

ANÁLISE DO MERCADO DE TRABALHO DA CADEIA PRODUTIVA DA SOJA E DO BIODIESEL NO BRASIL

LABOR MARKET ANALYSIS OF THE SOYBEAN AND BIODIESEL PRODUCTION CHAIN IN BRAZIL

Autor(es) Fernanda Cigainski Lisbinski; Helena de Moraes Santos; Rodrigo Peixoto da Silva; Nicole Rennó Castro

Filiação: CEPEA Esalq/USP; Esalq/USP; CEPEA Esalq/USP; CEPEA Esalq/USP

E-mail: lisbinskif@gmail.com; helenam.santos@usp.br; rodrigo.peixoto@cepea.org.br; nicole.castro@usp.br

Grupo de Trabalho (GT): 09. Trabalho, emprego, ocupações rurais e relações de gênero

Resumo

Este estudo analisou o mercado de trabalho da cadeia produtiva da soja e do biodiesel no Brasil, utilizando uma metodologia adaptada dos estudos de Barros et al. (2019) e Castro et al. (2020). Os dados principais foram extraídos da PNAD-Contínua do IBGE, considerando trabalhadores remunerados e não remunerados. A análise incluiu a caracterização dos trabalhadores por posição na ocupação, escolaridade, gênero e rendimentos. Os resultados indicaram que o número de pessoas ocupadas na cadeia produtiva da soja e do biodiesel aumentou de 1,14 milhão em 2012 para 2,32 milhões em 2023, refletindo a importância crescente desses setores para a economia brasileira. O segmento de agrosserviços foi o que mais cresceu, passando de aproximadamente 793 mil pessoas ocupadas em 2012 para mais de 1,6 milhão em 2023. No segmento primário, o emprego aumentou de 214 mil para 479 mil no mesmo período. Os rendimentos no segmento primário subiram de R\$ 2.730 em 2012 para R\$ 3.651 em 2023, um aumento de 33,74%. Verificou-se uma formalização crescente do emprego, com a proporção de trabalhadores com ensino médio completo aumentando de 39,72% em 2012 para 46,58% em 2023. A participação de trabalhadores com ensino superior também cresceu de 17,37% para 26,26% no mesmo período. Concluiu-se que a cadeia produtiva da soja e do biodiesel contribui para a geração de emprego e renda, proporcionando o desenvolvimento socioeconômico das regiões produtoras, principalmente Centro-oeste e Sul do Brasil. Além disso, observou-se que a modernização agrícola e a adoção de novas tecnologias elevaram os rendimentos dos trabalhadores qualificados, enquanto políticas econômicas, como a obrigatoriedade da mistura de biodiesel e incentivos governamentais, foram fundamentais para sustentar o crescimento e a estabilidade do emprego no setor.

Palavras-chave: Emprego formal; Agrosserviços; Escolaridade Rural; Rendimento do Trabalho; Modernização Agrícola.

Abstract

This study analyzed the labor market within the soybean and biodiesel production chain in Brazil, using a methodology adapted from the studies of Barros et al. (2019) and Castro et al. (2020). The main data source was IBGE's Continuous PNAD, considering both paid and unpaid workers. The analysis included a characterization of workers by occupational position, educational level, gender, and earnings. The results indicated that the number of people employed in the soybean and biodiesel production chain increased from 1.14 million in 2012 to 2.32 million in 2023, reflecting the growing importance of these sectors to the Brazilian economy. The agri-services segment showed the greatest growth, increasing from approximately 793,000 workers in 2012 to over 1.6 million in 2023. In the primary sector, employment rose from 214,000 to 479,000 over the same period. Earnings in the primary segment increased from R\$ 2,730 in 2012 to R\$ 3,651 in 2023, representing a 33.74% rise. A growing trend toward formal employment was observed, with the proportion of workers having completed high school rising from 39.72% in 2012 to 46.58% in 2023. The share of workers with higher education also grew from 17.37% to 26.26% over the same period. The study concluded that the soybean and biodiesel production chain contribute significantly to employment and income generation, promoting the socioeconomic development of producing regions, especially in the Midwest and South of Brazil. Additionally, agricultural modernization and the adoption of new technologies have increased the earnings of skilled workers, while economic policies—such as mandatory biodiesel blending and government incentives—have been essential in supporting employment growth and stability in the sector.

Key words: Formal Employment; Agri-services; Rural Education; Labor Income; Agricultural Modernization.

1. Introdução

A cadeia produtiva da soja e do biodiesel tem grande importância para a economia brasileira, não apenas por sua contribuição ao PIB nacional, mas também por sua contribuição na geração de empregos e no desenvolvimento socioeconômico regional. A soja é uma matéria-prima essencial tanto para a alimentação humana quanto animal, além de ser a principal fonte de biodiesel. Este biocombustível é fundamental para promover a sustentabilidade energética e reduzir as emissões dos gases de efeito estufa, alinhando-se aos objetivos de desenvolvimento sustentável do país (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, 2021).

Além disso, os dados da produção de soja no Brasil na safra 2022/2023 ressaltam sua importância econômica. O Brasil consolidou-se como o maior produtor mundial, atingindo uma produção de 154,60 milhões de toneladas, representando aproximadamente 41,89% da produção global nesse período. Com uma área plantada de 41,14 milhões de hectares em 2022, correspondendo a cerca de 48,07% da área total destinada às lavouras temporárias, o país obteve uma produtividade média de 3.507 kg/ha. Esses números demonstram o crescimento consistente da produção de soja no Brasil, com um aumento médio anual de 6,6% entre 2010 e 2022, culminando em um recorde histórico em 2023, com um aumento de 48,72% em relação à produção de 2010 (Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais - Abiove, 2024; Companhia Nacional de Abastecimento - Conab, 2024).

Em 2023, o Brasil também se destacou como o principal exportador global de soja em grão e farelo de soja, evidenciando sua importância no comércio mundial desse setor. As exportações da cadeia produtiva da soja e do biodiesel totalizaram US\$67,6 bilhões, sendo 78,8% desse valor correspondente à soja em grão, 17% ao farelo de soja, 3,7% ao óleo de soja, 0,2% ao biodiesel, 0,2% ao glicerol e 0,02% à proteína de soja (Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços - MDIC, 2024).

Vale destacar que, em 2023, o PIB do Brasil alcançou R\$ 10,9 trilhões, enquanto o PIB da cadeia produtiva da soja e do biodiesel foi de R\$ 635,9 bilhões, representando 23,2% do PIB do setor do agronegócio e 5,9% do PIB total do Brasil (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA-Esalq/USP e Abiove, 2024).

Neste contexto, a cadeia produtiva da soja e do biodiesel é fundamental para a geração de emprego e renda no Brasil. Este setor agrícola não apenas cria empregos diretos na agricultura, mas também gera uma ampla gama de oportunidades de trabalho em indústrias de apoio, processamento e serviços logísticos. De acordo com o Cepea e a Abiove (2024) o setor de soja gera aproximadamente 2,3 milhões de empregos diretos e indiretos, destacando-se como um dos principais empregadores no agronegócio brasileiro. Além disso, a produção de soja e biodiesel contribui para a inclusão social e o desenvolvimento regional, promovendo a melhoria das condições de vida e fomentando o crescimento econômico local. A importância deste setor se reflete na sua capacidade de mobilizar capital e recursos, resultando em um impacto socioeconômico positivo (Barros et al., 2019; Castro et al., 2020).

Além disso, a produção de soja é importante, não apenas para a economia agrícola, mas também para o desenvolvimento de indústrias de apoio e setores estratégicos, como as usinas de biodiesel e de processamento de soja. Esse setor agrícola robusto gera capital de investimento que se estende a setores não agrícolas, promovendo o crescimento urbano e econômico em regiões como o Centro-oeste brasileiro (Richards et al., 2015).

Diante do exposto, o objetivo geral desse trabalho consiste em propor e aplicar uma metodologia para mensurar e analisar o mercado de trabalho na cadeia produtiva da soja e do biodiesel no Brasil. Como objetivos específicos pretende-se mensurar a quantidade de empregos gerados pela cadeia produtiva da soja e do biodiesel, analisar o perfil dos trabalhadores empregados nesta cadeia produtiva, e avaliar o rendimento do trabalho desses trabalhadores.

A importância deste trabalho consiste em fornecer uma análise do mercado de trabalho na cadeia produtiva da soja e do biodiesel, por meio da aplicação de uma metodologia existente, mas até então não utilizada especificamente para esse segmento produtivo. A adaptação permitiu capturar as particularidades dessa cadeia, contribuindo para preencher uma lacuna na literatura sobre o tema. Este estudo contribui para a literatura existente ao oferecer uma visão detalhada e atualizada das dinâmicas de emprego nesse setor vital da economia brasileira. Além disso, os resultados desta pesquisa geram implicações práticas que podem auxiliar no desenvolvimento de políticas públicas e estratégias empresariais, com o objetivo de aumentar a eficiência produtiva, promover a sustentabilidade e fomentar o desenvolvimento socioeconômico nas regiões produtoras de soja e biodiesel. Além disso, compreender como o mercado de trabalho evolui e se adapta às mudanças econômicas e tecnológicas proporciona uma base sólida para a formulação de políticas que apoiem o crescimento do agronegócio brasileiro.

