

Indústria de máquinas agrícolas: um panorama histórico da formação ao atual estágio de desenvolvimento

The Agricultural Machinery Industry: An Historical Overview from its Origins to its Current Stage of Development

Luis Gustavo Baricelo^{a, @} e Carlos Eduardo de Freitas Vian^b

^aDocente da Instituição Toledo de Ensino (ITE - Bauru)

^bDepartamento de Economia, Administração e Sociologia Rural (LES -ESALQ/USP)

@Contacto: luisbaricelo@ite.edu.br

Resumo

O presente artigo tem como objetivo descrever o processo histórico da formação e desenvolvimento da indústria e do mercado de máquinas agrícolas, desde sua gênese até seu atual estágio de desenvolvimento, tendo como referência os Estados Unidos. Para tanto utilizou-se um método histórico analítico-descritivo, condensando e interpretando a bibliografia já existente para poder traçar uma linha do tempo de tal indústria. Os principais resultados foram a periodização da indústria em quatro "eras" diferentes: a era pré-industrial, a da produção em massa e inovações, a fase da globalização e consolidação via fusões e aquisições e atual fase na qual a indústria busca integrar-se às modernas tecnologias de agricultura de precisão. Ao fim são discutidas algumas lacunas ainda abertas nesse campo de estudo que necessitam de respostas.

Palavras-chave

indústria | máquinas agrícolas | história econômica

Códigos JEL

N10 | N80 | O14

Abstract

This paper seeks to describe the history of the agricultural machinery industry from its origins to its current stage of development, with emphasis on the experience of the United States. Towards this goal, we utilized an analytical and descriptive methodology to summarize and interpret the existing bibliography while producing a timeline for this industry. The main conclusion of this work is that there were four industrial stages of development: the first phase was a pre-industrial age, the second was mass production with innovations, globalization through mergers and acquisitions dominated the third stage, and the current stage is one characterized by the integration of modern technology with precision agriculture. At the end of the article, we discuss points that require further research.

Keywords

industry | agricultural machinery | economic history

JEL Codes

N10 | N80 | O14

Artigo recebido em 30/04/2019. Aprovado em 08/09/2019.

1. Introdução

A produção e utilização de ferramentas e implementos que auxiliam na produção agrícola acompanha a humanidade desde seus primórdios. Os implementos dos camponeses até meados do século XVIII pouco se diferenciavam daqueles utilizados há dois mil anos. Foi apenas com o advento da Primeira Revolução Industrial que se atentou para a necessidade de o campo ganhar maior produtividade. O êxodo rural e o subsequente *boom* demográfico gerado obrigou a Europa a produzir mais bens agrícolas, reduzindo tanto as perdas quanto o tempo para plantio e colheita (FONSECA, 1990). A Primeira Revolução Industrial

fez surgir oficinas produtoras de implementos agrícolas, as quais futuramente se tornariam as fábricas de máquinas e implementos agrícolas, algumas delas existentes até hoje.

Após 1850 o eixo produtor de máquinas e implementos agrícolas deixou de ser exclusivamente a Europa e passou a ser compartilhado com os Estados Unidos, nação passou a ser o principal berço das invenções e melhorias dessa indústria. Pudup (1987) afirma que antes desde 1800 os EUA já produziam implementos, mas que foi a partir de 1850 que tal mercado ganhou relevância. No país norte-americano, o mercado de máquinas agrícolas passou de uma estrutura que, segundo Vian *et al* (2013), se assemelhava a um mercado concorrencial para uma estrutura oligopolizada.

