

1. Introdução

Atualmente, a humanidade está atravessando um momento de transformação em que se vive uma grande divisão. Por um lado, as pessoas vivem tempos singulares de grande prosperidade, vida longa saudável, tecnologias disponíveis associadas ao acesso à informação e ao conhecimento e crescimento do nível de educação. Por outro lado, descobrem-se vários riscos ao planeta, níveis altos de pobreza, enfermidades e necessidades de melhoria da qualidade da educação.

O mundo contemporâneo e a globalização direcionam-nos a uma busca por uma economia mais sustentável e mais justa. Nesse cenário, a Bioeconomia ganha força e visibilidade porque a sustentabilidade passou a ser prioridade na sociedade com o aumento da demanda por alimentos. De modo direto, a agropecuária está relacionada à bioeconomia e às suas aplicações no campo, tais como biotecnologia na eficiência do solo, sistemas de irrigação inteligente, agricultura de precisão envolvendo a aplicação de inteligência embarcada, automação e rede de sensores locais para mapeamento de solos, monitoramento de doenças e de variáveis meteorológicas. Além dessas aplicações, existem as atividades de sensoriamento remoto, visando obter mais dados sobre a produção e os aspectos ambientais e climáticos, e programas de inteligência artificial são usados para diagnósticos de problemas na produção animal e vegetal. Satélites meteorológicos mapeiam o globo terrestre, auxiliando a compreensão do clima e dos riscos climáticos à produção, além de técnicas de *bigdata* e a Internet das Coisas e a introdução de uma nova era de tecnologia agrícola por meio do conceito da Agricultura 4.0.

Dito isto, nesse trabalho será feita uma revisão das principais teorias econômicas evolucionistas, demonstrando que as atividades científicas e tecnológicas são fortes atributos no papel de fatores econômicos e será apresentado a magnitude de relevância da produção da soja nos municípios de Primavera do Leste, Campo Novo do Parecis e Sorriso no Mato Grosso, por meio de pesquisa com diferentes tecnologias de plantio aplicadas no campo e técnicas de análises descritivas, sumarizando e descrevendo as produções mais eficientes ao longo do tempo, comparando a produção com os custos totais de produção entre os períodos de 1997 e 2016. Os resultados da análise descritiva partirão da avaliação dos custos de produção, das quantidades produzidas, das áreas plantadas e da eficiência de produção em relação à utilização dos insumos e do capital físico e humano.

Em razão disso, o documento tem por objetivo demonstrar como a inovação na agropecuária vem tornando o Brasil um exemplo de excelência em produtividade e competitividade na produção agrícola da soja. Como resultado, será apresentado as referidas inovações, por meio de cálculos da eficiência econômica para cultivo agrícola da soja, nos municípios de Primavera do Leste, Campo Novo do Parecis e Sorriso no Mato Grosso, a partir da base de dados da Conab e PAM (Produção Agrícola Municipal).

2. Referencial Teórico

2.1. Teorias Evolucionistas: Inovação para Schumpeter e os Neoschumpeterianos

Schumpeter (1982) conceitua o sistema econômico em estado de equilíbrio estático, em que não existe estímulo ou motivação para mudar de posição, exceto por uma suave adaptação às alterações existentes, porém visando a condição por um estado dinâmico. O autor considera as inovações como o equilíbrio lentamente mutável com

desejo de expansão econômica, desenvolvimento, progresso e evolução, deslocando a função de produção por meio de novas combinações, como: a) novos produtos; b) novos métodos de produção; c) abertura de novos mercados; d) novas fontes de matérias-primas e; e) novas formas de organização industrial. Na sua interpretação, as atividades de inovação ocorrem em períodos de expansão e de depressão, pois não são um processo contínuo e sofrem descontinuidade temporal. Nos períodos de depressão, quando ocorrem irregularidades, perdas e incertezas, as firmas tendem, para sobreviver, a adotar outros métodos, passar por testes, corrigir erros; já no período de expansão, quando as firmas estão enriquecidas, a indústria é reorganizada e os custos de produção são reduzidos. Apesar de Schumpeter ter sido um pioneiro ao enfatizar a importância da dinâmica do desenvolvimento capitalista, suas considerações são insuficientes para analisar o processo de mudança técnica no capitalismo atual.