Diversos estudos têm explorado a importância da soja e do biodiesel para a economia brasileira, bem como a evolução do mercado de trabalho nesse setor. Barros (2022) examina a transformação do agronegócio brasileiro, com destaque para a soja, um dos principais produtos agrícolas do país, destacando a soja como um dos pilares do agronegócio, fundamental não apenas para o crescimento econômico, mas também para a geração de emprego e renda, contribuindo para a balança comercial brasileira e para o desenvolvimento das regiões produtoras. Castro et al. (2020) investigaram a relação entre a produção de biodiesel e a geração de emprego, enfatizando a necessidade de políticas que incentivem a sustentabilidade e a eficiência no uso de recursos. Castro e Barros (2021) analisaram a relação entre o crescimento dos rendimentos reais e a produtividade no agronegócio brasileiro e descobriram que os ganhos de produtividade no setor têm absorvido os aumentos salariais reais, mantendo os custos unitários do trabalho estáveis. Tolo et al. (2021) analisaram os impactos socioeconômicos e ambientais da produção de soja em Mato Grosso e concluíram que a produção de soja está associada a maiores áreas plantadas e à geração de empregos focados em atividades agrícolas.

Maia (2019) discutiu os benefícios do biodiesel para a redução da dependência de diesel fóssil e a criação de empregos na indústria e concluiu que a produção de biodiesel no Brasil gera empregos diretos e indiretos, promovendo o desenvolvimento regional e a qualificação da mão de obra local, contribuindo para a inclusão social e a redução da pobreza rural, apesar dos desafios relacionados à sustentabilidade e às políticas públicas. Destaca-se, ainda, os trabalhos de Menezes Filho, Campos e Komatsu (2014) e Bernardelli et al. (2024) que também contribuíram para a literatura ao examinar as mudanças estruturais no mercado de trabalho agrícola devido à mecanização e aos avanços tecnológicos, demonstrando que o aumento da mecanização e dos níveis de escolaridade está positivamente associado ao emprego formal e aos salários na agricultura brasileira. Na literatura internacional, Silalertruksa et al. (2022) investigaram os impactos da produção de biocombustíveis no desenvolvimento socioeconômico da Tailândia incluindo a geração de empregos, os efeitos econômicos no PIB e a balança comercial e concluíram que a produção de etanol e biodiesel requer de 17 a 20 vezes mais trabalhadores do que a produção de gasolina e diesel, por unidade de energia produzida.

Portanto, esses estudos demonstram a relevância da presente pesquisa além da importância econômica e social da cadeia produtiva da soja e do biodiesel, destacando seu papel na estrutura do agronegócio brasileiro e na promoção do desenvolvimento sustentável. Neste contexto, este estudo diferencia-se dos trabalhos anteriores ao aplicar uma metodologia adaptada e atualizada, ainda não utilizada em estudos anteriores aplicados à essa cadeia produtiva, permitindo um entendimento mais profundo das dinâmicas de emprego e produtividade, contribuindo para o desenvolvimento de políticas públicas eficazes e sustentáveis no agronegócio brasileiro.

2. Metodologia

2.1 Fonte de Dados

A principal fonte de informações para este estudo são os microdados da PNAD Contínua, disponibilizados pelo IBGE. A PNAD Contínua é uma pesquisa amostral que se concentra na produção de indicadores conjunturais de trabalho e rendimento, baseada em uma amostra probabilística de domicílios. Esta metodologia assegura a representatividade dos resultados para diversos níveis geográficos estabelecidos para sua divulgação (IBGE, 2014). Segundo o IBGE (2014), essa pesquisa proporcionou um ganho na precisão das estimativas em comparação com pesquisas anteriores sobre trabalho e emprego, especialmente nas áreas rurais, fator importante para o acompanhamento do mercado de trabalho no agronegócio e em cadeias produtivas agropecuárias.

Uma das vantagens da PNAD Contínua é sua capacidade de captar o mercado de trabalho informal, diferentemente da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), que abrange apenas o setor formal da economia. Além disso, a PNAD Contínua é realizada trimestralmente e seus dados são divulgados com uma pequena defasagem temporal, ao contrário de outras pesquisas de trabalho e emprego, como a RAIS, a Pesquisa Industrial Anual - Empresa (PIA-Empresa) e o Censo Agropecuário, que possuem periodicidades menores e defasagens temporais maiores. Por esses motivos, adotou-se a PNAD Contínua como padrão nessa pesquisa sobre o mercado de trabalho.

2.2 Definições e Classificações

O acompanhamento do mercado de trabalho adota a definição de agronegócio ou cadeia produtiva como um sistema com ligações a montante e a jusante a partir das atividades agropecuárias. Isso inclui os segmentos de insumos, primário, agroindustrial e de agrosserviços (Cepea, 2017).

Outra definição relevante a ser destacada é a de pessoa ocupada na cadeia produtiva de interesse. Conforme a PNAD Contínua, consideram-se ocupadas as pessoas que trabalharam pelo menos uma hora em trabalho remunerado em dinheiro, produtos, mercadorias ou benefícios (moradia, alimentação, roupas, treinamento etc.), ou em trabalho sem remuneração direta em apoio à atividade econômica de um membro do domicílio ou parente residente em outro domicílio. De acordo com o IBGE (2014), essa definição abrange as seguintes categorias de posição na ocupação:

- Empregados: Pessoas que trabalham para um empregador (pessoa física ou jurídica).
- Conta própria: Pessoas que trabalham explorando seu próprio empreendimento, sozinhas ou com sócio, sem ter empregados, com ou sem a ajuda de trabalhador familiar auxiliar.
- Empregadores: Pessoas que exploram seu próprio empreendimento, com pelo menos um empregado.
- Trabalhadores familiares auxiliares: Pessoas que trabalham sem remuneração, durante pelo menos uma hora na semana de referência, em apoio à atividade econômica de um membro do domicílio ou parente residente em outro domicílio.

Nas pesquisas trimestrais do IBGE, não são consideradas ocupadas as pessoas que trabalharam apenas na produção para o próprio consumo (IBGE, 2015). Portanto, a mensuração do emprego nas cadeias da soja e do biodiesel não inclui pessoas que atuam exclusivamente para subsistência, sendo essa uma limitação da pesquisa.

2.3 Caracterização dos Trabalhadores

A caracterização das pessoas ocupadas baseia-se em quatro atributos distintos, conforme as variáveis disponíveis na PNAD Contínua:

1. Posição na Ocupação e Categoria do Emprego;
2. Escolaridade;
3. Gênero;
4. Rendimentos.

A caracterização da posição na ocupação inclui as categorias de empregados, conta própria, empregadores e trabalhador familiar auxiliar, adicionando as diferentes subcategorias de emprego, que destacam especialmente a presença, ou ausência, de carteira de trabalho assinada para os empregados. A Tabela 1 apresenta a categorização desta característica do trabalho adotada nesta pesquisa, baseada nas categorias originais apresentadas pelo IBGE na PNAD Contínua.

Tabela 1 - Caracterização da mão de obra por posição na ocupação e categoria do emprego: categorias originais do IBGE e categorias adotadas pelo Cepea

Variável		Categorias originais IBGE (código e descrição)	Categorias Cepea (descrição e códigos)
Posição na ocupação e categoria do emprego do trabalho principal da semana de referência para pessoas de 14 anos ou mais de idade	1	Empregado no setor privado com carteira de trabalho assinada	Empregados com carteira assinada (1+3+5)
	2	Empregado no setor privado sem carteira de trabalho assinada	Empregados sem carteira assinada (2+4+6)
	3	Trabalhador doméstico com carteira de trabalho assinada	Empregadores (8)
	4	Trabalhador doméstico sem carteira de trabalho assinada	Conta própria (9)
	5	Empregado no setor público com carteira de trabalho assinada	Outros (7+10)
	6	Empregado no setor público sem carteira de trabalho assinada	
	7	Militar e servidor estatutário	
	8	Empregador	
	9	Conta-própria	
	10	Trabalhador familiar auxiliar	

Fonte: elaborado com base nos dados da PNAD contínua.

Para avaliar a evolução do nível de qualificação da mão de obra, adota-se a variável escolaridade. As categorias possíveis são: sem instrução, fundamental incompleto, fundamental completo, médio incompleto, médio completo, superior incompleto e superior completo. A análise por gênero caracteriza a mão de obra da cadeia produtiva em homens e mulheres, permitindo aferir, por exemplo, a participação feminina no mercado de trabalho.

Por fim, a análise dos rendimentos, tanto na cadeia produtiva quanto em seus segmentos, acompanha o rendimento médio mensal habitual. Esta análise não considera parcelas ou descontos esporádicos que não fazem parte do rendimento normalmente recebido, como bonificações, horas extras e 13º salário. Os valores são reais e deflacionados pelo IPCA do trimestre mais recente.

2.4 Identificação e Caracterização do Mercado de Trabalho

Esta pesquisa busca identificar, no grupo de trabalhadores brasileiros (pessoas ocupadas) da amostra da PNAD Contínua, quantos atuam na cadeia produtiva de interesse e, então, caracterizar essa mão de obra. Essa identificação foi feita inicialmente para o ano de 2012, o primeiro ano de informações da PNAD Contínua. Para determinar se um trabalhador

atua na cadeia da soja e do biodiesel, é utilizada a informação sobre a atividade na qual a pessoa trabalha, sendo que as diferentes atividades econômicas do País são classificadas na PNAD Contínua segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas Domiciliar 2.0 (CNAE-Domiciliar 2.0).