Entretanto a bibliografia da história setorial do ramo de máquinas agrícolas é escassa e os trabalhos existentes, tais como Kudrle (1975), Pudup (1987) e Bjornson e Klipfer (2000) não traçam um panorama da evolução dessa indústria até os dias atuais. O único trabalho nessa linha de pesquisa é o de Fonseca (1990), que necessita de atualização haja vista a pesquisa findou-se na década de 1990. Logo, o objetivo desse artigo é o de descrever o processo histórico de formação e desenvolvimento da indústria e do mercado de máquinas agrícolas, desde sua gênese até seu atual estágio de desenvolvimento, tendo como referência os Estados Unidos. O presente trabalho aglutina, interpreta e complementa escassos trabalhos sobre a indústria em questão, permitindo ao leitor uma visão compacta e conexa da evolução histórica dessa indústria, cuja literatura se encontra dispersa em trabalhos acadêmicos que versavam de épocas e estágios diferentes da evolução setorial. Além do mais, o presente trabalho contém artigos atualizados do tema que não estavam presentes nos trabalhos dos autores já citados, bem como de artigos e trabalhos não consultados em outras publicações referentes à indústria de máquinas agrícolas.

O artigo é composto por seis seções além dessa introdução. A segunda seção descreve a metodologia utilizada e o enquadramento acadêmico dele. A terceira seção descreve a gênese da indústria de máquinas agrícolas e seu deslocamento para os Estados Unidos, finalizando a seção com a formação da primeira fábrica no estilo fordista de produção. A quarta seção descreve as diversas inovações sofridas pelas máquinas agrícolas, especialmente os tratores, entre 1917-1960, caracterizando-se tal fase como a das inovações. A quinta parte do artigo demonstra uma mudança de estratégia das empresas rumo a uma atuação mais globalizada e a subsequente concentração de mercado via fusões e aquisições após 1980. A sexta seção destaca os atuais temas de debate da indústria de máquinas agrícolas, principalmente a importância da agricultura de precisão como novo impulso inovador. A sétima e última seção traz as conclusões do trabalho, bem como uma pequena agenda de pesquisas que podem ser realizadas para fechar certas lacunas da literatura.

2. Metodologia

O artigo é composto por uma revisão de literatura de textos dispersos no tempo, mas que em comum retratam a indústria de máquinas agrícolas. O trabalho, por parte dos pesquisadores, deu-se no sentido de reuni-los e permitir que haja um guia para traçar a história setorial por meio desses trabalhos.

Dessa forma, como argumentam Prodanov e Freitas (2013), o trabalho se insere na categoria de estudos históricos que buscam elementos do passado que possam explicar as circunstâncias do presente. Foi justamente esta a abordagem. Deseja-se, analisando a evolução histórica dessa indústria, resgatar elementos do passado para reconstruir sua evolução e explicar o atual estado de ordem dela. Para tanto, algumas definições são necessárias e expostas na sequência.

A literatura econômica geralmente trata alguns termos como se fossem sinônimos, dentre eles estão os termos mercado, setor e indústria. Para fins deste artigo, a definição será aquela definida por Bain (1968) e sumarizado por Silva (2015):

Setor: grupo de atividades exercido por diversas firmas que não possuem necessariamente relação direta

umas com as outras. São exemplos: agricultura, mineração, transporte e comunicações.

Indústria: grupo de empresas que produzem bens semelhantes ao ponto de serem considerados substitutos próximos, tonando-se assim concorrentes.

Mercado: é o conjunto dos compradores e vendedores de uma determinada indústria.

Essas definições são úteis, haja vista que, durante o artigo, será relatada a trajetória da indústria de máquinas agrícolas, a influência que o setor agrícola exerce sobre a mesma via mecanismos de mercado, como por exemplo, a demanda e inovações. Desse modo sempre que se utilizar uma das três expressões anteriores se seguirá a definição apresentada.

3. Da gênese à produção em massa: o surgimento da indústria

Os implementos utilizados pelos camponeses até meados do século XVIII pouco se diferenciavam daqueles utilizados há dois mil anos. Foi apenas com o advento da Primeira Revolução Industrial que se atentou para a necessidade de o campo ganhar maior produtividade. O êxodo rural e o subsequente *boom* demográfico gerado por essa revolução obrigou a Europa a produzir mais bens agrícolas, reduzindo-se tanto as perdas quanto o tempo para plantio e colheita. Foi devido à necessidade de aumentar a produtividade agrícola e, ao mesmo tempo, reduzir os custos que Thomaas Coke inventou, no final do século XVIII, a primeira semeadeira para grãos e provou que ela economizava 54,5 litros de sementes, elevando a produtividade da colheita em 10,5 hectolitros por hectare (FONSECA, 1990, p. 54).