Para os neo-schumpeterianos, inovação é uma descoberta, desenvolvimento, imitação e adoção de novos produtos, novos processos e nova organização (Dosi, 1988a). Desta forma, a inovação não é estática, mas, ao contrário, é um processo inventivo e um fator chave para explicar os ciclos econômicos e a dinâmica do crescimento econômico. A visão teórica enfatiza as necessidades do mercado e tenta satisfazer essas necessidades por meio de avanços tecnológicos ou trata a tecnologia como um fator autônomo, ou quase autônomo.

Os neo-schumpeterianos propõem similaridades entre a natureza e os procedimentos da ciência e da tecnologia. Segundo Dosi (1982), um paradigma tecnológico representa um modelo e/ou soluções de problemas técnicos selecionados, baseados na ciência e na aplicação técnica (baseado no paradigma científico que é um modelo de padrão de investigação (Kuhn). Por meio de um paradigma tecnológico, as atividades do progresso tecnológico ao lado do trade off econômico, define as mudanças que ocorrem o tempo todo de forma endógena, dentro do setor produtivo, motivadas pelo lucro, levando à trajetória tecnológica.

As teorias evolucionistas são destacadas por três princípios: Primeiro princípio: as teorias evolucionistas são fundamentadas em inovações de produtos e processos e nas formas de organização da produção: "paradigmas técnico-econômicos" de Dosi (1982); Segundo princípio: baseado no processo de aprendizado ao longo das interações com o mercado e novas tecnologias (Winter, 1993; Dosi, 1991; Coriat e Weinstein, 1995); Terceiro princípio: refere-se à propriedade de auto-organização/adaptação da firma, como resultado das flutuações do mercado.

2.2. Trajetória Tecnológica no Cultivo da Soja

Ainda que a inserção da soja no Brasil remonte a 1901 como marco principal, ocasião que começam os cultivos da soja na Estação Agropecuária de Campinas e a distribuição de sementes para produtores paulistas, anteriormente já havia registros históricos que apontam para cultivos experimentais de soja na Bahia, em 1882. O grão só começa a ser encontrado prontamente no País com a intensificação da migração japonesa, a partir de 1908. No Rio Grande do Sul, estado que se assemelha às condições climáticas das regiões produtoras nos Estados Unidos (origem dos primeiros cultivares, até 1975), somente em 1914, é oficializada a implantação do grão. O crescimento da soja no Brasil começa quando a indústria de óleo é ampliada nos anos 1970 e com o aumento da demanda internacional pelo grão, outro fator que contribuiu para o início dos trabalhos comerciais e em grande escala da sojicultura (Aprosoja, 2018).

A Embrapa foi um agente importante na evolução do processo da sojicultura brasileira, fortalecendo novas cultivares adaptadas às condições climáticas das regiões. A

Embrapa Soja foi criada em 1975 e, a contar da década de 90, várias agências de pesquisa começam a surgir para atuar no segmento. Os estudos e desenvolvimentos de cultivares adaptadas ao clima mais quente e a adoção da técnica do plantio direto foram fatores importantes na introdução da soja para além dos estados da Região Sul. Outro desenvolvimento de cultivares importante foi a tolerância de herbicidas no Brasil em 1995, quando o Governo Federal aprova a Lei de Biossegurança, possibilitando o cultivo de plantas de soja transgênicas em caráter experimental. A lei é atualizada em 2005, regulamentando definitivamente o plantio e a comercialização de cultivares transgênicas no Brasil. Esse processo de estabelecimento da sojicultura no País foi essencial para o desenvolvimento de toda uma cadeia produtiva, integrando investimentos privados e públicos em estruturas de armazenagem, unidades de processamento do grão e modais para transporte e exportação da soja e seus derivados, e comercialização para a atividade pecuária, como matéria-prima estratégica para a produção de ração animal para gado bovino, suíno e aves. Na década de 70, a soja já era a principal cultura do agronegócio nacional: a produção havia ultrapassado 1,5 milhão de toneladas, em 1970, para mais de 15 milhões de toneladas, em 1979, graças à associação ao desenvolvimento rápido de tecnologias e pesquisas focadas no atendimento da demanda externa e, também, intrinsecamente ligada aos investimentos no aumento de produtividade, e, não necessariamente, de área (que de 1,3 milhão de hectares passou para 8,8 milhões de hectares na década). Os índices de produtividade nesse período saíram do patamar de 1,14 t/ha para 1,73 t/ha (Aprosoja, 2018). O Mato Grosso entra no cenário nacional de produção do grão na expansão da sojicultura para além das fronteiras do Rio Grande do Sul. As cidades como Rondonópolis, Nova Mutum, Lucas do Rio Verde, Sorriso, Primavera do Leste, Campo Verde, Campo Novo, Sapezal, Tangará da Serra, entre outras, surgiram e desenvolveram-se a partir da cultura da soja. Atualmente, das dez cidades com maior Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Estado, nove têm na sojicultura sua base econômica (Aprosoja, 2018).

