e melhor planejamento do comércio.

No mapeamento das cadeias, a **insuficiência de armazenagem** em silos apareceu como um ponto de atenção, principalmente nos setores de alta integração, como frango e suínos, nos quais as agroindústrias detêm o controle da fabricação e distribuição de ração às granjas. A preocupação se justifica ao passo que manter os grãos por mais tempo de forma segura, contribui para reduzir a volatilidade dos preços das *commodities*. Nesse contexto duas medidas são apontadas como gargalos: (i) necessidade de melhores condições para a aquisição de unidades armazenadoras privadas; (ii) sistema de previsibilidade de vendas de grãos – disponibilidade para o mercado interno.

Para além da formação e gestão de estoques públicos pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), que dispõe de instrumentos para apoiar preço e renda do produtor e atender a programas de segurança alimentar e situações emergenciais, o governo federal fomenta o financiamento para construção e modernização de armazéns privados. Como discutido na seção anterior, atualmente o financiamento de unidades de armazenagem conta com o *Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar* (Pronaf), o *Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural* (Pronamp) e o *Programa de Construção e Ampliação de Armazéns* (PCA). A despeito dos esforços de financiamento do governo, haveria insuficiência na capacidade de estocagem privada de grãos e desigualdades geográficas (RAMOS, M.; RAMOS, S., 2022).

Já em relação ao segundo gargalo supracitado, o mapeamento identificou o desejo da agroindústria em melhorar a previsibilidade da exportação de grãos a fim de que esse monitoramento possa possibilitar melhores decisões de compra e armazenamento de grãos, com ênfase em soja e milho. Nos Estados Unidos esse movimento já acontece, a informação do volume contratado para exportação é informada semanalmente pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA).

Em termos de infraestrutura para armazenagem de carnes, os chamados **entrepostos apareceram como um gargalo da agroindústria**. Essas câmaras frias estocam os produtos após processamento até o momento da distribuição. Não obstante as legislações e avanços nesta atividade, observam-se, ainda, práticas inadequadas no que se refere o ar-

mazenamento e distribuição da carne e seus subprodutos, sendo identificada a necessidade de estruturas que viabilizem a desossa, acondicionamento e distribuição condizentes com as exigências dos mercados - que podem variar segundo o comprador (BEZERRA, OJIMA, 2006).

Assim, há a identificação de modernização de entrepostos frigoríficos com infraestrutura que se adéquem à legislação sanitária e às exigências dos mercados nacionais e internacionais. Nesse contexto, há também a necessidade de campanhas de conscientização da população sobre a importância do consumo de carne inspecionada, principalmente, nas regiões mais deficientes e com maior abastecimento de carnes de procedência ilícita (idem.). A modernização e implantação de entreposto frigorífico podem contar com linhas específicas de financiamento disponibilizadas pelo Plano Safra, com destaque para o Prodecoop, destinado a cooperativas agropecuárias, pelo PCA e pelo Moderagro.

A **logística é um gargalo relacionado tanto ao produtor, como à dinâmica da agroindústria**. Isso porque, a determinação do modelo de logística tem sido um relevante diferencial de competitividade em diversos setores (PEREIRA, SANTOS et al., 2008). Por exemplo, a introdução da logística de captação integrada, introduzida pela indústria de laticínios, contribuiu para a redução de custos e melhoria da qualidade do serviço de transporte (MARTINS, 2004).

A indústria de laticínios fomenta a aquisição de tanques de resfriamento nas propriedades e se responsabiliza pela captação integrada do leite. Contudo, essa relação implica na determinação das rotas percorridas e na frequência do serviço. No caso dessa cadeia, se por um lado, a integração proporcionou o transporte em caminhões isotérmicos tecnológicos e de maior volume, por outro, levou à diminuição das rotas de coleta, ao fechamento de postos de resfriamento e à redução de pessoal (MARTINS, 2004). Ao reduzir distâncias entre a produção e demanda, o modelo viabilizou o comércio em escala. Como consequência, passou a existir remuneração desigual ao produtor que está mais distante da agroindústria e/ou produz menor quantidade do mesmo produto. Em outras palavras, esse sistema logístico exclui gradativamente os menores produtores, mesmo aqueles com boa qualidade e tecnologia, mas que fornecem um volume relativamente inferior do produto e, portanto, são remunerados de forma desigual.

Cadeias integradas como frango e suínos conectam o processo de insumos, produção, agroindústria e distribuição do produto final (GARCIA; BERTUOL; TONETI, 2006). Dessa maneira, nesses setores, a

logística envolve atividades relacionadas a transporte, armazenagem, manuseio e separação de produtos, organizando, em grande medida, a cadeia de forma estratégica. Isso mostra que a forma de gestão logística da cadeia proporciona ganho de eficiência à medida que reduz custo e desenvolve parcerias-chave.

As Casas Genéticas exportam materiais sensíveis por diferentes modais de transporte. O pintinho de um dia é enviado ao Paraguai via caminhão, já o ovo fértil é exportado por avião para países distantes. Em ambos os casos são encontrados gargalos no serviço, considerando condições adversas das estradas, alto custo do frete rodoviário e, principalmente, aéreo, indisponibilidade de armazenamento nos aeroportos de salas climatizadas, entre outros. Conforme dados da ABPA (2023), a venda ao exterior de material genético avícola aponta grande potencial, um indício é o aumento significativo do volume exportado nos últimos anos, trata-se de atividades que adicionam maior valor à cadeia, devendo observar, portanto, seu desenvolvimento e dirimir eventuais obstáculos.

A deficiência da infraestrutura de transporte se manifesta de diferentes formas, dentre as quais se destacam, no caso do setor agropecuário: a alta dependência do modal rodoviário, malha insuficiente para atender todas as regiões produtoras; baixa manutenção da malha existente; altos índices de roubo de carga, pouca utilização da intermodalidade de transporte; altas taxas tributárias, dificuldade de acesso a terminais portuários, excesso de burocracia e grandes filas nos períodos de safra; equívocos na gestão e falhas no planejamento logístico; poucos investimentos, em especial, em tecnologia capaz de agilizar o gerenciamento logístico, melhorar o acesso à comunicação e garantir informações estratégicas, dentre outros (SNA, 2022); (CASTRO, 2017).

A fim de alavancar projetos de infraestrutura, como energia e logística, o *Novo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)* organiza medidas institucionais para fomentar projetos em diversas áreas, incluindo concessões de rodovias e leilões de portos. Além disso, a missão 3 da nova política industrial foca na promoção de infraestrutura, saneamento, moradia e mobilidade sustentáveis para a integração produtiva e o bem-estar nas cidades (CNDI, 2024).

Como pontua Portocarrero et al (2021), ações em curso do governo para agilizar novas concessões do sistema viário e renovações das existentes, em rodovias e ferrovias, implantação de hidrovias e obras no sistema rodoviário para alimentar as Estações de Transbordo instaladas nos rios, integração

com portos da região etc. vão promover melhorias importantes para o atendimento logístico dos mercados nacional e internacional.

Acessar mercados externos é um grande gargalo para diversas cadeias. O mapeamento mostrou que os **desafios à exportação diferem a depender do setor e elo da cadeia**. Existem cadeias com muitos produtores heterogêneos em que a falta de governança encarece os custos e limita a competitividade no exterior, a exemplo do leite, ovos e pescados. Em outras cadeias, como de carne bovina, frango e suína, nota-se a maturidade na organização e padronização de procedimentos já alinhados às melhores práticas internacionais e que atualmente perseguem a simplificação, melhoria e agilidade nos procedimentos que demandam interações com o poder público e fornecedores. Nesse estágio, o interesse versa, em grande medida, sobre a ampliação do apoio nos mercados prioritários e potenciais (adidos agrícolas), no estabelecimento de acordos bilaterais e no fortalecimento da imagem internacional.

No primeiro grupo supracitado, pode-se mencionar a cadeia do leite que exporta apenas 2% da produção. Por um lado, os elementos do chamado *Custo Brasil*, incluindo complexidade tributária, infraestrutura inadequada, limitações de tomada de crédito (alto custo de captação) atrapalham a competitividade do setor. Por outro, a baixa qualidade do leite, ainda encontrada nas propriedades, alinhada ao elevado custo de produção, direciona o setor para o mercado interno, onde é possível obter melhor remuneração em detrimento à acirrada corrida internacional (BNDES, 2018). Entretanto, a diversidade de produtores nacionais permite identificar a existência de uma faixa de produtores seletos, que geram um produto compatível à qualidade e preço externo, atingem escala suficiente e atestam a viabilidade da atividade no país (*idem*).

A cadeia de piscicultura é uma atividade relativamente nova no Brasil e exporta apenas 1% da produção. O alto custo da atividade constitui um dos principais gargalos à exportação, posicionando o Brasil atrás de países como Honduras e Equador (EMBRAPA, 2019b). Contudo, tem havido aumento gradual das vendas ao exterior como resultado de políticas públicas direcionadas. A partir de 2019, a aplicação do regime aduaneiro de *drawback* para a tilápia passou a desonerar insumos empregados ou consumidos na produção de bens destinados à exportação (EMBRAPA, 2019b). Entre esses insumos estão principalmente ração comercial ou seus ingredientes, formas jovens e vacinas. Tal política não isenta o setor da responsabilidade de melhorar

a produtividade da cadeia de modo a impulsionar a piscicultura brasileira no cenário internacional. Para isso, o Plano Nacional de Desenvolvimento da Aquicultura (MAPA, 2022) visa contribuir nesta tarefa.

No segundo grupo de cadeias estão frango e suínos, setores exportadores consolidados e que apresentam demandas de outra natureza. O trabalho de mapeamento identificou a necessidade, por exemplo, de adesão à Certificação Digital e digitalização para Certificado Sanitário Internacional (CSI), Certificado Zoossanitário Internacional (CZI) e Certificação de Origem (CO) com o objetivo de acelerar o processo de exportação dos produtos.

Para bovinos, existem desafios para assegurar a rastreabilidade do animal a cada etapa de produção e

comercialização. Essa medida visa favorecer as exportações de carne bovina para mercados que exigem a rastreabilidade, bem como facilitar o acompanhamento dos rebanhos em estabelecimentos brasileiros. O desafio está na articulação conjunta entre os agentes participantes desse setor, de modo a superar barreiras tecnológicas, econômicas-financeiras e culturais.

Por fim, vale mencionar as dificuldades dos produtores de menor porte em firmar contratos internacionais, o que pode ser facilitado por soluções digitais (como as plataformas de suprimentos), administrativas e burocráticas (como a formalização de contratos e estabelecimentos de acordos sanitários e comerciais), financeiras (com garantias e hedge cambial), entre outras.

Tabela 4 – Gargalos de Infraestrutura e Comércio

Infraestrutura e Comércio		
Tipo de Gargalo	Incidência	Estratégia
Falta de acesso e/ou qualidade da Infraestrutura digital	Etapa de produção/ todas cadeias	Investimento nas regiões deficitárias, fomentar soluções tecnológicas junto ao setor de serviços TIC.
Infraestrutura de energia (inacessível, inadequada e/ou cara)	Etapa de produção/ todas cadeias	Fortalecimento e fomento de fontes renováveis (ex.: fotovoltaica, biogás)
Déficit e/ou inadequação da Infraestrutura de Armazenagem e Refrigeração	Etapa de insumos (armazenamento grãos) e agroindústria (refrigeração)/ afeta principalmente bovinos, frango e suínos	Represar Programa para Construção e Ampliação de Armazéns (PCA) com condições diferenciadas de taxas de juros por porte de produtor, região e demanda.
Carência na Infraestrutura de Transporte e Concentração logística	Todas as etapas / concentração de mercado em cadeias com logística integrada (leite, frango e suíno)	Investimento em logística, integração modais, melhorar incentivo a investimentos em concessões.
Dificuldade de acesso das empresas ao mercado externo	Etapa distribuição/ principalmente cadeias do leite e piscicultura	Melhoria do custo do produtor (principalmente, leite e piscicultura); financiamento público (com taxas reduzidas) condicionado à metas de exportação para cadeias estratégicas, como a piscicultura, abertura de canais de redes de negócios em nichos estratégicos, melhorar acesso à certificações.
Desigualdade da estrutura de mercado (entre produtor, agroindústria, varejo)	Etapa produção / desigualdade de condições em todas as cadeias	Retomada de políticas para fortalecimento das cooperativas (melhoria de remuneração ao produtor), medidas de defesa da concorrência.

5.3 Gargalos Tecnológicos e Produtivos

Na seção anterior foram apresentadas as dificuldades de financiamento que impactam a estrutura produtiva nas cadeias de proteínas. Insuficientes recursos financeiros para o desenvolvimento tecnológico e de produção no Brasil **são gargalos para a produtividade, sustentabilidade e a menor dependência de insumos importados, como fertilizantes, aditivos, máquinas e equipamentos** etc. As **inovações tecnológicas em prol da sustentabilidade**, atentando para a biodiversidade, são particularmente importantes nas questões dos fertilizantes e bioinsumos, nas soluções que evitam desmatamento e queimadas, entre outros.

A tendência da perda de biodiversidade na alimentação se verifica nas criações industriais que fornecem a maior parte das proteínas hoje, pois está limitada a uma ração baseada em um número restrito de grãos e homogeneidade genética dos animais (ABRAMOVAY, 2021). No caso da piscicultura, com produção ainda incipiente e mais biodiversa, a escala de produção esbarra na sustentabilidade dos processos de produção em cativeiro, beneficiamento e comercialização, afetando os preços dos produtos e encarecem o bem final aos consumidores. A escala explica, em parte, a disparidade entre o potencial para o mercado da piscicultura no Brasil e o baixo consumo *per capita*. Justamente por ser a cultura mais escalada, o consumo de peixe no Brasil concentra-se em tilápia, apesar das muitas espécies existentes.

Outro gargalo tecnológico para a sustentabilidade é a **rastreabilidade**¹, entendida como a capacidade de discernir, identificar e seguir o movimento de um alimento ou substância que se pretende ou se espera que seja incorporada a um alimento, em todas as fases de produção, processamento e distribuição (FAO, 2017). No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) criou norma (NBR ISSO 22005) para a rastreabilidade na cadeia produtiva de alimentos e rações em 2008. Contudo, a instrução normativa conjunta Anvisa/Mapa (n. 2, de 07 de fevereiro de 2018), que definiu os procedimentos para a aplicação da rastreabilidade ao longo da cadeia produtiva de produtos vegetais frescos destinados à alimentação humana, para fins de monitoramento e controle de resíduos de agrotóxicos em todo o território nacional foi criada somente em 2018 (PORTOCARRERO et al., 2021).

Além da rastreabilidade para fins sanitários, existe uma demanda crescente para aumentar o controle da origem ambiental da produção agropecuária. Para isso é necessário combinar tecnologias e procedimentos de rastreabilidade com verificações socioambientais. Dessa forma, os compradores nacionais e internacionais podem excluir de suas cadeias a carne oriunda de áreas com desmatamento ilegal, trabalho análogo

“

As inovações tecnológicas em prol da sustentabilidade, atentando para a biodiversidade, são particularmente importantes nas questões dos fertilizantes e bioinsumos, nas soluções que evitam desmatamento e queimadas, entre outros

”

¹ “Estudo realizado pela Embrapa, Sebrae e Inpe sobre as aplicações, desafios e oportunidades da agricultura digital observou que 33% dos agricultores brasileiros gostariam de iniciar e/ou fortalecer o processo de certificação e/ou rastreabilidade do processo produtivo ou produtos agrícolas (Bolfe et al., 2020, apud PORTOCARRERO et al., 2021, p. 34).

ao escravo, sobreposição a terras indígenas, entre outras irregularidades.

Segundo Portocarrero et al (2021), desafios principais associados ao processo de rastreabilidade são: a baixa compreensão da importância do processo por parte de nichos de produtores rurais e empresas; escassa mão de obra qualificada em rastreabilidade; custos iniciais de implantação; desafio na integração de sistemas e plataformas digitais; ausência ou problemas de conectividade no campo. As estratégias para avançar em relação a tais desafios vão se valer das novas tecnologias, inclusive de *blockchain* e inteligência artificial, a partir das parcerias público-privadas.

Neste sentido, o governo do estado do Pará lançou em 2021 a plataforma Selo Verde, que possibilita a rastreabilidade e controle de origem ambiental da pecuária ao integrar dados do Cadastro Ambiental Rural e dados sanitários da Guia de Transporte Animal (GTA). Em 2023, na COP 28, em Dubai, foi anunciado o *Programa de Integridade e Desenvolvimento da Cadeia Produtiva da Pecuária de Bovinos Paraenses*, que busca aprimorar essa iniciativa ao alcançar a identificação individual e a rastreabilidade do gado paraense até dezembro de 2026. Trata-se da maior iniciativa de monitoramento ambiental e sanitário do país, a partir de políticas públicas e parceria com setor privado com vistas ao combate do desmatamento. O programa pode ser uma oportunidade para o desenvolvimento tecnológico nessa temática, gerando escala e aprendizados de implementação (GOVERNO DO PARÁ, 2023). Além do Pará, o estado de Minas Gerais adotou o Selo Verde voltado para diferentes cadeias, com destaque ao café e silvicultura e, em breve, deverá incluir também a pecuária.

A questão tecnológica nas cadeias de proteínas animais tem particular relevância na etapa de insumos, no papel das **casas genéticas**. Essas desenvolvem biotecnologias diversas, como medicação animal, melhoramento genético, alimentação balanceada, cruzamento de raças entre outros. Trata-se de atividades de alto valor adicionado na cadeia, geralmente associado a direitos de propriedade intelectual que representam alto custo para os produtores rurais, especialmente de menor porte.

Por exemplo, na cadeia bovina, segundo Martins et al (2011), a inseminação artificial e a transferência de embrião são as tecnologias mais consolidadas, seguida pela fecundação in vitro de embriões – a clonagem animal. Segundo os autores, “para melhorar a eficiência dessa técnica ainda são necessários mais estudos sobre a reprogramação dos genes e sobre as alterações epigenéticas no embrião e ao longo da vida do animal clonado”. Ademais, pela necessidade

de se ampliar a produtividade e a sustentabilidade por hectare nesta cadeia, seria estratégico avanços genéticos ou em pastagem/alimentação que reduzam as emissões de metano da fermentação entérica.

Na cadeia do leite, as estratégias de cruzamento genético tiveram grande impulso inicial através dos Programas Nacionais de Melhoramento para raças de gados leiteiros, em parceria da Embrapa com associações de gado, segundo Vilela et al (2016). Focaram no desempenho produtivo, reprodutivo e econômico de fêmeas de diversas composições genéticas, como a produção e distribuição de sêmen; produção e distribuição de fêmeas de diferentes composições genéticas em rebanhos colaboradores; acompanhamento dos registros zootécnicos; controle leiteiro; processamento de amostras para análise do teor de gordura do leite e desenvolvimento de um software para a organização e registro das informações. Atualmente o desafio também é a seleção genômica.

Na cadeia de aves, conforme afirma Ledur et al (2011), a engenharia genética na iniciativa privada nacional foi ao longo dos anos 80 marcada pela atuação de granjas que mantiveram programas de melhoramento, mas acabaram por terceirizar este processo ao longo do tempo. Alguns grandes produtores importam pacotes genéticos e tecnológicos, buscando autossuficiência de material genético, destacando-se a produção de *roasters* (frangões) – frangos de corte desenvolvidos a partir de linhagens puras selecionadas com maior parcela de carnes nobres (peito e coxas), gerando produtos processados de maior valor adicionado.

Nos anos noventa, a Embrapa Suínos e Aves também desenvolveu pacotes genéticos destinados ao mercado brasileiro, destacando-se os de poedeiras de ovos e frangos de corte. Mas estes programas comerciais perderam competitividade e foram substituídos por linhas de pesquisa sobre melhoramento genômico e parcerias com empresas para transferência tecnológica, mas estão centrados em projetos com grandes produtores e integradoras (LEDUR et al., 2011).

O agronegócio tem contribuído comprovadamente para o desempenho da economia brasileira, com ganhos de produtividade progressivos e vanguarda tecnológica, de cujo conhecimento poderia ser melhor difundido para os produtores de menor porte. Reduzir a distância tecnológica e de nível de rendimentos tem relação direta com a **evolução da abordagem das políticas públicas para além da perspectiva de produções isoladas**, privilegiando a de sistemas agroalimentares e integração lavoura, pecuária e floresta ILPF (FAVARETO & CARON, 2023; EMBRAPA, 2024).

Entendido como o agregado das atividades de disponibilização de insumos, de produção nas unidades agrícolas, de armazenamento, transformação e distribuição de alimentos, os sistemas agroalimentares permitem estrategicamente maior atenção aos aspectos sociais envolvidos, notadamente no que se refere à inclusão dos grupos vulneráveis do meio rural, tais como mulheres, negros, quilombolas, indígenas e agricultores familiares. E a ILPF trata da utilização de diferentes sistemas produtivos, agrícolas, pecuários e florestais dentro de uma mesma área.

Segundo a Embrapa (2024), a ILPF pode ser executada em cultivo consorciado, em sucessão ou em rotação, buscando benefício mútuo para todas as atividades. A ILPF objetiva 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, a partir de técnicas ambientalmente corretas e socialmente justas, com baixa emissão de gases causadores de efeito estufa ou mesmo com mitigação desses gases.

Para a ampliação da escala de produção pecuária de forma a garantir a rentabilidade das propriedades rurais dos sistemas agroalimentares, em particular as pequenas e/ ou com técnicas mais sustentáveis, **as gestões de custos e de cadeia de suprimentos** constituem-se ferramentas indispensáveis para garantir margens e sustentabilidade dos investimentos em tecnologias, e do portfólio de fornecedores, respectivamente, ao mesmo tempo em que correspondem aos imperativos de se reduzir os custos de produção e elevar a competitividade dos produtos brasileiros em relação aos internacionais.

Nas cadeias predominantemente independentes e/ou menos integradas, como a piscicultura e grande parte do leite, a falta de governança e a dispersão de muitos pequenos produtores dificultam o direcionamento das tendências de mercado e padronização de melhores práticas e avanços tecnológicos. Para isso, busca-se a formação de arranjos produtivos locais na tentativa de promover inovação, aproveitamento de sinergias e desenvolvimento regional (MDIC, 2018).

Tais gestões fazem parte do escopo da **assistência técnica e extensão rural²** e de capacitação da mão-de-obra, que podem ser ampliadas em estratégia conjunta de instituições públicas de pesquisa e administração de negócios com associações

² “Entendida como um “serviço de assessoramento aos agricultores, famílias, grupos e organizações, nos campos da tecnologia da produção agropecuária, administração rural, educação alimentar, educação sanitária, educação ecológica, associativismo e ação comunitária. Considerada uma atividade educativa, é desempenhada por instituições públicas (municipal, estadual e federal) de Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) ou por organizações privadas, a exemplo de cooperativas, organizações de agricultores e de movimentos sociais. Algumas instituições de ensino que atuem segundo diretrizes da Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (Pnater), também executam atividades de Ater (...) O Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (Pronater) estabelece as diretrizes e metas para os serviços públicos de ATER no país, especialmente para agricultores familiares, pequenos e médios produtores e promoção do desenvolvimento rural sustentável, estabeleceu-se a Agência Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural” (PORTOCARRERO et al., 2021, p. 37).