Até 1850, a Europa continuaria a ser a principal geradora de inovações para a construção de máquinas e implementos agrícolas, bem como o principal motor das inovações na maior parte de todos os setores econômicos. Certamente a Inglaterra despontava como o país onde as inovações surgiam, haja vista este era o berço da Primeira Revolução Industrial. Todavia, entre 1850 e 1875 ocorreram mudanças em tal padrão: a Europa deixou de ser o principal centro de progresso técnico da agricultura. Entre 1850 e 1875, os Estados Unidos tornaram-se os principais fornecedores de bens essenciais para a Europa, tais como carne, trigo, produtos lácteos e tropicais (FONSECA, 1990, p. 55).

A partir de 1870, os Estados Unidos tomaram a dianteira na invenção de máquinas agrícolas. Os fatores que levaram esse país a adotar uma posição mais agressiva no desenvolvimento de novas máquinas foram atribuídos, em certa medida, à Guerra Civil que enfrentou, necessitando de maior produtividade no campo para suprir tanto as necessidades da população como a dos combatentes. Aliou-se a tal fato a iniciativa dos presidentes norte-americanos de encorajar engenheiros para projetar e construir novas máquinas agrícolas. Entre tais engenheiros, estava John Deere que construiu o arado de ferro. O novo implemento era mais adequado às necessidades dos norte-americanos e substituiu o arado de madeira até então utilizado. O mesmo Deere viria, anos mais tarde, ajudar a desenvolver o trator de rodas e formar sua própria fábrica. Por volta de 1880, as vendas de máquinas agrícolas nos EUA já alcançavam a cifra de 101 milhões de dólares, frente aos 7 milhões alcançados cinquenta anos antes no mesmo país (FONSECA, 1990, p. 58).

O artigo de Pudup (1987) analisou a formação, no século XIX, do setor de máquinas agrícolas nos Estados Unidos. De acordo com tal autora, a passagem do método agrícola manual para o mecanizado ocorreu durante o período de 1830 a 1896, e reduziu o tempo de trabalho no campo em 47,7%. O mesmo artigo apontou que, antes da introdução e maior utilização dos implementos, os agricultores geralmente estavam restritos a cultivar cerca de 7 acres de terra, porém, após a maior utilização de implementos e especialização dos agricultores, eles puderam cultivar 135 acres (PUDUP, 1987, 205). As máquinas agrícolas despontavam como importante segmento tanto em termos técnicos quanto em termos de geração de renda no século XIX.¹ Pudup (1987) afirma que 25,5% do valor agregado da produção de máquinas

¹ Para Pudup (1987), o nome "indústria de máquinas agrícolas" não é o mais correto para caracterizar-se a produção ocorrida nos Estados Unidos entre 1830 até 1870, tendo-se em conta que produzia-se apenas foices, arados, rastelos, pás e implementos de uso manual.

naquele país, no ano de 1870, deviam-se ao setor de máquinas agrícolas. O Censo Federal das Manufaturas apontou que, em 1870, foram encontrados 31 indústrias de implementos nos Estados Unidos, enquanto que no Censo de 1900 este número havia subido para 127 (PUDUP, 1987, p. 211).

A indústria de máquinas agrícolas dos Estados Unidos, no século XIX, passou por quatro estágios de desenvolvimento: a chamada era dos ferreiros, que ocorreu entre 1800 - 1830, a fase da manufatura que foi de 1830 a 1860, a fase da formação de firmas e fábricas, que datava do ano de 1860 até 1880, e a fase da diversificação produtiva que se iniciou em 1890 (PUDUP, 1987).