3. Procedimentos Metodológicos

3.1. Conceitos, Medidas e Metodologia

A eficiência econômica envolve os aspectos monetários da produção de modo a conduzir o processo produtivo de forma a deter máximo lucro ou menor custo.

Equação 1 - Produtividade

$$Produt = \frac{Quantidade\ Produzida}{Área\ Planta} = Produt. = \frac{Q}{AP}$$

Equação 2 - Eficiência Econômica

$$EE = \frac{Produtividade}{Custo\ Médio\ Total} = EE = \frac{Produt.}{CTM}$$

Em que,

EE: Eficiência Econômica

O sistema plantio direto é composto por um conjunto de ações, cujo resultado objetivado é a sustentabilidade do negócio agrícola, maximizando os fatores do sistema e, ao mesmo tempo, reduzindo a degradação dos recursos naturais. Além de uma técnica de preparo de solo, envolve-se todo um conjunto de operações que permeiam o ciclo da cultura, assim como suas rotações e sucessões. Com base nesse conceito, compreende-se que o sucesso do plantio direto dependerá de ações fundamentais, que são requisitos para sua implantação e manutenção, ressaltando-se, entre elas, as coberturas do solo, as semeadoras, o manejo do solo, a rotação das culturas, o controle de plantas daninhas, o controle de pragas e doenças, a colheita e a pós-colheita.. (ESALQ, 2018)

A Conab considera pacote tecnológico e coeficientes técnicos da produção o plantio de alta tecnologia. No cálculo do custo de produção de uma determinada cultura, consta a informação básica sobre combinação de insumos, de serviços, de máquinas e de implementos utilizados ao longo do processo produtivo, que indica a quantidade de cada item em particular, por unidade de área, e que resulta num determinado nível de produtividade (Brasil, 1996). Essas quantidades relacionadas à unidade de área (hectare) são denominadas de coeficientes técnicos de produção, podendo ser expressas em tonelada, quilograma ou litro, em horas e em dia de trabalho (Brasil, 1996; Conab, 2018).

Os organismos geneticamente modificados (OGMs) são organismos vivos, sejam eles plantas, animais ou micro-organismos, cujo material genético foi alterado por meio de engenharia genética. De acordo com a Embrapa, a transgenia é uma evolução do melhoramento genético convencional, uma vez que transfere características de interesse agrônomo entre espécies diferentes. Dessa forma, essa tecnologia permite aos cientistas isolar genes de microrganismos, por exemplo, e transferi-los para plantas com o objetivo de torná-las resistentes a doenças ou mais nutritivas, entre outras inúmeras aplicações. A Embrapa descreve que a técnica de cultivo mínimo consiste em um preparo mínimo do solo. Este tipo de preparo do solo é indicado para locais onde não se verifica forte compactação ou problemas com barreiras químicas, que demandariam calagem e gessagem, ou ainda a existência de pragas de solo. Essa técnica é indicada também para áreas mais declivosas, onde os problemas de erosão são mais críticos.