“

A questão tecnológica nas cadeias de proteínas animais tem particular relevância na etapa de insumos, no papel das casas genéticas. Essas desenvolvem biotecnologias diversas, como medicação animal, melhoramento genético, alimentação balanceada, cruzamento de raças entre outros. Trata-se de atividades de alto valor adicionado na cadeia, geralmente associado a direitos de propriedade intelectual que representam alto custo para os produtores rurais, especialmente os de menor porte

”

de classe. A oferta de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) são um gargalo contundente:

“De acordo com o último censo agropecuário de 2017, dos mais de 5,07 milhões de estabelecimentos agropecuários no Brasil, apenas 19,9% recebem assistência técnica. Esse percentual apresenta grandes discrepâncias entre as macrorregiões brasileiras e nível tecnológico das propriedades. O acesso à assistência técnica mostra-se mais precário na região Nordeste, alcançando apenas 7,4% dos estabelecimentos, enquanto na região Sul são assistidos 48,6% dos estabelecimentos rurais. Essa média nacional também é maior quando comparados estabelecimentos com melhor nível tecnológico e com uso de irrigação, para esses a assistência técnica alcança 30,1% dos empreendimentos” (PORTOCARRERO et al., 2021, p. 38).

Estas deficiências de acesso à ATER, bem como problemas de desenho dos seus programas, corroboram para a baixa disseminação de conhecimento e tecnologia, impactando a escala de produção, gestão de custo e margens dos produtores (idem). Frente a esse quadro, o sistema CNA/SENAF e a Assistência Técnica e Gerencial (ATeG) atendem milhares de produtores com o objetivo de acompanhamento contínuo e personalizado dos agricultores, implementando plano de negócios e mensuração dos resultados. Soluções como essa precisam ser escalonadas e aprimoradas, segundo Portocarrero et al. (2021), buscando-se estratégias de:

- a. Difusão da assistência técnica como precursora do fortalecimento da classe média rural e redução das discrepâncias entre o acesso e a aplicação de tecnologias;
- a. Capacitação técnica por meio de recursos digitais e acessíveis que promovam acessibilidade a informações de qualidade, mesmo em regiões de fronteira agrícola, envolvendo os parâmetros gerenciais das propriedades rurais;
- a. Políticas públicas de apoio aos jovens empreendedores rurais, fomentando novos empreendimentos e ferramentas tecnológicas de amplo acesso como auxílio à permanência do jovem no campo;
- a. Organização de pequenos e médios produtores como forma de viabilizar investimentos em tecnologias e a obtenção de escala de produção, necessária para o acesso a mercados melhor remuneradores;
- a. Diversificação da renda rural através de atividades transversais, como o pagamento por serviços ambientais, agroturismo, pequenas agroindústrias e valorização de alimentos tradicionais e artesanais.

A **capacitação de mão de obra** trata-se de uma necessidade técnica crescente vis-à-vis o desenvolvimento de novas tecnologias e técnicas produtivas sustentáveis. Contudo enfrenta não somente dilemas da qualidade da educação no país, mas também questões geracionais e regionais. O diagnóstico da necessidade de ampliação da oferta de cursos e capacitação para mão-de-obra já é conhecido, mas cabe ressaltar nessas cadeias outro aspecto relativo a recursos humanos.

O tipo de trabalho realizado na atividade de abate dos animais, particularmente, nas cadeias de frangos e de suínos, ainda pouco mecanizado, tem sido cada vez mais recusado pelos jovens por motivos diversos, como condições do ambiente de trabalho, falta de conexão digital, preferências por habitar o meio urbano, questões ético-morais etc (DE PADUA BOSI, 2013). Assim, configura-se alta rotatividade e falta de oferta de trabalho para essas atividades que representam riscos à gestão da cadeia de suprimentos. Nesses casos, desenvolvimento de mecanização parece crucial.

Tanto nas questões sociais, como ambientais e climáticas, os licenciamentos, as certificações e padrões de qualidade têm adquirido importância relevante. Analisando-se os diferentes estágios das cadeias de proteína animal, constata-se que as certificações são decisivas para atestar ao consumidor, não apenas a conformidade com padrões regulatórios e correspondências às exigências sanitárias, mas também padrões produtivos alinhados ao desenvolvimento sustentável.

No caso da piscicultura, o licenciamento ambiental apareceu como um dos maiores gargalos da atividade, uma vez que entidades e órgãos de financiamento e incentivos governamentais deverão condicionar a aprovação de projetos habilitados ao licenciamento na forma da lei e ao cumprimento das normas, dos critérios e padrões expedidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (Art. 12, da lei 6938/81). O licenciamento da atividade é delegado aos estados (LC 140/2011), que podem delegar aos municípios. Por vezes, em ambos os casos, estados ou municípios não possuem legislação própria para a atividade e, frequentemente, não dispõem de estruturas técnicas qualificadas para essa finalidade. Assim, o licenciamento é um gargalo para acesso às políticas públicas de crédito e outras, além de fragilizar o processo de assegurar sustentabilidade ambiental dessa cadeia produtiva.

Entretanto, as certificações costumam advir de mercados concentrados em poucas empresas, ge-

ralmente de procedência estrangeira. E ainda, são indispensáveis a fiscalização e o monitoramento das práticas produtivas. Como visto, a inspeção ainda não atinge o total da produção dessas cadeias, notadamente na bovinos e psicultura. Tomando-se os estágios pós-processamento das carnes, podem se destacar gargalos adicionais, como a questão das **perdas ou desperdícios** em todas as etapas da cadeia, mas com destaque na distribuição para centrais de abastecimento (FREIRE; SOARES, 2020).

Como estratégias diretas para evitar as perdas estão a melhor gestão da operação (nos casos dos estágios das cadeias de distribuição e comercialização), e a conscientização e economia circular no consumo e descarte de resíduos. Outra saída é o desenvolvimento de **soluções de marketing** e tecnológicas para o

porcionamento das carnes, conforme experiência exposita no mercado doméstico de suínos durante a pandemia. Essas estratégias, em geral, criam diferenciação, adiciona valor ao produto, alavancando vendas, além de contribuir para o menor desperdício.

Por fim, as etapas de transporte e varejo apresentam, ainda, no Brasil o gargalo da **concentração de mercado**. São poucos as grandes redes de varejos, o que lhes permite maior de barganha de preço frente as agroindústrias de pequeno e médio porte, e prática de margens elevadas que reduzem a acessibilidade dos consumidores de produtos das cadeias de proteínas – como se destaca no caso dos derivados do leite, prejudicando a segurança alimentar. Assim, soluções regulatórias no sentido de defesa dos direitos do consumidor podem ser aplicáveis.

Tabela 5 – Gargalos Tecnológicos e Produtivos

Tecnológicos e Produtivos		
Tipo de Gargalo	Incidência	Estratégia
Dependência de insumos para produção	Etapas de insumos/ todas cadeias	Desenvolvimento da oferta interna, principalmente de bioinsumos.
Limitações de rastreabilidade	Todas etapas/ principalmente de produção e cadeia de bovinos	Soluções tecnológicas para combater fraudes
Falta de cobertura de medicina veterinária preventiva	Etapas de insumos/ principalmente ovos, pescados e leite	Desenvolvimento da oferta interna, pacotes de serviços veterinários
Controle e fiscalização ambiental e sanitários	Etapas de produção/ principalmente na cadeia de bovinos; a cadeia de piscicultura requer licenciamento mais eficiente	Maior alcance e eficiência da fiscalização e do controle, inclusive com condicionantes de crédito aos requisitos de controle e fiscalização ambiental (Ex.: Plano Safra)
Perdas e desperdícios de alimentos/insumos	Etapas de processamento e distribuição/ Todas cadeias	Melhoria da infraestrutura de transporte, máquinas de refrigeração e acondicionamento, conscientização, técnicas de controle de operações.
Concentração de Mercado das Casas Genéticas	Etapas de insumos/ todas cadeias	Serviços tecnológicos acessíveis para conectar produtores de pequeno porte
Dificuldade de gestão de custos e suprimentos	Etapas de insumos e produção/ afeta cadeias menos integradas, como leite e piscicultura	Serviços administrativos acessíveis para produtores de pequeno porte
Insuficiência de assistência técnica e extensão rural	Etapas de insumos e produção/ afeta cadeias menos integradas, como leite e piscicultura	Reorganizar a ATER em termos de acesso, necessidade e grupo focal
Oferta e qualidade da mão-de-obra prejudicadas	Produção/ Principalmente na cadeia de suínos, ovos, frango e leite	Capacitação técnica; mecanização
Fracos efeitos de transbordamento entre agronegócio e produção familiar	Produção e processamento/ Principalmente na cadeia de bovinos	Transferência tecnológica; estímulos à integração e/ ou cooperativismo.



6 - Mapeamento das Cadeias de Combustíveis



“

A transição energética justa, aquela que considera além das novas tecnologias de energia limpa, questões de realocação de conhecimento, capital, trabalho digno e integração regional, passa a ser prioridade na atual gestão do governo federal e integra as estratégias para maior resiliência das cadeias de valor de combustíveis

”

O petróleo foi a fonte energética mais utilizada no século XX e segue tendo o protagonismo da oferta primária global nesse início do século XXI, influenciando a produção e o consumo a partir de duas lógicas simultâneas: a econômica e a estratégica. A lógica econômica gira em torno do fato do petróleo ser matéria-prima essencial para a produção de bens e serviços. Por sua vez, a lógica estratégica tem a ver com sua ubiquidade, existir concomitantemente em todos os lugares, ainda que carregado de características como desigualdade de distribuição pelo planeta, diferenciais tecnológicos e não-renovabilidade. Tais lógicas fazem com que, na geopolítica, o petróleo e a questão energética tenham assumido papel central nas disputas de poder e riqueza de grandes Estados e empresas desde o século passado (FUSER, 2011).

Contudo, os efeitos da mudança climática tornaram-se uma questão dominante, na qual a necessária redução dos gases de efeito estufa (GEE) traz à mesa o debate sobre a transição em direção ao fim dos combustíveis fósseis e fortalecimento do papel das fontes de energias renováveis. Nesse contexto, as inovações para a descarbonização da produção e uso de energia¹ - que impactarão diversos setores da economia, como indústria, transporte (rodoviário, marítimo e aéreo), construção civil, agricultura etc., constituem-se em oportunidade ímpar para o desenvolvimento sustentável em prol da transformação ecológica. Dessa forma, a transição energética justa, aquela que considera além das novas tecnologias de energia limpa, questões de realocação de conhecimento, capital, trabalho digno e integração regional, passa a ser prioridade na atual gestão do governo federal e integra as estratégias para maior resiliência das cadeias de valor de combustíveis.

Em relação ao perfil de emissões de GEE no Brasil com dados de 2020 e 2021, o setor de Agricultura, Florestas e Uso da Terra (AFOLU) tem o maior contribuinte das emissões de CO₂, representando mais de dois terços (73,8%) do total de emissões do país. Quando olhado para o setor AFOLU, mais de 93% das emissões decorrem principalmente do desmatamento, da

¹ Recente estudo mostra que a busca pela descarbonização da economia passa por diferentes iniciativas e setores, de modo que progressos em determinado setor pode acelerar avanços em outros. Por exemplo, o crescimento da eletricidade renovável de baixo custo pode acelerar a adoção do hidrogênio de baixa emissão nas indústrias siderúrgica, química, cimento etc. A demanda por hidrogênio em setores como a agricultura também pode contribuir para o desenvolvimento de tecnologias de hidrogênio de baixa emissão para a produção de fertilizantes verdes, por exemplo (IEA-IRENA-UNCC, 2022).

degradação da terra ou da conversão entre atividades rurais (61%), seguidos pela fermentação entérica do gado (21%) e pelo aumento do nitrogênio por meio do uso de fertilizantes e do manejo inadequado da terra cultivada (10%). O segundo maior contribuinte para as emissões do Brasil é o Uso e Consumo de Energia, com 17,9% (transporte, geração de energia, indústrias, produção de combustível, edifícios, agronegócio e governo), seguido por Processos Industriais (4,5%). O restante (3,8%) é proveniente de Emissões de Resíduos (SEEG, 2023).

No caso do Uso e Consumo de Energia no Brasil, as emissões de carbono para geração de energia registraram cerca de 61,7 kg CO₂-eq/MWh em 2022. Ao comparar a geração de 1 MWh de eletricidade, o setor de energia brasileiro emite aproximadamente 34% das emissões da OCDE, 24% dos Estados Unidos e 12% do setor de energia da China (EPE, 2023a). Portanto, o Brasil apresenta uma geração de energia mais limpa comparada a outros países, sendo uma potência na geração de energias renováveis, principalmente, em função da fonte hídrica e, mais recentemente, da eólica e solar. Cabe destacar que a biomassa também possui papel fundamental nas matrizes energética e elétrica.

As cadeias de combustíveis costumam ser classificadas em termos da origem da matéria-prima e do nível de emissão de GEE, associado à sua produção e uso. Os combustíveis produzidos a partir do petróleo são de origem fóssil e não-renováveis, resultam em elevadas emissões de GEE, ao passo que os combustíveis produzidos a partir de biomassa e demais resíduos² são de origem não fóssil e renováveis, resultam em taxas de emissão de GEE mais baixas (em alguns casos, nulas ou negativas).

Os combustíveis renováveis ou biocombustíveis já substituem parcialmente os combustíveis fósseis, entretanto, de forma parcial. A substituição total (dos derivados de petróleo) ainda demandará grande esforço em termos de capacidade de produção, competitividade de custos e preços dos produtos substitutos - como biocombustíveis, combustíveis sintéticos ou e-combustíveis³ (derivados do hidrogênio de baixa emissão) e baterias (eletrificação veicular). Esse é o pano de fundo da transição energética, ora em curso no mundo que busca mitigar os efeitos do aquecimento global e das mudanças climáticas, com o imperativo adicional de ser uma transição justa e inclusiva.

A cadeia de combustíveis fósseis envolve, na origem, um conjunto de atividades de extração mineral e a cadeia de biocombustíveis envolve um conjunto de atividades agrícolas. No primeiro caso, a dinâmica de formação de preços dos combustíveis no Brasil é fortemente influenciada pelos preços internacionais e

“

A substituição total (dos derivados de petróleo) ainda demandará grande esforço em termos de capacidade de produção, competitividade de custos e preços dos produtos substitutos

”

² *Agricultura: resíduos florestais, animais e da agricultura, bioetanol, biodiesel e biogás; Resíduos Urbanos: resíduos sólidos urbanos (RSU) e resíduos do tratamento de efluentes; Biomassa lignocelulósica (não oleaginosas ou contentora de açúcares); além dos resíduos da indústria de papel e celulose (licor negro e resíduos de madeira) (IEA, 2017).*

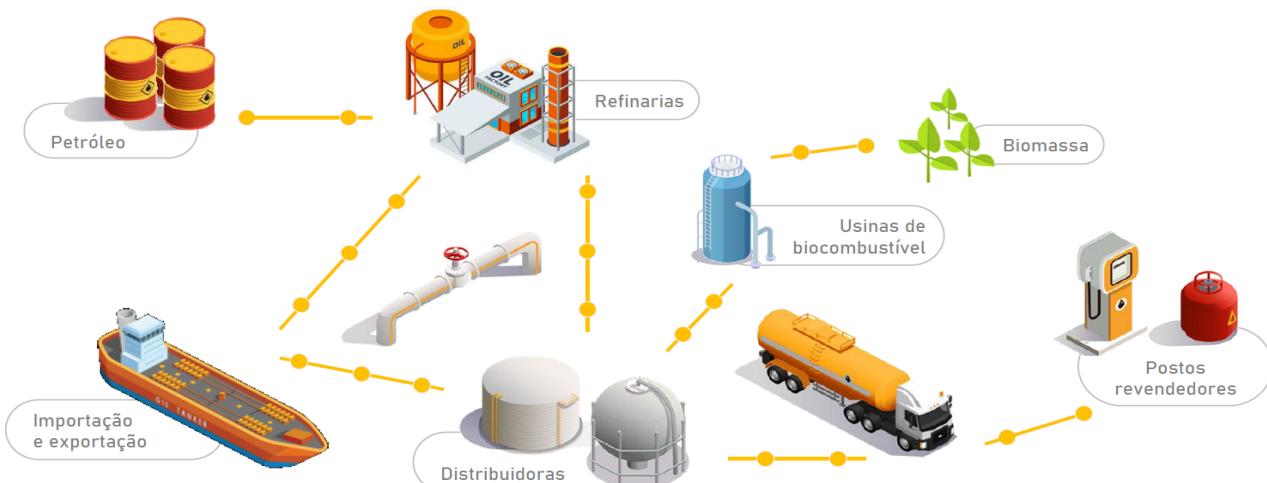
³ *Pode ser produzido a partir das mesmas fontes já mencionadas e de H2 produzido por eletrólise. O nível de emissão vai depender da escolha dos insumos para sua produção (energia e biomassa). Em geral, os e-combustíveis poderão ter um papel relevante para emissão do setor de transporte, principalmente aéreo, marítimo e rodoviário pesado (EPE, 2023b).*

pela **estrutura de formação de preços dos produtores e distribuidores de combustíveis**. No caso dos biocombustíveis, o patamar de preços, apesar de ser influenciado diretamente pelos custos da produção agrícola⁴, incluindo-se a logística até as refinarias,⁵ guia-se pelo preço dos combustíveis fósseis por serem tanto substitutos, como complementares. No caso do mandato obrigatório, seja do etanol anidro à gasolina, ou do biodiesel ao diesel, os preços assumem dinâmica própria. Além disso, a soja, o óleo de soja e o açúcar são commodities internacionais e suas cotações afetam os preços dos biocombustíveis internamente.

Do ponto de vista das empresas e unidades industriais, a cadeia de combustíveis é formada por diferentes agentes econômicos, como as refinarias de petróleo, as centrais petroquímicas, as usinas/destilarias, os agentes de distribuição, além dos formuladores, dos importadores, dos revendedores varejistas e dos Transportadores-Revendedores-Retalhistas (TRRs) e, na ponta final, os consumidores (cidadãos e empresas).

De acordo com a Lei nº 9.478/1997, alterada pela Lei nº 9.990/2000, desde 1º de janeiro de 2002, cabe a cada agente econômico estabelecer suas margens de comercialização e seus preços de venda, em um cenário de livre concorrência em todos os segmentos do mercado de combustíveis e derivados de petróleo: produção/importação, distribuição e revenda. A Figura 9 apresenta uma representação esquemática da estrutura básica do mercado de combustíveis no Brasil.

Figura 9 – Estrutura Básica do mercado de Combustíveis



Fonte: (EPE, 2023c)

⁴ Despesas de custeio da lavoura, financeiras, depreciação, renda de fatores, outros custos fixos, impostos etc.

⁵ É importante observar que as atividades destas cadeias de valor de combustíveis ocorrem separadas em termos do ambiente de produção e somente compartilham uma trajetória comum até o consumidor final a partir da operação de mistura obrigatória dos combustíveis realizada na atividade de distribuição.

Considerando essa estrutura, a formação dos preços finais de combustíveis no Brasil envolve os (i) preços de realização dos derivados do petróleo, (ii) o custo dos biocombustíveis, (iii) as margens brutas da distribuição e revenda, bem como (iv) tributos incidentes sobre a venda de combustíveis.

Os preços de realização dos derivados do petróleo podem ser ex-refinaria (produção nacional) ou ex-terminal (importação), deduzidos de tributos e subsídios. Consideram-se quatro os componentes: preço de aquisição, custos de internalização do petróleo, custos operacionais do refino e lucro operacional bruto (EPE, 2023c); (EPE, 2019a).

Os custos dos biocombustíveis podem ser compostos por preços ex-usina (produção nacional) ou ex-terminal (importação), deduzidos de tributos e subsídios. Entre os três os componentes estão: custos agrícolas, custos agroindustriais e lucro operacional bruto (EPE, 2023c); (EPE, 2019a).

As margens brutas de distribuição e revenda variam para cada combustível comercializado, em função das distintas estruturas de custo e do mercado de cada produto. Desconsiderando da Receita Operacional Líquida o custo de aquisição dos produtos, as margens brutas - para distribuidores e revendedores – abrangem custos operacionais e lucro bruto operacional. (EPE, 2023c); (EPE, 2019b).

Já os **tributos** de competência federal são o *Programa de Integração Social/ Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/ PASEP)*, a Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS); os impostos de importação e de exportação (II e IE); e a Contribuição sobre Intervenção no Domínio Econômico (CIDE). E, de competência estadual, o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) (EPE, 2023c); (EPE, 2019c).

Com relação ao mandato para mistura obrigatória de biocombustível, os termos e condições da implantação, no caso do QAV, ainda estão sendo discutidos pelo governo brasileiro⁶, a proposta elaborada pelo Poder Executivo ainda tramita no Congresso Nacional⁷. Trata-se de duas situações distintas para a análise em curso, no caso do óleo diesel (e da gasolina + etanol), já existe uma indústria estabelecida de biocombustíveis para o transporte rodoviário (carros e caminhões), ao passo que

“

Do ponto de vista das empresas e unidades industriais, a cadeia de combustíveis é formada por diferentes agentes econômicos, como as refinarias de petróleo, as centrais petroquímicas, as usinas/destilarias, os agentes de distribuição, além dos formuladores, dos importadores, dos revendedores varejistas e dos Transportadores-Revendedores-Retailistas (TRRs) e, na ponta final, os consumidores (cidadãos e empresas)

”

6 A Nota Técnica N° 12/2023/DBIO/SPG define os termos do Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação (ProBioQAV) e uma série de diretrizes em relação ao Mandato (Pilar 1 da proposta) que, diferentemente dos mandatos para etanol e biodiesel, sugere a adoção de metas de reduções de emissões pelos operadores aéreos ao invés de metas volumétricas de bio-QAV, em linha com as recomendações da CORSIA (Mecanismo de Redução e Compensação de Emissões da Aviação Internacional) (MME, 2023b)

7 O Projeto de Lei do Combustível do Futuro (PL nº 4.516/2023), propõe a instituição do Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação (ProBio-QAV). A proposta contempla a fixação de mandato para uso do combustível, renovável. Entretanto, diferentemente dos mandatos para etanol e biodiesel (percentuais de mistura aos combustíveis fósseis), no caso do setor aéreo, propõe-se a fixação de metas de reduções de emissões pelos operadores aéreos, em linha com as recomendações da CORSIA (Mecanismo de Redução e Compensação de Emissões da Aviação Internacional) (MME, 2023).

no caso da QAV, ainda há um longo caminho para a introdução dos biocombustíveis (ou bio-QAV) no transporte aéreo.