A era dos ferreiros ocorreu de 1800 até o início dos anos de 1830. Não havia uma produção sistemática de implementos agrícolas, muito menos empresas organizadas para a construção destes equipamentos. O que havia eram ferreiros que cunhavam os mais diversos implementos de modo muito rudimentar e os mesmos prestavam assistência técnica aos usuários das ferramentas quando estas quebravam ou danificavam-se. Muitos destes ferreiros não tinham local fixo de produção, viajavam em busca de trabalho. A produção era bastante regionalizada, até mesmo pela dificuldade de se mover a longas distâncias num país com as dimensões dos Estados Unidos.

A partir de 1830 até o ano de 1860, vivenciou-se o período que Pudup (1987) chamou de fase da manufatura. Os produtores de implementos agrícolas começam a trabalhar em oficinas e ocorre a especialização em determinados segmentos de implementos. Outro fato importante, que caracterizou tal período, foi a fixação da produção dos implementos a locais próximos de onde ocorria a produção dos gêneros agrícolas demandantes desses implementos, ou seja, os manufatureiros instalaram-se em locais próximos ao centro consumidor.

Mas, sem dúvida, o terceiro e o quarto estágio foram os mais importantes para a formação e a consolidação da indústria de máquinas e implementos agrícolas dos Estados Unidos. O terceiro estágio, que foi de 1860 até 1880, abrigou a formação de muitas firmas deste setor, inclusive algumas permanecem vivas até hoje, tais como a John Deere e Co e a J.I Case e Co². Esta fase foi denominada por Pudup (1987) como "fase das firmas e fábricas", na qual ocorreu o aumento do volume de capital investido, aumentou-se o porte das empresas e, como consequência, os investimentos aumentaram. Deve-se destacar o importante papel dos financiadores e dos parceiros, que emprestavam dinheiro ou entravam como sócios nas empresas de máquinas e implementos, considerando-se que muito dos empresários deste setor possuíam a técnica de produção, mas não o capital financeiro necessário para alavancar a produção. Essa foi também uma fase na qual as empresas adotaram estratégias de guerra de preços para poder conquistar seu espaço no mercado (PUDUP, 1987, p. 217).

Kramer (1964) afirma que esta guerra foi tão feroz que o período ficou conhecido como a Guerra das Colheitadeiras ("*Harvesters War*"). O aumento da escala de produção, advindo das inovações de processo, traduzia-se em reduções de custos para os fabricantes e queda nos preços dos produtos para os consumidores. Todavia o lucro dos produtores apresentava tendência de queda, fato decorrente da guerra de preços que estava ocorrendo. Como exemplo, a colheitadeira de seis pés era vendida em 1882 por US\$ 325, mas já em 1900 uma colheitadeira com oito pés era comercializada entre US\$ 110 e US\$ 125 (KRAMER, 1964, 284).

Apesar da grande concorrência deste período, o mercado de implementos agrícolas apresentava as chamadas falhas de mercado: a formação de preços para os implementos não era a mesma para todos os produtores. O preço variava de acordo com a localização em que a produção se encontrava e do prestígio que a marca de determinado implemento havia conquistado naquela região. A depender de tais fatores, o preço poderia estar US\$ 20, ou até US\$ 50 mais caro do que em outra região. Ademais, havia a barreira da distância entre o local da produção e o consumo daquele bem (KRAMER, 1964).

Por sua vez, o quarto estágio do desenvolvimento, denominado estágio da corporação diversificada, inicia-se em 1890 e vai até 1915. O período anterior, marcado por uma guerra de preços agressiva, acabou se refletindo em falência de várias empresas e reestruturação da estratégia competitiva das sobreviventes. A indústria de máquinas e implementos agrícola passa, nesse período, por duas reestruturações.

²No caso da J.I CASE a corporação passou a denominar-se CNH, como será explicado posteriormente.