Nesse contexto, o trabalho apresentou como os estudos dos plantios diretos, do OGM e da alta tecnologia, do cultivo mínimo são aplicados no campo da seguinte forma: Para a soja, utilizam-se os tipos de plantios ou tecnologia de plantios PD80%, PD/CM_PD_90%TG, e PD/AT_PD/AT/OGM, dessa forma, a produção na amostra de

soja desse trabalho utilizou os conceitos acima citados para a produção de soja nas safras de 1997/98 até 2016/17, com tecnologia de plantio direto 80% do solo entre as safras de 1997/98 até 2006/07, foram utilizadas as tecnologias de plantio direto e cultivo mínimo e plantio direto com 90% transgênico para as safras entre 2007/08 e 2010/11, e foram utilizados as tecnologias de plantio direto e alta tecnologia e plantio direto com alta tecnologia e organismos geneticamente modificados nas safras entre 2011/12 e 2016/17. Para facilitar a escrita do trabalho foram utilizadas algumas siglas que merecem uma explicação. Produt é a sigla utilizada para produtividade, enquanto nas variáveis de custos as siglas são OM – Operações com Máquinas, MO – Mão de Obra, IO – Insumos Químicos, OC – Outros Custos e EE – Eficiência Econômica.

As quantidades produzidas e áreas plantadas foram coletados dos dados públicos do Sistema SIDRA do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e da Produção Agrícola Municipal (PAM). Já todos os custos de produção separadamente por tecnologia de plantio foram reunidos pelo site da CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Os valores de custos foram atualizados pelo IGP DI extraídos do site do Banco Central e, finalmente, os índices de crescimento do PIB do Brasil e Participação do Agronegócio no PIB Brasil, foram utilizados a partir da coleta do site do IBGE, do IPEADATA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Base de Dados Macroeconômicos) e do CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Esalq – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

4. Análise e Discussão dos Resultados

4.1. Análise dos Dados

Por meio dos dados estruturados da produção e os custos dispendidos em cada produção, são analisadas as variáveis de custos que são mais relevantes por tecnologia de plantio e ao longo das safras entre 1997/98 e 2016/17. Em seguida, é analisado o estudo do comportamento de desempenho e o crescimento produtivo das amostras do cultivo agrícola da soja, nos municípios de Primavera do Leste, Campo Novo do Parecis e Sorriso no Mato Grosso

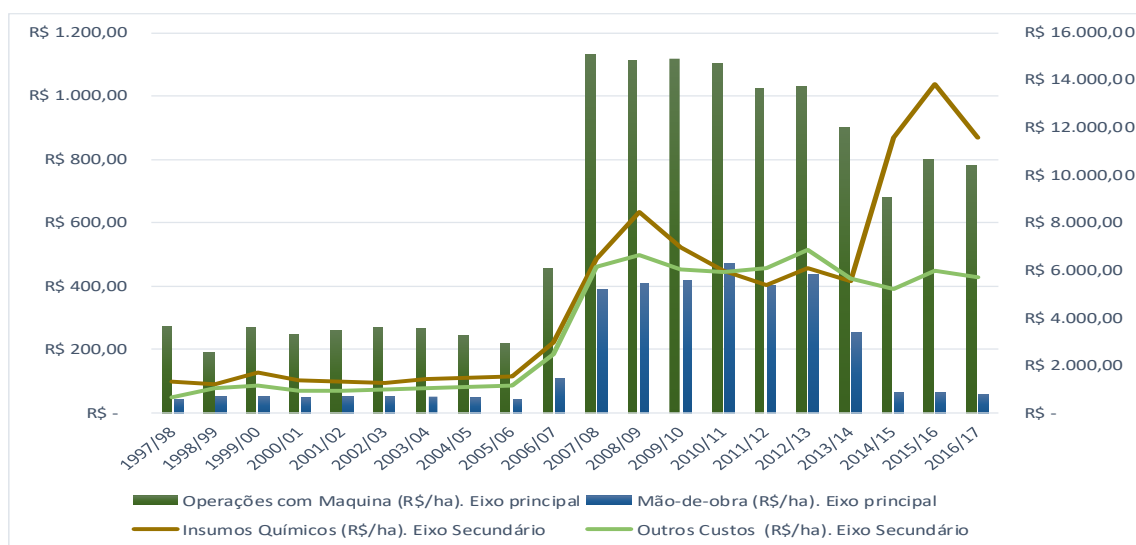
Dados de quantidade produzida, de área plantada, de produtividade (ton./ha) e de composição do custo total médio (custo fixo médio + custo variável médio) da tecnologia de plantio PD 80%, entre as safras de 1997/98 e 2007/08, tecnologia de plantio PD/CM_PD_90%TG, entre as safras 2007/08 e 2010/11 e tecnologia de plantio PD/AT_PD/AT/OGM, entre as safras 2011/12 e 2016/17

