

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS
BACHARELADO EM ECONOMIA

LUÍS OTÁVIO PAVANI

**INOVAÇÃO E MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA BRASILEIRA: A
DIFICULDADE DE INSERÇÃO DO AGRICULTOR FAMILIAR**

Uberlândia, 2022

LUÍS OTÁVIO PAVANI

**INOVAÇÃO E MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA BRASILEIRA: A
DIFICULDADE DE INSERÇÃO DO AGRICULTOR FAMILIAR**

Monografia apresentada ao Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Clésio Marcelino de Jesus

Uberlândia, 2022

LUÍS OTÁVIO PAVANI

INOVAÇÃO E MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA BRASILEIRA: A DIFICULDADE DE INSERÇÃO DO AGRICULTOR FAMILIAR

Monografia apresentada ao Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Uberlândia, 1 de Julho de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Clésio Marcelino de Jesus

Orientador

(Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia – IERI/UFU)

Prof. Carlos Alves do Nascimento

Avaliador

(Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia – IERI/UFU)

Prof. Filipe Prado Macedo da Silva

Avaliador

(Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia – IERI/UFU)

Uberlândia, 2022

RESUMO

A agricultura brasileira iniciou sua modernização essencialmente durante as décadas de 1960 e 1970, a qual foi responsável por grandes transformações tanto sociais quanto econômicas e geográficas. O propósito deste trabalho objetiva analisar este processo de modernização da agricultura Brasileira e observar se, de fato, as inovações tecnológicas voltadas para a agricultura são acessíveis para atender todas as classes de produtores, pois como a população mundial deve chegar em 9,7 bilhões de habitantes em 2050, o aumento da produção agrícola mundial exige cada vez mais investimentos tecnológicos para garantir a oferta alimentar no futuro. Para a execução deste trabalho, foi feita uma revisão bibliográfica teórica sobre tecnologia aplicada à agricultura, em conjunto com pesquisa de censos agropecuários do IBGE. Conclui-se que, apesar do sucesso na transformação da base técnica, consagrando o Brasil em um importante produtor agrícola, pequenos agricultores, especialmente os descapitalizados, não obtiveram a assistência necessária para se adaptar ao padrão tecnológico mais moderno.

PALAVRAS-CHAVE: modernização da agricultura; inovações tecnológicas; complexos agroindustriais; desigualdade.

ABSTRACT

Brazilian agriculture began its modernization essentially during the 1960s and 1970s, which was responsible for major social, economic and geographical transformations. The purpose of this paper is to analyse this process of modernization of Brazilian agriculture and observe whether, in fact, technological innovations aimed at agriculture are accessible to attend all classes of producers, since as the world population is expected to reach 9.7 billion inhabitants in 2050, the increase in world agricultural production requires more and more technological investments to guarantee food supply in the future. In order to carry out this work, a theoretical bibliographic review on technology applied to agriculture was carried out, together with a survey of agricultural censuses by the IBGE. It is concluded that, despite the success in transforming the technical base, consecrating Brazil into an important agricultural producer, small farmers, especially undercapitalized ones, did not obtain the necessary assistance to adapt to the most modern technological standard.

KEYWORDS: agriculture modernization; technological innovations; agro-industrial complexes; inequality.

Introdução

Desde a domesticação de plantas e animais no período Neolítico, período considerado o início da atividade agrícola, o ser humano foi desenvolvendo ferramentas e formas de produção agrícola cada vez mais avançadas. Contudo, quando falamos de modernização da agricultura, especificamente no Brasil, estamos nos referindo a um período bem mais recente, quando novas tecnologias aplicadas ao processo produtivo no meio rural causaram grandes impactos econômicos, geográficos e sociais.

Enquanto nos países da Europa e América do Norte a modernização da agricultura começou de forma mais intensa logo após o fim da Segunda Guerra Mundial, no Brasil, esse processo ganhou força a partir dos anos de 1960, com a internalização das empresas produtoras de insumos e máquinas agrícolas, cujo consumo no processo de produção foi impulsionado com o fornecimento de linhas de crédito públicas para produtores agrícolas. Essa modernização, caracterizada pela combinação do uso de tratores, implementos e insumos agrícolas como fertilizantes, herbicidas e inseticidas, mudou completamente a forma de produção, que antes tinha bases artesanais e era intensiva em trabalho manual.

A modernização agrícola é um processo contínuo e o desenvolvimento de novos recursos tecnológicos é de fundamental importância para o setor agrícola, especialmente para os segmentos que possuem condições financeiras ou acesso a crédito para adotá-las num contexto de ampliação da demanda mundial por produtos agrícolas. Segundo a Organização das Nações Unidas em uma publicação em junho de 2019, no ano de 2050 a população mundial deve chegar a 9,7 bilhões, ampliando ainda mais a demanda por alimentos. Nesse cenário, o Brasil terá função importante como produtor de alimentos, visto que em fevereiro de 2022 cerca de 20% do valor das exportações brasileiras eram de produtos agropecuários, segundo dados do Ministério da Economia.

Desta forma, o aumento da produção agrícola no país, seja para atender o mercado interno ou externo, exige cada vez mais investimentos tecnológicos e modernização da atividade, e o estudo sobre tecnologias que aumentem a disponibilidade e a qualidade dos produtos alimentícios é importante para garantir a segurança alimentar, do ponto de vista da oferta alimentar no futuro.

Logo, o propósito deste trabalho é o de analisar o processo de modernização da agricultura brasileira e observar se, de fato, as inovações tecnológicas voltadas para a agricultura são acessíveis para atender todas as classes de produtores, promovendo aumento da produção e da produtividade.

Sendo assim, o principal questionamento, discutido neste trabalho, é se de fato o processo inovativo, especialmente as inovações mais recentes na agropecuária, como a agricultura de precisão e a microeletrônica, causam impactos relativamente positivos na produção e produtividade agrícola e tem espaço para serem aplicados em todos os perfis de produção no Brasil.

A principal hipótese é a de que a inovação está presente no setor agropecuário e é importante para o aumento da produção e produtividade. No entanto, todo esse processo ocorreu de forma excludente, pois a grande maioria das inovações tecnológicas é de difícil acesso e está voltada para grandes e parte dos médios produtores, deixando de lado os pequenos e a outra parte dos médios produtores, especialmente os mais descapitalizados, dificultado o seu acesso.

Para a realização deste trabalho foi realizada revisão bibliográfica teórica sobre tecnologia aplicada à agricultura, e histórica sobre o desenvolvimento da agricultura brasileira, passando pela formação dos complexos agroindustriais e a consolidação do agronegócio. Também foi realizada pesquisa utilizando dados secundários disponíveis nos Censos Agropecuários do IBGE, para demonstrar a evolução e consequências do processo de mecanização no campo.

Para melhor entendimento, o trabalho foi dividido em 3 seções, além de introdução e considerações finais. Na primeira seção foi realizada revisão teórica sobre a natureza dos processos de inovação na agropecuária, suas especificidades, tipos e suas dificuldades de implantação, dando destaque a autores como José Graziano da Silva, Schumpeter e David Goodman. Seguindo, na segunda seção foram abordados os principais acontecimentos na agricultura brasileira, desde a formação dos complexos agroindustriais, e o impacto social causado pela sua consolidação, até o advento do agronegócio moderno com a abertura comercial. A última seção abordou a agricultura brasileira nos anos 2000 e suas características, apresentando as principais tecnologias presentes, destacando o seu papel no desenvolvimento agrícola. Também foi apontado nessa seção a exclusão tecnológica que pequenos produtores e camponeses sofrem por não terem assistência e recursos suficientes.

1 – A inserção de inovações tecnológicas na atividade agropecuária: De Schumpeter a Graziano da Silva e outros

Todo o desenvolvimento social, econômico e cultural que acompanha a humanidade é fruto do tempo de trabalho excedente. Na pré-história as atividades ocupadas pelo ser humano faziam com que ele dedicasse todo o seu tempo à sua sobrevivência e, assim, não havia trabalho excedente para dedicar a outras atividades. Com a evolução, os ancestrais do ser humano passaram a fabricar ferramentas que auxiliavam na caça e no cultivo. Então, o tempo de trabalho necessário para a sua subsistência tornou-se menor que seu tempo de trabalho diário, o ser humano pôde dedicar-se à realização de outras atividades, gerando um excedente de sua produção, ou simplesmente ao ócio (GRAZIANO DA SILVA, 1990).

Para aumentar o tempo de trabalho excedente sem aumentar a jornada total, é necessário haver redução no tempo de trabalho necessário para a reprodução e subsistência. Isso pode ser possível por meio da cooperação entre trabalhadores, da sua especialização ou por meio da utilização de máquinas e equipamentos mais adequados. A arte de se utilizar dos conhecimentos disponíveis para realizar uma tarefa com mais eficiência e assim aumentar a capacidade produtiva, pode ser chamada de tecnologia (GRAZIANO DA SILVA, 1990).

Segundo a visão de Schumpeter, o principal teórico que é lembrado quando estamos discutindo tecnologia aplicada a processos produtivos, o desenvolvimento e o crescimento de uma economia durante o tempo é resultado de um procedimento contínuo de difusão e introdução de qualquer tipo de inovação. As empresas inovam para a obtenção de vantagens competitivas frente às suas concorrentes e, principalmente, para a obtenção de lucros extraordinários.

De acordo com Schumpeter (1961) em seu livro “Capitalismo, socialismo e democracia”, o capitalismo, devido a sua própria natureza, é um sistema de transformações econômicas constantes e que nunca poderá ter caráter estacionário. A própria história do capitalismo é marcada por revoluções no aparelho produtivo, do carro de boi ao trator, da roda d’água à hidrelétrica, da carroça aos aviões a jato. Este

processo de revoluções é denominado de destruição criadora¹, formando os chamados ciclos econômicos em economias capitalistas. Eventos como guerras e revoluções produzem novas transformações industriais, mesmo não sendo esse o seu principal foco. “O impulso fundamental que inicia e mantém o movimento da máquina capitalista decorre de novos bens de consumo, de novos métodos de produção ou transporte, dos novos mercados e das novas formas de organização industrial criadas pela empresa capitalista.” (SCHUMPETER, 1961, p.112).

As principais formas de inovação que o autor citado aponta são: a introdução de um novo bem ainda não conhecido pelos consumidores; a introdução de um método de produção totalmente novo o qual precisa estar necessariamente baseado em uma nova descoberta científica; a abertura de um novo mercado; a conquista de fontes de matérias primas ou bens semimanufaturados; e o estabelecimento de uma nova organização industrial, como a criação de um monopólio ou fragmentação do mesmo (SCHUMPETER, 1997).