A primeira reestruturação inicia-se em 1890, quando as empresas sobreviventes adotam a estratégia *short-line*, que consistia na especialização da produção em apenas um implemento ou máquina. Esta estratégia obviamente demonstrou-se problemática com o passar dos anos. A demanda por máquinas e implementos agrícolas sofria e ainda sofre de grande sazonalidade. Adotar a estratégia de produzir um único implemento esbarrava em forte concentração de vendas em determinados períodos do ano, o do plantio e colheita, que utilizavam a máquina ou implemento em questão, enquanto que, no restante do ano, a empresa venderia pouco, além de arcar com os custos fixos e a capacidade ociosa durante todo o período sem vendas. A segunda fase da reestruturação surgiu como uma saída aos problemas encontrados durante a primeira fase. Para conseguirem minimizar tal problema, algumas empresas começam a diversificar a produção, deixando a especialização em um único produto para atuarem em vários segmentos de implementos ou máquinas agrícolas. Ao atuarem com uma gama maior de produtos, os empresários conseguiam atenuar a volatilidade da demanda, aumentam o número de horas trabalhadas, tanto das máquinas quanto dos empregados, racionalizando, deste modo, o processo produtivo e obtendo reduções de custo devido a maior escala de produção. Esta estratégia de diversificação produtiva denomina-se *long-line* (PUDUP,1987).

Outro fato interessante desta quarta fase da formação da indústria de implementos e máquinas agrícolas foi a concentração do mercado. Desde então, a indústria de máquinas agrícolas segue uma estrutura oligopolista, necessitando de grande monta de investimento em capital fixo e exibindo grandes barreiras à entrada. As questões das barreiras à entrada e estrutura de mercado deste setor foram analisadas com grandes detalhes por Kudrle (1975). Cabe aqui notar-se que, um documento da *Federal Trade Commission*, de 1948, citado por Pudup (1987) e por Kudrle (1975), aponta que o mercado situa-se como oligopólio concentrado comandado por apenas sete empresas: International Harvester, Deere e Co, Allis-Chalmers Manufacturing Company, J. I. Case Co, Oliver Corporation, Minneapolis-Moline Implement Co e Massey-Harris Co. Aliás, a formação da International Harvester ocorre por meio da fusão de várias empresas e empréstimos concedidos por importantes investidores dos Estados Unidos, demonstrando que desde o final do século XIX e início do século XX o movimento de fusões e aquisições já se fazia presente em tal setor, como forma de expandir o poder de mercado de uma empresa, tornando o mercado ainda mais concentrado.³

Segundo Dobb (1977), somente pode denominar-se de estágio industrial da produção quando dois fenômenos sócio-produtivos ocorrem: em primeiro lugar a produção migra das mãos de vários produtores autônomos para concentrar-se nas mãos de poucos proprietários de capital e, em segundo lugar, ocorre tanto o aumento da escala produtiva quanto dos recursos financeiros necessários para adentrar a tal indústria. Desse modo, a formação da indústria norte-americana de máquinas agrícolas ocorre entre o terceiro e o quarto estágio, ou seja, entre 1860-1915, pois fora nesse período que os dois fenômenos citados começaram a ocorrer e, após 1915, estariam definitivamente presentes.

4. A fase da produção em massa: inovações e paradigmas

A primeira fase da estruturação industrial contou com o deslocamento do eixo produtivo da Europa para os Estados Unidos, surgimento de pequenas oficinas, guerra de preços e finalmente o início da concentração produtiva, quando a produção tornou-se industrial de fato. Se a primeira era produtiva foi marcada por severa competição, seguida de concentração e aumento da escala produtiva, a segunda, a ser descrita nessa seção, foi marcada pela produção em massa e inovação em paradigmas, principalmente sob modelos já desenvolvidos a fim de melhorá-los parcialmente ou radicalmente.