Os dados coletados junto à PNAD Contínua referem-se ao total de pessoas ocupadas nas diferentes atividades econômicas, classificadas conforme a CNAE Domiciliar 2.0. Algumas atividades da cadeia produtiva são identificadas diretamente na estrutura de atividades disponível na pesquisa; para outras, foi necessário um procedimento de identificação. Esse procedimento consiste na criação de coeficientes de abertura de atividades, conforme explicado em Castro et al. (2020). Essa classificação possibilita a obtenção de estimativas de pessoal ocupado em cada um dos segmentos da cadeia produtiva, descrita para cada segmento nas seções seguintes. Os códigos CNAE utilizados para a coleta e agregação dos dados nos diferentes segmentos da cadeia da soja e do biodiesel podem ser consultados em Cepea e Abiove (2023).

2.5 Procedimentos de Atualização e Evolução dos Dados

Uma vez obtidos os dados referentes ao quantitativo de pessoas ocupadas nas respectivas atividades CNAE, o próximo passo consiste em separar a parcela de pessoas ocupadas que pode ser associada diretamente à cadeia da soja e do biodiesel. Esses procedimentos são adotados para estabelecer, no ano de 2012 (ano de início da divulgação dos dados da PNAD Contínua), o quantitativo de pessoas ocupadas na cadeia produtiva. Após isso, outros procedimentos são realizados para atualizar esses valores ao longo do tempo. Esses procedimentos são descritos nas subseções seguintes para cada segmento da cadeia produtiva.

2.5.1 Mercado de Trabalho - Segmento Primário

Para este segmento, a identificação na PNAD Contínua é direta, pois existe a CNAE específica para o cultivo de soja, utilizada pelo Cepea: 01107 – Cultivo de Soja. Nesse caso, os números utilizados são fornecidos diretamente pelo IBGE, seja no ano base de 2012 ou no acompanhamento subsequente.

2.5.2 Mercado de Trabalho - Segmento de Insumos

Para mensurar o mercado de trabalho da cadeia da soja e do biodiesel, deve-se estimar quantas pessoas estavam trabalhando a cada ano nas atividades produtivas que fornecem insumos para a produção de soja dentro da porteira. No caso deste segmento, o número foi estimado para 2012 utilizando informações de 2010 obtidas no cálculo do PIB da cadeia da soja e do biodiesel. Especificamente, foram utilizados os coeficientes de abertura de atividades, que refletem as parcelas das vendas totais de cada atividade destinadas à produção de soja.

Para a evolução dos números de empregos do segmento de insumos de 2012 em diante, adota-se a evolução da área com soja no país, obtida junto à Conab. A hipótese por trás dessa estratégia é que a ampliação da área implica maior uso de insumos e, portanto, maior geração de empregos no segmento de insumos da cadeia produtiva. Essa estratégia tem limitações, especialmente para um prazo mais longo de acompanhamento, pois não capta mudanças na intensidade de uso de insumos pela cultura da soja. No entanto, trata-se de uma hipótese usualmente adotada, inclusive pelo IBGE, na evolução do PIB brasileiro trimestral.

Há duas exceções nesses procedimentos: as atividades produtoras de fertilizantes e defensivos. Nesses casos, considerando a importância dos insumos para a produção de soja e da soja como destino desses insumos, foram desenvolvidos procedimentos específicos de estimação e acompanhamento. Para cada ano e trimestre, o número de pessoas trabalhando na produção de fertilizantes e defensivos para a soja foi encontrado aplicando-se coeficientes de

identificação sobre os números de pessoas trabalhando na indústria mais ampla de produtos químicos, fornecidos trimestralmente pela PNAD.

2.5.3 Mercado de Trabalho - Segmento Agroindustrial

No segmento agroindustrial, as indústrias vinculadas à cadeia da soja e do biodiesel não são diretamente identificadas. As CNAEs originais em que os trabalhadores das indústrias da soja estão inseridos são as seguintes: 10022 – Fabricação de óleos vegetais e gorduras vegetais e animais; 10091 – Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de alimentos para animais; e 19030 – Produção de biocombustíveis.

Para a indústria de rações, identificou-se quanto dos trabalhadores atuantes em "10091 – Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de alimentos para animais" estão relacionados à produção de alimentos para animais especificamente e, então, refinar esse número para captar apenas uma porção que pode ser alocada na cadeia da soja e do biodiesel. Para realizar o primeiro filtro, foram estimadas as parcelas anuais de pessoas trabalhando na Fabricação de Alimentos para Animais no total de pessoas trabalhando na indústria mais ampla, por meio de informações de emprego formal por classe da CNAE fornecidas pela RAIS.

Para a indústria de biodiesel, identificou-se quantos dos trabalhadores atuantes em "19030 – Produção de biocombustíveis" estão especificamente na produção de biodiesel. Nesse caso, optou-se por não calcular o coeficiente tomando como base os empregos formais fornecidos pela RAIS, como usualmente adotado pelo Cepea, embora a estrutura CNAE da RAIS permita essa aferição. Como alternativa, foi adotada a participação do volume produzido de biodiesel no volume total de biocombustíveis (biodiesel + etanóis), com dados da ANP.

Para a indústria de esmagamento e refino de soja (óleo e farelo), identificou-se os trabalhadores dentro da atividade "10022 – Fabricação de óleos vegetais e gorduras vegetais e animais", que também envolve o processamento de outras matérias-primas. Nesse caso, a identificação da porção envolvida no processamento da soja não pode ser feita via informações de emprego formal da RAIS, que não apresentam o nível de desagregação necessário. Foram utilizadas informações da Pesquisa Industrial Anual - Produto (PIA-Produto) do IBGE sobre o valor da produção de produtos industriais, que permitiram identificar os subprodutos da soja no conjunto de produtos da indústria mais geral de fabricação de óleos vegetais e gorduras vegetais e animais.

2.5.4 Mercado de Trabalho - Segmento de Agrosserviços

Para estimar o número de pessoas atuando no segmento de agrosserviços da cadeia produtiva em 2012, foram aplicados aos números totais de pessoas ocupadas nessas atividades os mesmos percentuais utilizados para estimação do PIB (referentes a 2010): 2,81% para comércio, 2,19% para transporte e armazenamento e 1,59% para as demais atividades de serviços, podem ser consultados em Cepea e Abiove (2023).

Esses percentuais buscam aproximar o uso de serviços da economia pela cadeia produtiva em estudo. A hipótese por trás dessa estratégia metodológica é que, se 2,81% do PIB do setor de comércio é alocado na cadeia da soja e do biodiesel, 2,81% dos empregos desse setor devem fazer parte dessa cadeia produtiva. A estratégia possui limitações que devem ser consideradas ao se analisar os números. Considerando os números obtidos para cada atividade de serviços, estimou-se que 793.394 pessoas estavam ocupadas nos agrosserviços da cadeia da soja e do biodiesel em 2012.

Assim como ocorre no segmento de insumos, as parcelas mencionadas (2,81%, 2,19% e 1,59%) foram calculadas apenas para 2010. A atualização desses números para os anos subsequentes foi realizada seguindo a estratégia descrita a seguir.

Elaborou-se um índice de evolução baseado na produtividade parcial do trabalho no segmento de serviços da economia brasileira. Com base nos dados trimestrais da PNAD Contínua, obteve-se um índice da quantidade de pessoas ocupadas no segmento de serviços da economia brasileira ao longo do tempo (t), conforme a equação 1:

$$IPO\ serviços_t = \frac{PO\ serviços_t}{PO\ serviços_{t-1}} \quad (1)$$

Então, realiza-se um procedimento análogo na série de valor adicionado a preços constantes do setor de serviços brasileiro, do IBGE – chegando-se a um Índice do Valor Adicionado pelo setor de serviços da economia brasileira ao longo do tempo (IVA serviços). A equação (2) formaliza esse procedimento.

$$IVA\ serviços_t = \frac{VA\ serviços_t}{VA\ serviços_{t-1}} \quad (2)$$

A razão entre esses dois índices é também um índice ($IPr\ serviços$), que representa o comportamento da produtividade parcial do trabalho no setor de serviços da economia brasileira, conforme equação (3).

$$IPr\ serviços_t = \frac{IVA\ serviços_t}{IPO\ serviços_t} \quad (3)$$

Dessa forma, é possível estimar um índice que represente o comportamento do pessoal ocupado nos agrosserviços da cadeia da soja. Para isso, é necessário, em primeiro lugar, estabelecer o índice do Valor Adicionado a preços constantes dos agrosserviços da cadeia da soja e do biodiesel (obtido dos cálculos do PIB da cadeia produtiva). Então, esse índice é dividido pelo índice de produtividade parcial do trabalho do setor de serviços, conforme equações (4) e (5), respectivamente.

$$IVA\ agrosserviços\ soja_t = \frac{VA\ agrosserviços\ soja_t}{VA\ agrosserviços\ soja_{t-1}} \quad (4)$$

$$IPO\ agrosserviços\ soja_t = \frac{IVA\ agrosserviços\ soja_t}{IPr\ serviços_t} \quad (5)$$

O $IPO\ agrosserviços\ soja_t$ é utilizado para atualizar o quantitativo de pessoas ocupadas no segmento de agrosserviços da cadeia da soja e do biodiesel a partir de 2013. Espera-se que eventuais ganhos de produtividade no setor de serviços da economia brasileira resultem em uma redução do quantitativo necessário de pessoas empregadas no segmento de serviços e, consequentemente, nos agrosserviços da cadeia da soja e do biodiesel, diminuindo o índice. Por outro lado, aumentos no valor adicionado real gerado pelos agrosserviços da cadeia da soja e do biodiesel devem requerer um maior quantitativo de pessoas empregadas para realizar essas atividades, aumentando o índice.