Em seu livro “Teoria do desenvolvimento econômico”, Schumpeter argumenta que novas combinações no processo produtivo, ou seja, inovações, são inevitavelmente mais vantajosas que as combinações antigas pois, uma vez aplicadas no processo produtivo, garantem uma receita total maior que o custo global. O autor cita o exemplo da substituição do trabalho manual por teares mecânicos. Quando alguém, em um sistema econômico no qual a indústria têxtil só produz por meio do trabalho manual, nota a oportunidade de abrir uma empresa que empregue o tear mecânico assim o faz. Porém, para uma empresa romper com a estrutura produtiva anterior, precisa de poder aquisitivo, dessa forma, o empreendedor realiza um empréstimo bancário e adota os novos meios de produção. Ao iniciar o processo produtivo, um trabalhador operando um tear mecânico produz seis vezes mais que um trabalhador artesanal e, verificada três condições, essas inovações empregadas resultarão em um excedente das receitas sobre os custos. Na primeira condição o preço dos produtos têxteis não deve cair, em um primeiro momento, a tal ponto no qual o produto por trabalhador deixe de trazer lucro. A segunda condição diz que o custo por dia de um tear mecânico tem que se situar abaixo do custo diário dos cinco trabalhadores dispensados por ele. Na terceira condição, as duas primeiras

¹ O processo de destruição criadora representa a mutação nas estruturas do capitalismo. Os impactos de uma nova inovação podem variar desde a redução dos custos até a criação e destruição de setores econômicos inteiros (FELIPE; MARTINS, 2016).

circunstâncias devem ser necessárias para cobrir todos os custos de produção. Em um segundo momento novos empreendimentos surgem com a promessa do lucro extraordinário. Nessa fase nota-se uma reorganização da estrutura produtiva de todo o setor, como consequência há um aumento da produção e da competição, a extinção de empresas que não se adaptarem ao novo paradigma e uma possível demissão de trabalhadores (SCHUMPETER, 1997).

Já Kalecki em seu trabalho “Teoria da dinâmica econômica”, destaca o progresso técnico como um “fator de desenvolvimento” que não permite que o sistema capitalista se coloque em um ponto estático. O declínio da taxa de crescimento de economias capitalistas já desenvolvidas pode ser explicado, até determinado ponto, pela redução da intensidade das inovações. Sequências constantes de inovações resultam em ampliações no acúmulo de capital, sujeitando o sistema a uma tendência ascendente. Essas novas invenções estão diretamente relacionadas com o aumento dos lucros em determinado período, o que amplia as intenções de realizar novos investimentos. Segundo Kalecki (1977, p. 175) “Cada nova invenção, da mesma forma que cada acréscimo nos lucros, provoca certas decisões adicionais de investimento. Um fluxo constante de invenções — no que diz respeito ao efeito sobre o investimento — é comparável a uma taxa constante de acréscimo dos lucros”.

Kalecki e Schumpeter possuem visões semelhantes a respeito do progresso técnico. Ambos concordam que é um fator chave para o desenvolvimento das economias capitalistas, contribuindo para o dinamismo e, conseqüentemente, não permitindo que estas atinjam um ponto estacionário. O motivo para a adoção de inovações por parte dos empresários também é um ponto em comum entre os dois teóricos. Para ambos, a promessa de lucros acima da média em um determinado período são a principal motivação para a tecnificação da produção.

Entretanto, é preciso entender que o progresso técnico especificamente no meio rural possui certas barreiras quando comparado com o meio industrial. Graziano da Silva (1990) divide essas particularidades em três principais tópicos: a especificidade dos processos biológicos; os condicionantes naturais da produção e o papel da terra como meio de produção.

O primeiro diz respeito ao período produtivo que está relacionado à continuidade dos processos biológicos, ou seja, não é possível separar as partes do processo de produção. Enquanto na indústria é possível produzir paralelamente várias

partes de um determinado produto ao mesmo tempo, na agropecuária há um tempo determinado para plantar, crescer e colher; sendo que durante esse período de germinação e maturação o capital não está sendo valorizado, isso pode ser chamado de tempo de não trabalho. Ademais, dificilmente podemos reduzir o tempo de não trabalho por meio das inovações, somente as biológicas, que falaremos mais à frente, possuem resultados ainda que limitados. Uma vez iniciado, não há como flexibilizar o processo produtivo de acordo com as demandas do mercado ou com a exigência de mudança técnica, a não ser destruindo-o e recomeçando outro. Mesmo em culturas com alto nível de industrialização, como na produção de legumes por meio de processos de hidroponia, essa flexibilização ainda é impossível, ou seja, não é possível transformar berinjela em abobrinha (TARTAGLIA, 1997; GRAZIANO DA SILVA, 1990).

O segundo está relacionado com as forças da natureza como luminosidade, umidade, fertilidade do solo e calor. Nos processos industriais pode-se isolar quase que por completo um processo produtivo das forças da natureza, ao contrário da agropecuária que depende inteiramente dessas forças para a produção. Muita chuva, períodos prolongados de seca e temperaturas extremas trazem perdas tanto para a produção vegetal quanto animal. Com a aplicação do progresso técnico é possível modificar a dotação natural dos fatores de uma determinada região como a drenagem da água em lugares muito úmidos, a adubação de solos pouco férteis ou até mesmo o cultivo em estufas. Isso, porém, em alguns casos, é economicamente inviável em grandes escalas, não é possível mudar completamente o relevo de uma região montanhosa ou mesmo substituir a luz do Sol por iluminação artificial em grandes plantações (GRAZIANO DA SILVA, 1990).

A interação entre processos biológicos e as forças da natureza faz com que o progresso técnico na agricultura possua uma especificidade maior do que na indústria. Enquanto na indústria operários de diversos países podem manusear a mesma máquina sem muitas adaptações, na agricultura uma variedade de determinado vegetal ou uma determinada máquina terá produtividade diferente dependendo de vários fatores como clima, solo ou relevo. Em muitos casos, as máquinas terão que se adaptar ao ambiente. O mesmo vale para a natureza que, muitas vezes, é modificada para se adaptar à mecanização. Ortega e Jesus (2011) citam como exemplo o alargamento dos carregadores e retirada de árvores em cafezais do Cerrado brasileiro para viabilizar a implantação da colheita mecânica.

Em terceiro lugar, na agricultura a terra é um meio fundamental para que a produção se concretize enquanto na indústria seu papel é passivo. Como a área de terras é escassa tanto em quantidade quanto em qualidade, o papel do progresso técnico nesse contexto é o de “criar terras apropriadas” para os mais diversos tipos de produção. Quando utiliza-se fertilizantes e obtém-se o dobro da produção, seria como se outra parcela de terra fosse fabricada. A adubação da terra, no entanto, não é o único meio de “criar” novas terras. O progresso técnico nos meios de transporte faz com que pedaços de terra distantes de centros urbanos fiquem relativamente mais “perto” (GRAZIANO DA SILVA, 1990). Um exemplo desse argumento é o advento e progresso técnico na aviação. Países nórdicos da Europa agora podem consumir frutas tropicais das américas que não crescem em seu clima polar e que estragavam nas longas viagens de navio pelo oceano Atlântico.

A grande maioria das inovações no setor não vem dos mecanismos internos das empresas de agropecuária, os maiores responsáveis pela produção de conhecimento e difusão da inovação são as empresas fornecedoras de máquinas agrícolas, engenharia genética, software, agroquímicos e insumos veterinários (GRAZIANO DA SILVA, 1990). Em outras palavras, as empresas de bens de capital e fornecimento de insumos. No entanto, devemos também destacar o trabalho de institutos de pesquisa e universidades como fontes importantes de informação para o setor.

Apesar de alterar completamente a produtividade e o trabalho na terra, o progresso técnico não rompeu essas limitações impostas pela natureza. Entretanto, o capital industrial reagiu se adaptando a essas especificidades. Dessa forma, diferentes aspectos da produção agrícola se transformaram em setores industriais específicos, como a substituição do gado ou cavalos na tração de implementos pelo trator e, do esterco natural substituído por produtos químicos sintéticos. Esse processo de substituição de processos agrícolas, sua transformação em ramos da atividade industrial e sua reincorporação na agropecuária na forma de insumos é chamado de apropriação² (GOODMAN; SORJ; WILKINSON. 2008).

Percebe-se que essas particularidades do meio rural em relação ao industrial discutidas acima, são cada vez mais sobrepujadas por novas tecnologias, se

² Termo usado pelos autores para definir os esforços realizados pelo capital industrial para reduzir a importância da natureza na produção rural.

aproximando cada vez mais do modo de produção industrial, como a produção de verduras em ambientes totalmente controlados e a produção de carne em laboratório a partir de células tronco.

Por outro lado, nem todos os produtores conseguem adotar inovações tecnológicas em seu processo de produção. A esse respeito, Graziano da Silva (1990) lista fatores que dificultam a difusão da tecnologia no setor agropecuário, com destaque para dois principais pontos. Primeiramente está a própria relação do processo de produção com as forças da natureza, isso faz com que as tecnologias sejam muitas vezes restritas a determinados locais e condições e, conseqüentemente, mais difíceis de serem difundidas. Um forno industrial pode ser manuseado por qualquer pessoa qualificada em qualquer lugar do mundo, enquanto uma variedade de algodão ou uma colhedora de grãos terão sua produtividade afetadas dependendo da localização. Em segundo lugar, o autor destaca a presença de um monopólio privado das terras, especificamente no Brasil, onde o proprietário das terras também é o capitalista que cultiva o solo. Esse monopólio privado cria uma barreira à mobilidade do capital no campo.

Assim, as inovações tecnológicas no campo, muitas vezes atuam como “barreiras à entrada”. Na concorrência entre os capitalistas que cultivam o solo, quando se configura um novo padrão produtivo, o produtor que não se adaptar às tecnologias disponíveis será condenado a não permanecer em seu ramo de atividade, ou ficará atrasado em relação aos demais. Aquele produtor que pretender manter a sua posição em relação aos demais, terá que se adaptar e se mover com o conjunto. Os produtores que não se modernizarem correm o risco de serem eliminadas do processo produtivo e, dessa forma, os grandes produtores que possuem maiores economias de escala e recursos para acompanhar as mudanças tecnológicas sufocarão os pequenos produtores, especialmente a produção familiar.

De acordo com o trabalho de Graziano da Silva (1990), no setor agrícola, as principais inovações podem ser classificadas em quatro tipos: inovações mecânicas, físico-químicas, biológicas e agronômicas. A primeira, que está presente em máquinas e equipamentos, afeta diretamente o ritmo e a intensidade da jornada de trabalho, ou seja, tem como principal função a redução do tempo de trabalho necessário de uma atividade e de aumentar o ritmo de trabalho.

As inovações físico-químicas estão presentes basicamente em defensivos químicos e adubos. A utilização destes não só reduz o tempo de trabalho necessário, mas também aumenta a produtividade pela redução das perdas causadas por pragas, doenças ou pelo aumento da produtividade do solo no caso dos adubos.

Nas inovações biológicas, o homem interfere diretamente nas forças da natureza, como exemplo na criação de uma planta geneticamente modificada para adaptar-se a um clima diferente ou a reprodução seletiva de uma espécie que tem um tempo de maturação mais rápido. Como as inovações biológicas conseguem “desbloquear” os limites impostos pela natureza, a combinação desta com as inovações físico químicas e mecânicas apresentam um espectro muito maior de aplicação na agricultura.

As inovações agronômicas relacionam-se a novas formas de organizar a produção e o trabalho e não implicam na adição de novos insumos de produção. Um exemplo desse tipo de inovação é a plantação de cana-de-açúcar inteira e não em pedaços, pois se descobriu que com 10 meses de maturação a cana apresentava uma distribuição uniforme dos hormônios de crescimento fazendo com que apresentasse melhores níveis de germinação (GRAZIANO DA SILVA, 1990).

As inovações biológicas e agronômicas são essenciais para que as barreiras naturais sejam suplantadas pelo capital. As descobertas feitas no ramo da genética durante os anos 50 e 60 ligaram setores importantes que, até então, tinham o seu desenvolvimento tecnológico separado. Por exemplo, a pesquisa em biotecnologias é tão interessante para a agropecuária quanto para a genética. Como consequência o progresso técnico no ramo da engenharia genética cresceu aceleradamente nas últimas décadas. Especificamente nas plantas, as biotecnologias modernas permitiram remover os limites impostos pela reprodução das espécies e selecionar as características desejadas que não são encontradas em seu código genético (GOODMAN; SORJ; WILKINSON, 2008).