A indústria de máquinas e implementos agrícolas ganha novo impulso a partir de 1917, data que marcou a primeira produção em série dos tratores da marca Ford, denominado modelo Fordson. Até tal data,

³ O artigo de Kramer (1964) detalha a formação e as fusões ocorridas para o surgimento da empresa International Harvester em 1902.

a produção de tratores se dava via montagem individual descontínua de cada um deles. A montagem em série gerou reduções de custos aos fabricantes e permitiu a difusão dos tratores para a agricultura. Entretanto tal trator era muito inseguro. Devido às suas características, apresentava grandes riscos ao tratorista, geralmente projetando-o para fora do equipamento enquanto executa o trabalho. Além do mais, era uma máquina que se destinava a poucas funções, tais como gradear e arar. Contudo, tal modelo dominou cerca de 70% das vendas de tratores durante o período compreendido entre 1918 e 1928, tanto nos Estados Unidos quanto no Canadá (FONSECA, 1990).

Ainda que o projeto Fordson apresentasse grandes problemas, tais como insegurança para o operador e limitada utilização, sendo chamado jocosamente em sua época de locomotiva agrícola ou máquina de arrastar, Fonseca (1990, p. 61) considera-o um marco na produção e na concepção de máquinas agrícolas. Nas palavras da autora, o Fordson foi o primeiro *guidepost*, ou, projeto dominante. Sobre ele, realizaram-se inovações radicais e incrementais, tanto aquelas ligadas ao produto quanto aos processos produtivos.

Por sua vez, em 1925, a International Harvester lançou um novo modelo de trator denominado Farmall. A novidade desse trator em relação ao seu predecessor foi o aumento das funções que ele poderia executar, além de melhor ajuste da acoplagem entre o trator e os implementos (FONSECA, 1990). Como no caso do modelo anterior, várias inovações incrementais foram melhorando o Farmall. Por exemplo, o modelo Lanz introduz tração nas quatro rodas e permite que o trator seja movido a querosene ou óleo vegetal, além de ser produzido com menos peças e componentes (FONSECA, 1990). Até 1938, tratores e máquinas agrícolas em geral eram movidos por rodas de ferro, o que gerava grande compactação do solo e deixava o maquinário muito instável. Grande mudança ocorreu no referido ano com a adoção de pneumáticos nos tratores, solucionando boa parte dos problemas citados anteriormente (FONSECA, 1990).

O paradigma do Farmall esgotou-se no ano de 1947, segundo Fonseca (1990) não se vislumbrava mais nenhuma inovação que pudesse ser realizada para aperfeiçoar aquele modelo, seria necessário um novo "*guidepost*" para que o desenvolvimento das máquinas agrícolas avançasse. Surgiu então, em 1947, o modelo Ferguson que apresentava como principal inovação um novo sistema de acoplagem de implementos. Este novo sistema, chamado de sistema de três pontos, permite que implementos mais pesados sejam acoplados ao trator sem que eles virem durante a realização do trabalho. O ano de 1947 foi marcante para o setor de máquinas agrícolas, além do surgimento do modelo Ferguson o mercado se agitou dada a aquisição da empresa New Holland, uma tradicional produtora de tratores e máquinas agrícolas, pela empresa Sperry, modificando-se o nome de New Holland para Sperry New Holland.

Após a Segunda Guerra Mundial, as inovações que seguiram foram a construção de cabines de proteção para o operador, melhorias nas embreagens e freios, adoção de rodas duplas nos tratores, além do aumento da potência das máquinas agrícolas. O aumento da potência ganhou destaque no pós-guerra devido à necessidade de maior produtividade no campo para suprir a Europa em reconstrução, como também ao aumento do tamanho médio das propriedades. Observando-se as firmas, nota-se a busca por economias de escala. Os tratores mais potentes conseguem cumprir tal papel, possibilitando as empresas aumentarem a produção e reduzir custos. (FONSECA, 1990).