3. Resultados e Discussões

3.1 Evolução do Número de Pessoas Ocupadas

Segundo Castro e Barros (2021), o agronegócio brasileiro tem se destacado pela sua capacidade de gerar postos de trabalho, mesmo diante de desafios econômicos e ambientais. A soja, como uma das principais *commodities* agrícolas do Brasil, não apenas lidera em produção e exportação, mas também sustenta uma ampla rede de empregos diretos e indiretos, promovendo o desenvolvimento regional (Richards et al., 2015). O crescimento contínuo desse

setor é impulsionado tanto pela demanda interna quanto pelos mercados internacionais, consolidando a soja como um dos principais produtos do agronegócio brasileiro. Nesta seção analisa-se os resultados obtidos a partir da metodologia desenvolvida para o mercado de trabalho na cadeia produtiva da soja e do biodiesel, avaliando o comportamento do número de pessoas ocupadas (PO) no decorrer da série construída, o perfil dessa força de trabalho e as variações ao longo dos anos.

Na Figura 1 apresenta-se a evolução do número de pessoas ocupadas na cadeia produtiva da soja e do biodiesel, por segmento com frequência trimestral de 2012 a 2023.

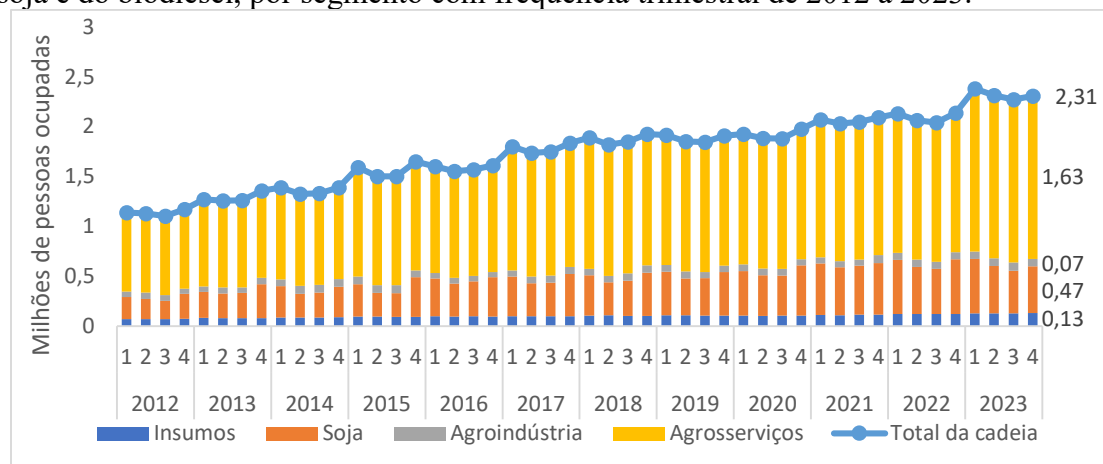


Figura 1 – Evolução do número de pessoas ocupadas na cadeia produtiva da soja e do biodiesel, por segmento – trimestral de 2012 a 2023 (em milhões de pessoas)

Fonte: Cepea e Abiove, elaborado a partir da PNAD contínua (IBGE).

Em 2012, o total de ocupados era cerca de 1,14 milhão, e em 2023 esse número chegou aos 2,32 milhões, indicando uma duplicação no período. A tendência de crescimento da PO se manteve ao longo de 2023, com estimativas que superaram os 2,2 milhões de pessoas ocupadas em todos os trimestres do ano. Os valores estimados para PO em cada trimestre de 2023 também superaram os respectivos trimestres do ano anterior, embora esse comportamento tenha variado entre os segmentos.

O aumento da mecanização e a expansão da área plantada desempenharam um papel importante na geração de empregos no setor agrícola, especialmente na produção de soja. Segundo Pereira et al. (2022) e Toloi et al. (2021), esses fatores não apenas aumentaram a eficiência produtiva, mas também ampliaram a demanda por mão de obra qualificada para operar novas tecnologias e gerenciar áreas de cultivo expandidas. Além disso, a crescente demanda global por biocombustíveis, impulsionada por políticas de sustentabilidade e programas nacionais como o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), tem fortalecido o setor de biodiesel no Brasil. Este fortalecimento resultou em um aumento da necessidade de mão de obra para atender à produção e processamento de biodiesel (Cerri et al., 2017; Silalertruksa e Gheewala, 2009).

O segmento de agrosserviços destacou-se na cadeia produtiva da soja e do biodiesel, apresentando um aumento de 793 mil pessoas ocupadas em 2012 para mais de 1,6 milhão em 2023. Esse crescimento reflete a importância crescente dos serviços relacionados ao agronegócio, como logística, comercialização e serviços financeiros. A literatura corrobora esses achados, indicando que a expansão das atividades agrícolas aumenta a demanda por serviços de suporte essenciais, como transporte, armazenamento e distribuição (Toloi et al., 2021; Pereira et al., 2012).

De acordo com Gereffi, e Lee (2016), a evolução dos serviços no agronegócio ou agrosserviços é um fenômeno impulsionado pela complexidade e pela sofisticação crescentes

das cadeias produtivas agrícolas. A globalização e a competitividade do mercado internacional exigem uma infraestrutura robusta e eficiente para garantir que os produtos agrícolas cheguem ao mercado de maneira oportuna e com qualidade. Além disso, um estudo do World Bank (2023) destaca que o desenvolvimento de serviços financeiros especializados para o agronegócio tem sido essencial para o financiamento das atividades agrícolas, o que, por sua vez, promove o crescimento do emprego neste segmento. Portanto, o aumento na quantidade de pessoas ocupadas em agrosserviços reflete tanto a expansão direta das atividades agrícolas quanto a necessidade de uma infraestrutura de suporte eficiente para atender às demandas de dessa cadeia produtiva.

O segmento primário (cultivo de soja) também cresceu, passando de 214 mil pessoas ocupadas em 2012 para 479 mil em 2023. Este aumento é um reflexo direto da expansão das áreas de cultivo de soja e do aumento da produção, conforme reportado pela Conab (2024). Destaca-se que a expansão do cultivo de soja no Brasil tem sido impulsionada por diversos fatores, incluindo a adoção de tecnologias avançadas, a disponibilidade de terras agrícolas e as condições climáticas favoráveis (Barros et al. 2019; Silva et al., 2020; Pereira e Castro, 2022).

O segmento de insumos apresentou um crescimento gradual, passando de 70 mil pessoas em 2012 para 128,6 mil em 2023. Esse crescimento está diretamente relacionado ao aumento da demanda por fertilizantes, defensivos agrícolas e outros insumos essenciais para a produção de soja. A expansão da área plantada e a intensificação do uso de tecnologias agrícolas têm sido fatores-chave que impulsionam essa demanda crescente nesse segmento (Castro et al., 2020; Mendes et al., 2019).

De acordo com Castro et al. (2020), a crescente área dedicada ao cultivo de soja e a busca por maiores rendimentos agrícolas têm levado os produtores a adotarem práticas mais intensivas de uso de insumos. A modernização da agricultura, com a implementação de tecnologias avançadas, como sementes geneticamente modificadas e sistemas de irrigação mais eficientes, também contribui para esse cenário. Esses avanços tecnológicos demandam mais insumos para maximizar a produtividade e garantir a sustentabilidade das operações agrícolas.

Além disso, Lopes, Lowery e Peroba (2016) enfatizam que a política de incentivo ao agronegócio no Brasil tem facilitado o acesso a créditos e subsídios para a aquisição de insumos agrícolas, fomentando ainda mais o crescimento desse segmento. A melhoria na logística de distribuição desses insumos, bem como o aumento da competitividade no mercado interno, são outros fatores que têm contribuído para a expansão do número de trabalhadores nesse segmento ao longo dos anos.

O segmento agroindustrial mostrou o menor crescimento proporcional, passando de 57 mil pessoas em 2012 para 75,5 mil em 2023. Este segmento abrange o processamento de soja em farelo e óleo, bem como a produção de biodiesel. O crescimento mais modesto nesse segmento pode ser atribuído à alta eficiência e automação das operações industriais, o que reduz a necessidade de mão de obra intensiva (Guzueva et al., 2020; Lima et al., 2021).

Segundo Silva (2021), a modernização e automação das plantas industriais no setor agroindustrial de soja têm permitido o aumento da produtividade sem uma correspondente necessidade de aumento no número de empregados. A implementação de tecnologias avançadas de processamento e a automação de várias etapas da produção têm sido fundamentais para manter a competitividade do setor, ao mesmo tempo em que limitam a expansão do emprego. Neste contexto, ressalta-se que as indústrias de processamento de soja e produção de biodiesel são altamente mecanizadas, com processos automatizados que requerem menos intervenção humana. Essa tendência se intensificou nos últimos anos com o advento de novas tecnologias e melhorias na eficiência dos processos industriais, resultando em um crescimento relativamente modesto no número de pessoas ocupadas, apesar do aumento na produção e processamento de soja (Pereira e Santos, 2023).