Por fim, as inovações mecânicas sempre estiveram presentes na agropecuária, desde a invenção de ferramentas que reduzissem o tempo de trabalho necessário para o cultivo até as mais recentes tecnologias da microeletrônica. O surgimento das primeiras máquinas agrícolas converge com o advento da Primeira Revolução Industrial, na Europa durante o final do século XVIII, onde havia um intenso processo de migração do campo para a cidade. O rápido crescimento da população urbana

criava a necessidade de produzir mais, a um menor custo e com mais rapidez, visto que o número de trabalhadores no campo reduzia-se. Sendo assim, as máquinas e equipamentos foram desenvolvidos com o intuito de substituir a força humana e animal pela força mecânica nas fazendas da Europa. Com o passar do tempo, as máquinas e implementos agrícolas vêm recebendo processos inovativos constantes, resultando num processo contínuo de aumento no seu tamanho, na potência e na capacidade operacional, resultando na busca por produção em áreas cada vez maiores com menos tempo de trabalho (GRAZIANO DA SILVA, 1990. VIAN; et al., 2015).

2 – O processo de modernização da agricultura brasileira e suas consequências: do complexo rural ao agronegócio.

A dinâmica da agricultura brasileira passa por três períodos distintos. No primeiro, que vai do período colonial até a primeira metade do século XX, a dinâmica agrícola era denominada de complexo rural. Após a sua superação, ocorre a mudança de padrão para os complexos agroindustriais, que perdurou até o fim do século XX. Em seguida, com a abertura econômica brasileira, o paradigma mudou para o agronegócio moderno. Esses eventos modificaram completamente o padrão tecnológico agrícola brasileiro e serão discutidos a seguir.

O complexo rural, que abrange desde o período colonial até a grande crise de 1929, era caracterizado essencialmente pela divisão do trabalho. Todos os bens intermediários e meios de produção usados para o cultivo de uma certa cultura eram fabricados dentro da própria propriedade, ou seja, o D1 (a indústria de bens de capital) era internalizado nas fazendas e possuía bases artesanais. As atividades produtivas eram monoculturas destinadas ao mercado externo como borracha, café e açúcar, com força de trabalho predominantemente escrava. O processo de decomposição do complexo rural debuta a partir de dois eventos: a implantação da Lei de Terras de 1850³ e a proibição do tráfico de escravos. Com a mudança do regime de trabalho escravo para a mão de obra livre e o desembarque de vários imigrantes em terras

³ Assinada por dom Pedro II, essa lei oficializou a divisão do território rural brasileiro em latifúndios e não em pequenas propriedades. De acordo com matéria publicada pelo Senado Federal, a grande maioria dos senadores da época eram senhores de terras, o que foi determinante para a histórica concentração fundiária no Brasil (WESTING, 2020).

brasileiras, a região cafeeira do oeste paulista se destacou com um novo regime de trabalho, o colonato⁴. Assim sendo, o nascente complexo cafeeiro permitiu a geração de um mercado de bens-salário e conseqüentemente o aumento da divisão social do trabalho. Posteriormente a adoção do colonato nas fazendas do oeste paulista, nota-se um importante aumento da demanda urbana causada pelo complexo cafeeiro. As necessidades financeiras e comerciais para a expansão e escoamento da produção para a exportação geraram atividades complementares fora das fazendas. A partir desse momento o Estado de São Paulo se concretiza como o centro dinâmico do processo de industrialização brasileira (GRAZIANO DA SILVA, 1996; DE MELO, 2011).

Após o impacto da grande depressão é que se dão as mudanças mais significativas em toda a dinâmica da economia nacional. Nessa fase, que compreende os anos de 1930 a 1960, ocorre a diversificação da produção agrícola brasileira em passo com a concretização do processo de industrialização, causados principalmente pela grande queda nas exportações de café e também pela redução da capacidade de importar. A urbanização, o início do processo de industrialização e a queda na demanda internacional de café, causada pela crise de 1929, foram responsáveis pela mudança de ênfase no processo produtivo, esse agora passaria a ser voltado para o mercado interno. Contudo, a agricultura paulista foi a única na qual a grande depressão resultou em um encadeamento de mudança de dinâmica e diversificação do que era produzido, no resto do país, especialmente nas regiões norte e nordeste, a agricultura ainda estava atrelada aos modelos tradicionais (GRAZIANO DA SILVA, 1996).

O processo de modernização da agricultura ocorreu de maneira mais lenta até a década de 1950, onde a maior parte da agricultura brasileira ainda estava atrelada a formas tradicionais de produção. A internalização do D1 industrial ocorreu em um primeiro momento, pois o principal objetivo do governo da época era a busca pela industrialização e não a modernização da agricultura. Nesse contexto inicial, a modernização da agricultura foi lenta e dependente do exterior, pois é observado um salto no número de tratores utilizados na produção agrícola. Primeiramente, de 1940 a 1950 o número de tratores cresceu apenas 4.992 unidades, passando de 3.380 para

⁴ Sistema de exploração onde os colonos são responsáveis por cultivar determinada área e, depois, entregar parte da produção ao proprietário das terras. No contexto brasileiro, colonato se caracterizou pela utilização de mão de obra estrangeira.

8.372. Já na década de 1950 até 1960 esse número dá um salto expressivo para 61.345, um aumento de 52.970 unidades de tratores. Todo esse volume de tratores, entretanto, eram importados, pois a oferta interna de tratores, até então era nula. Apesar da modernização da agricultura já apresentar níveis significativos, esse processo era limitado devido à inexistência de um setor de bens de capital, como tratores e máquinas e fertilizantes dentro do território nacional. A modernização, em grande parte, dependia das importações desses insumos e, conseqüentemente, da capacidade de endividamento externo e das políticas cambiais (GRAZIANO DA SILVA, 1996).

A internalização do D1 agrícola começou a se intensificar nos anos 1960 com a chegada de empresas multinacionais fabricantes de tratores e implementos, além da instalação de fábricas de fertilizantes e defensivos. A partir desse período, a agricultura brasileira, principalmente por meio da ação estatal com o Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) e a Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM), ambos implantados em 1965, inicia seu processo de modernização. Em 1970 o Brasil já produzia cerca de 99% da oferta interna de máquinas e tratores (GRAZIANO DA SILVA, 1996. VIAN; SILVA, 2021).

Quando foi criado, por meio da Lei 4.829, o SNCR tinha como objetivo estimular investimentos, intensificar o processo de modernização, favorecer o custeio e a comercialização de produtos agropecuários e promover o fortalecimento econômico dos produtores rurais, principalmente os médios e pequenos.

Entretanto, apesar do crescente volume de crédito rural entre 1970 e 1980, esse benefício ficou restrito a um seleto grupo de agricultores. As concessões de crédito realizadas pelas instituições financeiras privilegiavam transações de maior volume e menor custo administrativo. Dessa forma, produtores de *commodities* ligados ao nascente complexo agroindustrial exportador da região Centro-Sul do país e culturas voltadas ao mercado interno como avicultura, leite e trigo foram os mais favorecidos. Como reflexo, apenas 1% dos tomadores crédito nesse período, receberam 40% do montante de recursos (BIANCHINI, 2015).

Já a PGPM foi pensada para diminuir as oscilações de renda dos produtores rurais. Os preços eram fixados anualmente, antes do plantio para vigorarem depois da colheita. Isso daria aos produtores um rumo do que e quanto produzir, sendo uma política que ajudou a ampliar a produção agrícola (COELHO, 2001).

No período após 1975, o Complexo Rural já havia dado lugar para os chamados Complexos Agroindustriais (CAIs) iniciando uma nova dinâmica na agropecuária brasileira, em que se entende por CAIs a integração das atividades agrícolas à indústria e ao setor de serviços, gerando uma relação de interdependência (MENDES; MESQUITA, 2009). Tradicionalmente, os complexos agroindustriais são compostos pela agropecuária (que pode ser considerada o núcleo do complexo), empresas construtoras de máquinas e equipamentos agrícolas, fábricas de produtos agroquímicos, indústrias de processamento de alimentos e indústrias de infraestrutura com fins logísticos (transporte, armazenamento e distribuição). Definições mais recentes incluem nessa estrutura serviços financeiros, fornecimento de tecnologia e biotecnologia, informações e produtos fitossanitários (DUDIN et al., 2016; DE OLIVEIRA; DE-CARLI, 2021).

Esse processo de modernização e industrialização da agricultura brasileira, consolidando assim a formação dos Complexos Agroindustriais, tem seu pico durante meados dos anos 1960 até o fim dos anos 1970 quando os mecanismos de substituições de importações implantados pelo II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND) e a formação do SNCR transformaram a base técnica da agricultura (DELGADO, 1985). Dessa forma, vários complexos vão se formando e direcionando-se ao aperfeiçoamento de uma determinada atividade agrícola, sendo o primeiro a se consolidar foi o complexo cafeeiro do oeste paulista. O processo de produção se tornava cada vez mais complexo e mais dependente de outros ramos da economia (MENDES; MESQUITA, 2009).

Nesse período a expansão da fronteira agrícola focou os estados do Sul e Sudeste, com grandes investimentos realizados nos estados dessa região. Como reflexo, a modernização concentrou-se, essencialmente, neste eixo e várias regiões brasileiras foram deixadas de lado nesse processo, caracterizando um movimento de concentração da produção nos estados mais desenvolvidos e centralização dos recursos (MENDES; MESQUITA, 2009).

Na década de 1970 pode observar-se que a produção agrícola teve seu desempenho marcado por três principais pontos. Primeiramente, houve um crescimento nulo dos produtos menos intensivos no uso de tecnologia, principalmente de alimentos básicos destinados ao mercado interno como arroz, mandioca e milho. Em segundo lugar observou-se um crescimento vertiginoso de culturas modernas

ligadas diretamente à exportação como soja, laranja e aves. O último ponto está diretamente ligado ao segundo, se trata do aumento da produção exportada frente a produção total, ou seja, da década de 60 para a década de 70 as culturas voltadas para o mercado externo obtiveram um aumento nas taxas de crescimento da produção (KAGEYAMA; GRAZIANO DA SILVA, 1983).

Quanto ao processo de modernização nos anos 1970, a agricultura brasileira se baseou principalmente na utilização de adubos e defensivos químicos, conhecida como quimificação, e na mecanização. Devido ao processo de substituição de importações colocado em prática pelo governo da época, o crescimento do consumo de produtos químicos e fertilizantes foi acompanhado por uma redução na importação desses produtos, porém havia uma concentração na utilização destes em maiores estabelecimentos. Entre 1970 e 1980 o consumo de fertilizantes havia se multiplicado por quatro. Já o número de tratores utilizados quase triplicou durante o período, contudo a quantidade de estabelecimentos que os utilizavam ainda era bastante baixa, com menos de 5% dos estabelecimentos possuindo trator, beneficiando apenas uma minoria e se concentrando em poucas regiões do país. Todo esse processo de tecnificação na década de 1970 foi possível graças à política de crédito rural com juros subsidiados e negativos. Em 1980 o volume de financiamento foi superior a 1970 em quatro vezes em termos reais (KAGEYAMA; GRAZIANO DA SILVA, 1983).