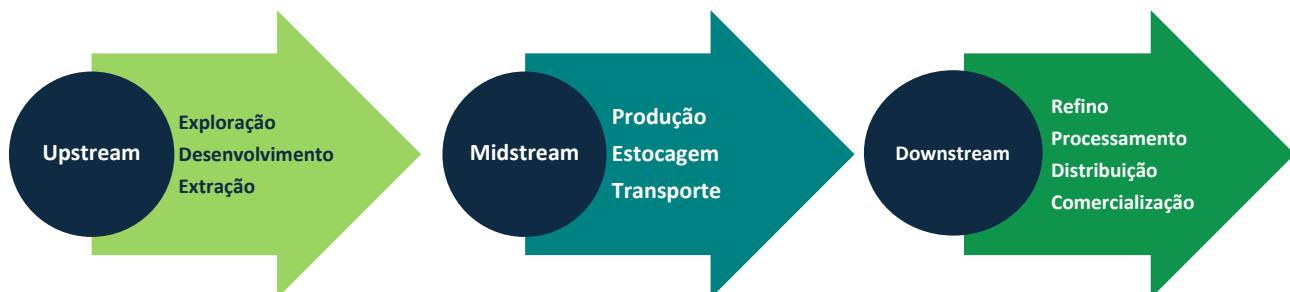
Assim, os derivados do petróleo, óleo diesel e o querosene de aviação (QAV), objetos desta análise, são utilizados principalmente nos transportes rodoviários de cargas e aéreo, respectivamente. Assim, a formação dos preços do óleo diesel passa pela compreensão da cadeia de valor do petróleo, mas também da cadeia de biocombustíveis, tendo em vista que parcela do preço final está associada ao percentual da mistura obrigatória do biodiesel no óleo diesel.

Na subseção a seguir, aprofunda-se o mapeamento, primeiramente, da cadeia de combustíveis fosseis, começando pelo diesel e produtos derivados, para em seguida abordar a dos biocombustíveis.

6.1 Cadeias de valor de combustíveis fósseis

A cadeia de valor de petróleo começa com a extração de petróleo bruto até a comercialização de derivados. Em geral, as atividades dessa cadeia de valor são desenvolvidas a partir dos elos *Upstream*, *Midstream* e *Downstream*⁸, conforme Figura 10, conforme metodologia adotada pela COPAS (*Council of Petroleum Accountance Societies*).

Figura 10 – Cadeia de Valor do Petróleo



Fonte: elaborado pela ABDI

No *Upstream* (a montante) ocorrem as atividades de exploração, desenvolvimento da produção e produção do petróleo. As atividades de transporte e estocagem são realizadas no elo *Midstream* (intermediário). No caso do Brasil, com produção majoritariamente no mar (*offshore*), as plataformas do tipo FPSO⁹ também podem estocar temporariamente a produção até ser transferida para navios aliviadores que levam o óleo bruto até os sistemas de tancagem em terra. Em geral, o transporte para as atividades de refino é realizado por sistemas de dutos. A atividade de refino¹⁰, processamento, distribuição e comercialização de derivados de petróleo acontecem no elo *Downstream* (a jusante). É no *Downs-*

⁸ <https://copas.org/understanding-upstream-midstream-and-downstream-oil-and-gas-activities/>.

⁹ Em inglês *Floating, Production, Storage and Offloading* ou *Unidade Flutuante de Produção, Armazenamento e Transferência*.

¹⁰ Diversos processos são utilizados, desde a destilação atmosférica até reforma catalítica, hidrotratamento, hidrocraqueamento etc., com o objetivo de aumentar a produção de produtos leves.

tream que ocorre a transformação da matéria-prima (petróleo) em derivados, tais como gás liquefeito de petróleo (GLP), gasolina, nafta, querosene de aviação, óleo diesel, óleos lubrificantes, asfalto e resíduos, além de matéria-prima para outras cadeias à jusante, como petroquímica e indústria de transformação (plásticos, borrachas, automobilística etc.).

A cadeia do petróleo e gás é responsável por 248 mil empregos diretos (RAIS, 2021) e por 5,7% do total de salários pagos pela indústria de transformação. Nas atividades de extração, apoio à extração, fabricação de derivados e biocombustíveis são 346 empresas, responsáveis por 23,6% do valor adicionado na indústria brasileira (IBGE/PIA, 2021). Portanto, trata-se de uma cadeia extensa e com grande número de fornecedores, desde a exploração e produção até a indústria de transformação e de usos dos materiais petroquímicos. De acordo com a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), em 2017, a cadeia de petróleo e gás respondia por “13% do PIB nacional e 50% da oferta interna de energia¹¹, cerca de 100 grupos econômicos atuando nas atividades de exploração e produção, e mais de 126 mil agentes nas atividades de distribuição e revenda de combustíveis”¹².

11 Em 2022, respondeu por cerca de 46% (EPE, 2023b).

12 Vide em <https://www.gov.br/anp/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/especial-anp-20-anos>. Acessado em 20/10/2023.

Figura 11 – Cadeia de Fornecimento do Setor de Petróleo e Gás

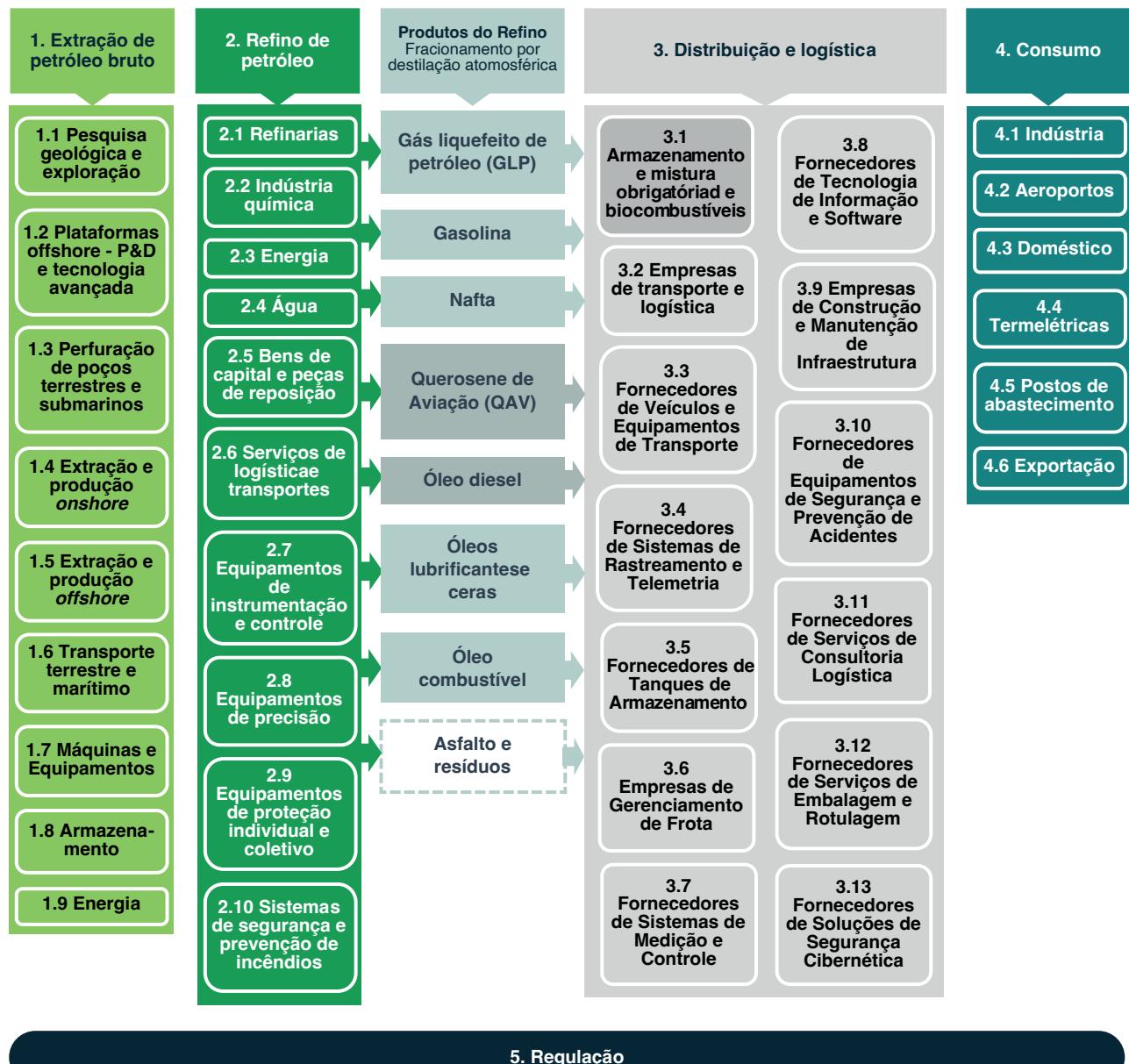


Fonte: (IBP, 2023)

Sabe-se que a cadeia de valor do petróleo abrange uma ampla diversidade intersetorial derivada dos investimentos das atividades petrolíferas e desempenha um papel relevante para a estruturação do parque industrial nacional e o desenvolvimento socioeconômico do país. Na qualidade de principal empresa do setor no Brasil, as atividades da Petrobras impactam fortemente o desenvolvimento produtivo e tecnológico dos seus fornecedores e a economia como um todo, resultando num processo multiplicador sobre a renda, no emprego, nos níveis de produtividade, nas exportações e nas atividades inovadoras (IPEA, 2011).

A cadeia de petróleo demanda bens e serviços de alto valor agregado provenientes de várias outras indústrias e setores da economia, tais como plataformas de alta tecnologia, navios-sondas, navios petroleiros, aeronaves, indústria química, indústria de bens de capital, serviços de perfuração e processamento de grandes volumes de dados, eletrônica, automação, siderurgia, plásticos e matérias especiais, tecnologia da informação, construção, manutenção e outros que de alguma forma interagem na cadeia, conforme Figura 11.

Figura 12 – Detalhamento da Cadeia Produtiva do Petróleo e Derivados do Petróleo, com ênfase em petróleo, diesel e querosene de aviação (QAV)



Fonte: elaborado pela ABDI.

Nota: O processamento também envolve outras atividades além da destilação atmosférica, como reforma catalítica, hidrotratamento, hidrocraqueamento etc., com o objetivo de aumentar a produção de leves.

Em conformidade com a metodologia de mapeamento de cadeias adotada neste relatório, a figura 12 distingue cinco etapas importantes da cadeia de petróleo e derivados: (i) extração, (ii) refino, (iii) distribuição e logística, (iv) consumo e (v) regulação. As

atividades de extração¹³ no elo *Upstream* são intensas em tecnologias de processo que dependem muito do ambiente de exploração¹⁴ e requerem investimentos da ordem de bilhões de dólares. Nessa etapa da cadeia de valor são realizadas atividades que requerem diver-

13 Dado que a produção de petróleo no Brasil é majoritariamente marítima, as atividades da cadeia produtiva serão descritas com base nas tecnologias de produção offshore.

14 Em geral, o desenvolvimento de tecnologia e inovação no setor de produção de petróleo está mais associado com as tecnologias de processo, as quais dependem muito do ambiente de exploração e produção que, no ambiente offshore, são condicionadas pela (i) distância até a costa, (ii) profundidade da lâmina d'água e (iii) condições de visibilidade no ambiente marinho (MORAIS, 2023)..

sos e distintos equipamentos e bens de capital para a execução de serviços de perfuração de poços exploratórios para as atividades de pesquisa geológica exploratória, perfuração de poços de desenvolvimento para o desenvolvimento da produção, a instalação de sistemas de produção submarina (*subsea*), conexão deste sistema com as plataformas do tipo FPSO, além de um conjunto de atividades de logística de apoio marítimo e de transporte da produção por meio de navios aliviadores (MORAIS, 2023). Ainda, a atividade de extração fomenta a produção de diversas empresas manufatureiras e de serviços, contribuindo para a criação de centenas de milhares de empregos e demanda uma série de produtos intermediários e serviços especializados no Brasil (IPEA, 2011). A indústria de construção naval e offshore, por exemplo, a partir de um conjunto de políticas públicas adequadas, pode ser beneficiada a partir de encomendas locais (IPEA, 2014).

Na etapa seguinte, as atividades de refino, processamento, distribuição e comercialização¹⁵ de petróleo, realizadas no elo *Downstream* da cadeia do petróleo, também requerem uma ampla gama de instalações, bens de capital, equipamentos e serviços especializados. É nessa atividade que o petróleo bruto é separado em diferentes derivados a partir do processo conhecido como fracionamento por destilação atmosférica, tendo como resultado os seguintes produtos das frações mais leves para as mais pesadas: GLP, gasolina, nafta, querosene de aviação, óleo diesel, óleos lubrificantes e ceras, óleo combustível, asfalto e resíduos (MME, 2023).

O óleo diesel, de forma geral, tem aplicações nos setores rodoviário (em carros, ônibus, furgões e caminhões) e industrial (em geradores elétricos ou para manter o aquecimento em caldeiras). Pequenas embarcações e outros modais de transporte também fazem uso desse combustível. No Brasil, a utilização do óleo diesel está direcionada para o transporte de cargas, principalmente nos motores de caminhões, pois, grande parte da distribuição de produtos pelo país é feita por rodovias¹⁶ (EPL, 2021).

Por sua vez, o querosene é uma mistura complexa de hidrocarbonetos, obtido como uma das frações da destilação fracionada do petróleo bruto. A principal aplicação desse produto é como combustível de aeronaves, podendo também ser empregado em aquecedores domésticos e como material combustível em lamparinas. Os querosenes para a aviação são submetidos a processos de purificação para remover possíveis resíduos que causem corrosão no avião, além de aumentar a octanagem e a eficiência energética. A Tabela 6 apresenta os dados de vendas nacionais para os principais derivados de petróleo no período 2018-2022.

“
as atividades de refino, processamento, distribuição e comercialização de petróleo, realizadas no elo Downstream da cadeia do petróleo, também requerem uma ampla gama de instalações, bens de capital, equipamentos e serviços especializados
”

¹⁵ A distribuição e comercialização é um elo extremamente complexo pela quantidade de agentes econômicos e participação no preço dos combustíveis, onde a cartelização é apenas um dos problemas a serem enfrentados, conforme relatório do CADE que recomenda uma série de medidas de caráter regulatório, tributário e geral (CADE, 2018).

¹⁶ Em 2017, o transporte rodoviário representava 66% da matriz de transporte do país. Para 2035, o Plano Nacional de Logística (PNL) 2035 estima que modal rodoviário deverá atingir 55% e 41% em cenário mais conservador e mais otimista (com mais participação do modal ferroviário), respectivamente

Tabela 6 – Vendas nacionais dos principais derivados de petróleo pelas distribuidoras (2018 a 2022) (em mil m³)

Derivados de Petróleo	Vendas nacionais pelas distribuidoras (mil m ³)					
	2018	2019	2020	2021	2022	22/21 %
Total	116.772	117.591	112.511	122.715	127.498	3,90
Gasolina C	38.352	38.165	35.824	39.317	43.039	9,47
Gasolina de aviação	48	43	39	48	45	-5,03
GLP	13.257	13.209	13.607	13.459	13.351	-0,80
Óleo combustível	2.316	1.891	2.019	3.390	1.869	-44,87
Óleo diesel	55.629	57.298	57.472	62.112	63.227	1,80
QAV	7.164	6.980	3.546	4.385	5.960	35,91
Querosene Iluminante	5	4	4	4	7	58,10

Fonte: ANP/SDL, conforme a Resolução ANP nº 729/2018 (ANP, 2023a). De acordo com o art. 2º da Resolução ANP Nº 50 DE 23/12/2013, os óleos diesel de uso rodoviário classificam-se em: I - Óleo diesel A: combustível produzido nas refinarias, nas centrais de matérias-primas petroquímicas e nos formuladores, ou autorizado nos termos do § 1º do art. 1º, destinado a veículos dotados de motores do ciclo Diesel, de uso rodoviário, sem adição de biodiesel; II - Óleo diesel B: óleo diesel A adicionado de biodiesel no teor estabelecido pela legislação vigente. O óleo diesel B100 é produzido 100% de fontes renováveis. A gasolina C é resultado da gasolina A (produzida nas refinarias) adicionada do percentual de mistura de etanol anidro (produzida nas usinas/destilarias)

A Tabela 6 acima aponta volume médio de vendas na ordem de 5,6 milhões de m³ de QAV no período considerado, incluindo o período mais crítico da pandemia (2020-2022). No caso do óleo diesel, o volume médio é da ordem de 60 milhões de m³. É importante, contudo, observar que o consumo aparente destes combustíveis foi atendido por uma boa parcela de produtos importados. A tabela 7 mostra que no caso do diesel¹⁷, o volume médio de importação foi da ordem de 13,4 milhões de m³ (24% do consumo aparente), para o QAV, da ordem de 0,78 milhões de m³ (17,4%) (ANP, 2023b).

Tabela 7 – Consumo aparente de diesel e QAV (em mil m³)

Produto	Componente	2018	2019	2020	2021	2022	Média
Óleo Diesel	Produção	41.957	40.999	42.215	42.853	45.529	42.711
	Importação	11.650	13.008	11.995	14.437	15.932	13.404
	Exportação	945	45	316	37	92	287
	Consumo aparente	52.662	53.961	53.894	57.253	61.369	55.828
	Custo importação US\$/litro (FOB)	0,54	0,51	0,34	0,49	0,88	
QAV	Produção	6.376	6.067	3.333	4.074	4.854	4.941
	Importação	858	1.038	327	374	1.294	778
	Exportação	358	2.014	993	1.074	1.734	1.235
	Consumo aparente	6.876	5.090	2.666	3.374	4.414	4.484
	Custo importação US\$/litro (FOB)	0,53	0,51	0,47	0,46	0,85	

Fonte: Elaboração da ABDI com dados da (ANP, 2023c)

Em 2022, o custo de importação do diesel registrou US\$ 0,88/litro, enquanto do QAV, US\$ 0,85/litro (tabela 7). Para ambos os combustíveis, os custos médios de importação cresceram significativamente em 2022 em relação à média do período pré-pandemia, dados efeitos desta última e da guerra entre Rússia e Ucrânia. Por sua vez, cerca de 80% do consumo aparente de

¹⁷ No caso do diesel, vide o Painel Dinâmico do Mercado Brasileiro de Derivados e Biocombustíveis – Comércio Exterior (ANP, 2023b).

diesel (seis vezes superior ao QAV), provém da produção nacional, sendo complementado por importações.

O déficit comercial em óleo diesel deve ser entendido no contexto da política energética, na qual a importação é um elemento de competição a partir da abertura do mercado, conforme acordo da Petrobras com o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE, 2019). Outro elemento importante de política energética é a mistura mandatória de biocombustível nos combustíveis fosseis, o que impacta a decisão de investimentos em novas plantas de produção, tanto por parte da Petrobras, como dos fornecedores da cadeia de biocombustíveis.

O refino apresenta estagnação desde o início dos anos 2000. Desde 1997, data da Lei do Petróleo, os dois únicos grandes empreendimentos, Abreu e Lima e Comperj, ainda não foram concluídos¹⁸. A partir de 2014, após a paralisação dos projetos de ampliação de capacidade de refino da Petrobras foram adotadas medidas como a criação da política de paridade de preços (2016) e a venda¹⁹ de refinarias para o setor privado de 2019 (CADE, 2019). A partir do início de 2022, com o conflito entre Rússia e Ucrânia, a conjuntura internacional foi agravada pelo aumento global dos preços de derivados de petróleo.

O Brasil tem apostado em políticas públicas de biocombustíveis (PNPB, Renovabio, Combustível do Futuro), de transportes mais eficientes (ferroviário, cabotagem) e de expansão da capacidade de refino. No ano de 2023, por exemplo, com a elevação da mistura obrigatória de biodiesel (12% desde março) e maior fator de utilização das refinarias, foi possível reduzir o volume de diesel importado em 9%, com custos de importação 30% inferiores devido a preços menores no mercado internacional²⁰.

Observa-se, a partir do encerramento em maio de 2023 da política de preço de paridade de importação, uma redução dos preços de importação de óleo diesel e QAV de 2023 em relação a 2022, respectivamente, da ordem de 30% e 33% (MDIC, 2024). Cumpre salientar que, em 2022, mais de 1/3 da capacidade de refino do mundo esteve concentrada nos EUA (17,7%) e China

“

No ano de 2023, por exemplo, com a elevação da mistura obrigatória de biodiesel (12% desde março) e maior fator de utilização das refinarias, foi possível reduzir o volume de diesel importado em 9%, com custos de importação 30% inferiores devido a preços menores no mercado internacional

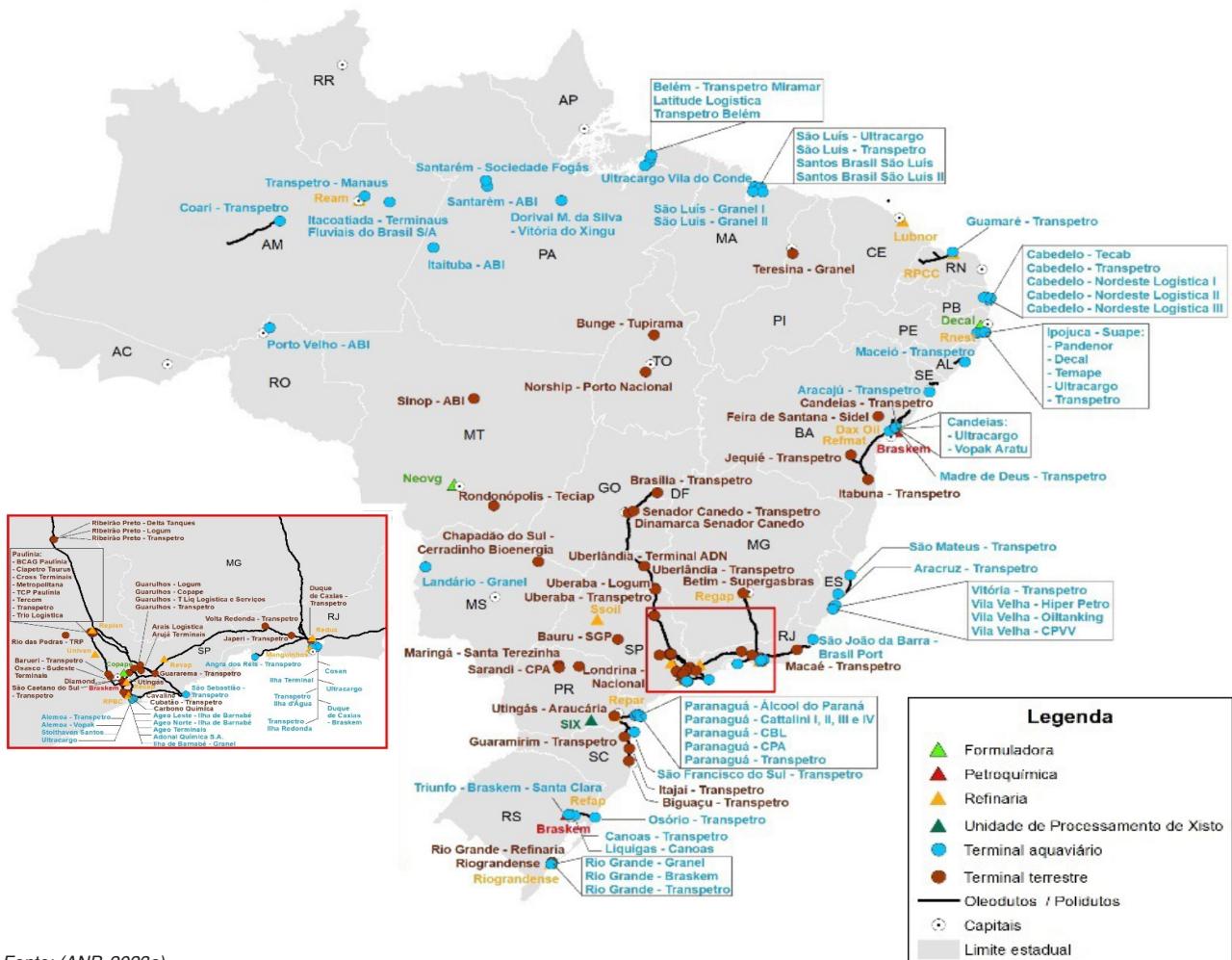
”

¹⁸ O parque de refino nacional, construído entre as décadas 1950-1970 tinham um perfil padrão com baixa margem de alteração. Os projetos concebidos mais recentemente, como a refinaria Abreu e Lima (RNEST), em Pernambuco, e o Comperj (Itaboraí, RJ), visavam maximizar a produção de diesel, o refino de petróleo mais pesado e ampliação da produção de derivados. As refinarias do Ceará, Maranhão (cujos projetos foram paralisados) também tinham esse objetivo, além da possibilidade de exportação de produtos derivados de alto valor agregado para EUA e Europa. A Petrobras fez um esforço de modernização, ampliação e aumento da eficiência de suas refinarias entre 2002 e 2013, chegando a processar, em 2014, um volume recorde de produção de 2,17 milhões de barris/dia de derivados. A partir de 2015, contudo, o volume produzido foi diminuindo até chegar a 1,8 milhão de barris/dia em 2017, o que, segundo a Petrobras, ocorreu “[...] principalmente em função do aumento da importação por terceiros”. Em 2017, por exemplo, o país importou US\$ 9,4 bilhões em derivados de petróleo (MENDES, TEIXEIRA, ROCIO & PRATES, 2018).