É possível observar ainda que as oscilações sazonais são evidentes, com picos de emprego no primeiro e no quarto trimestres, refletindo os ciclos de plantio e colheita da soja. Essas flutuações sazonais afetam principalmente o segmento primário (Richards et al., 2015). As variações climáticas também devem ser destacadas, pois influenciam a produtividade agrícola e, consequentemente, o número de pessoas empregadas, especialmente no segmento primário. A safra de 2023, por exemplo, foi impactada por condições climáticas adversas que retardaram a semeadura, conforme relatado pela Conab (2024). Lobell, Schlenker e Costa-Roberts (2011) e Porter et al. (2014) corroboram que as condições meteorológicas adversas podem levar a flutuações no nível de emprego agrícola, destacando a vulnerabilidade deste setor a fatores ambientais.

Em 2012, a PO dessa cadeia representava 4,87% do total de pessoas ocupadas no agronegócio e 1,27% do total de pessoas ocupadas na economia. Em 2023, essa participação aumentou para 10,07% no agronegócio e 2,35% na economia geral, conforme Figura 2. Este comportamento está diretamente ligado à crescente demanda global por soja, impulsionada pelo aumento do consumo de alimentos e biocombustíveis. Além disso, investimentos em tecnologias agrícolas e infraestrutura têm resultado em maior eficiência e produtividade, impactando na PO desse setor (Leite e Leal, 2007; Nascimento et al., 2020).

Esses avanços tecnológicos e de infraestrutura não apenas aumentam a produção, mas também geram mais empregos diretos e indiretos ao longo da cadeia produtiva. Além disso, a diversificação dos mercados de exportação, especialmente para países asiáticos, tem fortalecido ainda mais o setor, ampliando oportunidades de crescimento (Richards et al., 2015). Dessa forma, a soja tem ganhado relevância crescente para a economia do país, tanto em termos de geração de renda quanto de geração de empregos.

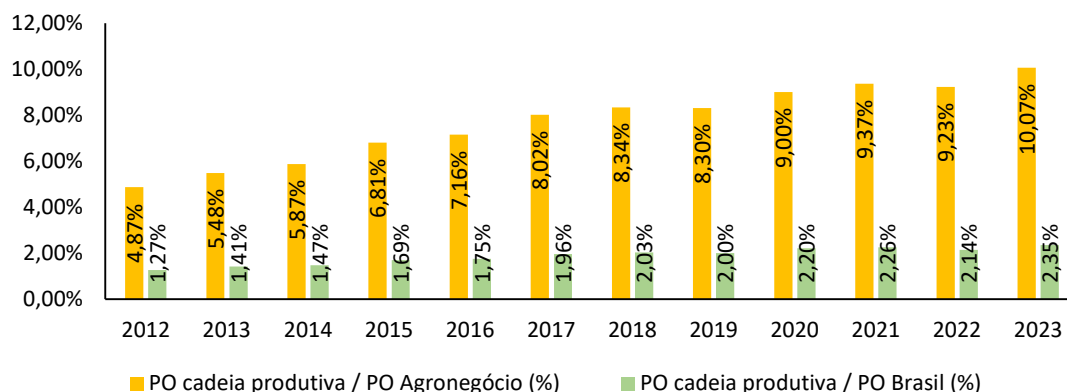


Figura 2 - Evolução da participação da PO da cadeia produtiva na PO do agronegócio brasileiro e na PO brasileira, 2012 a 2023 (em %)

Fonte: Cepea e Abiove, elaborado a partir da PNAD contínua (IBGE).

Diante disso, verificou-se que o crescimento da participação da cadeia produtiva da soja e do biodiesel no total do agronegócio e na economia brasileira pode ser explicado pela evolução das políticas públicas e incentivos fiscais voltados para o desenvolvimento sustentável e a modernização agrícola. A introdução de novas tecnologias e práticas agrícolas sustentáveis desempenha um papel essencial na expansão do setor (César et al., 2019).

3.2 Perfil da Mão de Obra

O perfil da mão de obra na cadeia produtiva da soja e do biodiesel é determinado por diversas características demográficas e socioeconômicas dos trabalhadores, como gênero, idade, escolaridade, posição na ocupação e categoria de emprego. Estudos recentes (Molina, 2015; Castro et al., 2020; Matteu, Rocha Neto e Pimenta, 2024) têm destacado a importância

de uma força de trabalho qualificada e diversificada para aumentar a produtividade e promover a sustentabilidade no agronegócio. Além disso, a evolução das políticas públicas e a introdução de novas tecnologias agrícolas têm impactado o perfil dos trabalhadores, refletindo em mudanças nas exigências de qualificação e na formalização do emprego (Schneider e Niederle, 2010; Milhorce et al., 2022). Neste contexto, esta seção examina essas características, proporcionando uma visão da composição da mão de obra na cadeia produtiva da soja e do biodiesel.

Na Tabela 2 apresenta-se os dados gerais da evolução da distribuição percentual das categorias de emprego na Cadeia Produtiva da Soja e do Biodiesel (2012-2023).

Tabela 2 – Evolução da Distribuição Percentual das Categorias de Emprego na Cadeia Produtiva da Soja e do Biodiesel (2012-2023)

Categorias de Emprego	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Empregados com Carteira Assinada	46,54%	46,67%	47,95%	47,53%	45,96%	45,09%	45,05%	44,55%	44,80%	43,69%	45,26%	46,11%
Empregados sem Carteira Assinada	13,78%	13,12%	12,22%	11,99%	12,28%	13,11%	13,53%	13,65%	12,64%	13,39%	14,69%	14,80%
Empregadores	5,10%	5,45%	5,33%	5,45%	5,61%	6,12%	6,41%	6,32%	6,35%	5,74%	5,76%	5,99%
Conta própria	23,37%	23,72%	24,02%	24,81%	26,55%	26,37%	26,00%	26,98%	27,51%	28,95%	26,75%	25,92%
Outros*	11,21%	11,04%	10,48%	10,22%	9,61%	9,30%	9,02%	8,51%	8,69%	8,22%	7,53%	7,19%

Nota: *outros inclui principalmente trabalhadores familiares auxiliares

Fonte: Cepea e Abiove, elaborado a partir da PNAD contínua (IBGE).

Empregados com Carteira Assinada representam a maior parcela da força de trabalho na cadeia produtiva da soja e do biodiesel, apresentando uma leve tendência de redução de 46,54% em 2012 para 46,11% em 2023. É possível observar um crescimento até 2014, esse crescimento inicial pode ser atribuído a políticas governamentais de incentivo à formalização do trabalho e à melhoria das condições de trabalho no setor agrícola (Silva, Lima e Batista, 2011). A formalização do emprego é essencial para garantir direitos trabalhistas e melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores, além de aumentar a produtividade e a competitividade do setor (Castro e Moreira, 2019).

Os Empregados sem Carteira Assinada, embora representem uma parcela menor da força de trabalho, aumentaram de 13,78% em 2012 para 14,80% em 2023. Esse crescimento sugere uma certa persistente de informalidade no setor, que pode ser atribuída à sazonalidade das atividades agrícolas e à dificuldade de fiscalização em áreas rurais (Bernardelli et al., 2020).

A categoria de Empregadores mostrou uma leve tendência de crescimento, passando de 5,10% em 2012 para 5,99% em 2023. Esse aumento reflete uma expansão do empreendedorismo no agronegócio, impulsionado por incentivos fiscais e programas de apoio ao desenvolvimento rural (Verma, 2005; Barman e Deka, 2019).

Os trabalhadores por Conta Própria variaram ao longo dos anos, começando em 23,37% em 2012, atingindo um pico de 28,95% em 2021, e depois diminuiu para 25,92% em 2023. Essas flutuações podem ser explicadas por fatores como a sazonalidade da produção agrícola e as mudanças nas condições econômicas que afetam a decisão de se tornar trabalhador autônomo (Trindade e Cunha, 2022).

A categoria "Outros", que inclui principalmente trabalhadores familiares auxiliares, mostrou uma tendência decrescente, diminuindo de 11,21% em 2012 para 7,19% em 2023. Essa redução pode indicar uma formalização crescente do emprego ou uma transição para outras categorias de trabalho, à medida que a mecanização e a modernização das práticas agrícolas reduzem a necessidade de mão de obra manual (Richards et al., 2015; Otchia, 2014; Prause, 2021).

O gráfico 7 apresenta dados de 2012 a 2023 que destacam a participação percentual de homens e mulheres no setor.