Após os choques do petróleo em 1973 e 1979, o foco passou a ser a obtenção de energias alternativas e renováveis. A produção de álcool a partir da cana-de-açúcar, por meio do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), foi vista como uma possível forma de solucionar o problema da dependência de combustíveis fósseis. Apesar do programa se mostrar bem-sucedido com seus objetivos, o cultivo de cana-de-açúcar foi responsável pela redução de alguns territórios destinados à produção de alimentos (DELGADO, 1985).

Em resumo, a modernização da agricultura se consolidou nessa época a partir de três aspectos: a instalação de empresas multinacionais produtoras de máquinas, equipamentos e insumos agrícolas; as plataformas de financiamento para compra de insumos, máquinas e equipamentos agrícolas realizadas pelo governo; e a fundação de instituições públicas e privadas que dariam início às pesquisas agropecuárias, como a Embrapa. Parte dos grandes e médios agricultores passaram a adotar técnicas produtivas trazidas da Europa e América do Norte, como a utilização de

agrotóxicos, fertilizantes, plantas e sementes modificadas, implementos, entre outros. Esse conjunto de técnicas ficou conhecido como Revolução Verde (SANTOS, 2014).

Durante a década de 1980, a economia brasileira passaria por um longo período de estagnação. As crises do petróleo e a elevação da taxa de juros internacional causaram uma fuga massiva de capitais, promovendo crise cambial, recessão econômica, uma dívida externa expressiva e um processo inflacionário descontrolado não só para o Brasil, mas também para outros países da América Latina. Esses anos ficaram conhecidos pela literatura como “década perdida” devido a situação instável da economia brasileira.

O governo brasileiro perde a capacidade de obter financiamento externo e, conseqüentemente, sua aptidão de continuar ajudando a agricultura por meio da injeção de recursos públicos a partir do crédito rural e da política de preços mínimos. Algumas destas políticas são descontinuadas devido a situação caótica da dívida externa (DIAS; AMARAL, 2001).

Nesse contexto de estagnação, a participação do setor agrícola com os complexos agroindustriais é essencial para a geração de divisas por meio das exportações. A política econômica do regime militar, então regida por Delfim Neto, apresenta uma estratégia voltada à geração de expressivos saldos comerciais via exportações de produtos básicos e agroprocessados. Dessa forma, o saldo comercial, que antes da crise praticamente havia desaparecido na balança comercial, se tornava uma variável chave ao ajuste externo, sendo a principal fonte de recursos destinada aos credores internacionais (DELGADO, 2012).

O Centro-Oeste foi, neste momento, a região com foco na expansão da fronteira agrícola. Dessa forma, foram implantados programas para estimular a ocupação e o desenvolvimento da agropecuária moderna no Cerrado, como o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (POLOCENTRO) e o Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER). Esses programas eram baseados na concessão de crédito subsidiado em áreas do Centro-Oeste e no Noroeste do Estado de Minas Gerais. A partir deste movimento, a região torna-se a maior produtora de grãos do Brasil (COELHO, 2001; DELGADO, 2012).

Essa política de geração de superávits comerciais externos persiste até 1994, pois na segunda metade da década de 1990 os ventos são outros. Com a abertura

comercial e a estabilização econômica promovida pelo Plano Real em 1994, a política de geração de saldos comerciais é abandonada (DELGADO, 2012). O ajuste liberal promovido pelo presidente Fernando Henrique Cardoso, com câmbio sobrevalorizado, redução de tarifas no comércio internacional e desregulamentação, logo gerou resultados. A balança comercial começa a ficar cada vez menos superavitária e o déficit em conta corrente se eleva, o regime cambial de semi paridade com o dólar desestimulava as exportações ao mesmo tempo que aumentava consideravelmente as importações. Esses ajustes irão provocar uma consequência negativa sobre a renda fundiária com a queda na demanda dos produtos agrícolas. Durante a década de 1990 também houve a redução considerável ano a ano no volume de crédito rural concebido, somado a um encolhimento da política agrícola e comercial, pois esta seria sustentada pela emissão de dívida pública. Neste período de reforma liberal e desregulamentação estatal, surge uma nova forma de acumulação de capital no setor agrícola, o agronegócio ou “agribusiness” (DELGADO, 2012).

Os pilares que sustentavam os CAI's, baseados na forte atuação do Estado no financiamento e regulação da agropecuária, técnicas produtivas da Revolução Verde, e exportação de produtos agroprocessados, são superados por um novo paradigma. O Estado tem sua atuação direta na produção reduzida, focando nos investimentos em infraestrutura, pesquisa e regulação; os métodos advindos da revolução verde dão lugar a técnicas vigorosamente baseadas em ciência com a adoção de engenharia genética, Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC's), biotecnologia e microeletrônica; as exportações de produtos processados perdem espaço para produtos primários sujeitos a oscilações das principais bolsas de valores, as *commodities* (FREDERICO, 2013).

A desregulamentação e a maior abertura do mercado de capitais deram nas mãos da iniciativa privada, nacional e internacional, o domínio de grande parte do mercado agropecuário. Essas grandes companhias, com o passar do tempo, ocuparam a lacuna deixada pelo Estado e passaram a investir pesado em tecnologia e ciência em parceria com institutos brasileiros de pesquisa agropecuária, além de financiar culturas mais lucrativas com maior inserção no mercado internacional, como a soja (SANTOS, 2014).

No fim de 1998, o Brasil passou novamente por uma crise cambial motivada pela enorme fuga de capitais devido à escassez de liquidez internacional no período.

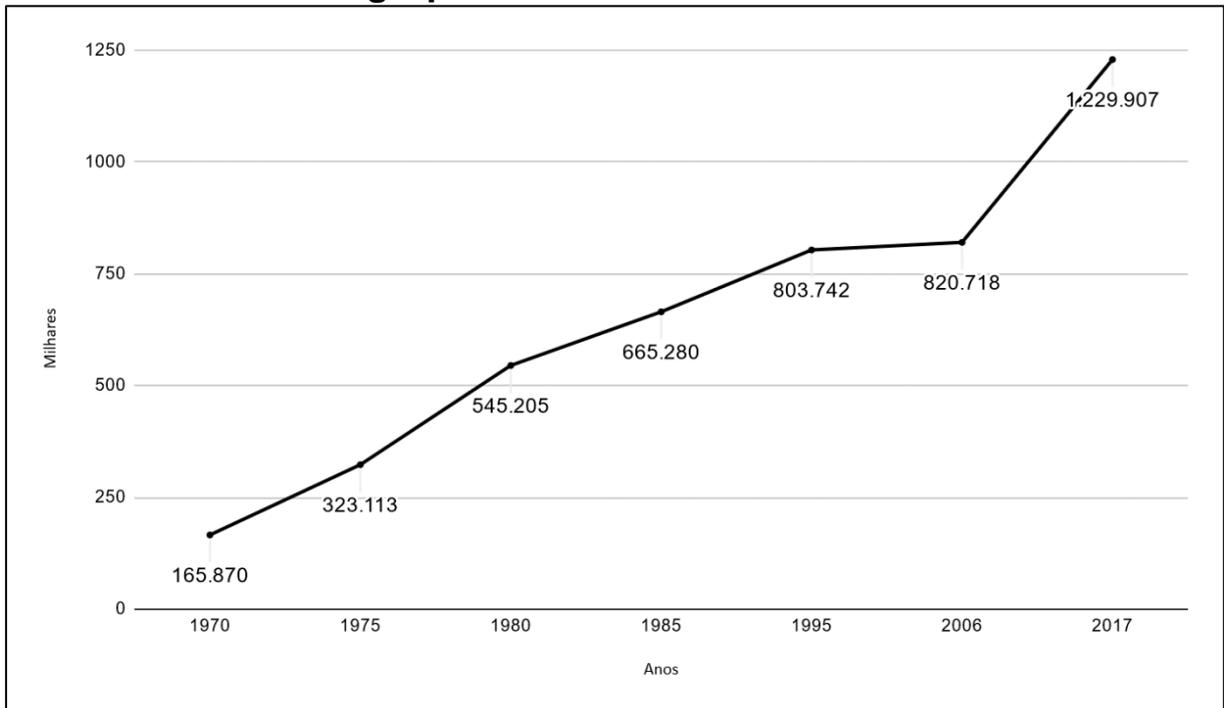
O governo, então, é obrigado a mudar o regime cambial vigente de fixo para um sistema de câmbio flutuante, eliminando a sobrevalorização do real e tornando a economia do agronegócio competitiva no âmbito internacional. A política de geração de superávits comerciais para tentar suprir o déficit em conta corrente, assim como ocorreu após a crise de 1982 e que fora abandonada em 1994, é retomada dando destaque para o agronegócio. A fronteira agrícola a partir dos anos 1990 passa a ser expandida para a região denominada Matopiba (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia). Esses movimentos fizeram a produção brasileira de soja se igualar à norte-americana (VIEIRA FILHO, 2014. DELGADO, 2012).

De acordo com Santos (2014), os resultados deste processo de consolidação do agronegócio foram, principalmente, a maior aplicação de técnicas mais inovadoras por parte dos agricultores, o aumento no consumo de matérias-primas, máquinas e equipamentos para a produção e o financiamento para a modernização das atividades agrícolas, que passariam a ser fomentadas não só pelo estado, mas também por entidades privadas. Setores como o científico-informacional, bancário e comercial passaram a integrar a cadeia produtiva no campo além do industrial e da logística. Realidades como a tecnologia da informação e comunicação, engenharia genética, química industrial, microeletrônica e serviços financeiros, que não eram comuns no início do processo de modernização da agricultura brasileira, agora desempenham um papel importante na produção e competitividade do setor agrícola. Porém, vale destacar que milhares de pequenos produtores e camponeses, tiveram pouco ou nenhum acesso ao capital para que pudessem modernizar suas atividades e se adequar ao modo de produção científico globalizado. Especialmente quando falamos de crédito rural, principal instrumento para promover a modernização do campo e que foi extremamente seletivo, não contemplando grande parte dos pequenos proprietários (SANTOS, 2014).