¹⁹ A venda destes ativos coincide com o aumento dos lucros e a distribuição de proventos aos acionistas em nível recorde (TORO Blog, 2023). O valor dos desinvestimentos até julho de 2022 somou R\$ 280 bilhões, com cerca de 62,4% concretizada no governo Bolsonaro. Apenas 6,7% dos ativos foram adquiridos por empresas brasileiras (Estadão, 2022).

²⁰ Dados da Comextat. <http://comextat.mdic.gov.br/pt/geral/101594>

Figura 13 – Infraestrutura de produção e movimentação de derivados – ano 2022



Fonte: (ANP, 2023a)

(16,9%), seguidos da Rússia (6,7%) e Índia (5%). O Brasil (2,3%) ocupou o nono lugar no ranking, com capacidade de refino de 2,3 milhões de barris/dia (ANP, Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis: 2023, 2023a).

A atividade de refino no Brasil é preponderantemente realizada pela Petrobras, que responde por 79% da produção de derivados de petróleo no país. A empresa opera 10 refinarias no Brasil com capacidade de processamento de petróleo de 1,91 milhão b/d, (ANP, 2024). A Figura 13 apresenta um mapa da infraestrutura de produção e movimentação de derivados.

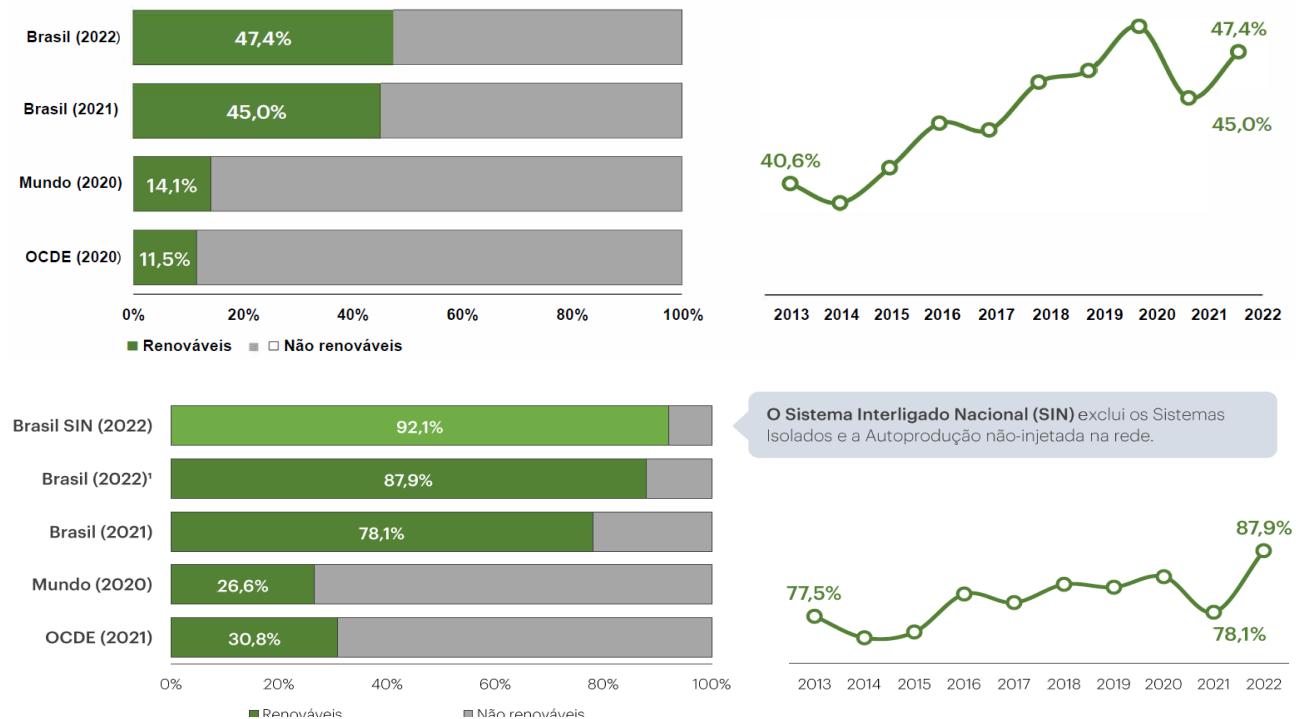
Com os esforços para transição energética e a redução global da demanda por derivados de petróleo em médio e longo prazo (até 2050), como diesel, gasolina e querosene de aviação, abre-se espaço para uma maior participação das fontes de energias renováveis. Isso inclui energia a partir das fontes solar

fotovoltaica e eólica, biocombustíveis de primeira e segunda geração, além de combustíveis sintéticos produzidos a partir de hidrogênio de baixo carbono + CO₂ e de biomassas e resíduos de diferentes origens (EPE, 2023). Essa tendência deverá ser considerada na definição de estratégias para a oferta de combustíveis com preço equilibrado para a economia do país no futuro.

Com uma matriz energética e elétrica ímpar quando comparada ao mundo e aos países da OCDE, o Brasil é referência global, com quase 48% de fontes de energia renovável na sua matriz energética, valor superior aos cerca de 14% e 12% do mundo e da OCDE, respectivamente. Essa diferença é ainda maior no caso da matriz elétrica, onde o Brasil atingiu quase 90% da participação das fontes renováveis²¹ em 2022, bastante acima dos 26,6% e 30,8%, respectivamente, no mundo e na OCDE (EPE, 2023a). A Figura 14 ilustra essas diferenças de perfil energético.

21 Estimativas para 2023 apontam para mais de 90% de participação.

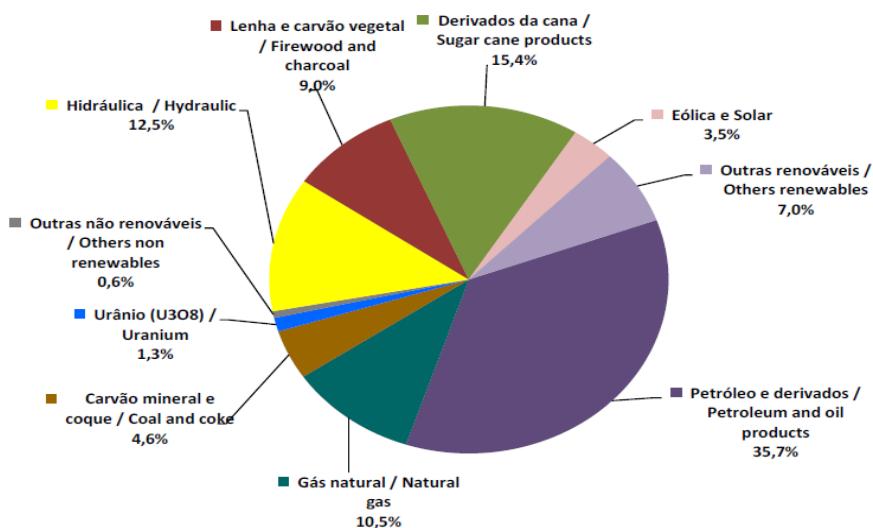
Figura 14 – Comparação da oferta total de energia e geração de elétrica entre Brasil, Mundo e OCDE

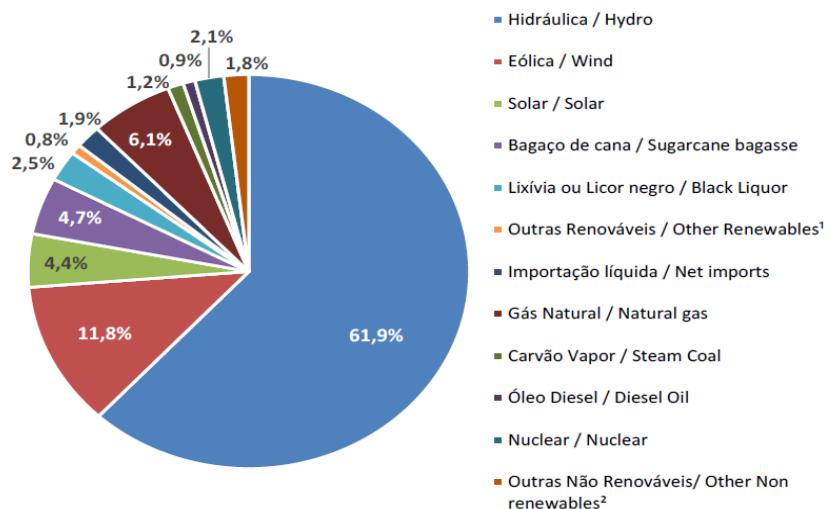


Fonte: (EPE, 2023a); (EPE, 2023d)

Atualmente, a hidroelectricidade é a principal fonte de energia no país, com mais de 60% de participação na matriz elétrica. Os reservatórios das usinas hidrelétricas também servem para armazenamento de energia. Ao longo dos últimos 10 anos outras fontes de energia renovável, como biomassa, energia eólica e solar fotovoltaica, aumentaram progressivamente sua participação. As duas últimas apresentaram o maior crescimento nos últimos anos, com a participação da eólica aumentando de 9% para 12,6% entre 2019 e 2022, e a solar de 1,5% para 3,9% no mesmo período (EPE, 2023a). A Figura 15 apresenta a oferta interna de energia e de energia elétrica por fonte no Brasil em 2022.

Figura 15 – Oferta interna de energia e energia elétrica por fonte (%) – ano 2022





Fonte: (EPE, 2023d)

A Tabela 8 apresenta o detalhamento da oferta interna de energia, que corresponde ao somatório da produção interna com as importações de energia, menos as exportações e perdas de todas as fontes disponíveis no país. Embora a participação das fontes não renováveis ainda não seja dominante, estima-se que, em 2026, metade da oferta interna de energia será oriunda de fontes renováveis (EPE, 2022).

Em dez anos a taxa de participação da oferta de energias renováveis da matriz energética brasileira cresceu, em média, 1,6% ao ano²². O ritmo desta taxa de crescimento depende de vários fatores, como conjuntura interna e externa, política de incentivos, clima etc. A descarbonização do setor de transportes tem potencial para melhorar ainda mais a diversificação da matriz energética e exigirá um grande esforço comparativo aos demais setores, em função da importância e peso que representa na economia brasileira. Além dos avanços tecnológicos para que os modais de transporte reduzam suas emissões, o desafio é a recomposição da matriz logística nacional, em que o modal rodoviário de transporte de cargas e passageiros predomina (EPL, 2022).

Tabela 8 – Oferta interna de energia por fonte (%)

Fonte/Ano	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Energia não-renovável	59,4	60,3	58,5	56,3	56,6	54,2	53,6	51,3	55,0	52,6
Petróleo, gas natural e derivados	51,8	52,7	50,8	48,7	48,9	46,4	46,3	44,6	47,5	46,2
Outras não-renováveis	7,6	7,6	7,7	7,6	7,7	7,8	7,3	6,7	7,5	6,4
Energia renovável	40,6	39,7	41,5	43,7	43,4	45,8	46,4	48,7	45,0	47,4
Hidráulica	12,5	11,4	11,3	12,5	11,9	12,5	12,3	12,5	10,9	12,5
Derivados da cana de açúcar	16,0	15,7	16,9	17,4	16,9	17,2	17,9	19,0	16,3	15,4
Lenha e carvão vegetal	8,4	8,2	8,3	8,1	8,4	9,0	8,9	9,1	9,0	9,0
Eólica e Solar PV	0,4	0,5	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,3	2,9	3,5
Outras renováveis	3,3	3,9	4,2	4,5	4,7	5,3	5,2	5,8	5,9	7,0
Evolução	-	-2,2%	4,5%	5,3%	-0,7%	5,5%	1,3%	5,0%	-7,6%	5,3%

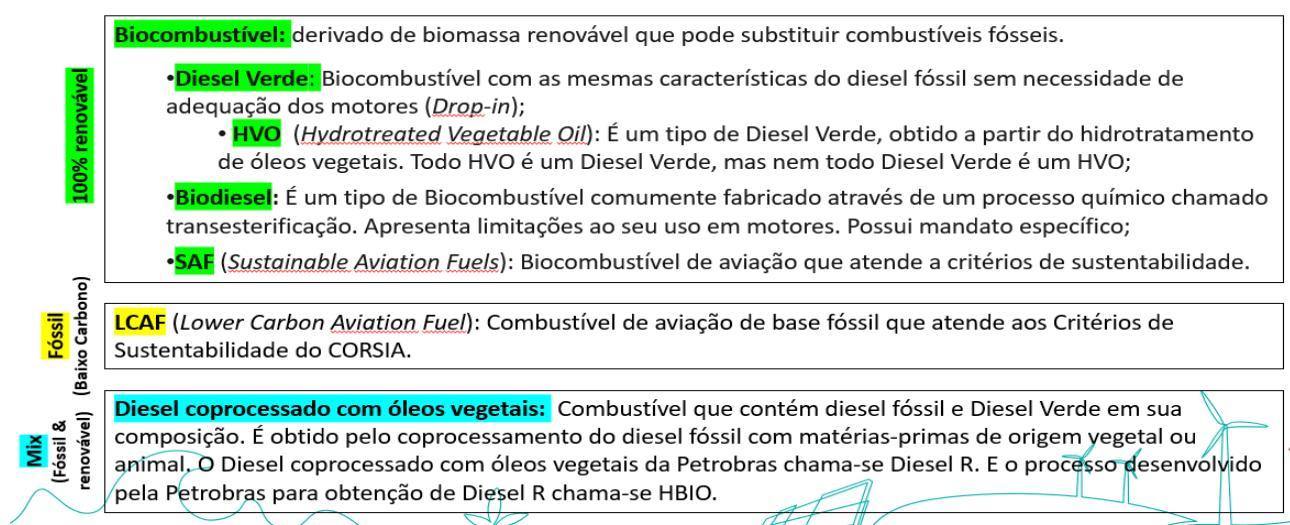
Fonte: EPE, 2022

²² Em termos absolutos, o CAGR foi da ordem de 1,75% a.a., considerando que a oferta interna de energia renovável em 2013 foi de 120,64 GW e, em 2022, de 143,56 GW

6.2 Cadeias de valor de biocombustíveis

Os biocombustíveis utilizados no setor de transportes são combustíveis líquidos derivados de biomassa²³, que incluem o etanol e o biodiesel. O etanol é produzido a partir da fermentação de qualquer tipo de biomassa rica em carboidratos, enquanto o biodiesel é combustível processado equivalente ao diesel feito de óleo vegetal e gorduras animais, apresentando características semelhantes às do óleo diesel. Os biocombustíveis podem ser classificados como convencionais²⁴ e avançados²⁵ de acordo com as tecnologias usadas para produzi-los e sua respectiva maturidade (IEA, 2011); (IEA, 2017).

Figura 16 – Biocombustíveis: conceitos chaves no Brasil.



Fonte: Petrobrás (2024).

De forma geral, a cadeia de valor dos biocombustíveis pode ser vista na Figura 17. Essa cadeia compartilha uma trajetória comum àquela vista no diesel ou gasolina, a partir da operação de mistura obrigatória, realizada na etapa de distribuição dentro ou próximas das refinarias de petróleo. Antes desse ponto de contato, há um conjunto de atividades agrícolas que envolvem diversos itens de despesas.

Diferente da maioria dos demais países, as emissões de GEE no setor de transportes são proporcionalmente menores no Brasil, em função do uso generalizado de biocombustíveis, como a

23 Biomassa é qualquer matéria orgânica ou material biológico disponível em uma base renovável. Inclui matéria-prima derivada de animais ou plantas, como gorduras, madeira e culturas agrícolas, e resíduos orgânicos de fontes municipais e industriais (IEA, 2017).

24 Também chamados de primeira geração (1G), são obtidos por meio de tecnologias maduras, tais como etanol e biodiesel. Matérias-primas usadas nesses processos incluem cana-de-açúcar e beterraba sacarina, grãos com amido, como milho e trigo, culturas oleaginosas, como dendê, soja, colza, girassol e canola e, em alguns casos, óleo de fritura usado e gorduras animais (IEA, 2017).

25 Também chamados de segunda ou terceira geração (2G ou 3G), são obtidos a partir de matérias-primas de culturas não alimentícias. As tecnologias relacionadas incluem etanol lignocelulósico, óleo vegetal hidrotratado (HVO) produzido totalmente a partir de resíduos e matérias-primas residuais, biomassa para líquidos (BtL) e biocombustíveis produzidos a partir de matérias-primas inovadoras, como algas (IEA, 2017).

**“
o biodiesel é fundamental para, praticamente, todas as atividades agrícolas do país, uma vez que ele está presente em todo o diesel brasileiro, com exceção dos combustíveis aquaviários, nos quais não existe obrigatoriedade de mistura
”**

mistura atual de 27% de etanol anidro em carros de passeio e uma mistura de 12% de biodiesel no diesel para veículos pesados, ambos disponíveis em todos os postos de abastecimento (BRASIL, 2023)²⁶. Ademais, esses biocombustíveis estimulam a atividade econômica por meio do setor agroindustrial, criando empregos, receitas fiscais e desenvolvimento regional.

O histórico das políticas públicas para biocombustíveis começou em 1975 com o *Programa Nacional do Álcool (Proálcool)* e complementado 20 anos depois pelo *Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel* (BRASIL, 2005). O Projeto de Lei do Combustível do Futuro, apresentado em 14 de setembro de 2023 e em discussão no Congresso Nacional por meio do PL 4516/23, elenca um conjunto de medidas para estimular o uso de combustíveis sustentáveis no setor de transportes, como o diesel verde, bio-QAV, combustíveis sintéticos ou e-combustíveis e o aumento do teor de etanol na gasolina. Esse Projeto de Lei também trata da tecnologia de captura e estocagem de carbono (CCUS), uma das tecnologias que buscam a descarbonização das operações produtivas, ora em aplicação pela Petrobras e que, futuramente, poderá ser oferecida como serviço para a descarbonização da operação de outros setores²⁷.

6.2.1 Biodiesel

Segundo a ANP (RANP 45/2014), biodiesel é um “*combustível composto de alquil ésteres de ácidos carboxílicos de cadeia longa, produzido a partir da transesterificação e/ou esterificação de matérias graxas, de gorduras de origem vegetal ou animal*”. De forma simplificada, o biodiesel é produzido a partir da reação química mistura de gorduras de origem animal ou vegetal ou óleos com um álcool, como o metanol, e um catalisador. O biodiesel é considerado fonte renovável, pois é produzido a partir de vegetais, cujas matérias-primas podem ser replantadas, e de subprodutos da indústria animal. Apesar de poder ser utilizado de forma pura (B100)²⁸, o biodiesel é mais utilizado na mistura com o diesel, que resulta no diesel B. A Figura 18 apresenta o esquema da cadeia produtiva do biodiesel.

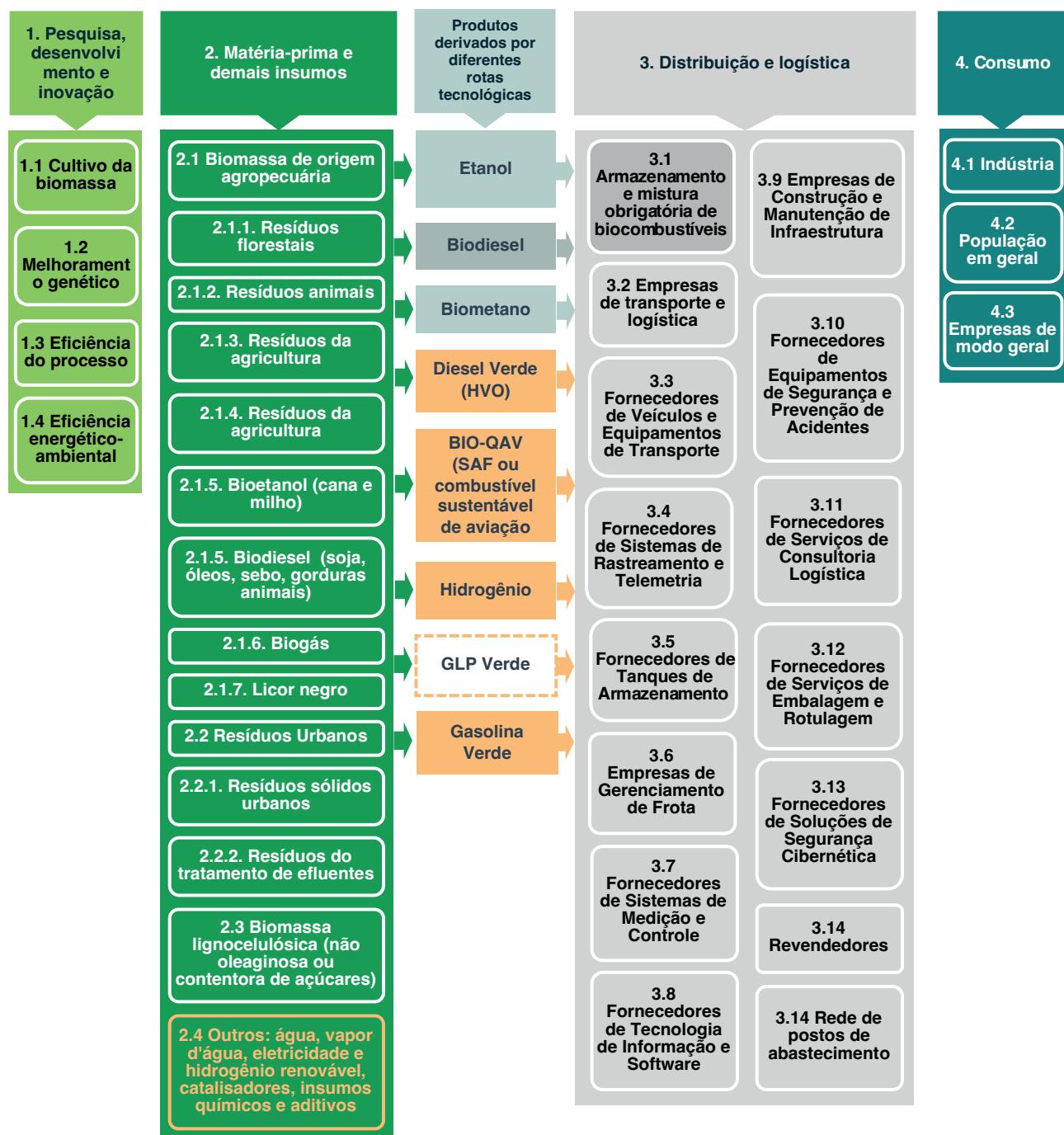
Vale ressaltar que o biodiesel é fundamental para, praticamente, todas as atividades agrícolas do país, uma vez que ele está presente em todo o diesel brasileiro, com exceção dos combustíveis aquaviários, nos quais não existe obrigatoriedade de mistura. Não somente as máquinas agrícolas dependem do combustível, como também os caminhões que realizam a maior parte do escoamento da produção agrícola nacional.