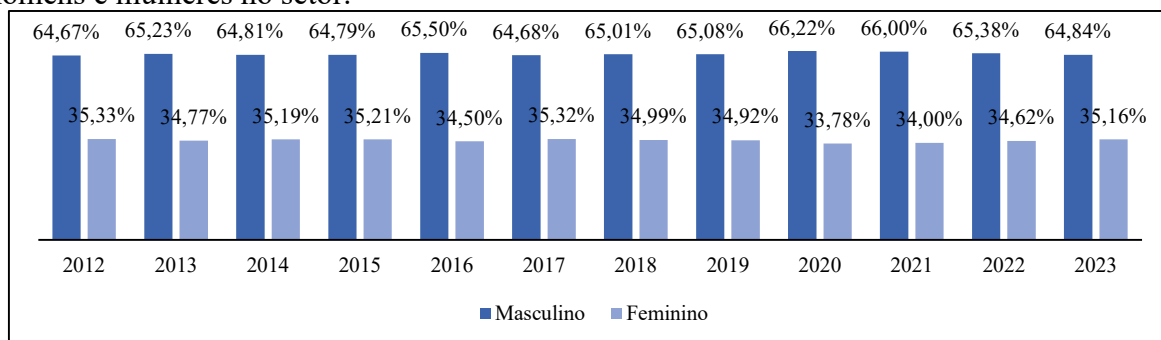


Figura 3 - Distribuição Percentual da População Ocupada por Gênero na Cadeia Produtiva da Soja e do Biodiesel (2012-2023)

Fonte: Cepea e Abiove, elaborado a partir da PNAD contínua (IBGE).

A participação masculina é predominantemente alta ao longo de todo o período, variando de 64,67% em 2012 a 64,84% em 2023. Este comportamento reflete a natureza tradicionalmente masculina do setor agrícola e agroindustrial, onde a maior parte das atividades são fisicamente exigentes e historicamente ocupadas por homens (Kurniawan, 2021). A leve oscilação observada, com picos de 66,22% em 2020 e pequenas reduções em outros anos, pode estar relacionada às variações sazonais da demanda por trabalho e às políticas de inclusão de gênero que vêm sendo implementadas ao longo dos anos.

A participação feminina, por outro lado, manteve-se mais constante, variando de 35,33% em 2012 a 35,16% em 2023. Esse comportamento reflete uma estabilidade relativa na inserção das mulheres no mercado de trabalho agrícola e agroindustrial. No entanto, nota-se um ligeiro aumento em determinados anos, como em 2020 (33,78%) e uma retomada em 2023 (35,16%). Este padrão pode ser explicado pela crescente mecanização e adoção de tecnologias que reduzem a exigência física do trabalho, tornando-o mais acessível às mulheres (Cielo, Wenningkamp e Schmidt, 2014). Além disso, iniciativas governamentais e privadas para promover a igualdade de gênero no trabalho rural têm contribuído para manter a participação feminina estável (Cerri et al., 2017).

A Figura 4 apresenta a distribuição percentual da PO na cadeia produtiva da soja e do biodiesel por nível de escolaridade entre 2012 e 2023.

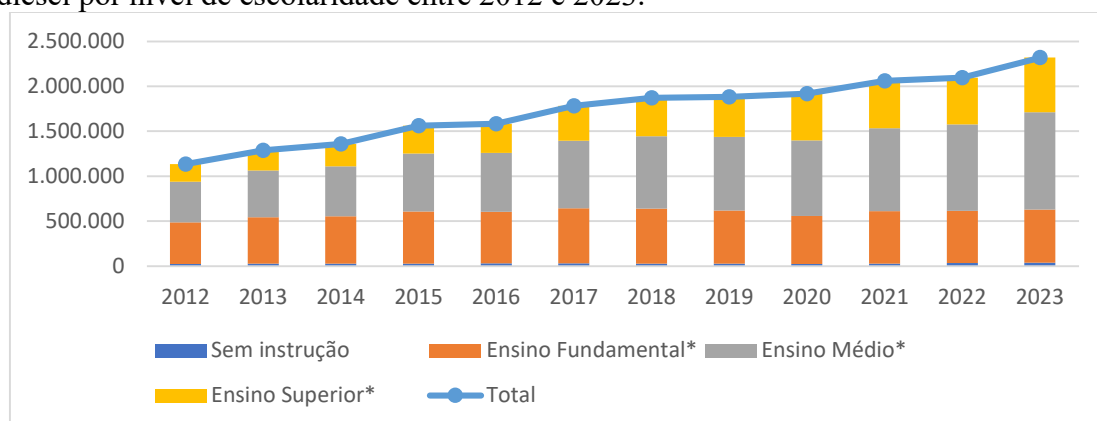


Figura 4 - Distribuição da População Ocupada por Escolaridade na Cadeia Produtiva da Soja e do Biodiesel (2012-2023)

A análise revela uma redução na porcentagem de trabalhadores sem instrução de 2,17% em 2012 para 1,58% em 2023. Essa diminuição reflete esforços contínuos para melhorar o nível

educacional dos trabalhadores no setor agrícola, bem como uma demanda crescente por habilidades básicas e especializadas. De acordo com Cerri et al. (2017), políticas governamentais focadas na formalização do emprego e na qualificação profissional têm sido fundamentais para esse progresso. Silva (2021) discute a relação entre a modernização agrícola e a necessidade de uma força de trabalho mais qualificada, enfatizando que a educação é importante para a eficiência e produtividade no setor.

A participação dos trabalhadores com ensino fundamental completo ou incompleto caiu de 40,75% em 2012 para 25,57% em 2023. Essa queda pode ser atribuída ao aumento do acesso ao ensino médio e superior, impulsionado por políticas educacionais e programas de qualificação profissional. A expansão de iniciativas governamentais voltadas para a educação e a profissionalização tem sido um fator importante nesse contexto, promovendo a elevação do nível de escolaridade da força de trabalho (Silva, 2021).

A proporção de trabalhadores com ensino médio aumentou de 39,72% em 2012 para 46,58% em 2023. Este aumento destaca a valorização do ensino médio como uma qualificação mínima necessária para muitos empregos na cadeia produtiva, especialmente em funções que envolvem a operação de máquinas e a supervisão de processos (Cavalcante Filho, Buainain e Souza Benatti, 2019). A evolução na escolaridade reflete o impacto das políticas públicas voltadas para a educação, que têm melhorado o acesso e a qualidade do ensino médio no Brasil.

A porcentagem de trabalhadores com ensino superior cresceu de 17,37% em 2012 para 26,26% em 2023. Este aumento no número de trabalhadores com formação superior reflete a crescente complexidade das operações agrícolas e industriais, que exigem conhecimentos técnicos e gerenciais avançados. Nin-Pratt e MCBride (2014) destacam a importância da educação superior na adoção de novas tecnologias e na melhoria da eficiência produtiva e apontam que a tecnificação e modernização do agronegócio brasileiro têm criado uma demanda crescente por profissionais altamente qualificados, capazes de implementar e gerenciar tecnologias inovadoras.

3.3 Rendimento Habitual Médio

O rendimento do trabalho, também conhecido como salário ou remuneração, refere-se ao valor monetário recebido pelos trabalhadores em troca de seus serviços. Este rendimento pode variar dependendo do setor de atividade, da qualificação do trabalhador e das condições econômicas. Na agricultura, e especificamente nos segmentos de soja e biodiesel, o rendimento do trabalho está intimamente ligado à produtividade, ao nível de mecanização e à qualificação da mão de obra.

A modernização agrícola e a adoção de tecnologias avançadas têm elevado os rendimentos no setor agrícola, com novos maquinários e técnicas de cultivo aprimorando a eficiência produtiva e resultando em salários mais altos para trabalhadores qualificados (Silalertruksa et al., 2012). No setor agroindustrial, a automação tem aumentado a produtividade sem a necessidade de mais empregados (World Bank, 2020). Políticas públicas e incentivos fiscais também têm se destacado para a expansão do setor, promovendo o desenvolvimento sustentável e aumentando a competitividade (Neves et al., 2012).

No segmento de soja, a crescente demanda global e a expansão das exportações têm incentivado investimentos em tecnologia e infraestrutura, resultando em melhores condições de trabalho e rendimentos mais elevados para os trabalhadores (Food and Agriculture Organization - FAO, 2020; USDA, 2021). A produção de biodiesel beneficia-se de políticas de sustentabilidade e de incentivos governamentais, o que também se traduz em rendimentos mais competitivos para os trabalhadores envolvidos (IEA, 2019; EPE, 2021).

Além disso, a literatura existente destaca que o rendimento do trabalho na agricultura pode ser influenciado por diversos fatores, como a sazonalidade da produção, as condições

climáticas e as políticas agrícolas. A cadeia produtiva da soja e do biodiesel no Brasil tem exibido uma tendência de crescimento nos rendimentos, impulsionada pela modernização agrícola e pela maior demanda por biocombustíveis. Essas melhorias estão relacionadas à implementação de novas tecnologias e práticas agrícolas sustentáveis que aumentam a eficiência e a produtividade (FAO, 2020; USDA, 2021; IEA, 2019; EPE, 2021).

Neste contexto, na Tabela 3 apresenta-se a evolução anual do rendimento habitual médio real do trabalho principal na cadeia produtiva da soja e do biodiesel, maiores detalhes de segmentos e subsegmentos estão disponíveis no apêndice A.

Tabela 3 - Comparativo anual do rendimento habitual médio real do trabalho principal na cadeia produtiva da soja e do biodiesel (em R\$ do quarto trimestre de 2023, deflacionados pelo IPCA)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Insumos	3.059	3.168	3.437	3.294	3.075	3.228	3.421	3.465	3.574	3.118	2.980	2.998
Primário (soja)	2.730	3.148	3.362	3.245	3.176	3.244	3.380	3.671	4.075	3.280	3.577	3.651
Agroindústria	2.221	2.307	2.124	2.236	2.379	2.396	2.590	2.296	3.300	2.580	2.463	2.558
Agrosserviços	2.959	3.044	3.069	3.007	2.981	2.976	2.979	2.987	3.091	2.886	2.891	3.027
Total Cadeia da Soja e do Biodiesel	2.885	3.039	3.097	3.031	3.011	3.024	3.071	3.138	3.351	2.986	3.046	3.138

Fonte: Cepea e Abiove, elaborado a partir da PNAD contínua (IBGE).