Diante de todo esse processo de modernização da agricultura brasileira, especialmente na segunda metade do século XX e início do século XXI, os dados apresentados pelos Censos Agropecuários do IBGE demonstram o avanço tecnológico no campo. Um dado interessante, é o salto no número de tratores presentes em estabelecimentos agropecuários, passando de 165.870 unidades em 1970 para 1.229.907 em 2017 (GRÁFICO 1). Somente nos últimos dois últimos censos, entre 2006 e 2017, houve um incremento de 409.185 unidades, cerca de 50% de crescimento, porém, apenas 14% de todos os estabelecimentos possuíam tratores em

2017. Demonstrado grande concentração dos tratores em poucos estabelecimentos agropecuários.

Gráfico 1 – Número de tratores existentes nos estabelecimentos agropecuários de 1970 a 2017

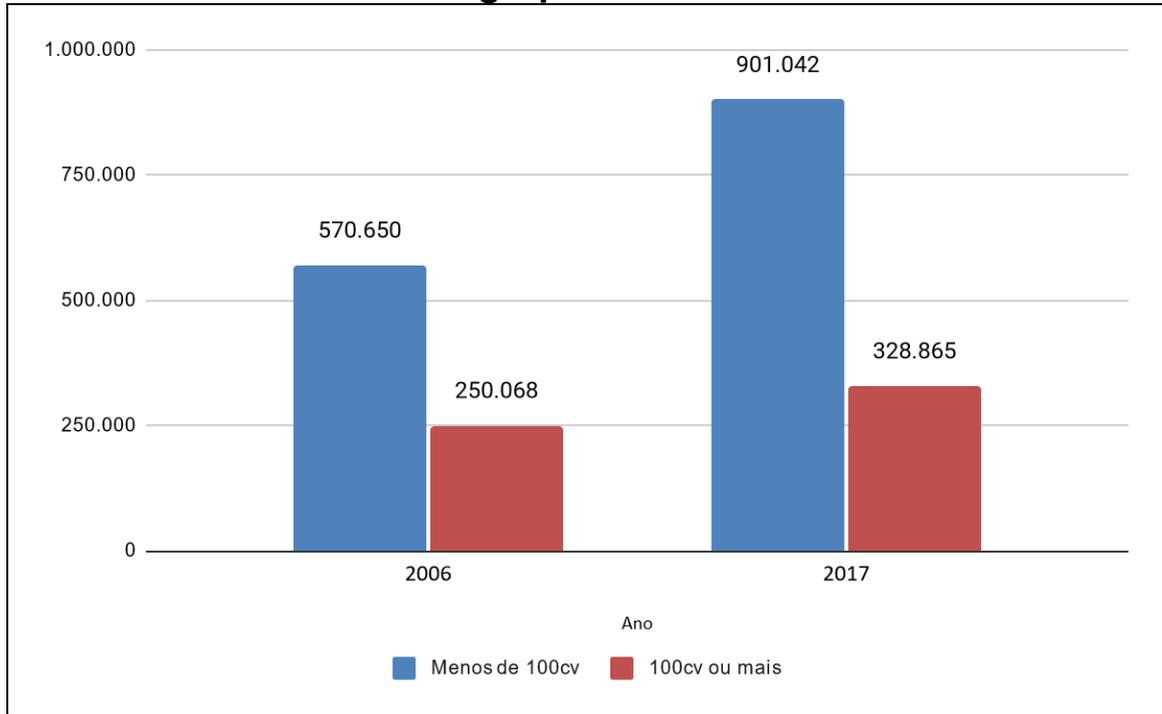


Fonte: IBGE - Censo Agropecuário

Considerando a potência dos tratores entre os censos de 2006 e 2017 é possível observar que o número de tratores com menos de 100cv⁵ sofreu um acréscimo de 330.392 unidades, enquanto tratores de 100cv ou mais 78.797 unidades (GRÁFICO 2). Tal expansão em ambas as potências, indica que produtores também adquiriram implementos para a realização de várias atividades, uma vez que o trator é a unidade de força/arrasto, sendo necessário comprar arados, grades, plantadeiras, entre outros implementos para mecanizar e modernizar o processo de produção agropecuário. Acrescenta-se o fato de tratores mais potentes cobrem uma área maior com menos unidades, o que pode explicar a menor magnitude do crescimento dos tratores mais potentes.

⁵ Cavalos-vapor. Uma unidade de grandeza física que expressa a potência de uma máquina. Representa a força necessária para elevar, a um metro de altura, durante um segundo, um peso de setenta e cinco quilogramas.

Gráfico 2 - Potência dos tratores existentes nos estabelecimentos agropecuários



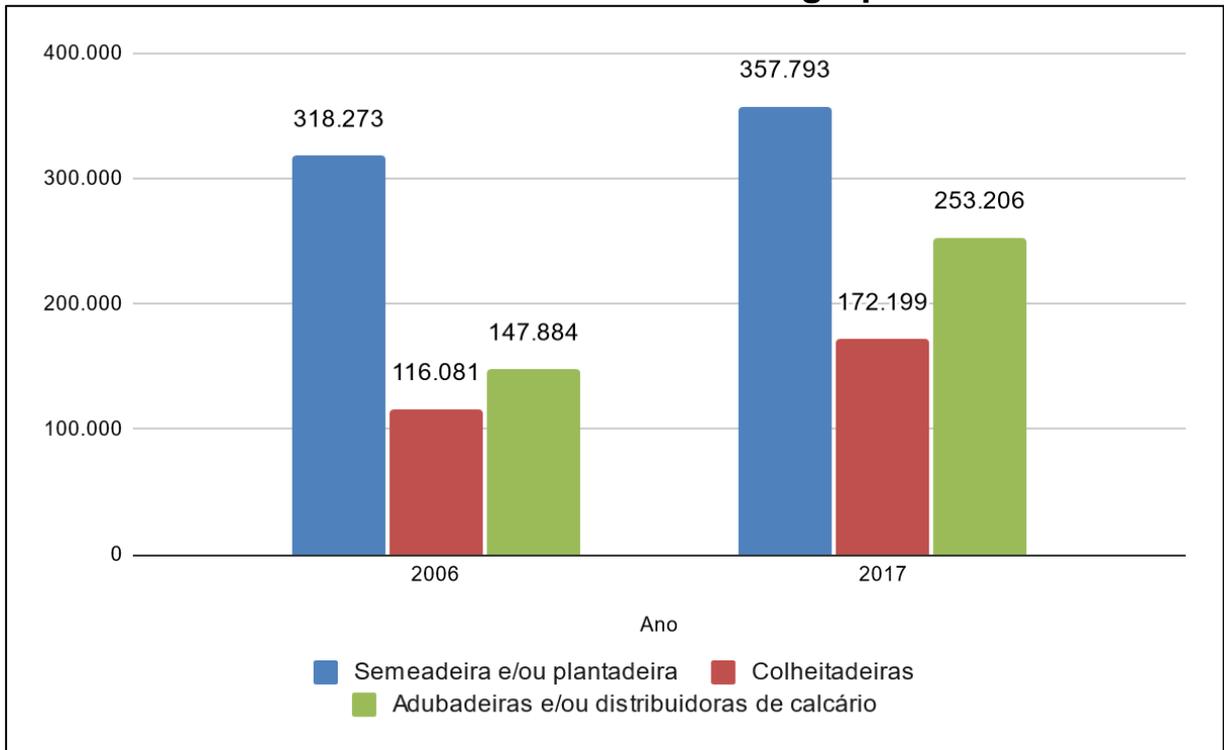
Fonte: IBGE - Censo Agropecuário

Além do aumento do estoque de tratores, o número de implementos de arrasto também subiu, apesar da magnitude mais modesta. No gráfico 3 é possível observar a evolução do uso de semeadeiras e plantadeiras aumentar em 39.520 unidades e adubadeiras e/ou distribuidoras de calcário aumentar em 105.322 unidades. Nesse caso, em 2017, o estoque final de semeadeiras e plantadeiras é de 357.793 unidades e de adubadeiras e/ou distribuidoras de calcário é de 253.206 unidades.

O aumento da potência dos tratores está diretamente relacionado com o aumento do tamanho dos implementos que são engatados, tratores mais potentes com implementos maiores cobrem uma área mais ampla e reduzem a necessidade de mão de obra.

Ainda no Gráfico 3, chama a atenção a evolução no número de colheitadeiras utilizada no campo, que aumentaram em 56.118 unidades, totalizando 172.199 unidades em 2017. Igualmente, as colheitadeiras vêm passando por modernização e ampliação da potência, especialmente com o avanço da eletrônica utilizada nas novas máquinas, situação que reduz ainda mais a demanda por mão-de-obra.

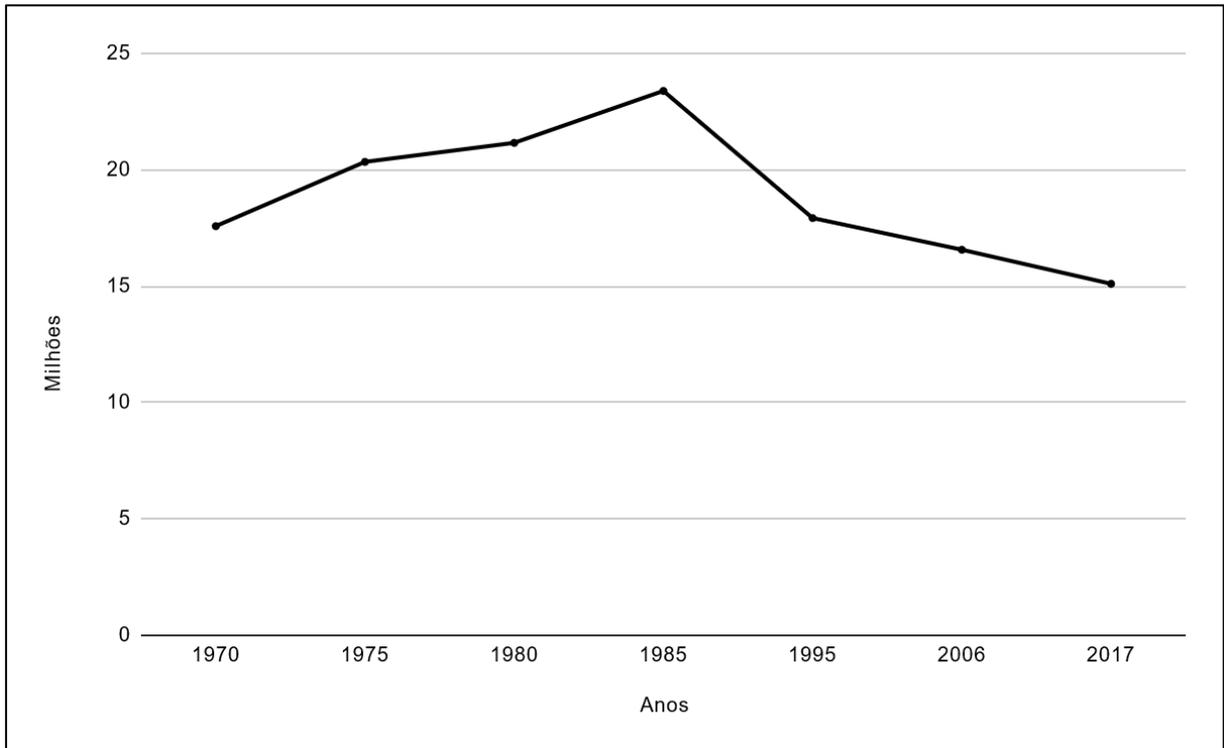
Gráfico 3 - Número de máquinas e implementos agrícolas existentes nos estabelecimentos agropecuários



Fonte: IBGE - Censo Agropecuário

Conseqüentemente, ao analisar os dados sobre o emprego nos estabelecimentos agropecuários uma realidade cruel é retratada. Enquanto nas primeiras décadas da modernização e ampliação da agropecuária no país, o movimento é de aumento no número de pessoas ocupadas, a partir de 1985 observa-se uma queda vertiginosa no emprego em que, no ano de 1995, retorna ao nível de 1970 e continua com a tendência decrescente até o ano de 2017, o do último censo agropecuário. Portanto, muito embora acompanhamos a ampliação da área produtiva e da produção total na agropecuária, o que se percebe é a redução da demanda por trabalho, especialmente por conta da mecanização e do aumento de produtividade.

Gráfico 4 - Pessoal ocupado em estabelecimentos agropecuários de 1970 a 2017



Fonte: IBGE - Censo Agropecuário

Delgado (1985) refere-se à modernização rural brasileira como “modernização conservadora”. A consolidação do Complexo Agroindustrial no final dos anos 70 também resulta em um novo conjunto de interesses, os quais se sobressaem os do grande capital industrial, dos grandes e médios produtores e do Estado. O processo de modernização durante essa época enfatizou os estados da região Centro-Sul, valorizando também a propriedade territorial e, conseqüentemente, a concentração da produção ocorreu em um número pequeno de propriedades. As demais localidades e os inúmeros estabelecimentos que não participaram do processo de modernização, ficaram à margem da agricultura brasileira, com significativas parcelas de subemprego (DELGADO, 1985).