²⁶ A mistura de biodiesel deverá aumentar para 13% em 2024 e 15% em 2025, de acordo com a Resolução CNPE Nº 8 de 19/12/2023. De acordo com a proposta do projeto de lei “Combustível do Futuro”, o percentual poderá atingir até 30% caso seja constatada sua viabilidade técnica.

²⁷ Para mais informações, ver <https://epbr.com.br/petrobras-se-prepara-para-oferecer-servico-de-captura-de-carbono-a-industrias/>

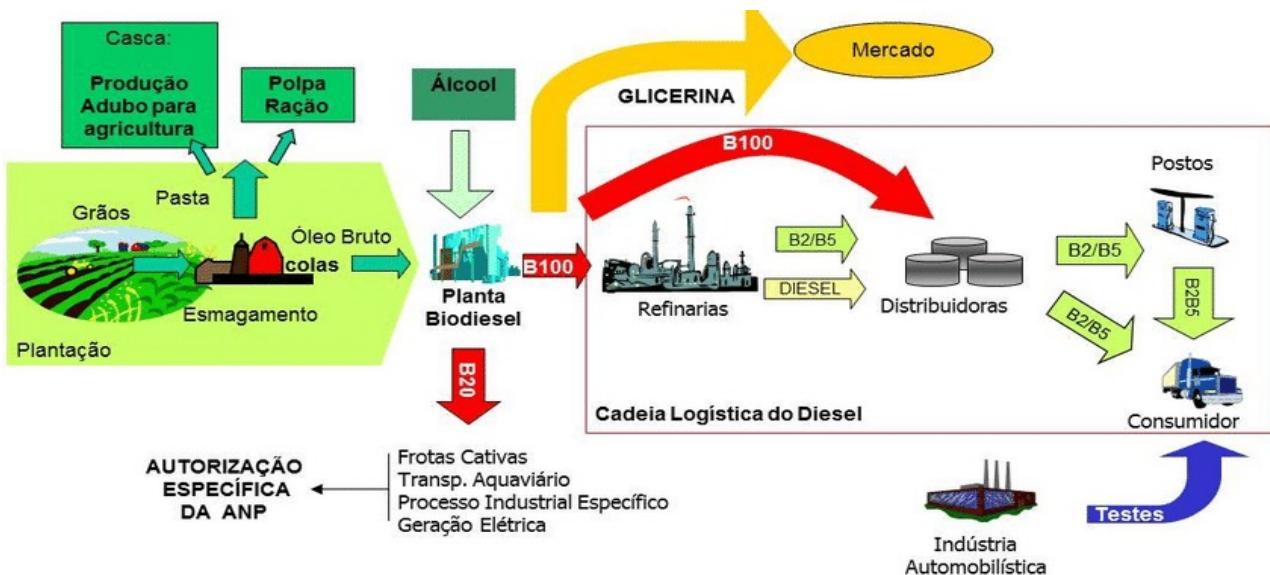
²⁸ Na prática os motores diesel não se adaptam tão bem, com problemas severos de borras e entupimentos. Tais problemas tecnológicos ainda requerem esforços em P&D para minimizar esses problemas associados com a mistura.

Figura 17 – Detalhamento da Cadeia Produtiva dos Biocombustíveis



Fonte: elaborado pela ABDI a partir de diversas fontes

Figura 18 – Cadeia Produtiva do Biodiesel



Fonte: (Castro & Carneiro, 2016) apud (ANP, 2014)

Nota: A figura é meramente ilustrativa, atualmente, a mistura obrigatória de biodiesel é de 12%, ou seja, B12.

Segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), o valor do PIB agregado das cadeias produtivas da soja e do biodiesel pode alcançar R\$ 691 bilhões em 2023, representando 28,5% do PIB do agronegócio brasileiro e 6,3% do PIB total do País²⁹. A importância do biodiesel também deverá continuar crescendo, uma vez que o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) já aprovou a elevação do percentual de mistura para 14% a partir de 1º de março de 2024, e 15% a partir de 1º de março de 2025. Com o B15, o consumo anual deverá atingir 10 bilhões de litros até 2026³⁰.

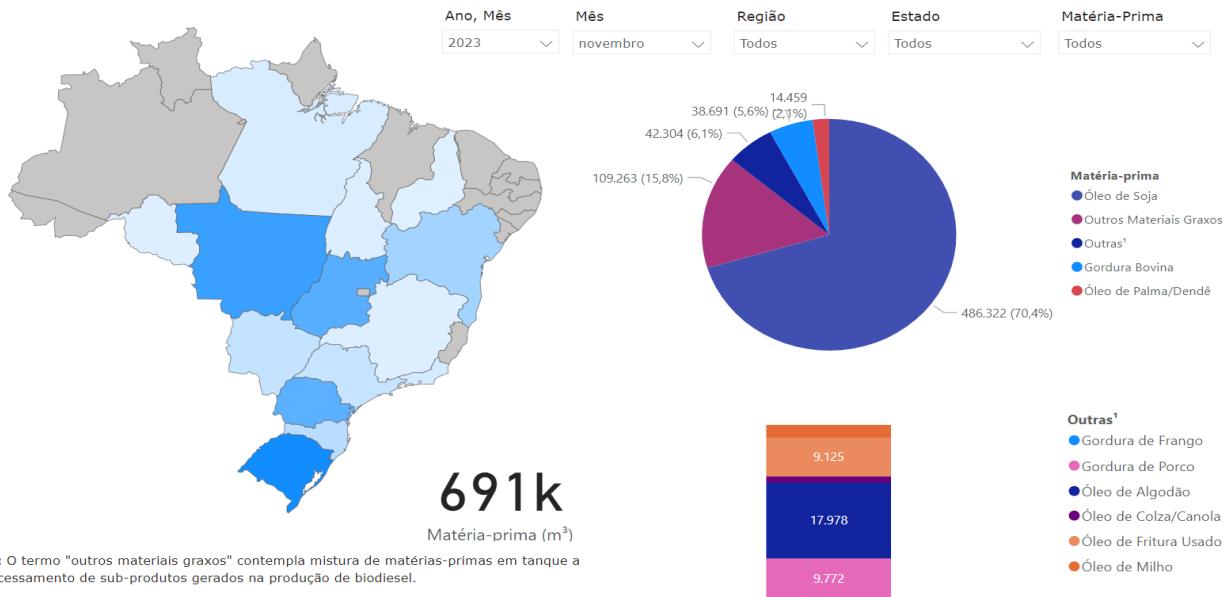
O complexo soja consolidou-se como o principal do agronegócio brasileiro, tanto em termos de área plantada, como em termos de valor da produção e das exportações, o que inclui o grão, o farelo e o óleo. Os bons resultados da produção de grãos permitem metas mais ambiciosas de mistura do biodiesel ao diesel mineral. O aumento do esmagamento interno resulta em maior disponibilidade de farelo, indispensável para a produção de proteína animal (carnes, leite e ovos).

Esse espaço no mercado global pode ser assumido pelo Brasil, deixando o mercado do biodiesel na iminência de procurar mais fornecedores. De qualquer modo, embora a cadeia produtiva seja destaque em exportações e saldo comercial, um volume significativo fica no mercado doméstico. Em 2022, a relação exportação/produção registrou 61% para a soja em grão; 53% para o farelo de soja; e 26% para o óleo de soja (CEPEA-ABIOVE, 2023). Com o crescimento do

29 Ver <https://www.cepea.org.br/br/releases/cepea-abiove-pib-da-cadeia-da-soja-e-do-biodiesel-pode-crescer-20-em-2023-e-empregos-e-exportacoes-tambem-avancam.aspx>

30 <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2023/03/governo-oficializa-ampliacao-da-mistura-de-biodiesel-no-diesel-vendido-no-pais>

Figura 19 – Principais insumos para a produção de Biodiesel



Fonte: ANP – Painel Dinâmico Matéria-Prima

uso de *commodities* e outros produtos como base para biocombustíveis, será preciso acompanhar tanto a relação entre a produção comercializada no mercado internacional e doméstico, como no seu uso para as cadeias alimentares ou energéticas. Significa que há espaço para o aumento do esmagamento interno e para agregação de valor às exportações, tanto de biodiesel (quase insignificante), como de carnes, no qual o país já é o maior exportador mundial.

Estima-se que a população ocupada na cadeia da soja e do biodiesel seja de cerca de 2,4 milhões de pessoas no primeiro trimestre de 2023, o que corresponde a 10,54% dos postos de trabalho criados no agronegócio e 2,46% do total da economia do país. Em 2022, a receita de exportações da cadeia da soja registrou US\$ 61,3 bilhões, representando 38% das exportações do agronegócio (CEPEA-ABIOVE, 2023).

Apesar da China ser o maior importador da soja brasileira (52,61% em 2022), outros mercados destacam-se como compradores, como a União Europeia (14,51%), o Sudeste Asiático (10,09%), Oriente Médio (7,49%), Leste Asiático (3,58%), África (1,76%) e América do Norte (0,75%). Ainda, outros países representam o consumo de 9,21% da soja brasileira e derivados (CEPEA-ABIOVE, 2023).

6.2.3 Diesel verde ou diesel renovável

No Brasil, a Lei 11.097/05 dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética nacional. O artigo 6º define biodiesel como “biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”. Observa-se que a lei propõe um conceito amplo para biodiesel, de forma que qualquer biocombustível derivado de biomassa utilizado em motores de ciclo diesel pode ser considerado um biodiesel. A Resolução ANP 45/2014, contudo, restringe o termo (para éster de esterificação ou transesterificação). A regulamentação técnica, nesse sentido, limita mais a inserção de outras fontes potenciais.

Atualmente, o diesel vendido no Brasil é composto de 12% de biodiesel, valor que deverá ser incrementado, gradualmente, nos próximos anos, a partir de estudos de oferta, demanda e seus impactos econômicos. Em dezembro de 2023, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) aprovou o novo cronograma de aumento de mistura do biodiesel ao diesel. Conforme nova Resolução nº 8, do dia 19 de dezembro de 2023, a mistura de 14% (B14) passa a vigorar a partir de 1º de março de 2024, e a mistura de 15% (B15) passa a vigorar a partir de 1º de março

31 ANP – Painel Dinâmico Matéria Prima. Acesso em 3 de jan 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/paineis-dinamicos-da-anp/paineis-e-mapa-dinamicos-de-produtores-de-combustiveis-e-derivados/painel-dinamico-de-produtores-de-biodiesel>>

32 ANP – Painel Dinâmico Matéria Prima. Acesso em 3 de jan 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/paineis-dinamicos-da-anp/paineis-e-mapa-dinamicos-de-produtores-de-combustiveis-e-derivados/painel-dinamico-de-produtores-de-biodiesel>>

de 2025³³. Uma mistura de biodiesel B100 com óleo diesel mineral é designada BXX, onde XX representa a porcentagem em volume de combustível biodiesel na mistura. Assim, um diesel B10 é aquele que tem 10% de Biodiesel (B100) na sua composição.

O diesel renovável ou verde é um diesel parafínico, obtido de matéria-prima renovável, adequado aos motores que trabalham no ciclo diesel. Quando se compara as especificações mundiais, existem algumas diferenças nos processos ou matérias-primas que podem ser considerados para a produção do diesel renovável.

Por exemplo, a norma europeia, EN-15940, considera os produtos obtidos pelo hidrotratamento (HDT) de óleos ou gorduras ou via gás pela síntese. Nessa norma, a única restrição quanto à procedência do CO₂ e do hidrogênio é que ambos sejam de fontes renováveis. Isso significa que podem ser derivados tanto de biomassa como através da captura de CO₂ atmosférico, combinado com hidrogênio obtido pela eletrólise da água.³⁴

No Brasil, a Resolução ANP 842 de 2021 inclui cinco opções de tecnologia de produção do diesel verde. Entretanto, a resolução limita a rota via gás de síntese à matéria-prima obtida a partir de biomassa.

6.2.4 HVO (Hydrotreated Vegetable Oil ou Óleo Vegetal Hidrotratado)

Dentre os biocombustíveis destacam-se o biodiesel, o bioetanol e os óleos vegetais hidrotratados³⁵ (HVO) (REN21, 2023). O HVO é o tipo de diesel renovável mais produzido, aquele cuja produção mais cresce no mundo, sendo o terceiro biocombustível mais consumido (atrás do etanol e do biodiesel)³⁶. Esse crescimento é explicado pelo menor custo do produto em relação às demais rotas tecnológicas; pelo desenvolvimento tecnológico historicamente constituído; e pela excelente qualidade do produto, tornando-o adequado às mais modernas tecnologias veiculares. Pode-se dizer que todo HVO é um diesel verde, mas nem todo diesel verde é um HVO, porque ele pode justamente ser produzido por outras rotas tecnológicas (PETROBRAS, 2023).

Uma das principais vantagens é que a produção de HVO pode ser feita com vários tipos de matéria-prí-

ma sem concorrer com a produção de alimentos. Ele pode ser produzido a partir de óleos vegetais, como óleo de soja, óleo de girassol, óleo de apas de madeira, além de óleo comestível residual (fritura) e gordura animal. Entretanto, esses óleos devem entrar em contato com hidrogênio sob alta pressão para ser formado o diesel verde.

Tanto o biodiesel como o HVO são derivados de biomassa renovável, produzidos a partir dos mesmos tipos de matéria-prima. Entretanto, sob o ponto de vista químico, enquanto o HVO é uma mistura de hidrocarbonetos (carbono + hidrogênio), o biodiesel é uma mistura de ésteres (carbono + hidrogênio + oxigênio).

O HVO é obtido através do processo químico de HDT. A matéria-prima é submetida a uma reação com gás hidrogênio sob condições específicas de pressão e temperatura, resultando em um combustível com características semelhantes ao diesel fóssil. Por outro lado, o biodiesel é gerado por um processo químico diferente, chamado transesterificação. Neste caso, a matéria-prima interage com o metanol, um tipo de álcool, resultando em um combustível que se diferencia do diesel derivado do petróleo (IRENA, 2019).

Como o diesel verde ou diesel renovável é quimicamente semelhante ao diesel de petróleo, esse pode ser usado em sua forma pura – chamada R100 – como um combustível *drop-in* (que não requer alteração na logística ou motores para sua utilização); ou pode ser misturado com diesel de petróleo ou com biodiesel em variadas proporções.

As misturas de diesel verde e diesel de petróleo são rotuladas com um R seguido pela porcentagem (por volume) do teor de diesel verde. Por exemplo, uma mistura de 20% de diesel verde e 80% de diesel de petróleo é chamada de diesel R20. Já uma mistura de 10% de biodiesel, 10% de diesel verde e 80% de diesel de petróleo é chamada de diesel B10R10.

O Diesel R da Petrobras é um diesel exclusivo da companhia, que contém uma parcela de diesel verde (HVO) na sua composição. Hoje, o HVO é produzido na Refinaria Presidente Getúlio Vargas (RE-PAR), em Araucária (PR), por coprocessamento de óleo diesel mineral com óleo vegetal em uma uni-

³³ De acordo com a Resolução Nº 8 de dezembro de 2023. As decisões anteriores (Resolução Nº 16 de outubro de 2018 e Resolução Nº 3 de março de 2023) definiam um incremento de 1% ao ano, atingindo 12% (B12) em 2023, 13% (B13) em 2024, 14% (B14) em 2025 e 15% (B15) em 2026.

³⁴ <https://epbr.com.br/que-diesel-e-esse-entenda-as-diferenças-entre-diesel-a-b-r-biodiesel-diesel-verde-e-hvo/>

³⁵ Estudo sobre combustíveis avançados da IRENA, considera o HVO como sinônimo do HEFA (hydroprocessed esters and fatty acids), na medida em que o HEFA abrange outras matérias-primas além dos óleos vegetais (IRENA, 2019).

³⁶ <https://epbr.com.br/que-diesel-e-esse-entenda-as-diferenças-entre-diesel-a-b-r-biodiesel-diesel-verde-e-hvo/>

dade de HDT. Na REPAR, atualmente, esse Diesel R pode ser produzido com teores que variam na saída da refinaria de 5% a 10% de HVO na composição, ou seja, teores que variam de diesel R5 a diesel R10.

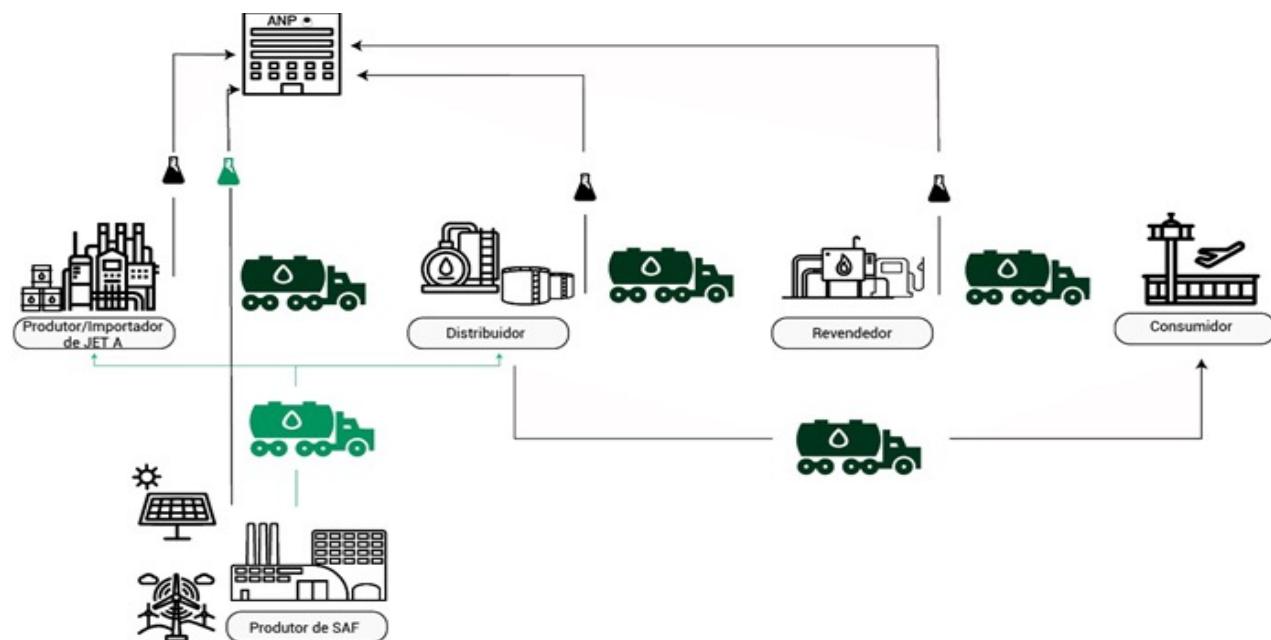
Outros projetos de coprocessamento e produção de diesel R estão sendo desenvolvidos no Brasil. Há projetos para as refinarias de Cubatão (RPBC), Paulínia (REPLAN) e Duque de Caxias (REDUC). Importante pontuar que, pela legislação vigente no país, o diesel R necessita ainda da adição obrigatória de biodiesel, no teor determinado por lei. Supondo o diesel R5 com adição de 10% de Biodiesel, ter-se-á o diesel B10R5 chegando ao consumidor.

6.2.5 SAF

No Brasil, apenas os produtores, os importadores e os distribuidores de QAV-1 podem realizar a mistura do Combustível de Aviação Sustentável (SAF). A estrutura do mercado do QAV-1 no Brasil é altamente concentrada. Em 2020, a Petrobras foi a única produtora do combustível no país, produziu cerca de 3.332 mil m³ em suas refinarias (ANP, 2021). Desse total, 7% foram produzidos na Refinaria Landulpho Alves (RLAM), vendida pela Petrobras como parte de sua estratégia de desinvestimento em 2021.

A distribuição do QAV-1 também é concentrada em três empresas, responsáveis por 99% da distribuição do combustível: a Vibra (antiga BR Distribuidora) com uma participação de 51%, seguida da Raízen (32% do mercado) e, por fim, a Air BP (15%) (ANP, 2021c). A Figura 14 apresenta o esquema da cadeia produtiva de SAF.

Figura 20 – Cadeia Produtiva de SAF



Fonte: (Castro & Carneiro, 2016)

Além das dificuldades relativas aos preços elevados dos SAF e da baixa maturidade tecnológica de algumas das possíveis rotas de produção, a necessidade desses serem combustíveis drop-in de aceitação internacional acaba por dificultar ainda mais a sua disseminação (Castro & Carneiro, 2016).

O desenvolvimento de combustíveis alternativos que atinjam as propriedades mínimas necessárias para serem considerados *drop-in* e, portanto, aproveitarem a infraestrutura e equipamentos destinados ao uso do QAV-1 já é um desafio tecnológico elevado. Acrescenta-se a esse desafio a necessidade de certificação dos SAF na norma ASTM D7566 por meio de processos demorados e altamente custosos. Além de exigir a utilização de máquinas e equipamentos de laboratórios e empresas especializadas, a certificação na ASTM exige que as empresas desenvolvedoras de SAF ganhem escala produtiva antes de garantirem a certificação. Consequentemente, o processo de certificação inviabiliza a participação de pequenas empresas com poucos recursos financeiros.

Outro ponto importante é sobre a impossibilidade de se misturar diferentes SAF ao QAV-1. Essa exigência restringe a característica *drop-in* dos SAF uma vez que, ao longo da cadeia de distribuição dos combustíveis de aviação, é preciso evitar que diferentes SAF sejam misturados. Como a construção de infraestrutura distinta para cada mistura contendo SAF seria ineficaz, há a necessidade de criação de metodologias de distribuição que organizem o fluxo dos combustíveis de aviação e que comportem as diferentes possibilidades de misturas (Castro & Carneiro, 2016).