Os dados da Tabela 3 mostram uma variação nos rendimentos entre os diferentes segmentos e subsegmentos da cadeia produtiva da soja e do biodiesel. O rendimento médio total aumentou de R\$ 2.885 em 2012 para R\$ 3.138 em 2023, indicando uma melhoria de 8,77% no período. Esse crescimento é impulsionado pela necessidade crescente de mão de obra qualificada e pela implementação de novas tecnologias que exigem conhecimentos mais especializados. A modernização da agricultura, com a adoção de tecnologias avançadas, tem aumentado a necessidade de trabalhadores qualificados, resultando em melhores remunerações. O impacto das políticas de sustentabilidade e incentivos governamentais na produção de biodiesel também contribui para rendimentos mais competitivos (De Pintor, De Pintor e Piacenti, 2021; Medeiros Costa, Costa Reis e Ferreira, 2012).

Os rendimentos no segmento de insumos diminuíram de R\$ 3.059 em 2012 para R\$ 2.998 em 2023, mostrando uma leve oscilação ao longo dos anos. Apesar de uma ligeira queda recente, o crescimento de 0,64% entre 2022 e 2023 sugere uma estabilidade nos rendimentos. Isso pode estar associado ao desenvolvimento contínuo de tecnologias e à demanda constante por fertilizantes e defensivos agrícolas. Castro et al. (2020) destacam que o aumento da produtividade agrícola, impulsionado pelo uso de insumos modernos, sustenta essa estabilidade salarial.

No segmento primário, os rendimentos aumentaram de R\$ 2.730 em 2012 para R\$ 3.651 em 2023, representando um crescimento de 33,74%. Conforme já destacado anteriormente, este aumento reflete o impacto da mecanização e da modernização agrícola, que exigem trabalhadores mais qualificados e, portanto, melhor remunerados indicando a importância que a adoção de novas tecnologias e práticas agrícolas tem no aumento da eficiência e da produtividade, resultando em salários mais altos para os trabalhadores.

Os rendimentos na agroindústria mostraram um comportamento mais volátil, com um crescimento de R\$ 2.221 em 2012 para R\$ 2.558 em 2023, representando um aumento de 15,18%. A oscilação nos rendimentos pode ser atribuída às variações na demanda por produtos derivados da soja, como farelo e óleo, e às flutuações no mercado de biocombustíveis. O impacto das políticas de sustentabilidade e incentivos governamentais na produção de biodiesel

também contribui para rendimentos mais competitivos (Carriquiry et al., 2011). Além disso, o mercado de biocombustíveis é altamente sensível a políticas governamentais e aos preços internacionais, o que pode causar flutuações salariais (Zilberman et al., 2013).

O segmento de agrosserviços apresentou um aumento de rendimentos de R\$ 2.959 em 2012 para R\$ 3.027 em 2023, indicando um crescimento de 2,30%. Este segmento inclui uma ampla gama de serviços, desde logística até serviços financeiros, que suportam a cadeia produtiva da soja e do biodiesel. A crescente complexidade e a importância dos agrosserviços no agronegócio explicam a estabilidade nos rendimentos. A profissionalização e a especialização dos serviços relacionados ao agronegócio são essenciais para a manutenção de salários competitivos e estáveis neste setor, pois especialização em áreas como logística, consultoria financeira e tecnológica, e outros serviços de suporte ao agronegócio, não apenas aumenta a eficiência do setor, mas também assegura rendimentos estáveis e atrativos para os trabalhadores envolvidos nesses serviços (Dik, Runhaar e Termeer, 2022; Sheridan e Newsome, 2021).

4. Conclusão

Este trabalho teve como objetivo analisar o mercado de trabalho na cadeia produtiva da soja e do biodiesel no Brasil. A análise baseou-se na metodologia do Cepea, adaptada dos estudos de Barros et al. (2019) e Castro et al. (2020), com dados provenientes dos microdados da PNAD Contínua do IBGE, que são representativos em diversos níveis geográficos. Os resultados mostram que a cadeia produtiva da soja e do biodiesel desempenha um importante papel na economia brasileira, sobretudo na geração de empregos e no desenvolvimento socioeconômico das regiões produtoras. O número de pessoas ocupadas passou de 1,14 milhão em 2012 para 2,32 milhões em 2023, revelando um crescimento expressivo e contínuo da importância desses setores. Esse avanço reflete não apenas o aumento da produção, mas também o fortalecimento das atividades ligadas aos insumos, transporte, comercialização e industrialização dos produtos.

A expansão das áreas cultivadas e a incorporação de tecnologias avançadas vêm impulsionando a demanda por mão de obra qualificada, especialmente nos segmentos primário e de agrosserviços. A agroindústria, por sua vez, ainda que apresente crescimento mais modesto em termos de postos de trabalho, destaca-se por sua alta eficiência e grau de automação. Essa dinâmica reforça a necessidade de políticas voltadas para a capacitação de trabalhadores e para a diversificação das atividades relacionadas à cadeia produtiva.

Em relação ao perfil da mão de obra, observou-se um processo de formalização e qualificação crescente, com aumento da participação de trabalhadores com ensino médio e superior, evidenciando a modernização da agricultura e a exigência por habilidades técnicas mais avançadas. Embora a predominância masculina persista, nota-se uma leve estabilidade na participação feminina, indicando os primeiros efeitos de políticas de inclusão de gênero. Quanto aos rendimentos, a modernização tecnológica tem promovido aumentos salariais, sobretudo entre os trabalhadores mais qualificados. Políticas públicas como a obrigatoriedade da mistura de biodiesel ao diesel e incentivos ao uso de biocombustíveis têm contribuído para a estabilidade e o crescimento do setor, juntamente com a ampliação da infraestrutura logística, programas de crédito agrícola e investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

Apesar da robustez dos resultados, o estudo apresenta limitações, como a dependência de dados da PNAD Contínua, que pode apresentar vieses em áreas rurais, e a metodologia utilizada, que pode não capturar totalmente as variações sazonais e tecnológicas. Para estudos futuros, sugere-se a ampliação da base de dados e análises comparativas internacionais.

Referências

- Barman, S., & Deka, N. (2019). Effect of farm mechanization in human labour employment. *International Journal of Agricultural Science*, 4.
- Barros, G. S. A. C., Castro, N. R., Silva, A. F., Fachinello, A. L., & Gilio, L. (2019). Os Ganhos de Produção se Refletiram em Geração de Maior Renda para o Agronegócio Brasileiro nas Últimas Décadas? *Brazilian Review of Economics & Agribusiness/Revista de Economia e Agronegócio*, 17(2).
- Barros, G. S. C. (2022). O agronegócio brasileiro no pós Segunda Guerra Mundial: o processo de transformação e seus resultados. In: BAIARDI, A. Capítulo 3-O agronegócio brasileiro no pós Segunda Guerra Mundial: o processo de transformação e seus resultados. 122. Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros Capítulo 4-Mudanças cíclicas do espaço rural brasileiro e, 122.
- Bernardelli, L. V., de Castro, G. H. L., Gobi, J. R., Michellon, E., & Vieira Filho, J. E. R. (2024). O impacto da modernização agrícola no mercado de trabalho formal brasileiro. *Economia & Região*, 12(1), 1-25.
- Bernardelli, L. V., de Castro, G. H. L., Gobi, J. R., Michellon, E., & Vieira Filho, J. E. R. (2020). Formalidade do mercado de trabalho e produção agrícola no Brasil (No. 2561). Texto para Discussão.
- Carriquiry, M. A., Du, X., & Timilsina, G. R. (2011). Second generation biofuels: Economics and policies. *Energy policy*, 39(7), 4222-4234.
- Castro, N. R., & Barros, G. S. A. D. C. (2021). Rendimentos e custo unitário real do trabalho no agronegócio brasileiro. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 60, e233852.
- Castro, N. R., & Moreira, G. C. (2019). Emprego na agroindústria brasileira: aspectos comparativos frente à indústria de transformação não agropecuária. *Perspectiva Econômica*, 15(1), 14-30.
- Castro, N. R., Barros, G. S. A. D. C., Almeida, A. N., Gilio, L., & Moraes, A. C. D. P. (2020). The Brazilian agribusiness labor market: measurement, characterization and analysis of income differentials. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 58, e192298.
- Cavalcante Filho, P. G., Buainain, A. M., & de Souza Benatti, G. S. (2019). A cadeia produtiva agroindustrial do biodiesel no Brasil: um estudo sobre sua estrutura e caracterização. *DRd-Desenvolvimento Regional em debate*, 9, 772-799.
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea). (2023) Metodologia PIB da Cadeia de Soja e Biodiesel. <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/metodologia-pib-da-cadeia-de-soja-e-biodiesel.aspx>
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea); e Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove). (2024). PIB da Cadeia de Soja e Biodiesel. <https://cepea.esalq.usp.br/br/pib-da-cadeia-de-soja-e-biodiesel-1.aspx>
- Cerri, C. E. P., You, X., Cherubin, M. R., Moreira, C. S., Raucci, G. S., Castigioni, B. D. A., ... & Cerri, C. C. (2017). Assessing the greenhouse gas emissions of Brazilian soybean biodiesel production. *PLoS One*, 12(5), e0176948.
- Cielo, I. D., Wenningkamp, K. R., & Schmidt, C. M. (2014). A participação feminina no agronegócio: o caso da Coopavel-Cooperativa Agroindustrial de Cascavel. *Revista Capital Científico-Eletrônica (RCCe)*-ISSN 2177-4153, 12(1), 59-77.
- Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). 2024. Série Histórica das Safras - Soja. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/911-soja>
- Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). Produção de grãos na safra 2023/24 deve atingir 312,3 milhões de toneladas influenciada por clima. 2023.