As desigualdades socioespaciais presentes na era do agronegócio foram reflexo dessa modernização perversa que ocorreu durante a formação dos complexos agroindustriais. Novamente o crédito rural, e conseqüentemente progresso técnico, beneficiou apenas regiões mais desenvolvidas do país, assim como grandes e médios produtores. Pequenos produtores e camponeses não gozaram de assistência para absorver as tecnologias que o novo modo de produção agrícola científico-globalizado

exigiu. Como fruto de todo esse processo de modernização da agricultura brasileira desde os anos 60, temos uma concorrência desleal dos grandes agricultores em relação aos pequenos e camponeses, somada a uma substituição da mão de obra humana pela mecanização. Esses fatores aceleraram a expulsão dessa população vulnerável para as cidades em busca de trabalho, acentuando a concentração de renda e a desigualdade social. Muitas vezes, os centros urbanos não conseguem absorver esse excedente de trabalhadores, que são obrigados a se instalar em localidades onde, em sua maioria, não possuem acesso a segurança, saúde, educação e trabalho (SANTOS, 2014).

Entretanto, segundo Vieira Filho (2014), o Brasil passou de importador líquido de alimentos em 1960 para um dinâmico e estratégico agente na produção de produtos primários nos anos 2000, realizando assim uma transformação bem-sucedida de sua produção agrícola. A partir do final da década de 1990, o Brasil já se situava à frente da média mundial de produtividade de cereais, leguminosas, frutas e carne bovina. Os impactos das transformações tecnológicas que ocorreram na agricultura brasileira não ficam restritos apenas ao aumento da produção e da produtividade. Uma das principais vantagens relacionadas aos ganhos produtivos seria a melhoria na distribuição de renda, com a redução do peso do preço dos alimentos na cesta de consumo das famílias. Apesar do aumento do preço dos produtos agrícolas no comércio internacional nos anos 2000, a expansão da produção agropecuária colaborou para manter a segurança alimentar doméstica (VIEIRA FILHO, 2014).

3 – Agricultura brasileira após a abertura comercial: principais tecnologias e discussões sobre desigualdade.

Após a abertura econômica, o setor agroindustrial passou a se integrar cada vez mais com outros setores industriais e os recursos tecnológicos eram cada vez mais essenciais para seguir com a competição internacional. Em seu segundo mandato, Fernando Henrique Cardoso realizou várias iniciativas que, apesar de não estarem integradas, convergiam para o total apoio ao agronegócio como: a realização de investimentos em infraestrutura territorial; o direcionamento das pesquisas da Embrapa feitas para atender empresas multinacionais do agronegócio; a mudança da

política cambial que, ao eliminar o sistema de semi paridade com o dólar que tornava o real sobrevalorizado, tornaria a economia do agronegócio brasileiro competitiva no mercado internacional; a reativação e reformulação de mecanismos de crédito rural como o Programa de Modernização da Frota de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras (Moderfrota), que foi muito importante para a renovação da frota de máquinas agrícolas através do aumento do volume de crédito (DELGADO, 2012). Também foram estabelecidos nesse período o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), visando fornecer recursos financeiros para o progresso desta classe de produtores, e o Moderinfra, viabilizando crédito para aquisição e implantação de sistemas de irrigação.

A retomada dessas políticas de financiamento para produtores contou com maior protagonismo do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). O montante de recursos para o financiamento rural passou de R\$342 milhões nos anos 1999/2000 para R\$5,2 bilhões nos anos 2004/2005 (VIAN; SILVA, 2021).

Avançando nessa leitura, a política agrícola adotada nos anos 2000 teve dois rumos. Por um lado, foram implementadas políticas com o intuito de redução das desigualdades, e do outro, houve esforços para apoiar os modernos e grandes produtores mais integrados aos mercados internacionais e, de forma secundária a agricultura familiar.

Paralelamente, a conjuntura internacional apresentava uma situação favorável. Segundo Lira (2013), a partir de 2003, o preço de algumas *commodities* como soja, milho, carnes, minério de ferro e açúcar-álcool, produtos os quais o Brasil já se consagrava como exportador importante, começaram a apresentar um crescimento notável, tendo seu ápice em 2008. Esse movimento ficou conhecido pela literatura como “*boom de commodities*”. Em grande parte, o aumento na demanda por produtos primários era em função do elevado crescimento da economia mundial, principalmente da China, em que seu produto interno bruto (PIB) cresceu em média 10,3% ao ano, durante o período de 2000 a 2010.

O sucesso destas medidas de apoio ao agronegócio, somadas com a alta nos preços das *commodities* durante a maior parte da década, produziu resultados significativos nas exportações destes produtos. Dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços mostram que de 2000 a 2010 o valor das exportações

de produtos agropecuários cresceu 4,8 vezes, passando de R\$ 4,5 bilhões para R\$ 21,5 bilhões.

Além deste cenário externo favorável aos países exportadores de produtos primários, os anos 2000 também são marcados pela popularização de tecnologias antes restritas ao uso militar e aeroespacial. Tecnologias como o Sistema de Posicionamento Global (em inglês GPS ou *global position system*), utilizado pelo sistema de defesa Norte Americano desde a década de 70, e a internet, criada em 1969 com a função de interligar laboratórios de pesquisa nos Estados Unidos, passaram a fazer parte da vida dos cidadãos comuns. Outros aparelhos e sistemas que já eram populares, tiveram suas funções aperfeiçoadas. Como os arcaicos disquetes que deram espaço para os *pendrive* e cartões de memória, menores e com uma capacidade de armazenamento de dados muito maior; os volumosos monitores de televisão ficavam mais finos, facilitando sua aplicação em diversos locais; a comunicação por meio da telefonia móvel se tornaria indispensável para a maioria dos cidadãos; sensores fotográficos digitais roubavam o espaço das câmeras analógicas, seu tamanho reduzido permitiam a instalação em diversos aparelhos como em telefones celulares.

A agricultura não ficou de fora de todo esse novo paradigma tecnológico, a incorporação desses aparelhos e sistemas são extremamente necessários para garantir o aumento da produtividade, competitividade e redução dos custos. Gasques *et al*, (2004) destaca que o investimento em tecnologia e inovação e sua incorporação no sistema produtivo, explica grande parte deste significativo desempenho na agricultura brasileira, em que o crescimento da produção ocorreu em maior grau apoiado no crescimento da produtividade. Dessa forma, a centralidade no conhecimento marca a produção agropecuária no começo do século XXI. Nesse contexto, a seguir serão apresentados algumas das principais tecnologias presentes no setor agropecuário e seu papel na expansão da produção e da produtividade.

A automação no campo traduz-se na instalação de computadores de bordo e sensores que registram todos os sinais vitais da máquina, especialmente nos tratores, plantadeiras e colheitadeiras. A inteligência embarcada dá informações importantes ao condutor, como o RPM (rotações por minuto) ideal para determinados tipos de operação, permitindo maior economia de combustível. Além disso, os computadores possibilitam melhor gestão da máquina, com bancos de dados e indicadores de tempo

ocioso com o motor ligado e desligado, área de trabalho efetiva por turno, eficiência operacional de cada máquina etc. Softwares, plataformas, segurança e telecomunicação estão cada vez mais presentes nas máquinas agrícolas e se aproximam cada vez mais de um sistema de tecnologia da informação (MANZONI, 2015).

Esse maquinário mais moderno, maior e mais potente, trabalha grandes áreas de maneira homogênea, porém as áreas utilizadas para culturas agrícolas não são necessariamente uniformes. Dessa forma, o produtor que antes operava em menores espaços e com trabalho manual ou até mesmo com um maquinário de pequeno porte, muitas vezes com força de tração animal, perdeu o contato que tinha com o solo com o passar das décadas. Esse processo mais moderno não pode ser considerado totalmente eficiente, pois trata diferentes áreas de maneira uniforme. Assim, a agricultura de precisão nasceu como uma forma de tentar solucionar esse problema, conciliando o conhecimento agrônômico acumulado com a tecnologia de automação (MOLIN, 2015).

As primeiras experiências com agricultura de precisão foram feitas nos anos 1980 em países da Europa, com o mapeamento da produtividade do solo, e nos Estados Unidos, com a aplicação automática de adubo em doses variadas. No Brasil a introdução ocorreu na década de 1990, porém foi no início dos anos 2000 que esse processo atingiu seu auge. É nessa época que surgem as primeiras máquinas brasileiras com aplicação de taxas variáveis e os sistemas de direção automática guiados por meio do Sistema Global de Navegação por Satélite (em inglês GNSS ou *Global Navigation Satellite System*) (MOLIN, 2015).

Entre as principais tecnologias que representam a agricultura de precisão podemos citar a aplicação variável de insumos, piloto automático e veículos aéreos não tripulados (VANT's). A aplicação variável visa uma otimização do uso de insumos e, conseqüentemente, dos recursos financeiros. Primeiramente, é feito um mapeamento prévio do solo e em sequência a máquina agrícola se encarrega de ler os dados e aplicar os insumos em doses mais eficientes para diferentes áreas. Os tratores equipados com o sistema de piloto automático têm como objetivo aumentar a performance do equipamento no dia, reduzir ao máximo o número de sobreposições e falhas nas passagens. Os VANT's passaram a ter aplicação na agricultura somente no período mais recente. Esses veículos possuem câmeras de alta definição e

sensores, são capazes de realizar um plano de voo em uma determinada área e mapear os talhões das plantações, podendo gerar mapas para uma aplicação mais localizada de defensivos. (BAIO; LEAL; CAMPANELLI, 2015)

Como as inovações mecânicas e físico-químicas, podem ser facilmente patenteadas e, assim, garantir ao dono dessa novidade retornos decorrentes da utilização e multiplicação dessa invenção por terceiros ampliando os ganhos pelo poder de monopólios, as grandes empresas buscam constantemente inovar, na lógica apontada por Schumpeter (1997) discutidas no item um desse trabalho.

Em uma nova variedade de vegetal geneticamente modificada o ganho de monopólio era limitado. A monopolização de uma certa variedade era bastante difícil, visto que a sua multiplicação quase sempre não podia ser controlada. Além disso, novas variedades não podem ser plantadas em localidades muito distintas, diferentemente de tratores e defensivos (GRAZIANO DA SILVA, 1990). Entretanto, no período mais recente, a maioria dos países adotaram leis que protegem a propriedade intelectual biológica.

Este direito exclusivo à propriedade intelectual leva à tona alguns questionamentos. Algumas correntes que o defendem argumentam que é um dos grandes impulsionadores do desenvolvimento de tecnologia, ao assegurar aos seus desenvolvedores retornos financeiros por meio de *royalties* e a garantia da segurança dos investimentos. Por outro lado, a concentração de patentes nas mãos de poucas empresas e nações poderia contribuir com a desigualdade social, promovendo a concentração de mercado e dificultando a concorrência (AVIANI; MACHADO, 2015).