Por fim, pelo fato de não ser possível a venda direta de SAF dos produtores aos consumidores finais, a estrutura de mercado dos segmentos que podem realizar a mistura dos SAF ao QAV-1 é um importante fator que impacta na decisão dos investimentos na produção dos combustíveis alternativos. Como a atual estrutura de produção e distribuição de QAV-1 é concentrada, os produtores de SAF ficariam reféns de poucas empresas para dar fim a sua produção e ficariam em desvantagem na negociação de preços, o que desestimularia investimentos na produção dos SAF.

A adoção comercial bem-sucedida do SAF será fortemente influenciada por políticas públicas eficazes, juntamente com um papel fundamental desempenhado pela inovação tecnológica. É crucial pesquisar matérias-primas sustentáveis, movendo-se das fontes limitadas como gordura animal e óleo de resíduos para alternativas mais abundantes e econômi-

cas, como resíduos agrícolas, culturas energéticas e resíduos sólidos municipais. A longo prazo, os combustíveis sintéticos (e-fuels), feitos com hidrogênio renovável e CO₂ de diversas origens, representam uma alternativa promissora, embora sua comercialização apresente desafios.

Dessa maneira, será essencial desenvolver projetos inovadores e disruptivos, que incluem novas configurações de estruturas de aeronaves e formas alternativas de propulsão, como aeronaves elétricas ou movidas a hidrogênio, para atingir melhorias na eficiência superiores a 2% ao ano. Isso deve ser complementado com avanços incrementais em motores, materiais, aerodinâmica e hibridização leve.

A Organização Internacional da Aviação Civil (ICAO), Agência das Nações Unidas, estabeleceu na Resolução A41-21 que os Estados-Membros devem empreender esforços para alcançar o objetivo global de longo prazo para a aviação internacional (LTAG) de emissões líquidas zero de carbono até 2050, em apoio aos objetivos do Acordo de Paris. A determinação da ICAO, prevista no Mecanismo de Redução e Compensação de Emissões da Aviação Internacional (CORSIA), é mandatória.

O CORSIA exige que as emissões de um operador aéreo que excedam uma linha de base devem ser compensadas por meio de créditos de carbono ou pelo uso de combustíveis elegíveis ao CORSIA (como o bio-QAV). Dessa forma, faz-se necessário que o valor das emissões evitadas pelo uso de bio-QAV seja bem definido. Nessa linha, o ICAO desenvolveu uma metodologia que permite aos operadores obterem as emissões totais no ciclo de vida para cada tipo de bio-QAV em termos da massa de CO₂ equivalente emitido por unidade de energia obtida. A diferença entre esse valor e o original proveniente da queima do querosene de origem fóssil (89 gCO₂e/MJ) leva às emissões totais evitadas com o uso de bio-QAV para os fins do CORSIA (IRENA, 2021).

Existem dois tipos de bio-QAV: os Combustíveis Sustentáveis de Aviação (SAF) e os Combustíveis de Aviação de Baixo Carbono (Lower Carbon Aviation Fuels – LCAF). Especificamente para SAF, as emissões totais no ciclo de vida são compostas por dois elementos principais: o Core Life Cycle Assessment (core LCA) emissions, que inclui emissões relativas ao cultivo, colheita, coleta, recuperação, processamento, extração, transporte e conversão de matéria-prima, além do transporte e distribuição do combustível e da própria combustão em um motor de aeronave; e o Induced Land-Use Change (ILUC) emissions, que considera as emissões resultantes da mudança do uso da terra, ou seja, avalia a quan-

tidade de GEE emitida pela conversão da vegetação nativa, carbono orgânico do solo, oxidação de turfeiras e sequestro de biomassa.

Os valores padrão de emissões no ciclo de vida para algumas rotas produtivas de SAF já estão definidos e publicados no documento da ICAO intitulado *CORSIA Default Life Cycle Emissions Values for CORSIA Eligible Fuels*. Neste documento são elencadas as rotas produtivas e respectivas matérias-primas já avaliadas e acompanhadas dos respectivos valores de emissão no ciclo de vida tanto para o esquema Core LCA quanto para o ILUC. Os números ainda variam com a região de produção, sendo que para o Brasil, já existem valores calculados para diversas rotas (valores em gCO₂e/MJ).

É facultado aos produtores de SAF o cálculo das próprias emissões do seu ciclo produtivo, e as orientações para isto estão contidas no documento *CORSIA Methodology for Calculating Actual Life Cycle Emissions Values*. Ao processo produtivo que optar por seguir um método que considere práticas de baixo risco de mudança do uso da terra (Low Land Use Change (LUC) Risk Practices), tais como o aumento de produtividade e o plantio em terras não utilizadas anteriormente, é dado um valor de ILUC equivalente a zero, o que significa que o combustível produzido de acordo com estas práticas possuirá emissões em seu ciclo de vida reduzidas, o que levará a um maior benefício ambiental e maiores reduções no CORSIA pelos operadores que utilizarem estes SAF.

Ademais do cálculo das emissões de CO₂ associadas aos combustíveis, o processo produtivo do combustível deve atender a critérios de sustentabilidade, que podem ser encontrados no documento *CORSIA Sustainability Criteria for CORSIA Eligible*

Fuels. Em geral, credita-se à baixa maturidade tecnológica de algumas das rotas de produção e aos elevados custos dos SAF a causa da reduzida disseminação do uso do combustível. Oito rotas tecnológicas atualmente certificadas pela *American Society for Testing and Materials* (ASTM) (IRENA, 2023). O uso de qualquer uma delas oferece uma vantagem óbvia, na medida em que poderão ter acesso imediato ao mercado.

Apesar de existirem diversos processos internacionais de certificação de combustíveis, o mais aceito é o da ASTM. No caso da certificação do QAV-1, a especificação técnica usada internacionalmente, inclusive no Brasil, é o ASTM D1655, que determina as características do querosene de aviação derivado do petróleo. Para o caso dos SAF, apesar de serem necessariamente produtos *drop-in*, ou seja, que também atendam as especificações do ASTM D1655, uma nova especificação foi necessária, a ASTM D7566 (ICAO, 2017).

O processo de certificação de um SAF pode ser demorado e custoso, o que prejudica principalmente pequenas empresas desenvolvedoras. A certificação pode levar entre três e cinco anos e custar entre US\$ 10-15 milhões (CSONKA, 2016). Uma das principais dificuldades para as pequenas empresas é o escalonamento da produção do SAF necessária para realizar os estágios do teste D4054.

Ao produtor de um SAF fica a responsabilidade de garantir a qualidade do produto, que deve seguir as especificações determinadas. Nesta etapa, a comercialização do SAF só é possível após a emissão do certificado de qualidade feito pela ANP. Destaque-se que o produtor deve informar as diferentes matérias-primas utilizadas e, caso seja utilizada mais de uma, a proporção de utilização de cada uma delas.



7 - Identificação dos gargalos e estratégias das cadeias de combustíveis



“

As flutuações de preços e quantidades nos mercados internacionais de energia afetam diretamente os custos produtivos do próprio setor, mas também da maioria das demais cadeias produtivas, impactando as decisões de investimento de longo prazo que vão determinar o desenvolvimento de novas rotas tecnológicas

”

As flutuações de preços e quantidades nos mercados internacionais de energia afetam diretamente os custos produtivos do próprio setor, mas também da maioria das demais cadeias produtivas, impactando as decisões de investimento de longo prazo que vão determinar o desenvolvimento de novas rotas tecnológicas.

De um lado, os compromissos mundialmente assumidos para o enfrentamento da crise climática apontam para a necessidade de se reduzir o uso de combustíveis fósseis. De outro lado, na conjuntura atual, os mercados de diesel atingem elevados valores¹ por conta da retomada da atividade econômica na China e EUA, das rupturas de fornecimento e do embargo sobre gás e derivados de petróleo decorrentes da guerra entre Rússia e Ucrânia, do inverno no hemisfério norte, entre outros (ECCEU, 2024).

No Brasil, historicamente, os governos têm enfrentado oscilações severas de preços do diesel e da gasolina com estratégias de controle em períodos de alta, principalmente a partir de desonerações². Este foi o expediente adotado em 2022, mas finalizado em julho de 2023, de forma que desde então a inflação carrega os efeitos dessa recomposição de impostos.

Em maio de 2023, a Petrobras anunciou o fim da política de paridade de preços de importação, ainda que continuem orientando os preços internos de combustíveis, em prol de uma estratégia comercial que visa uma “prática de preços competitivos por polo de venda, em equilíbrio com os mercados nacional e internacional, levando em consideração a melhor alternativa aos clientes e a rentabilização dos ativos da Petrobras” (PETROBRAS, 2023, p. 5). Naturalmente, tal política reverbera nos preços dos biocombustíveis, tanto aqueles utilizados como mistura no diesel e na gasolina, quanto do etanol vendido nos postos de gasolina.

1 <https://time.com/6315039/diesel-shortage/>

2 No segundo semestre de 2022, foram suprimidos tributos federais sobre o etanol e a gasolina no segundo semestre de 2022, com adiamento do término da desoneração para combustíveis leves até julho de 2023 através da Medida Provisória 11.157/1º de janeiro de 2023.

Assim, se o preço do diesel e da gasolina sobe internacionalmente, reverbera diretamente nos preços destes produtos nacionalmente, elevando também a demanda do setor energético por biocombustíveis. Esse movimento impulsiona biocombustíveis, tanto advindos de culturas da agropecuária e florestas diversas, como, especialmente, cana-de-açúcar, soja e milho. Em paralelo, pode haver **flutuações nos mercados internacionais que afetam preços e quantidades de grãos** ou outros produtos cuja biomassa é utilizada para biocombustíveis. E ainda, no curto prazo o aumento do percentual de combustíveis renováveis no óleo diesel é uma das alternativas viáveis para contornar a estabilidade de preços.

Essa maior complexidade das relações entre as cadeias produtivas da energia e agroalimentares e, portanto, entre a segurança alimentar e a energética, merece acompanhamento e estabelece oportunidades para resiliência nas cadeias. Para organizá-las, uma das estratégias possíveis seria fortalecer a economia circular, incentivando a produção de biocombustíveis a partir dos resíduos das cadeias agropecuárias. Em segundo lugar, alavancar os sistemas integrados de energia e alimentos (IFES, *Integrated Energy and Food Systems*), que consistem em fazendas estruturadas para intensificar e integrar a produção de energia e de alimentos, maximizando a sinergia na produção agropecuária e em sistemas agroflorestais (CAMPOS e GILIO, 2023). Em terceiro, evoluir na inteligência dos sistemas de informação de embarques e contratos futuros de grãos, com tecnologia avançada para estruturar bancos de dados complexos e possibilitar modelos de previsibilidade de demanda e oferta.

Tem-se, no presente, o desafio de se conciliar uma necessidade de ampliação da capacidade produtiva de combustíveis fósseis³ com a de transição energética justa. Ou seja, por razões de curto/ médio prazo a capacidade produtiva de petróleo cru e seu refino de derivados precisa expandir para atender o mercado interno sem aumentar a dependência externa, mas que atrasariam a descarbonização (PETROBRAS, 2023). De outro lado, a alternativa dos biocombustíveis ainda precisa reduzir os custos de produção e alcançar preços mais competitivos, o que requer aumento de escala, perspectivas de demanda, mecanismos de financiamento e o equacionamento de

problemas de sustentabilidade, como uso racional do solo, da água e preservação da biodiversidade.

De acordo com o Plano de Negócios 2024-2028, a Petrobras pode liderar esta trajetória ao dispor investimentos em bens de capitais (CAPEX) de US\$ 102 bilhões, sendo cerca de 72% em exploração e produção, 17% em refino, transporte e comercialização e 9% em gás e energias de baixo carbono. Do total de investimentos, 90% da carteira já está em implantação e o restante em avaliação (PETROBRAS, 2023, pp. 20-23).

O Governo Federal está bastante comprometido em multiplicar mecanismos de **financiamento para a transição energética**, considerando os diferentes setores de emissão, através de iniciativas como os Planos de Proteção e Combate ao Desmatamento na Amazônia e no Cerrado (MMA, 2023), o Plano de Transformação Ecológica (MF, 2023b), o Plano Nova Indústria Brasil (MDIC, 2024) e o Plano Nacional de Transição Energética (MME, 2023). Entre as iniciativas destes planos, tem-se a Regulação do Mercado de Carbono (PL 2148), a Taxonomia Brasileira Sustentável (MF, 2023a) e o Projeto de Lei do Combustível do Futuro (PL 5416/2023).

O Projeto de Lei de Combustível do Futuro reúne diversas estratégias para a descarbonização da matriz energética de transportes, para industrialização do país e para o incremento da eficiência energética dos veículos. Propõe a integração entre a *Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio)* e⁴ o *Programa Mobilidade Verde e Inovação MOVER (MP 1205/2023)*. Muitas delas se relacionam ao percentual regulamentado de misturas de biocombustíveis nos combustíveis fósseis.

O PL também institui o *Programa Nacional do Diesel Verde (PNDV)*, no qual será definido o percentual obrigatório de adição de biocombustíveis ao diesel fóssil. No caso do etanol anidro, eleva os limites máximo e mínimo da mistura na gasolina, condicionado à constatação da sua viabilidade técnica. E ainda, o PL propõe um marco regulatório para os combustíveis sintéticos (e-Fuel), e outro para captura e estocagem geológica de dióxido de carbono, ambos atribuídos à Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP.

³ Declaração recente de executivo da Petrobras indica que será possível ampliar o processamento de mais de 500 mil b/dia sem a necessidade de construir novas refinarias. Vide <https://epbr.com.br/petrobras-ve-espaco-para-aumentar-em-ate-500-mil-barris-dia-a-capacidade-de-refinarias-existentes/>

⁴ “RenovaBio é a Política Nacional de Biocombustíveis, instituída pela Lei nº 13.576/2017, com os seguintes objetivos: Fornecer uma importante contribuição para o cumprimento dos compromissos determinados pelo Brasil no âmbito do Acordo de Paris; Promover a adequada expansão dos biocombustíveis na matriz energética, com ênfase na regularidade do abastecimento de combustíveis; e Assegurar previsibilidade para o mercado de combustíveis, induzindo ganhos de eficiência energética e de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa na produção, comercialização e uso de biocombustíveis” (MME, 2024).

Por fim, o PL do Combustível do Futuro institui o *Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação (ProBioQAV)*, para incentivar a produção nacional de SAF a partir da obrigação de que operadores aéreos reduzam 10% das emissões de dióxido de carbono em 2037 a partir do aumento gradual da mistura de SAF ao QAV. Como visto no mapeamento, o SAF é a rota tecnológica para descarbonizar a aviação, mas atualmente representam menos de 0,1% dos combustíveis de aviação utilizados, sendo o restante QAV de origem fóssil (IEA, 2023).

Porém, há um gargalo de **modelagem financeira adequada para o desenvolvimento do setor de bio-QAV**, perante o desafio de se reduzir o risco de projetos de primeira e segunda geração, por exemplo, por meio de financiamento misto, empréstimos concessionais, subsídios de capital ou garantias de longo prazo. Assim as estratégias seriam de alavancar projetos por meio de parcerias público-privadas e consórcios de financiamento e desenvolver modelos de financiamento adequados à finalidade para usinas pioneiras e secundárias, bem como criar consórcios do setor para compartilhar o risco de projetos de primeira e segunda linha e usar compras públicas com requisitos de sustentabilidade para aumentar a participação de SAF nas viagens aéreas do setor público (McKinsey, 2022).

Tabela 9 – Gargalos Macroeconômicos e Financeiros

Macroeconômico e Financeiro		
Tipo de Gargalo	Incidência	Estratégia
Financiamento da transição energética	Melhorar a integração produtiva das biorrefinarias.	PL do Combustível do Futuro; ampliação de instrumentos de financiamento para rotas tecnológicas alternativas; Efeitos multiplicadores dos investimentos da Petrobras.
Vulnerabilidade às flutuações cambiais e aos preços e quantidades internacionais de diesel e gasolina	Etapa de refino/ principalmente derivados do petróleo	Misturas de biocombustíveis; Nova estratégia comercial da Petrobrás; Medidas anticíclicas em situações de emergência
Vulnerabilidade às flutuações cambiais e aos preços e quantidades internacionais de grãos	Etapas de insumos/ cadeias de biocombustíveis	Economia circular de resíduos; Mecanismos de previsibilidade sobre as quantidades disponíveis para os mercados internos e externos, para cadeias de alimentos e de energia
Modelagem financeira adequada para o desenvolvimento do setor de bio-QAV (SAF)	Produção agrícola, cadeia do hidrogênio renovável (e-fuels) e transporte aéreo	Viabilizar instrumentos para reduzir o risco de projetos por meio de parcerias público-privadas e consórcios de financiamento e desenvolver modelos de financiamento adequados à finalidade para usinas pioneiras e secundárias.
Instabilidade da demanda agregada da economia doméstica	Etapa de distribuição/ afeta mais cadeia do leite, ovos e piscicultura por serem mais voltadas ao mercado interno	Políticas macroeconômicas anticíclicas; desenvolver mecanismos de proteção ao consumidor de baixa renda em momentos atípicos; políticas de compra do estado.

7.2 Gargalos de Infraestrutura e Comércio

Assim como nas cadeias alimentares a infraestrutura de transportes, digital, de energia impacta significativamente as cadeias de biocombustíveis. Em especial, os **padrões estruturais da matriz de logística nacional** são um gargalo para as cadeias de combustíveis e biocombustíveis tanto por afetar sua operação, como por formatar o seu padrão de consumo. Ou seja, o fato da matriz de transportes ser muito concentrada no modal rodoviário eleva o consumo de diesel, gasolina, etanol e biodiesel, ao mesmo tempo em que pode dificultar seus próprios transportes para os postos.

Neste sentido, faz-se necessário melhorar a qualidade das rodovias e a capilaridade da malha rodoviária no território, ao mesmo tempo em que se expandam ferrovias, hidrovias e conectividade com terminais fluviais, além de maior cobertura por meio de dutos (SOARES & ZUKOWSKI JR, 2021). Espera-se que novos instrumentos financeiros, como as debêntures de infraestrutura⁵ e os investimentos previstos no Novo Plano de Aceleração do Crescimento (Novo PAC), corroborem para um parque logístico mais eficiente (CASA CIVIL, 2023).

Um dos gargalos para alavancar a resiliência nas cadeias de biocombustíveis diz respeito à **descentralização das biorrefinarias**, geralmente, de pequeno porte e associadas às

“

Assim como nas cadeias alimentares a infraestrutura de transportes, digital, de energia impacta significativamente as cadeias de biocombustíveis

”

⁵ LEI 14801/ 2024.

Tabela 10 - Gargalos de Infraestrutura e Comércio

Infraestrutura e Comércio		
Tipo de Gargalo	Incidência	Estratégia
Matriz de logística nacional apoiada em rodovias e ineficiências de integração multimodal	Cadeia de combustíveis/ downstream	Investimentos público-privados; Novo PAC; fundos constitucionais.
Descentralização das biorrefinarias	Produção e refino de combustíveis e biocombustíveis	Melhorar a integração produtiva das biorrefinarias.
Falta de consenso metodológico e alto custo de certificação de bio-QAV (SAF) e outros biocombustíveis	Cadeia de QAV/ etapa downstream	Fortalecer negociações na Compensação de Emissões da Aviação Internacional (CORSIA)
Mercado de bio-QAV (SAF) ainda não desenvolvido	Cadeia de QAV/ etapa downstream	Avaliar mandatos de mistura de bio-QAV (SAF); negociar e definir aumento do volume nos atuais acordos de compra entre produtores e clientes de SAF; Agrupar a demanda de vários setores (por exemplo, a demanda de hidrogênio para transporte marítimo, aço e aviação) para liberar economias de escala.

“

Com a ampliação da demanda por biocombustíveis, a melhor integração das biorrefinarias amplia vantagens tais quais a minimização da geração de resíduos, a promoção de sinergia entre diferentes tecnologias, o compartilhamento de equipamentos e possível autoeficiência energética ao mesmo tempo em que pode reduzir os impactos econômicos e ambientais dos aterros sanitários

”

cadeias do agronegócio. Com a ampliação da demanda por biocombustíveis, a melhor integração das biorrefinarias amplia vantagens tais quais a minimização da geração de resíduos, a promoção de sinergia entre diferentes tecnologias, o compartilhamento de equipamentos e possível autoeficiência energética ao mesmo tempo em que pode reduzir os impactos econômicos e ambientais dos aterros sanitários (ALVIM et al., 2014; ARAUJO, 2021).

Conforme destacam Romeiro et al (2021), outro gargalo nas cadeias de biocombustíveis, principalmente os de primeira e segunda geração, refere-se aos **sistemas de certificações** da qualidade técnica e impactos socioambientais de sua produção. Embora, estejam sendo usados de forma crescente, os critérios dessas certificações carecem de aprofundamentos diversos em termos de pesquisa científica. No caso do bio-QAV, houve progressos significativos, como a certificação de novas rotas de produção de bio-QAV pela ASTM, diversos aeroportos usando com sucesso sistemas de hidrantes de combustível para a entrega de misturas de bio-QAV/QAV e mais de 315.000 voos em todo o mundo usando algum percentual de biocombustíveis de aviação (IRENA, 2021).

De fato, o bio-QAV é atualmente o tipo mais certificado de SAF e a opção mais viável para ampliar o uso de SAF nas décadas de 2020 e 2030 e, provavelmente, exercerá papel importante na década de 2040, embora ao longo do tempo os combustíveis sintéticos devam ficar mais disponíveis (IRENA, 2021). O CORSIA estabeleceu uma regra para especificar o carbono, que permite às companhias aéreas comprarem compensações para serem neutras em emissões em carbono após 2020. Dessa forma, grande parte dessas compensações não deverão advir do setor de aviação e, portanto, não serão um incentivo substancial à produção de SAF⁶ no sentido de atender aos objetivos de descarbonização do setor (IRENA, 2021).

7.3 Gargalos Tecnológicos e Produtivos

Como argumentado na seção 7.1, no Brasil há necessidade de ampliação da capacidade produtiva de combustíveis fósseis e de biocombustíveis, de forma concomitante ao imperativo da transição energética justa. Nesse sentido, as dificuldades estão relacionadas, em grande medida, aos custos de produção dos biocombustíveis e outras energias renováveis, para a qual é fundamental o aumento de escala, perspectivas de demanda e mecanismos de financiamento.

O gargalo da **capacidade de refino de petróleo bruto** advém de uma trajetória de priorização do desenvolvimento da produção em águas profundas e desinvestimentos da Petrobras des-

⁶ Além do SAF, outras medidas internas ao setor são as *melhorias tecnológicas* (equipamentos/novas aeronaves etc.) e *melhorias operacionais* (otimização de rotas, redução no taxímetro etc.).

de 2016⁷. Com a justificativa de reequilibrar a dívida da estatal, foram privatizadas refinarias, empresas de distribuição de derivados e gás dentre outras, totalizando o valor dos ativos de R\$ 280,4 bilhões, segundo o Observatório Social da Petrobras até 2022. Há limites técnicos para a ampliação da produção nacional de diesel nas refinarias existentes do parque nacional, que estão sendo reavaliados internamente na Petrobras⁸, mas também possibilidades de expansão da capacidade de refino nacional em novas instalações. O atual Plano de Negócios 2024-2028 prevê investimentos em refino e logística de US\$ 16,7 bilhões, incluindo o aumento de 225 mil b/d na capacidade de processamento⁹.