A Tabela 1 apresenta os dados de quantidade produzida, área plantada, produtividade (ton./ha), composição do custo total médio (custo fixo médio + custo variável médio) da tecnologia de plantio PD 80%, entre as safras de 1997/98 e 2006/07, tecnologia de plantio PD/CM_PD_90%TG, entre as safras de 2007/08 e 2010/11, e tecnologia de plantio PD/AT_PD/AT/OGM, entre as safras de 2011/12 e 2016/17.

Safra	Tipo de Plantio	Produção (Ton.)	Área Plantada (ha)	Produtividade (Ton./há)	Operações com Máquina (R\$/ha)	Mão-de-obra (R\$/ha)	Insumos Químicos (R\$/ha)	Outros Custos (R\$/ha)
1997/98	PD 80%	577.760	138.270	4,18	337,87	48,21	1516,31	1483,87
1998/99	PD 80%	609.614	164.830	3,70	741,38	94,25	2629,27	3591,55
1999/00	PD 80%	346.824	174.952	1,98	810,67	97,40	3583,54	3606,40
2000/01	PD 80%	898.352	188.510	4,77	775,86	87,37	2830,20	3136,57
2001/02	PD 80%	614.532	166.106	3,70	789,33	94,00	2974,37	2966,69
2002/03	PD 80%	945.854	196.220	4,82	823,58	96,09	2935,64	3180,22
2003/04	PD 80%	728.474	178.304	4,09	907,53	88,50	3228,90	3278,60
2004/05	PD 80%	546.864	133.149	4,11	842,94	85,53	3592,37	3490,06
2005/06	PD 80%	781.841	166.628	4,69	751,75	84,25	3271,85	3221,76
2006/07	PD 80%	908.738	205.059	4,43	733,36	95,21	2708,49	3056,13
2007/08	PD 80%	1.111.230	222.324	5,00	710,54	99,12	2804,09	3053,62
2008/09	PD	813.437	212.284	3,83	1053,56	193,51	3663,47	2931,77
2009/10	PD	841.648	155.976	5,40	904,06	192,72	3574,82	3054,47
2010/11	PD	905.209	199.075	4,55	773,22	154,51	2767,99	2690,85
2011/12	PD/AT	1.618.995	289.577	5,59	662,60	149,26	3139,08	2523,02
2012/13	PD/AT	1.465.738	299.509	4,89	600,85	159,26	3407,78	2601,49
2013/14	PD/AT	1.423.476	240.185	5,93	509,71	779,29	3344,43	2565,48
2014/15	PD/AT	1.513.612	252.616	5,99	504,91	439,33	3353,43	2345,80
2015/16	PD/OGM/AT	1.099.420	255.776	4,30	586,67	336,32	3451,87	4029,57
2016/17	PD/OGM/AT	1.780.164	305.616	5,82	540,29	303,87	3060,59	3838,10