França e Garcia (2014) argumentam que empresas transnacionais, com o intuito de dificultar a multiplicação de variedades geneticamente modificadas, desenvolveram em laboratório sementes de alto desempenho e reprodução limitada, passando a ter controle sobre sua produção e distribuição. Como exemplo temos as sementes, denominadas pela literatura, *Terminator* (Exterminadora) que foram desenvolvidas para germinar apenas uma vez, sendo seus frutos estéreis; e as sementes *Traitor* (Traidora), que podem ser induzidas a germinarem pela segunda vez por meio de agentes químicos. Gradativamente, as sementes passaram de um recurso natural comum para um produto comercial sob controle de grandes corporações. O agricultor, que antes era produtor, torna-se consumidor da empresa proprietária da variedade em questão. Segundo os autores, essa nova forma de

produção retira o direito a soberania de cultivo do próprio alimento dos agricultores mais vulneráveis. Ademais, países com problemas de segurança alimentar podem correr o risco de ter sua produção dependente de importações e de indutores químicos.

Por outro lado, para aquelas culturas em que existem dificuldades para que as inovações biológicas gerem retornos e a necessidade de grandes investimentos para realizá-las, faz com que elas sejam desinteressantes para parte do setor privado, e, é por isso que na maioria dos países é uma função do Estado e de associações de empresas a realização de pesquisas biológicas.

No Brasil destaca-se a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Fundada em 1973, ela é uma empresa vinculada ao ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, sendo especializada em realizar pesquisas de melhoramento genético animal e vegetal. Do ponto de vista da ciência e tecnologia é uma instituição influente que desenvolve tecnologia para o agronegócio, e em menor escala para a agricultura familiar. Essas pesquisas, após serem concretizadas, são utilizadas pelo setor privado gerando um maior dinamismo no setor rural. Com as políticas de crédito rural para agricultores e agroindústrias, a expansão de cursos de pós-graduação em ciências agrárias e incentivos à pesquisas nessa área, somadas a pronta reação do setor privado, a tecnologia voltada ao agronegócio brasileiro decolou (MARRA; SOUZA; ALVES, 2013).

Há vários exemplos da aplicação da engenharia genética, como a criação de variedades de plantas geneticamente modificadas que são resistentes a pragas e herbicidas, adaptadas a climas menos favoráveis, mais produtivas ou mais nutritivas. A maioria deles com grandes interesses comerciais envolvidos e de importância estratégica para o agronegócio mundial, principalmente para garantir a competitividade dos países exportadores de alimentos. O desenvolvimento de uma variedade geneticamente modificada é uma nova invenção e pode, sem dúvida, gerar ganhos de monopólio para a empresa que a desenvolveu, assim como discutido por Schumpeter (1997).

Segundo Gomes e Borém (2013), apesar do Brasil ter demorado a adotar biotecnologia em suas lavouras, em 2013 o país já alcançava a segunda maior produção do mundo de alimentos transgênicos. Os principais impactos positivos refletem na redução das perdas nas lavouras, na diminuição dos custos para o

produtor e na simplificação do manejo. Como consequência, aumentam-se os índices de produtividade devido a redução das perdas e o consumidor final consegue pagar menos pelo alimento. Podemos considerar que também há, de certa forma, maior preservação do meio ambiente, pois não será necessária a incorporação de novas terras para o aumento da produtividade (GOMES; BORÉM, 2013).

Como citado na primeira parte deste trabalho, o meio rural possui algumas especificidades quando comparado a indústria. A produção no campo depende fundamentalmente de fatores naturais como água, luz solar, fertilidade do solo e temperatura do ambiente. Dessa forma, os produtores rurais estão sujeitos a amplas adversidades que podem levar a prejuízos significativos em suas plantações, como chuvas escassas ou excessivas, geadas, pragas e problemas de fertilidade do solo. Nesse sentido, um dos motivos para a adoção de tecnologias como sistemas de irrigação para controlar a quantidade de água, adubação do solo para nivelar a fertilidade e pulverização de inseticida para o controle de pragas é a redução do risco agrícola, ou seja, mitigar os efeitos adversos causados pela natureza e, conseqüentemente, prejuízos menores.

Ademais, a redução do risco agrícola não é o único motivo pelo qual os produtores tecnificam a produção. As condições presentes na natureza determinavam que as plantações agrícolas deveriam ser colhidas em épocas específicas do ano, justamente durante o pico de maturação da cultura, por exemplo: a cana-de-açúcar deve ser colhida com o máximo teor de açúcar possível e o café quando a maior parte dos seus frutos está madura (CHINELATO, 2021). Neste tempo de não trabalho, onde os cultivares estão germinando e amadurecendo, o capital não é valorizado. Investimentos feitos em colhedoras, equipamentos e usinas de processamento não estão gerando retorno, pois estes se encontram parados. Assim, o desenvolvimento genético de variedades com maturação precoce e tardia contornou essa situação, permitindo várias safras durante o ano.

Segundo Goodman, Sorj e Wilkinson (2008) com intervalos mais curtos dos ciclos biológicos e menos tempo separando esses intervalos, aproximaram a agricultura cada vez mais de uma operação de processo contínuo. Sendo assim, com a menor ociosidade das colhedoras, equipamentos e usinas de processamento, produtores e capitalistas conseguem extrair mais retornos dos seus investimentos, reduzindo assim suas perdas. “O processo rural de trabalho já não é mais tão

determinado pelo ritmo da máquina quanto é governado pela capacidade que os capitais industriais possuem de modificar os ritmos do tempo biológico” (GOODMAN; SORJ; WILKINSON, 2008, p.40, 41).

Recentemente, diante deste cenário de globalização, estudiosos destacaram o advento de novas tecnologias que irão guiar a produção industrial em todo o mundo. Tecnologias como Internet das Coisas (do inglês *Internet of Things* ou IoT), manufatura aditiva, *big data*, inteligência artificial, robótica avançada e computação em nuvem fazem parte desse novo modo de produção no sistema fabril denominado Indústria 4.0 ou quarta revolução industrial. A aplicação dessas tecnologias possibilita avanços não só na manufatura, mas também na agricultura. Assim, o conceito de Agricultura 4.0 surge a partir desse novo modo de produção industrial e pode ser definido como a adoção de tecnologias digitais para a produção de produtos agrícolas (LISBINSKI, et al., 2020).

Sistemas avançados de automação e coleta de dados, sensores inteligentes e internet passam a fazer parte de recursos padrões de tratores, colhedores e outros implementos, tornando possível a aplicação de insumos de maneira mais específica e a identificação de pragas antes que se proliferem. Isso não só permite certa economia e aumento da produção, como também um produto de maior qualidade com menos resíduos químicos. Algumas destas inovações chamam a atenção como a impressão 3D de alimentos, o cultivo de carne em laboratórios e sistemas de irrigação com água marinha (LISBINSKI, et al., 2020). Apesar de algumas tecnologias ainda estarem em estágios iniciais, prometem revolucionar a produção de alimentos como o cultivo em áreas desérticas e fabricação de carne a partir de células tronco.

No Brasil, apesar deste conceito de Agricultura 4.0 já ser realidade, a difusão desse novo modo de produção pode encontrar dificuldades, a pequena cobertura e má qualidade de sinal de internet no território é um limitante para a adoção dessas tecnologias (LISBINSKI, et al., 2020). Também vale destacar que a maioria dos produtos e serviços deste pacote tecnológico ainda depende de importação, tornando o seu preço refém das variações cambiais e revelando certo risco de dependência externa.

Apesar de toda essa diversidade tecnológica que temos hoje no Brasil, a concentração de renda e da produção no setor agrícola é muito elevada. Em 2006, regiões como Norte e Nordeste tinham a maior parte dos seus estabelecimentos

composta por produtores em situação de extrema pobreza e, no Brasil, menos de 1% dos estabelecimentos agropecuários realizaram metade de toda a produção (VIEIRA FILHO, 2014). A participação do volume total de crédito rural destinado a agricultura familiar é outro ponto de retrocesso. Os recursos destinados ao PRONAF, que já chegaram a 20% do volume total do crédito rural, ficaram em 12,16% do total na safra de 2015-2016 (BIANCHINI, 2015).

Como vem sendo discutido nesse trabalho a inovação e tecnificação é importante para avançar no aumento de produção e produtividade, entretanto essa tecnificação é bem onerosa, tem um preço elevado, o que tem resultado num pequeno grupo de produtores rurais capazes de investir nessa tecnificação, excluindo muitos dos agricultores familiares.

Segundo matéria da revista Forbes Agro, uma colhedora de milho Valtra nova de 450cv custa a partir de R\$ 2 milhões, enquanto colhedoras de grãos mais modernas, potentes e maiores podem ultrapassar facilmente R\$ 3 milhões. Já nos tratores, um John Deere de 60cv custa aproximadamente R\$ 242 mil, esse preço salta para R\$ 715 mil quando se trata de tratores com 170cv de potência. Nos implementos a situação não é diferente, uma plantadeira de grãos que cobre de 6 a 7 linhas custa cerca de R\$ 280 mil.⁶

Tais valores são completamente intangíveis para agricultores familiares alcançarem a tecnificação da sua produção, as linhas de crédito do PRONAF para investimento são limitadas a R\$ 300 mil para agricultores com renda bruta entre R\$20 mil e R\$ 360 mil. Esse volume de crédito é ainda mais baixo para agricultores com menores rendimentos (BIANCHINI, 2015). Ou seja, se um produtor desejar adotar plantio mecanizado em sua lavoura, de acordo com os valores apontados acima, terá que desembolsar no cerca de R\$ 522 mil para a aquisição de um trator e uma plantadeira novos. Dessa forma, esses produtores com menos recursos ficam incapacitados de adotarem tal tecnificação, tendo que recorrer a opção manual, tração animal ou até mesmo tentar alugar equipamentos.

Os pequenos agricultores também enfrentarão dificuldades a respeito das inovações mais modernas, que são bem mais custosas e chegam mais tardiamente a essa classe menos privilegiada, acelerando mais ainda o processo de desigualdade.

⁶ Dados dos preços dos tratores e plantadeiras retirados a partir de consulta com vendedor de uma concessionária John Deere.

Além de tudo, também podemos citar a dificuldade que pequenos agricultores podem ter de manusear equipamentos mais modernos como drones e GPS que exigem certo conhecimento ou capacitação para manuseá-los, enquanto isso, grandes produtores têm recursos para investir nesses objetos e contratar pessoas qualificadas para operá-los.

Por um lado, modernização no campo conseguiu solucionar os problemas de produtividade e preços, fazendo com que o Brasil se tornasse um *player* de peso no mercado internacional por meio da industrialização, porém agravou os problemas agrários, sociais e econômicos no país (FREDERICO, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A consolidação da modernização na agropecuária brasileira representa, sem dúvida, um marco importante na história do país devido a todos os seus impactos econômicos e sociais.

A transformação da base técnica, verificada a partir dos anos 60 com a formação dos complexos agroindustriais, teve o Estado como principal agente e transformou o país de um importador de alimentos para um produtor chave de produtos agropecuários. A agricultura também teve grande responsabilidade em períodos de crise, contribuindo com a geração de superávits comerciais em períodos de crise, tanto durante os anos 1980 quanto após a crise cambial de 1998. Com a chegada dos anos 2000, o Brasil se consolidou como uma das maiores potências agrícolas mundiais, em grande parte devido ao sucesso das políticas de apoio à agricultura e do favorável cenário internacional.

Apesar de todo o sucesso de mudança na base tecnológica e aumento da produção e produtividade no Brasil, temos que tecnologias mais modernas ainda são dependentes de exportação, revelando certo risco de dependência dos países que desenvolvem esses produtos.