Outro gargalo técnico apontado no mapeamento da cadeia do diesel e do querosene de aviação é o **teor de enxofre**, que deve atender a Resolução ANP N° 50/2013, sobre a quantidade de contaminantes presentes no óleo diesel¹⁰ - e que possivelmente poderá ser aperfeiçoada. Dada a qualidade da matéria-prima brasileira, as refinarias devem adequar o seu processo de produção de diesel à esta condição implementando alternativas de processo, como o hidrotratamento. Este vem assistindo progressos na formulação de catalisadores, otimização de parâmetros operacionais e desenvolvimento de técnicas de purificação. A redução do teor de enxofre e a remoção de outras impurezas indesejáveis objetivam minimizar os impactos negativos na saúde humana e no meio ambiente, portanto, requerem novas soluções e aprimoramento das técnicas existentes a partir de P&D (MACHADO e TORRES, 2023).

Faz-se oportuno e cauteloso avaliar se eventuais decisões de ampliação da capacidade de produção nacional de diesel de origem não renovável em curto e médio prazo estão alinhadas aos objetivos do Plano de Transição Energética ora em desenvolvimento e às missões elencadas na Nova Política Industrial, fundamentada na neoindustrialização e Transformação Ecológica.

De qualquer modo, considerando um cenário global desafiador em relação à oferta de diesel (vide seção 7.1), a garantia do fornecimento de derivados de petróleo em todo território é objetivo da Política Energética Nacional e, nesse sentido, os investimentos em infraestrutura nacional de refino contribuem para a maior resiliência da cadeia de diesel. Em que se pese o tempo necessário para a maturidade dos investimentos, como dito anteriormente, no curto prazo o aumento do **percentual de combustíveis renováveis no óleo diesel** é uma das alternativas viáveis para contornar a instabilidade de preços.

Nesse sentido, será necessária uma avaliação criteriosa desse *trade-off* entre novos investimentos em combustíveis fósseis, a esperada redução da demanda por derivados de petróleo em médio e longo prazo e as oportunidades de investimentos, geração de renda e empregos a partir da ampliação da produção e uso de biocombustíveis de primeira geração (biodiesel), bem como o desenvolvimento de outros novos biocombustíveis de segunda geração, além dos chamados sintéticos produzidos a partir de hidrogênio de baixo carbono e de biomassas e resíduos de diferentes origens.

Contudo, o **alto custo de produção dos biocombustíveis** continua sendo um obstáculo para a ampliação da produção de outros biocombustíveis, o que depende essencialmente de matérias-primas e tecnologias de conversão mais baratas, acessíveis, eficazes e sustentáveis. A matéria-prima mais utilizada na produção de biodiesel atualmente é de primeira geração, ou seja, advinda de oleaginosas comestíveis. Contudo, pelas questões ambientais e climáticas, e pelo também *trade off* com a segurança alimentar, os biodiesel de segunda a quarta geração têm sido apontados como solução (DUARTE et al., 2022).

Biodiesel a partir de matérias-primas de segunda geração provém de óleos não comestíveis, como resíduos de óleo de cozinha, óleo de semente de algodão, sebo, gorduras dentre outros aproveitamentos de economia circular. Os biocombustíveis de terceira geração, derivados de microrganismos fotossintéticos, como por exemplo, microalgas, são uma alternativa de elevada produtividade, útil ao tratamento de águas residuais, proficiência em sequestrar carbono, dentre outras vantagens. E os de quarta geração são combustíveis solares, fotobiológicos e eletrocombustíveis, a partir de conversão direta da energia solar em combustível usando matérias-primas que são inesgotáveis, baratas e amplamente disponíveis (DUARTE et al., 2022).

7 Plano Estratégico e Plano de Negócios e Gestão 2017-2021. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgkclefindmkaj/https://mz-filemanager.s3.amazonaws.com/25fdf-098-34f5-4608-b7fa-17d60b2de47d/comunicados-ao-mercado-central-de-downloads/7bb0e69fee90e12b5e6530de217d22c6e-d1e39e8a99082a3ec1e7be0ea2c12fc/fato_relevante_plano_estrategico_e_plano_de_negoci.pdf

8 <https://epbr.com.br/petrobras-ve-espaco-para-aumentar-em-ate-500-mil-barris-dia-a-capacidade-de-refinarias-existentes/>

9 <https://petrobras.com.br/quem-somos/estrategia>

10 Os óleos diesel de uso rodoviário denominados S-500, podem conter teor máximo de enxofre de 500 mg/kg, e o S-10, com teor máximo de enxofre de até 10 mg/kg, sendo obrigatório para a frota cativo de ônibus urbanos (ANP, 2022).

“

Investimentos em PD&I são cruciais para o desenvolvimento de processos de produção em ampla escala e com custos reduzidos de motores de veículos de transportes movidos a biocombustíveis, garantindo demanda para as novas matérias primas

”

A ampliação da escala e aplicações destas matérias-primas depende de estratégias coordenadas de investimentos em pesquisa, desenvolvimento & inovação (PD&I) tecnológica, integradas a estímulos de demanda, a partir de projetos públicos e/ ou privados articulados (ROMEIRO et al., 2021). A maior **escala da produção de biocombustíveis** vai depender também, a espelho da discussão nas cadeias de proteínas animal, de melhor assistência técnica e extensão rural, do ponto de vista da capacitação e da gestão da cadeia. Ademais, investimentos em PD&I são cruciais para o desenvolvimento de processos de produção em ampla escala e com custos reduzidos de motores de veículos de transportes movidos a biocombustíveis, garantindo demanda para as novas matérias primas.

Analogamente, há de se buscar tratativas **às diversas rotas tecnológicas em desenvolvimento e com diferentes níveis de prontidão tecnológica (TRL) para bio-QAV (SAF)**. Alcançar reduções significativas de emissões dos motores das aeronaves é tecnicamente possível, mas exigirá um quadro político de apoio, tanto no nível internacional (por exemplo, ICAO) quanto no nacional (IRENA, 2021). Políticas inovadoras e estáveis serão necessárias para superar a diferença de preço entre o combustível de jato derivado de combustíveis fósseis e o SAF. As políticas atuais que incentivaram a produção e o uso de combustíveis de transporte de baixa intensidade de carbono para o transporte rodoviário poderia ser adaptadas para uso preferencial na aviação.

As novas políticas poderiam estabelecer metas de redução de emissões no lugar de mandatos volumétricos, e o volume real pode variar dependendo da intensidade de carbono, em conformidade com os padrões da ICAO (IRENA, 2021). Atribuir maior peso aos SAF na mistura em relação ao diesel renovável pode ser também uma forma de incentivar e minimizar a concorrência entre os vários combustíveis de baixa intensidade de carbono. Este mesmo tipo de política (padrão de combustível de baixo carbono) também pode incentivar a participação do setor de refino de petróleo por meio do retrofit de refinarias tradicionais para produzir diesel renovável ou por meio de estratégias de co-processamento com biomassa.

A **oferta de bio-QAV** consiste em um gargalo severo, com capacidade produtiva de baixa escala, altos custos e a falta de incentivos políticos tem limitado seu desenvolvimento. No entanto, a produção e o uso desses combustíveis de baixa intensidade de carbono ainda são pequenos, contribuindo com menos de 1% de todo o combustível de aviação atualmente utilizado. Para o futuro imediato, o bio-QAV será produzido por meio do processo óleo químico/lipídico baseado em HEFA, que é relativamente simples e já está em escala comercial completa. Como resultado, as matérias-primas oleoquímicas/lipídicas geralmente são caras (mais caras do que o próprio combustível de aviação convencional), com sua sustentabilidade geral e intensidade de carbono sendo uma preocupação contínua.

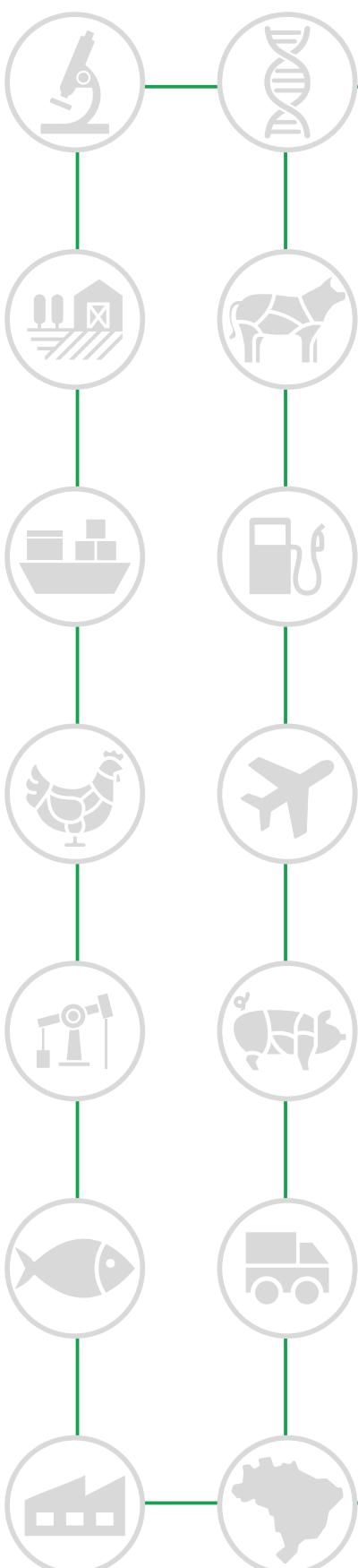
Tabela 11 - Gargalos Tecnológicos e Produtivos

Tecnológicos e Produtivos		
Tipo de Gargalo	Incidência	Estratégia
Capacidade instalada para refino de óleo diesel no limite técnico	Downstream de diesel	Investimentos da Petrobras e parceiras
Redução do teor de enxofre no diesel	Downstream do diesel	Desenvolvimento de tecnologias de hidratação entre outras, aperfeiçoamento regulatórios
Novas matérias-primas e tecnologias de conversão para a produção de biocombustíveis	Etapa de insumos de biocombustíveis	Ampliar o investimento em P&D&I no setor; alavancar aplicações e demanda de matérias-primas de segunda, terceira e quarta gerações
Escala de produção de novos biocombustíveis	Upstream de biocombustíveis	Desenvolvimento tecnológico na produção de biocombustíveis e do respectivo mercado de transportes, por exemplo, novos motores (demanda).
Diversas rotas tecnológicas em desenvolvimento e com diferentes níveis de prontidão tecnológica (TRL) para bio-QAV (SAF)	Biorrefino de SAF	Investimento em P&D para tecnologias de baixo nível tecnológico e medidas de eficiência no transporte aéreo para reduzir a demanda de energia
Alto custo de produção de bio-QAV (SAF) em relação a QAV	Produção agrícola, cadeia do hidrogênio renovável (e-fuels) e transporte aéreo	Estabelecer instrumentos para reduzir o diferencial de custo entre bio-QAV (SAF) e combustível fóssil para aviação (QAV); Reduzir os custos das matérias-primas (eletricidade renovável, hidrogênio, biomassa sustentável e CO2 capturado) e redirecionar parte do uso de biomassa do transporte rodoviário para a aviação; Criar consórcios do setor para compartilhar o risco de projetos de primeira e segunda linha e fornecer de 40 a 50 Mt SAF até 2030.

Fonte: elaborado pelo GT



8 - Considerações Finais



Neste relatório produzido pelo Grupo de Trabalho sobre Resiliência em Cadeias de Valor apresentou-se o mapeamento de algumas cadeias de proteínas animal e de biocombustíveis, uma vez que seus produtos pressionaram a inflação no período da pandemia, resvalando na segurança alimentar e energética. Em seguida, realizou-se a identificação dos principais gargalos dessas cadeias e estratégias associadas, com o intuito de prover um diagnóstico inicial que possa subsidiar a construção de políticas, planos, medidas e / ou ações de curto, médio e longo prazo.

O mapeamento aplicou a metodologia do *GVC framework*, que permitiu discernir as atividades envolvidas nas etapas de consumo, produção, processamento e distribuição e comercialização, de forma padronizada. Esta padronização facilitou a identificação conjunta de gargalos comuns, tipificados em macroeconômicos e financeiros, de infraestrutura e comércio, e de capacitação, tecnologia e produção. Para cada gargalo identificado, apontou-se em quais cadeias e suas etapas a incidência era mais severa, oferecendo uma estratégia para dirimi-los.

É preciso reconhecer as diversas limitações do mapeamento de cadeias realizado, bem como a da identificação de gargalos e estratégias oferecida, haja vista a enorme complexidade envolvida na tarefa. Entretanto, este diagnóstico deverá ser um ponto de partida para estudos técnicos específicos que levarão às políticas públicas e estratégias empresariais em prol da resiliência em cadeias de valor.

Dentre as extensões do estudo, pode-se elencar a intenção de levantamento das empresas envolvidas em cada etapa de cada cadeia, os caminhos para o *upgrading* nas cadeias de valor, o desenvolvimento de modelos de governança que aprimorem a inserção brasileira nos mercados globais, entre outros. De todo modo, à luz da visão de desenvolvimento sustentável do país para o presente e o futuro, conclui-se que a resiliência nas cadeias de alimentos e combustíveis está cada vez mais entrelaçada e demandará ações conjuntas entre os diversos agentes envolvidos.

8 - Referências Bibliográficas

- ABDE (2022). Plano de Desenvolvimento Sustentável. ABDE 2030, p. 1-127, 2022. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgclefindmkaj/> <https://abde.org.br/wp-content/uploads/2022/03/Plano-ABDE-2030-de-Desenvolvimento-Sustentavel.pdf>
- ABEAR (2023). Panorama 2022 - O setor aéreo em dados e análises. Disponível em: <https://www.abear.com.br/wp-content/uploads/2023/12/Panorama-2022-vf.pdf>.
- ABIEC (2023). Beef Report 2023: Perfil da pecuária no Brasil. Abiec, Brasília, p. 1-10, 2023. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2023-capitulo-07-perfil/>
- ABPA (2023). Relatório Anual 2023. Associação Brasileira de Proteína Animal. São Paulo, 2023. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgclefindmkaj/> <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-Anual-2023.pdf>>>
- ABRAMOVAY, R. (2021) Desafios para o sistema alimentar global. Cienc. Cult. São Paulo, vol.73, n.1, jan./mar. 2021.
- ACEMOGLU, D; JOHNSON, S (2005); ROBINSON, James A. Institutions as a fundamental cause of long-run growth. Handbook of economic growth, v. 1, p. 385-472, 2005.
- AGROSUISSE (2022). A rastreabilidade da cadeia de carne bovina no Brasil. Coalizão Brasil: clima, florestas e agricultura, 2022. Disponível: <chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgclefindmkaj/> https://www.coalizaobr.com.br/boletins/pdf/A-rastreabilidade-da-cadeia-da-carne-bovina-no-Brasil-desafios-e-oportunidades_relatorio-final-e-recomendacoes.pdf>>
- AGUIAR et al (2023). Biocombustíveis e descarbonização: oportunidades político-regulatórios para a transição energética Brasileira. Opinião FGV Energia, 03 abr. 2023.
- ANAC (2022). Pressionada por querosene de aviação, tarifa aérea média sobe 21,52% entre janeiro e abril. Brasília: Agência Nacional de Aviação Civil. Fonte: <https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2022/pressionada-por-querosene-de-aviacao-tarifa-aerea-media-sobe-21-52-entre-janeiro-e-abril>
- ANP (2014). Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis. Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Fonte: https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/arquivos-anuario-estatistico-2014/anuario_estatistico_2014.pdf
- ANP (2021). Nota Técnica Conjunta N° 10/2021/ANP. Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis -. Fonte: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimento-de-biocombustiveis/biodiesel/ntconj2021.pdf>
- ANP (2023a). Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis: 2023. Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Fonte: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/arquivos-anuario-estatistico-2023/anuario-2023.pdf>
- ANP (2023a). Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis: 2023. Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.
- ANP (2023b). Painel Dinâmico do Mercado Brasileiro de Derivados e Biocombustíveis - Comércio Exterior. Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Fonte: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiYmUzMTY0NWYtNmEzYS00ZWVjLWFkMDgtZml2NzM4ZmYzYzg4IiwidCI6IjQ0OTImNGZmLTi0YTYtNGI0Mi1iN2VmLTEyNGFmY2FkYzkxMyJ9>
- ANP (2023c). Dados Estatísticos. Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Fonte: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-estatisticos>
- ANP (2024). Autorizações para refino de petróleo. Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.
- AVILA, V. et al (2017). Produção de ovos em sistemas de base ecológica. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1 ed, 2017.
- BARRETO, Alberto G. O. P. et al (2023). A Conjuntura da Pecuária Brasileira, Tendências e Desafios. The Trade Hub, p. 1-5, julho, 2023.

BCB (2022). BANCO CENTRAL DO BRASIL. Índice de Pressão nas Cadeias de Suprimentos Brasileiras. Estudos Especiais do Banco Central do Brasil, 2022. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/conteudo/relatorioinflacao/EstudosEspeciais/EE117_Indice_de_pressao_nas_cadeias_de_suprimentos_brasileiras.pdf. Acesso em: 24 nov. 2023.

BEZERRA, Luiza M., OJIMA, Andréa (2006). Os frigoríficos e a logística de exportação da carne bovina. Pesquisa & Tecnologia, vol. 3, n.1, jan/jun 2006.

BLOCK, Nayara C. et al. (2016). Processo de Produção da Carne Bovina: dos animais ao produto final. Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial. Campo Mourão, p. 1-5, 2016.

BNDES (2012). BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades, Rio de Janeiro, 2012. BNDES Setorial 35, p.421-463.

BNDES (2018). BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Aquicultura: a nova fronteira para produção de alimentos de forma sustentável. Rio de Janeiro, v.25, n.29, p.119-170, junho, 2018.

BOLFE ET AL (2020). Agricultura Digital no Brasil: tendências, desafios e oportunidades, p. 45, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agropensa/produtos-agropensa>. Acesso em: 22 dez. 2023.

BRANDE, M.R. (2017). Modelagem do crescimento corporal e análise de cenários econômicos da produção de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em sistema semi-intensivo na região do Vale do Ribeira. 2017. 59f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto - SP, 2017;

BRASIL – GOVERNO DO PARÁ (2023). Pará lança, na COP 28, plano para rastrear individualmente todo o rebanho do Estado até 2026. Disponível em: <https://www.agenciapara.com.br/noticia/49601/para-lanca-na-cop-28-plano-para-rastrear-individualmente-todo-o-rebanho-do-estado-ate-2026>

BRASIL, MAPA (1990) - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Aprova as Normas Gerais de Inspeção de Ovos e Derivados, propostas pela Divisão de Inspeção de Carnes e Derivados - DICAR. Disponível em: <https://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2019/01/Portaria11990ovos.pdf>.

BRASIL, MAPA (2013) – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (2013). Boas práticas de manejo, transporte. Brasília: 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/arquivos-publicacoes-bem-estar-animal/transporte.pdf>

BRASIL, MAPA (2013b) – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (2013). Portaria n. 47, de 19 de março de 2013.

BRASIL, MAPA (2021) - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Potencialidades e desafios do agro 4.0. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/agricultura-digital/GT3VERSAOABNT.pdf>

BRASIL, MAPA (2022) – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Plano Nacional de Desenvolvimento da Aquicultura – PNDA 2022 - 2032. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/mpa/aquicultura-1/plano-nacional-de-desenvolvimento-da-aquicultura-pnda-2022-2032>

BRASIL, MAPA (2023) – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Portaria SDA/MAPA 864, de 31 de julho de 2023. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202308/07144502-portaria-sda-mapa-864-de-31-de-julho-de-2023-portaria-sda-mapa-864-de-31-de-julho-de-2023-dou-imprensa-nacional.pdf>

BRASIL, MAPA (2023a) - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Sumário Executivo: Leite e Derivados. Disponível em: <<chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/sumarios-executivos-de-produtos-agricolas/carnes-pdf>>

BRASIL, MAPA (2023b) - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (2023b). Sumário Executivo: Complexo de Carnes. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/sumarios-executivos-de-produtos-agricolas/carnes-pdf>

BRASIL, MAPA (2023c). MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Plano Safra. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/plano-safra/2023-2024>

BRASIL, MAPA (2023d). MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Programa Mais Leite Saudável – PMLS. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/programa-mais-leite-saudavel>

BRASIL (2005). Lei N° 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Brasília: Presidência da República.

BRASIL (2023). Governo oficializa ampliação da mistura de biodiesel no diesel vendido no país. Acesso em Acesso em Outubro de 2023, disponível em Governo do Brasil: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2023/03/governo-oficializa-ampli>

BRASIL. MDIC (2018). MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. Cadeia Agroindustrial do Leite: Diagnóstico dos fatores limitantes à competitividade. Disponível em: https://asbram.org.br/wp5/wp-content/uploads/2019/01/Estudo_do_Leite_Versao_Digital-minimizada.pdf

BRASIL. MDIC (2023). MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. Conselho aprova Plano Nacional de Fertilizantes com metas para superar dependência externa. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2023/novembro/conselho-aprova-plano-nacional-de-fertilizantes-com-metas-para-superar-dependencia-externa>

BRASIL, ME – MINISTÉRIO DO ESPORTE, MF – MINISTÉRIO DA FAZENDA (2023). Portaria de Pessoal n° 1.191. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/orgaos/spe/desenvolvimento-economico-sustentavel/gt-resiliencia-em-cadeias-de-valor/arquivos/portaria-de-pessoal-n-1191.pdf>

BRASIL, MF – MINISTÉRIO DA FAZENDA (2023). Lei cria debêntures para investimento em infraestrutura. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/1031132-lei-cria-debentures-para-investimento-em-infraestrutura/>

BRASIL, MF – Ministério da Fazenda (2023a). Taxonomia Brasileira Sustentável. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/orgaos/spe/taxonomia-sustentavel-brasileira>

BRASIL, MF – MINISTÉRIO DA FAZENDA (2023b). Plano de Transformação Ecológica. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/transformacao-ecologica>

BRASIL, ME – MINISTÉRIO DO ESPORTE, MF – MINISTÉRIO DA FAZENDA (2023). Portaria de Pessoal

n° 1.191. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/orgaos/spe/desenvolvimento-economico-sustentavel/gt-resiliencia-em-cadeias-de-valor/arquivos/portaria-de-pessoal-n-1191.pdf>

BRASIL, MF - MINISTÉRIO DA FAZENDA (2023). Portaria de Pessoal n° 1.588. Disponível em: <https://mtegovbr.sharepoint.com/:f/r/sites/SPE-SDES/Documentos%20Compartilhados/General/SDES/Setorial/GT%20Cadeias%20de%20Valor/Documentos/8.%20Outros/publica%C3%A7%C3%B5es%20oficiais?csf=1&web=1&e=bu2Fho>

BRASIL, MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2023). Nota Técnica nº 12/2023. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgjclefindmkaj/https://www.gov.br/mme/pt-br/programa-combustivel-do-futuro/sei_mme-0728875-nota-tecnica.pdf

BRASIL, MTE – MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (2021). Relatório Anual de Informações Sociais. Disponível em: <http://www.rais.gov.br/sitio/index.jsf>

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (1981). Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 24 nov. 2023.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (2017). Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regula a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ ato2015-2018/2017/decreto/d9013.htm.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (2021). Decreto 11.597, de 12 de julho de 2023. Institui o Grupo de Trabalho Interministerial sobre Resiliência em Cadeias de Valor. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ ato2023-2026/2023/decreto/D11597.htm. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (2021). Lei Complementar nº 182, de 1 de junho de 2021. Institui o marco legal das startups e do empreendedorismo inovador; e altera a Lei nº 6.404, de 15 de dezembro de 1976, e a Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp182.htm. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (2021). Lei nº 14.129, de 29 de março de 2021. Dispõe sobre princípios, regras e instrumentos para o Governo Digital e para o aumento da eficiência pública. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2021/lei/l14129.htm. Acesso em: 24 nov. 2023.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (2021). Lei nº 14.273, de 23 de dezembro de 2021. Estabelece a Lei das Ferrovias. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2021/lei/l14273.htm. Acesso em: 24 nov. 2023.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (2022). Lei Complementar nº 192, de 11 de março de 2022. Define os combustíveis sobre os quais incidirá uma única vez o Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp192.htm. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (2022). Lei Complementar nº 194, de 23 de junho de 2022. Altera a Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966 (Código Tributário Nacional), e a Lei Complementar nº 87, de 13 de setembro de 1996 (Lei Kandir). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp194.htm. Acesso em: 15 dez. 2023.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (2022). Lei nº 14.301, de 7 de janeiro de 2022. Institui o Programa de Estímulo ao Transporte por Cabotagem (BR do Mar). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2022/Lei/L14301.htm. Acesso em: 15 dez. 2023.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (2023). Projeto de Lei nº 5416/2023. Altera a Lei nº 10.637, de 30 de dezembro de 2002, e a Lei nº 10.833, de 29 de dezembro de 2003. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2402896>. Acesso em: 15 dez. 2023.