Fonte: CONAB e IBGE-PAM

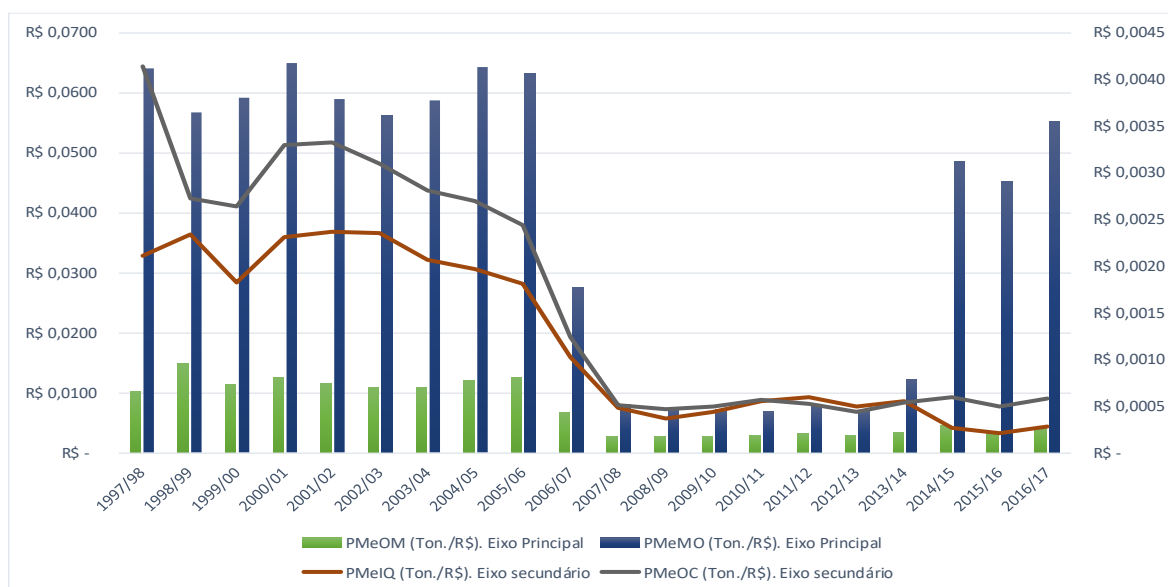
Gráfico 1 - Variáveis de custos para todas as Tecnologias de Plantio no cultivo da Soja (R\$/ha)



Fonte: CONAB e IBGE-PAM

O Gráfico 1 mostra que os custos de operação com máquinas (OM), insumos químicos (IQ) e outros custos (OC) têm pesos maiores do que 94% da mão de obra (MO). Entretanto, entre nas safras 1997/98 e 2016/17, os custos mais relevantes foram os de insumos químicos e outros custos, na proporção de 37% a 49%.

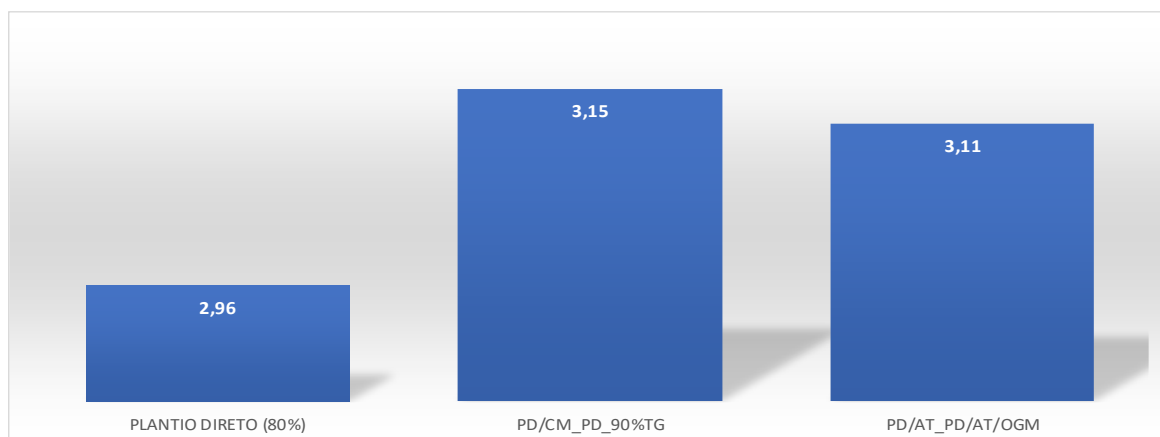
Gráfico 2 - Eficiência Econômica das variáveis para todas as Tecnologias de Plantio no cultivo da (Ton/R\$)