<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5313-producao-de-graos-na-safra-2023-24-deve-atingir-312-3-milhoes-de-toneladas-influenciada-por-clima>

Matteu, D., da Rocha Neto, A. C., & Pimenta, C. L. (2024). Agronegócio: Gestão, Transformação Digital e Sustentabilidade. Freitas Bastos.

De Pintor, E., De Pintor, G. M. Z., & Piacenti, C. A. (2021). The impact of agricultural policy in Brazil and Germany: a comparative approach between the Western Mesoregion of Paraná and Nordrhein-Westfalen State. *Italian Review of Agricultural Economics*, 76(3), 23-39.

Dik, L., Runhaar, H. A. C., & Termeer, C. J. A. M. (2022). Farmer collectives for more effective agri-environmental schemes? An assessment framework based on the concept of 'professionalization'. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 20(4), 543-557.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). (2024). Agência de Informação Tecnológica - Soja como Matéria-Prima para Biodiesel. <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agroenergia/biodiesel/materias-primas/soja>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Brasil é referência no desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para produção de soja. 2023. <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/81613580/brasil-e-referencia-no-desenvolvimento-de-tecnologias-sustentaveis-para-producao-de-soja>.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). (2021). Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2021. Empresa de Pesquisa Energética. https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio_2021.pdf.

Food and Agriculture Organization (FAO). (2017). The future of food and agriculture: Trends and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/472484/>

Food and Agriculture Organization (FAO). (2020). The State of Food and Agriculture 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/4a5ae3d2-2219-4ca2-ace3-f69ba26a2b49/content>

Gereffi, G., & Lee, J. (2016). Economic and social upgrading in global value chains and industrial clusters: Why governance matters. *Journal of business ethics*, 133(1), 25-38.

Guzueva, E. R., Vezirov, T. G., Beybalaeva, D. K., Batukaev, A. A., & Chaplaev, K. G. (2020). The impact of automation of agriculture on the digital economy. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 421, No. 2, p. 022047). IOP Publishing.

International Energy Agency (IEA). (2019). Renewables 2019. International Energy Agency. <<https://www.iea.org/reports/renewables-2019>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Notas metodológicas da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua. https://ftp.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_continua/Notas_metodologicas/notas_metodologicas.pdf

Kurniawan, F. E. (2021). The dilemma of agricultural mechanization and the marginalization of women farmworkers in rural areas. *Sodality: Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 9(2).

Leite, R. C. D. C., & Leal, M. R. L. (2007). O biocombustível no Brasil. *Novos estudos CEBRAP*, 15-21.

Lima, Y., Strauch, J. C. M., Esteves, M. G. P., de Souza, J. M., Chaves, M. B., & Gomes, D. T. (2021). Exploring the future impact of automation in Brazil. *Employee Relations: The International Journal*, 43(5), 1052-1066.

Lobell, D. B., Schlenker, W., & Costa-Roberts, J. (2011). Climate trends and global crop production since 1980. *Science*, 333(6042), 616-620.

Lopes, D., Lowery, S., & Peroba, T. L. C. (2016). Crédito rural no Brasil: desafios e oportunidades para a promoção da agropecuária sustentável.

Maia, R. R. S. (2015). *Biodiesel no Brasil: análise de custo-benefício*. Appris Editora e Livraria Eireli-ME.

Medeiros Costa, C. C., da Costa Reis, P. R., & Ferreira, M. A. M. (2012). Impacts and externalities of agricultural modernization in Brazilian states. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, 6(3-4), 53-61.

Menezes Filho, N., Campos, G., & Komatsu, B. (2014). A evolução da produtividade no Brasil. *Brasil. São Paulo, CPP Policy Paper*, (12).

Milhorance, C., Sabourin, E., Chechi, L., & Mendes, P. (2022). The politics of climate change adaptation in Brazil: framings and policy outcomes for the rural sector. *Environmental Politics*, 31(2), 183-204.

Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC). Comex Stat - Estatísticas do Comércio Exterior. Disponível em < <https://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral/91973> > acessado em 06 de jun. de 2024.

Molina, M. C. (2015). A educação do campo e o enfrentamento das tendências das atuais políticas públicas. *Educação em Perspectiva*, 6(2).

Nascimento, J. S. S., Souto, L. C., Souza, L. F., Maleiro, R. B., & dos Santos, S. V. (2020). Impactos da mecanização em face do trabalhador rural sazonal. *Revista de Direito do Trabalho, Processo do Trabalho e Direito da Seguridade Social*, 1(1).

Neves, M. F., Pinto, M. J. A., Conejero, M. A., & Trombin, V. G. (2011). *Food and fuel: the example of Brazil*. Springer Science & Business Media.

Nin-Pratt, A., & McBride, L. (2014). Agricultural productivity and policies in Sub-Saharan. In: Agricultural and Applied Economics Association (AAEA) > Agricultural and Applied Economics Association (AAEA) Conferences > 2011 Annual Meeting, July 24-26, 2011, Pittsburgh, Pennsylvania. <https://ageconsearch.umn.edu/record/105400/?v=pdf>

Otchia, C. S. (2014). Agricultural modernization, structural change and pro-poor growth: Policy Options for the Democratic Republic of Congo. *Journal of Economic Structures*, 3, 1-43.

Pereira, C. N., & Castro, C. N. (2022). *Expansão da produção agrícola, novas tecnologias de produção, aumento de produtividade e o desnível tecnológico no meio rural* (No. 2765). Texto para Discussão.

Pereira, P. A. A., Martha, G. B., Santana, C. A., & Alves, E. (2012). The development of Brazilian agriculture: future technological challenges and opportunities. *Agriculture & Food Security*, 1, 1-12.

Pereira, R., & dos Santos, N. (2023). Neoindustrialization—Reflections on a New Paradigmatic Approach for the Industry: A Scoping Review on Industry 5.0. *Logistics*, 7(3), 43.

Porter, J. R., et al. (2014). "Food security and food production systems." In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Available at: IPCC

Prause, L. (2021). Digital agriculture and labor: A few challenges for social sustainability. *Sustainability*, 13(11), 5980.

Richards, P., Pellegrina, H., VanWey, L., & Spera, S. (2015). Soybean development: The impact of a decade of agricultural change on urban and economic growth in Mato Grosso, Brazil. *PLoS one*, 10(4), e0122510.

Schneider, S., & Niederle, P. A. (2010). Resistance strategies and diversification of rural livelihoods: the construction of autonomy among Brazilian family farmers. *The journal of peasant studies*, 37(2), 379-405.

Sheridan, A., & Newsome, L. (2021). Tempered disruption: Gender and agricultural professional services. *Gender, Work & Organization*, 28(3), 1040-1058.

Silalertruksa, T., & Gheewala, S. H. (2009). Environmental sustainability assessment of bio-ethanol production in Thailand. *Energy*, 34(11), 1933-1946.

Silalertruksa, T., Gheewala, S. H., Hünecke, K., & Fritsche, U. R. (2012). Biofuels and employment effects: Implications for socio-economic development in Thailand. *Biomass and bioenergy*, 46, 409-418.

Silva, A. D., Lima, E. D., & Batista, H. R. (2011). A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. V Encontro de Economia Catarinense.

Silva, F. (2021). Technological change and polarization of the Brazilian labor market. 2021. 89 f.; 31 cm. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia da Indústria e da Tecnologia, 2021.

Silva, R. F. B., Batistella, M., Moran, E., Celidonio, O. L. D. M., & Millington, J. D. (2020). The soybean trap: Challenges and risks for Brazilian producers. *Frontiers in sustainable food systems*, 4, 12.

Toloi, M. N. V., Bonilla, S. H., Toloi, R. C., Silva, H. R. O., & Nääs, I. D. A. (2021). Development indicators and soybean production in Brazil. *Agriculture*, 11(11), 1164.

Trindade, J. R. B., & Cunha, F. E. O. (2022). Agronegócio da soja no cerrado piauiense e (super) exploração da força de trabalho rural: uma análise empírica. *Revista de Economia Regional, Urbana e do Trabalho*, 11(02).

United States Department of Agriculture (USDA). (2021). Agricultural Projections to 2030. United States Department of Agriculture. <https://ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=100525>

Verma, S. R. (2006). Impact of agricultural mechanization on production, productivity, cropping intensity income generation and employment of labour. Status of farm mechanization in India, 2006, 133-53.

World Bank. Agribusiness and Value Chains. <https://www.worldbank.org/en/topic/agribusiness>

Zilberman, D., Hochman, G., Rajagopal, D., Sexton, S., & Timilsina, G. (2013). The impact of biofuels on commodity food prices: Assessment of findings. *American journal of agricultural economics*, 95(2), 275-281.