CADE (2018). Contribuições do Cade - Repensando o setor de combustíveis: medidas pró-concorrência. Conselho Administrativo de Defesa Econômica. Brasília: CADE. Fonte: <https://cdn.cade.gov.br/Portal/centrais-de-conteudo/publicacoes/contribuicoes-do-cade/repensando-setor-combustiveis-medidas-pro-concorrencia-cade.pdf>

CADE (2019). Cade e Petrobras celebram acordo para venda de refinarias de petróleo. Brasília: Conselho Administrativo de Defesa Econômica. Fonte:

<https://www.gov.br/cade/pt-br/assuntos/noticias/cade-e-petrobras-celebram-acordo-para-venda-de-refinarias-de-petroleo>

CARON, P & FAVARETO (2023). A. Articulating local and global processes to ensure the governance of food systems. Routledge: Reis & Berringer (orgs.) South-North Dialogues on Democracy, Development and Sustainability, p. 127-138, 2023.

CASA CIVIL (2023). Novo PAC: Desenvolvimento e Sustentabilidade. Brasília: 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/novopac>

CASTRO, C. (2017). O Agronegócio e os desafios da infraestrutura de transporte na região Centro-Oeste. Desenvolvimento regional no Brasil: políticas, estratégias e perspectiva. Rio de Janeiro: Ipea, 2017. Cap.8. p.247-274. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9031/1/O%20Agro-neg%C3%B3cio%20e%20os%20desafios.pdf>>. Acesso em: 07 jan.2024.

CASTRO, L. S., & CARNEIRO, R. A. (2016). Consequências do arcabouço regulatório do biodiesel brasileiro para as usinas produtoras: uma análise da situação da Bahia. Formiga: ForScience - IFMG.

CEPEA-ABIOVE (2023). Cadeia da soja e do biodiesel: PIB, empregos e comércio exterior – Primeiros Resultados e metodologia. São Paulo: Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada-Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais.

CEZAR, M. et al (2005). Sistemas de Produção de Gado de Corte no Brasil: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2005.

CILEITE (2022) - Centro de Inteligência do Leite. Embrapa, 2022. Disponível em: <<https://www.cileite.com.br/#estatisticas>>

CNA (2021). Energia solar: alternativa viável para o produtor rural. Comunicação Social – Sistema FAEP/SENAR-PR, 2021. Disponível em: <https://www.cna-brasil.org.br/noticias/energia-solar-alternativa-viavel-para-o-produtor-rural>. Acesso em 07 jan.2024.

CNDI (2024). CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. Nova Indústria Brasil: Forte, Transformadora e Sustentável. Brasília: Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/composicao/se/cndi>.

CNI (2022). CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Mapa Estratégico da Indústria. Portal da Indústria. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2023/10/mapa-estrategico-da-industria-2023-2032/>

COSTA H.; PIRES, F. (2009). Effects of Amazon and Central Brazil deforestation scenarios on the duration of the dry season in the arc of deforestation. International Journal Climatology 30:1970-1979. Disponível em <<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.2048>>.

CRS (2022). Summary of Selected Biden Administration Actions on Supply Chains. Congressional Research Service, 13 mar. 2022.

CSONKA, S. (2016). Sustainable Alternative Jet Fuel - Scene Setting discussion. CAAFI. Fonte: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/09/f33/csonka_alternative_aviation_fuel_workshop_0.pdf

DE MARCHI et al. (2020). Nurturing international Business research through Global Value Chains literature: A review and discussion of future research opportunities. International Business Review, 2020.

DE NEGRI et al (2018). Financiamento do desenvolvimento no Brasil. Ipea, Brasília, p. 1-316, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8820>

DE PADUA BOSI, A (2013). A recusa do trabalho em frigoríficos no oeste paranaense (1990-2010): a cultura da classe. Diálogos-Revista do Departamento de História e do Programa de Pós-Graduação em História, p. 309-335, 2013.

DE PAULA et al (2015). A financeirização das commodities agrícolas e o sistema agroalimentar. Estudos Sociedade e Agricultura, p. 294-314, 2015.

EMBRAPA, MAPA. Agricultura Digital: Pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1126213/agricultura-digital-pesquisa-desenvolvimento-e-inovacao-nas-cadeias-produtivas>

EMBRAPA (2019a). Silo alternativo para depósito de rações. Embrapa, 1^a ed, 2019.

EMBRAPA (2019b). Subsídios técnicos à implementação do regime aduaneiro de drawback para exportações de tilápia. Palmas: Embrapa, abr. 2019b.

EMBRAPA (2020). Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. Circular Técnica 123. Juiz de Fora MG, ago. 2020.

EMBRAPA (2024). Integrated crop-livestock-forestry systems. Embrapa 50anos, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pe-cuaria-floresta-ilpf>

EPE (2019a). Série: Série: Formação de Preços de Combustíveis - Preço de Realização. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética.

EPE (2019b). Série: Série: Formação de Preços de Combustíveis. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética. Fonte: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-413/topico-476/SP-EPE-DPG-SDB-Abast-02-2019_DistrRev.pdf

EPE (2020). Plano Decenal de Expansão de Energia 2029. Disponível em: <[chrome-extension://efaidnbmnnibpcapcglclefindmkaj/https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202029.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202029.pdf)>.

EPE (2019c). Série: Formação de Preços de Combustíveis - Tributos Incidentes sobre a Comercialização de Combustíveis no Brasil. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética.

EPE (2022). Plano Decenal de Expansão de Energia 2031. Brasília: Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética.

EPE (2023a). BEN. Relatório Síntese 2023: Ano base 2022. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia-Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em <[chrome-extension://efaidnbmnnibpcapcglclefindmkaj/https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN_S%C3%ADntese_2023_PT.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN_S%C3%ADntese_2023_PT.pdf)>

EPE (2023b). Combustíveis sintéticos. Disponível em https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-763/FS-EPE-DPG-SDB-2023-04-Combust%C3%ADveis_Sint%C3%A9ticos_2023.08.30_PT.pdf, Rio de Janeiro.

EPE (2023c). Série: Formação de Preços de Combustíveis - Entendendo a formação dos preços finais de combustíveis no. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética. Fonte: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publi>

[cacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-413/topico-594/Entendendo%20a%20Forma%C3%A7%C3%A3o%20de%20Pre%C3%A7os%20de%20Combust%C3%ADveis Julho%202023.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-687/BEN2023.pdf)

EPE (2023d). Balanço Energético Nacional 2023: Ano base 2022. Rio de Janeiro: MME-EPE. Fonte: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-687/BEN2023.pdf>

EPL (2021). PNL 2035 - Plano Nacional de Logística - Resumo. Brasília: Empresa de Planejamento e Logística - Ministério de Infraestrutura.

ESTADÃO (2022). Desinvestimentos da Petrobras somam R\$ 280 bilhões até julho. Editado por Wesley Sousa para o canal e-investidor. Fonte: <https://einvestidor.estadao.com.br/ultimas/desinvestimentos-petrobras-julho-2022/>

FEDRICK, S. (2014). Combining the Global Value Chain and global I-O approaches: Discussion paper presented at the International Conference on the Measurement of International Trade and Economic Globalization, Aguascalientes, Mexico. Disponível em: <https://un. International Conference on the Measurement of International Trade and Economic Globalization. Aguascalientes, Mexico, 29 Sep – 1 Oct 2014.>

EPRI (2021). Resilience of Global Supply Chains: Challenges and Solutions. European Parliamentary Research Service, nov. 2021.

FAEP (2023). Custo de produção na avicultura paranaense. Paraná: FAEP, 2023.

FAO (2017). Food Traceability Guide. FAO, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i7665en/I7665EN.pdf>

FAO (2021). Sustainable agri-food value chains: How policies can support the shift towards more resilient food systems. FAO, 2021.

FAO (2022). Statistical Yearbook World Food and Agriculture 2022. FAO, 2022. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>

FAO (2023). The State of Food Security and Nutrition in the World 2023. Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum. Rome, Italy, 2023.

FERNANDEZ-STARK, K.; GEREFFI, G (2019) . Global value chain analysis: A primer. Handbook on global value chains, p. 54-76, 2019.

FGV (2023). O Índice de Preços ao Produtor Amplo (IPA). FGV Ibre, 2023. Disponível em: <https://portali-bre.fgv.br/ipa>. Acesso em: 3 mar. 2023.

FRECRICK, S. (2014) Combining the Global Value Chain and global I-O approaches: Discussion paper. México, p. 1-53, set/ out. 2014. Disponível em: https://www.inegi.org.mx/eventos/2014/cge/doc/xi_paper.pdf

FREIRE JUNIOR, M.; SOARES, A.G (2020). Food loss and waste. In: PALHARES, J. C. P.; OLIVEIRA, V. B. V.; FREIRE JUNIOR, M.; CERDEIRA, A. L.; PRADO, H. A. do (Ed.). Responsible consumption and production: contributions of Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 90 p. PDF: il. color. Cap. 4, p. 31-39.

FUSER, I. (2008). A geopolítica da energia na América Latina. In.: Desafios do Desenvolvimento: v. 8, n. 66, 2011.

GARCIA, F; BERTUOL, T; TONETI, A (2006). A gestão logística integrada ao sistema de planejamento e controle da produção (PCP) na cadeia de carne de frango, nas empresas A e B, na região noroeste do Paraná. SIMPEP, São Paulo, v. 13, p. 1-10, nov. 2006.

GEREFFI, G. (2014), Global value chains in a post-Washington Consensus world, Review of International Political Economy. Review of International Political Economy, v 21, mar. 2013. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09692290.2012.756414>

IBGE (2022a). Síntese de Indicadores Sociais. In: Em 2021, pobreza tem aumento recorde e atinge 62,5 milhões de pessoas, maior nível desde 2012, 2022a. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/35687-em-2021-pobreza-tem-aumento-recorde-e-atinge-62-5-milhoes-de-pessoas-maior-nivel-desde-2012>. Acesso em: 3 mar. 2023

IBGE (2022b). Síntese de Indicadores Sociais. In: Síntese de Indicadores Sociais, 2022b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9221-sintese-de-indicadores-sociais.html>. Acesso em: 3 mar. 2023.

IBGE (2022c). PNAD Contínua. In: Taxa média de desemprego cai a 9,3% em 2022, menor patamar desde 2015, 2022c. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agen>

cia-de-noticias/noticias/36351-taxa-media-de-desemprego-cai-a-9-3-em-2022-menor-patamar-desde-2015. Acesso em: 3 mar. 2023.

IBGE (2022d). IPCA. Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?=&t=resultados>>>. Acesso em: 3 mar. 2023

IBGE (2023). PPM - Produção da Pecuária Municipal 2022. Rio de Janeiro, v. 50, p.1-12, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>

IBP (2023). Cadeia do setor de petróleo e gás natural. Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Rio de Janeiro. Fonte: <https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/snapshots/cadeia-do-setor-petroleo/>

IBP (2023). Capacidade de refino e consumo de petróleo por país. Disponível em <https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/snapshots/capacidade-de-refino-e-consumo-de-petroleo-por-pais/>.

ICAO (2017). Sustainable Aviation Fuels Guide. ICAO-UNDP-GEF. Fonte: https://www.icao.int/environmental-protection/knowledge-sharing/Docs/Sustainable%20Aviation%20Fuels%20Guide_vf.pdf

IEA. Aviation. Paris: International Energy Agency, 2023. Fonte: <https://www.iea.org/energy-system/transport/aviation#tracking>

IEA (2011). Technology Roadmap - Biofuels for Transport. Paris: International Energy Agency. Fonte: https://iea.blob.core.windows.net/assets/9ad8a5a5-34d0-4d40-b533-a8911cbe05af/Technology_Roadmap_Delivering_Sustainable_Bioenergy.pdf

IEA (2017). How2Guide for Bioenergy: Roadmap Development and Implementation. Paris: International Energy Agency. Fonte: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/1363affb-d787-4ee6-a1d4-f9c7ef8a552f/How2GuideforBioenergyRoadmapDevelopmentandImplementation.pdf>

IEA (2023). Aviation. Paris: International Energy Agency. Fonte: <https://www.iea.org/energy-system/transport/aviation#tracking>

IEA-IRENA-UNCC. (2022). The Breakthrough Agenda Report 2022 - Accelerating Sector Transitions Through Stronger International Collaboration. International Energy Agency - International Renewable

Energy Agency - UN Climate Change High-Level Champions.

IPCC (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland, 2023.

IPEA (2011). Poder de compra da Petrobras: impacto econômico nos seus fornecedores. Brasília: Ipea-Petrobras. Fonte: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/3045>

IPEA (2014). Ressurgimento da indústria naval no Brasil (2000-2013). (C. A. Campos Neto, Ed.) Brasília: IPEA. Fonte: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/3178>

IPEA (2017) Cadeias globais de valor, políticas públicas e desenvolvimento / organizadores: Ivan Tiago Machado Oliveira, Flávio Lyrio Carneiro, Edison Benedito da Silva Filho. Brasília: Ipea, 2017.

IPEA (2023) INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Mercados e preços agropecuários. Ipea, 2023. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cartadeconjuntura/index.php/tag/precos-agropecuarios/>. Acesso em: 25. nov 2023.

IRENA (2023). World Energy Transitions Outlook 2023. International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi, 2023.

IRENA (2019). Advanced biofuels. What holds them back?. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.

IRENA (2021). Reaching Zero with Renewables: Biojet fuels. Abu Dhabi.: International Renewable Energy Agency.

LEDUR, M. C. et al (2011). Melhoramento genético de aves no Brasil e as contribuições da Embrapa Suínos e Aves. Sonho, desafio e tecnologia, v. 35, p. 293-316, 2011.

LEITE-FILHO, A.T., SOARES-Filho, B.S., DAVIS, J.L. et al. Deforestation reduces rainfall and agricultural revenues in the Brazilian Amazon. Nat Commun 12, 2591 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22840-7>

MALAFIAIA, G et al (2021). Cadeia produtiva da carne bovina: contexto e desafios futuros. Campo Grande: Documentos / Embrapa Gado de Corte, nº 291, 2021.

- MALAFIA, G et al. Anuário CiCarne da cadeia produtiva da carne bovina. Campo Grande: Documentos / Embrapa Gado de Corte, nº 314; 2023.
- MARTINS, P. (2004). Políticas Públicas e mercados deprimem o resultado do sistema agroindustrial do leite. Empresa Brasileira de Agropecuária/ Embrapa Gado de Leite/ Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento, Minas Gerais, 2004.
- MARTINS et al (2011). Biotecnologia aplicada a pecuária bovina. Infoteca, 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/921068>. Acesso em: 23, nov 2023.
- MCKINSEY (2022). Technical Appendix of Making Net-Zero Aviation Possible: An industry-backed, 1,5 C-aligned transition strategy. Mission Possible Partnership.
- MCKINSEY (2022a). Making Net-Zero Aviation Possible: Executive Summary. The Mission Possible Partnership.
- MCKINSEY (2022b). Making Net-Zero, 1,50 aligned Aviation Possible: Infographics Summary. Making Possible Partnership.
- MENDES, A. P., TEIXEIRA, C. A., ROCIO, M. A., & PRATES, H. F. (2018). Mercado de Refino de Petróleo no Brasil. BNDES. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, v.24, nº 48, p. 7-44, set 2018.
- MME (2023). Cadeia de Valor do Petróleo - Apresentação. Brasília: Departamento de Informações, Estudos e Informações Energéticas-Ministério de Minas e Energia.
- MME (2023b). NOTA TÉCNICA Nº 12/2023. Brasília: MME/DBIO/SPG.
- MIROUDOT, S (2020). Interconnected Economies: Benefiting from Global Value Chains. Paris, OECD. In BALDWIN, R., and S. EVENETT (eds.), COVID-19 and Trade Policy: Why Turning Inward Won't Work. VoxEU CEPR Policy Portal.
- MORAIS, J. M. (2023). Petróleo em águas profundas: uma história da evolução tecnológica da Petrobras na exploração e produção no mar (2. ed. rev. ampl. ed.). Rio de Janeiro: IPEA. Fonte: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/12300>
- MUDAMBI, R. C. (2008). Location, control and innovation in knowledge-intensive industries. Journal of Economic Geography, p. 699-725, 2008.
- OCDE (2013). Interconnected Economies: Benefiting From Global Values Chains. Paris: OECD Publishing.
- OCDE (2021). Global Value Chains: Efficiency and Risks in the Context of COVID-19. Paris: OECD Better Policies for Better Lives, 2021.
- ONU (2021). Organização das Nações Unidas. Como as Nações Unidas apoiam os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil.
- PEDROZA, M; ROCHA, S.; ARnAUJO, C (2023). Exportações da piscicultura brasileira aumentam 3% no 2º trimestre de 2023. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2023. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1155294>. Acesso em 10 out 2023.
- PEIXE BR (2023). Anuário 2023 - Peixe BR da Piscicultura. 2023. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario/>
- PEREIRA, SANTOS et at (2008). O Uso Estratégico da Gestão Logística na Busca por um Diferencial Competitivo, 2008.
- PETROBRAS (2023a). Cadeia de Diesel/QAV e Bio-combustíveis - Oficina técnica em 27/09/2023. Brasília: Apresentação.
- PORTER, M. (1985). PORTER, M. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. New York: Free Press.b
- PORTOCARRERO et al (2021). Potencialidades e desafios do Agro 4.0: GT III "Cadeias Produtivas e Desenvolvimento de Fornecedores" Câmara do Agro 4.0 (MAPA/MCTI). Brasília, DF, 2021. cap. II, p. 22-40.
- RAMOS, M_RAMOS, S. Armazenagem agrícola no Brasil. Revista Política Agrícola. Ano XXXI, n. 3, jul./ago./set. 2022.
- REDE PENSSAN (2022). Insegurança Alimentar e Covid-19 no Brasil. São Paulo, 2022. E-book. 112p. Disponível em: <https://olheparaafome.com.br/>. Acesso em: 21 dez. 2023.
- REIS et al. (2021). Value chains of the world's top manufacturing corporations: moving from tangible to intangible activities? Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 32 No. 6, pp. 1312-1334. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2019-0306>
- REN21 (2023). Renewables 2023 - Global Status Report - Renewables in Energy Demand. Paris: REN21 Secretariat.

RODRIGUES et al (2022). Cerrado deforestation threatens regional climate and water availability for agriculture and ecosystems. *Glob. Chang. Biol.* 2022, 28, 6807–6822. Disponível em <[>>](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gcb.16386)

ROUBACH et al (2015). Aquaculture planning, development in Brazilian Federal Waters, 2015.

SACHS ET.AL (2023). Sustainable Development Report 2023: Implementing the SDG Stimulus. SDSN/Dublin University Press, 2023.

SEBRAE (2016). Mapeamento da Suinocultura Brasileira, 2016. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgkclefindmkaj/https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/Mapeamento+-+da+Suinocultura+Brasileira.pdf>

SEBRAE, EMBRAPA e INPE (2020). Desafios, tendências e oportunidades em agricultura digital no Brasil. Repositório Alice (Embrapa), 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1126283>.

SEEG (2023). Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil / 1970-2021. São Paulo: Observatório do Clima.

SHIH, S (1996). Me-Too is Not My Style. Acer Foundation, 136, Chinese Taipei. 1996.

SOARES, G. A., PINTO Jr, H. Q., & MARTINS, J. V. (2021). Arcabouço regulatório e diretrizes de políticas: os desafios para a regulamentação de combustíveis sustentáveis de aviação drop-in. *Revista Brasileira de Energia*, 27. Fonte: <https://sbpe.org.br/index.php/rbe/issue/download/62/19>

SNA (2022). Sociedade Nacional de Agricultura. Quais são os desafios da logística no agronegócio?

jan.2022. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/quais-sao-os-desafios-da-logistica-no-agronegocio/>. Acesso em: 07 jan.2024.

SOARES, C. O., ROSINHA, G. M. S (2019). Segurança alimentar, sustentabilidade e produção de proteína de origem animal. Vilela, EF; Callegaro, GM; Fernandes, GW Coord. *Biomass e agricultura: oportunidades e desafios*. Rio de Janeiro: Vertente edições, p. 149-162, 2019.

STICKLER et al (2013). Dependence of hydropower energy generation on forests in the Amazon Basin at local and regional scales. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(23), 9601-9606.

UNCTAD (2021). *World Investment Report 2021: Investing in sustainable recovery*. New York: United Nations Conference on Trade and Development, 2021.

USDA (2023). United States Department of Agriculture (EUA). WASDE Report, 2023. Disponível em: <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde>. Acesso em: 22 dez. 2023

VINHOLIS et al (2022). Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Estado de São Paulo: estudo multicasos com adotantes pioneiros, 2022.

VINHOLIS et al (2022). Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Estado de São Paulo: estudo multicasos com adotantes pioneiros. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.234057>

VILELA, Duarte (Ed.) (2016). *Pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos*. Embrapa, 2016.

WHITE HOUSE (2023). *Building a Clean Energy Economy: A guidebook to the inflation reduction Act's Investments in Clean Energy and Climate Action*, 2023.