É possível observar também que, desde o início, o processo de modernização da agricultura ocorreu de forma heterogênea. Além de beneficiar majoritariamente grandes e médios produtores, esse processo se concentrou nas regiões Centro-Sul do país e nas monoculturas mais lucrativas com melhor inserção no mercado internacional, deixando as demais regiões e os pequenos produtores à margem e em

situação vulnerável. A modernização também foi responsável pela substituição da mão de obra pelas máquinas e equipamentos, desempregando trabalhadores rurais que, muitas vezes, não conseguem uma reinserção digna no mercado de trabalho. Todos esses fatores devem ser considerados para o aumento da desigualdade socioeconômica.

Pequenos produtores sempre sofreram dificuldades para inovar. Primeiramente, o financiamento é insuficiente para atendê-los e foi historicamente destinado aos grandes produtores. Em adição, essa classe menos privilegiada, na maioria das vezes, produz culturas pouco lucrativas destinadas ao consumo interno como mandioca, cenoura e tomate, dificultando mais ainda a aquisição de crédito. Desta forma, a baixa rentabilidade da pequena propriedade, somada a menor escala em relação ao grande, é sem dúvida uma grande barreira para o pequeno agricultor tecnificar sua produção.

Desde a decomposição do complexo rural até a agricultura moderna, os produtores familiares foram sempre deixados a margem. Seja com a lei de terras oficializando a divisão do território brasileiro em latifúndios, seja com políticas de crédito não só beneficiando grandes agricultores e regiões mais desenvolvidas do país, mas também insuficientes para pequenos agricultores se adaptarem ao paradigma tecnológico de cada época. Tratores, colhedoras e implementos novos podem ser completamente intangíveis para esses produtores mais descapitalizados e, sendo assim, temos uma desleal concorrência em relação aos grandes produtores, prevalecendo os interesses dessa classe mais privilegiada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVIANI, Daniela de Moraes; MACHADO, Ricardo Z. Proteção de cultivares e inovação. *Propriedade Intelectual e Inovações na Agricultura*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Políticas Públicas Estratégias e Desenvolvimento – INCT/PPED. 2015. p. 225-243.

BAIO, Fábio H. R.; LEAL, Juliano C.; CAMPANELLI, Victor P. C. Casos e aplicações em AP na produção de cana-de-açúcar. In: *Processos agrícolas e mecanização da cana-de-açúcar*. Jaboticabal: Ed. SBEA, 2015. p. 445-455.

BRASIL, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Dados de importações e exportações gerais. Disponível em < <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>>. Acesso em 20/03/2022.

CHINELATO, Gressa. Colheita da cana-de-açúcar. *CHBAGRO*. 2021. Disponível em: < <https://blog.chbagro.com.br/colheita-da-cana-de-acucar>>. Acesso em: 15/03/2022

COELHO, Carlos Nayro. 70 anos de política agrícola no Brasil (1931-2001). *Revista de política agrícola*. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Brasília, v. 10, n. 3, p. 3-58, jul./set. 2001.

DA SILVA, Rodrigo Peixoto; VIAN, Carlos E. de F. Padrões de modernização na agropecuária brasileira em 2006. *Economia Aplicada*. São Paulo, USP. v. 25, n. 1, p. 33-64, 2021. <https://doi.org/10.11606/1980-5330/ea160541>

DE MELO, Nildo Aparecido. Do complexo rural à modernização agrícola brasileira: a modernização da agricultura paranaense e os impactos na vida rural—uma análise do programa vilas rurais no norte do Paraná. *Geografia em Atos*. Presidente Prudente, v. 1, n. 11, p. 58-76, 2011.

DIAS, Guilherme Leite da Silva; AMARAL, Cicely Moitinho. *Mudanças estruturais na agricultura brasileira, 1980-1998*. Santiago: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe - Cepal, 2001. 33 p.

DE OLIVEIRA, Edenis Cesar; DE-CARLI, Rafael Moura. Complexos Agroindustriais: Análise da Literatura Indexada na Base de Dados Web of Science—1945 a 2020. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 3, p. 21848-21888, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-072>

DELGADO, G. C. Mudança técnica na agricultura, constituição do complexo agroindustrial e política tecnológica recente. *Cadernos de Difusão de Tecnologia*. Brasília, v. 2, n. 1, p. 79-97, jan./abr. 1985.

DELGADO, Guilherme Costa. *Do capital financeiro na agricultura à economia do agronegócio: mudanças cíclicas em meio século (1965-2012)*. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2012. 114 p.

DUDIN, M. N., FROLOVA, E. E., ABASHIDZE, A. H., MIROSHNICHENKO, O. I., & SHIKALOVA, E. V. Pioneering development of Italian national agroindustrial complex in the context of ensuring food security. *Calitatea*, v. 17, n. 154, p. 65, 2016.

FELIPE, Ednilson Silva; MARTINS, Elvira Carolina Scapin. Inovação e Destruição Criadora e os Desafios Atuais e Institucionais da Indústria Musical. *Blucher Engineering Proceedings*, v. 3, n. 4, p. 802-822, 2016. <https://doi.org/10.5151/engpro-1enei-045>

FRANÇA, Clayton Rodrigues; GARCIA, Loreley. Sementes livres—ações pela soberania da natureza. *REDD—Revista Espaço de Diálogo e Desconexão*. Araraquara, Unesp. v. 8, n. 1. 27 p. 2014.

FREDERICO, Samuel. Agricultura científica globalizada e fronteira agrícola moderna no Brasil. Confins. *Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, n. 17, 2013. 17 p. <https://doi.org/10.4000/confins.8153>

GASQUES, José Garcia; DE REZENDE, G. C.; VERDE, C. M. V.; SALERMO M. S.; DA CONCEIÇÃO, J. C. P.; DE SOUZA CARVALHO, J. C. *Desempenho e crescimento do agronegócio no Brasil*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, 2004. 43 p.

GOMES, Wellington Silva; BORÉM, Aluizio. Biotecnologia: novo paradigma do agronegócio brasileiro. *Revista de Economia e Agronegócio*. Viçosa, UFV. v. 11, n. 1, p. 115-136, jan./abr. 2013. <https://doi.org/10.25070/rea.v11i1.215>

GOODMAN, David; SORJ, Bernardo; WILKINSON, John. *Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional*. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008. 204 p. <https://doi.org/10.7476/9788599662298>

GRAZIANO DA SILVA, José. O progresso técnico na agricultura. *Cadernos de Difusão de Tecnologia*. Brasília, v. 7, n. 1-3, p.13-46, jan./dez.1990.

GRAZIANO DA SILVA, José. *Nova dinâmica da agricultura brasileira*. UNICAMP, Instituto de Economia. Campinas, 2 ed. 1996. 228 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censos agropecuários. Edição 2017. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em 15/11/2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censos agropecuários. Edição 2006. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2006>>. Acesso em 15/11/2021.

KAGEYAMA, Angela A.; GRAZIANO DA SILVA, José. Os resultados da modernização agrícola dos anos 70. *Estudos Econômicos*. São Paulo, v. 13, n. 3, p. 537-559, set./dez. 1983.

KALECKI, Michal. *Teoria da Dinâmica Econômica: Ensaio Sobre as Mudanças Cíclicas e a Longo Prazo da Economia Capitalista*. Tradução de Paulo de Almeida. São Paulo: Nova Cultural, 1977. 194 p. Título original: *Theory of Economic Dynamics: An Essay on Cyclical and Long-Run Changes in the Capitalist Economy*.

LIRA, Francisco Roberto Fuentes Tavares de. *A influência do câmbio e do boom de commodities sobre a pauta de exportações sul-americana*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) - Departamento de Economia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 90 p. 2013.

LISBINSKI, Fernanda C.; MÜHL, D. D.; OLIVEIRA, L. D.; CORONEL, D. A. Perspectivas e desafios da Agricultura 4.0 para o setor agrícola. In. VII Simpósio da Ciência do Agronegócio. Porto Alegre, 2020. *Anais do VIII Simpósio da Ciência do Agronegócio*. Porto Alegre, p. 422-431.

MAFRA, Erich. 6 máquinas do campo que valem mais que uma Ferrari. *Forbes Agro*, 2021. Disponível em <https://forbes.com.br/forbesagro/2021/06/6-maquinas-do-campo-que-valem-mais-do-que-uma-ferrari/>. Acesso em: 14/06/2022.

MARRA, Renner; SOUZA, Geraldo da Silva; ALVES, Eliseu R. Papel da Embrapa no desenvolvimento do agronegócio. *Revista de Economia e Agronegócio*. Viçosa, UFV. v. 11, n 1, p. 73-114, jan./abr. 2013. <https://doi.org/10.25070/rea.v11i1.214>

MESQUITA, Livia Aparecida Pires de; MENDES, Estevane de Paula Pontes. Modernização da agricultura e formação dos complexos agroindustriais. In. *XIX Encontro Nacional de Geografia Agrária*, São Paulo, 2009. p. 1-17.

MOLIN, José Paulo. Uso de AP na produção de cana de açúcar. In: *Processos agrícolas e mecanização da cana-de-açúcar*. Jaboticabal: Ed. SBEA, 2015. p. 439-444.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. População mundial deve ter mais 2 bilhões de pessoas nos próximos 30 anos. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2019/06/1676601>>. Acesso em 07/04/2022

ORTEGA, Antonio César; JESUS, Clesio Marcelino. Território café do Cerrado: transformações na estrutura produtiva e seus impactos sobre o pessoal ocupado. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. Piracicaba: Ed. Cubo, v. 49, n. 03, p. 771-800. Nov. 2011. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032011000300010>

SANTOS, Henrique Faria dos. Modernização da agricultura e relação campo-cidade: uma análise a partir do agronegócio cafeeiro no município de Alfenas–MG. *Caminhos de Geografia*. Uberlândia: EDUFU, v. 15, n. 51, p. 154-171, set. 2014.

SCHUMPETER, Joseph A. *Capitalismo, socialismo e democracia*. Tradução de Ruy Jungmann. Rio de Janeiro: Ed. Fundo de Cultura, 1961. 488 p. Título Original: *Capitalism, Socialism, and Democracy*.

SCHUMPETER, Joseph A. *Teoria do Desenvolvimento Econômico: Uma Investigação Sobre Lucros, Capital, Crédito, Juro e o Ciclo Econômico*. Tradução de Maria Sílvia Possas. São Paulo: Ed. Nova Cultural, 1997. 228 p. Título original: *The Theory of Economic Development: An Inquiry Into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*.

TARTAGLIA, José Carlos. Agricultura e progresso técnico: o uso da informática na gestão e na produção. *Estudos de Sociologia*. Araraquara: UNESP, 1997. p. 69-80.

VIAN, Carlos E. F.; DA SILVA, Rodrigo P.; BARICELO, Luís G.; PISSINATO, Bruno. Evolução da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. In: *Processos agrícolas e mecanização da cana-de-açúcar*. Jaboticabal: Ed. SBEA, 2015. p. 73-88

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. Transformação histórica e padrões tecnológicos da agricultura brasileira. In: *O mundo rural do Brasil no século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola*. Brasília: EMBRAPA, 2014. p. 395-421

WESTING, Ricardo. Há 170 anos, Lei de Terras oficializou opção do Brasil pelos latifúndios. *Agência Senado*. Brasília, 14/09/2020. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/especiais/arquivo-s/ha-170-anos-lei-de-terras-desprezou-camponeses-e-oficializou-apoio-do-brasil-aos-latifundios>>. Acesso em: 15/02/2022