Fonte: CONAB e IBGE-PAM

O Gráfico 2 mostra a eficiência econômica das variáveis que mais ressaltam são das variáveis de MO e OM, porém as eficiências dessas mesmo variáveis estão oscilando muito entre as tecnologias de plantios

O Gráfico 3-Media de Produtividade por Tecnologia de Plantio ao longo das safras 1997/98 a 2016/17-cultivo da (Ton/ha)



Fonte: CONAB e IBGE-PAM

O Gráfico 3 apresenta um aumento da média produtividade entre todas as safras de 5%, de tal forma que, entre as safras PD80% e PD/CM_PD_90%TG a produtividade teve um aumento, chegando a 6%, todavia entre as safras PD/CM_PD_90%TG e PD/AT_PD/AT/OGM a produtividade caiu em 1%

Baseados nos cálculos e explicações por meio dos boletins da Conab, os resultados advindos dos números representam esse cenário, demonstrando que, ao longo das safras (1997/98 e 2016/17), a produtividade obteve um crescimento de 5%. Quanto aos resultados das eficiências econômicas das variáveis para a produção das safras ao longo das tecnologias de plantio empregadas, houve muitas variações de eficiência. Na primeira tecnologia de plantio PD80%, todas as variáveis tiveram muito boa eficiência, porém na tecnologia seguinte, todas as variáveis tiveram uma expressiva queda de eficiência por motivo do aumento de todos os custos em todas as variáveis, tornando todas elas ineficientes se comparadas à tecnologia do plantio anterior. No entanto, a seguinte tecnologia de plantio, PD/AT_PD/AT/OGM, apresentou aumentos novamente nas eficiências das variáveis, exceto na eficiência da variável IQ, para a qual a explicação está nos aumentos de custos médios na variável IQ nas safras 2014/15, 2015/16 e 2016/17. Em 2014/15, o motivo foram os ataques de lagartas e percevejos, necessitando de mais Insumos Químicos, já na safra 2015/16, os motivos foram a falta de chuvas e aumento diesel, causando a necessidade de replantio.

O que se conclui da EE, com relação à produtividade da soja, é que as tecnologias de plantios ao longo das safras foram importantes para o crescimento da produtividade, porém apesar do crescimento de área plantada, por motivo do investimento baixo com terras, necessitou-se investimento massivo em desenvolvimentos de pesquisa e infraestrutura para logística. Outro motivo que se nota é o clima novamente como um agente para as grandes alterações desses resultados. Portanto, outras tecnologias combinadas com as tecnologias de plantio retificam a produtividade e a eficiência econômica de produção da soja.

Em síntese, constata-se que a combinação entre os conceitos de ciência, tecnologia, invenção e inovação, bem como a narrativa da inovação tecnológica na atividade agrícola e as teorias neo-schumpeterianas ou evolucionistas, vêm contribuindo muito no setor de agronegócio no Brasil.

Referências Bibliográficas

CEPEA - **Centro de Pesquisas Econômicas da Escola Superior**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br>. Acesso; novembro 2018

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em <https://www.conab.gov.br/>. Acesso Novembro 2018

DOSI, G. Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. **Journal of Economic Literature**, v. 26, p. 1120-1171, September, 1988.

_____. **Technical change and industrial transformation**. New York: St. Martin's Press, 1984. 338 p.

DOSI, G. **Mudança Técnicas e Transformação Industrial**. Editora Unicamp, 2006. Capítulos 2.1, 2.2 e 5.1

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).

Anuário Estatístico do Brasil. Vários números.

_____. **Censo Agropecuário 2006**, Rio de Janeiro, p. 37.

_____. **Censo Agropecuário**. Vários números

IPEADATA **Instituto de Pesquisas Economicas**. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>. Acesso: novembro 2018

PAM **Produção Agrícola Municipal**. Disponível: em <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso: novembro 2018

SCHUMPETER, Joseph A. **Capitalismo, socialismo, democracia**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

_____. **Fundamentos do pensamento econômico**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1968.

_____. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

_____. **O fenômeno fundamental do desenvolvimento econômico**. In *A Teoria do Desenvolvimento Econômico*. Rio de Janeiro: Nova Cultural, 1985.