O trator Ferguson marcou o último "*guidepost*", marco referencial para desenvolvimento de tratores e máquinas agrícolas. Com a concepção de tal trator, fica estabelecido qual seria o design predominante de um trator agrícola. Até o final da Segunda Guerra Mundial, havia grande variedade de tratores nos Estados Unidos, sendo que poucas peças eram intercambiáveis entre as marcas. Todavia, após o término de tal conflito as empresas começaram a produzir máquinas cujas peças poderiam ser intercambiáveis entre as marcas em certa medida. Isto não significa dizer que todas as peças de um trator se adaptariam facilmente a um trator de outra marca, mas que já havia alguma similaridade entre os componentes das diversas marcas (FONSECA, 1990).

Surgiram na década de 1960 comitês que discutiam a necessidade de regras para a produção padronizada de máquinas e implementos agrícolas. Desejava-se que os tratores e as máquinas tivessem alguns requisitos básicos em comum, como por exemplo, universalização dos sistemas de engate. Deste modo, seria possível acoplar um implemento agrícola em qualquer trator em toda parte do mundo (FONSECA, 1990). Contudo,

este não era o desejo dos fabricantes de máquinas agrícolas, que pretendiam não apenas dominar a produção de tratores e demais máquinas agrícolas, mas deter fornecedores especializados de implementos para suas máquinas. Sendo assim, o produtor de implemento seria dominado pelo produtor de máquinas agrícolas e estaria confinado a produzir apenas para uma única marca. Por outro lado, o agricultor estaria preso a uma combinação específica máquina-implemento, não tendo liberdade de escolha entre uma máquina de determinada marca e um implemento de outra.

Fonseca (1990) afirma que, na década de 1960, as indústrias norte-americana e europeia de máquinas agrícolas já haviam realizado todas as inovações possíveis sobre o paradigma do modelo Ferguson. Inovações se dariam apenas em caráter incremental ou quando alguma firma entrante ameace a posição das firmas consolidadas, caso contrário, a preocupação das empresas estaria voltada para a produção em massa visando economias de escala e de complementariedades a fim de reduzir o custo de produção. As inovações e mudanças técnicas discutidas até aqui assemelham-se com o enfoque neoschumpeteriano, especialmente com as trajetórias e paradigmas expostos por Dosi (1988). Como foi visto, cada firma buscava melhorar o trator, ou qualquer outra máquina agrícola, e por vezes tal melhoria se dava a partir de inovações incrementais dentro de um mesmo projeto (*guidedpost*). Entretanto, a partir do momento em que a inovação transforma radicalmente o produto, ou é necessário uma nova solução para determinado problema, que altere radicalmente as máquinas, iniciava-se novo *guidedpost*, ou nas palavras de Dosi (1988), iniciava-se um novo paradigma.

5. A globalização da produção: estratégias globais e concentração de mercado

O período compreendido entre 1917-1960 foi marcado pela concorrência entre as empresas produtoras de máquinas agrícolas via melhorias e inovações. O objetivo principal era, ao menos nos Estados Unidos, difundir a tecnologia poupadora de mão de obra e, ao mesmo tempo, fidelizar os clientes, fazendo com que eles acreditem que determinado trator de determinada marca possui características que outras marcas não poderiam lhe oferecer. Durante as décadas de 1960 e 1970, as marcas que dominavam o mercado norte-americano, como também o mercado mundial, em termos de produção e vendas de máquinas agrícolas eram Massey Ferguson, Case, International Harvester e Ford. Tais empresas possuíam unidades produtoras em sete países distintos. Tal expansão das firmas rumo a outros continentes é resultado do processo de globalização, porquanto as estratégias das firmas não mais poderiam restringir-se ao seu país de origem, mas deveriam agora agir de modo global, preocupando-se com as estratégias de seus concorrentes em todos os níveis: local, regional e intercontinental. Outras empresas relevantes no processo concorrencial eram a John Deere e a Fiat, as quais ocupavam respectivamente o quinto e sexto lugar no ranking das maiores produtoras de máquinas agrícolas. Juntas, as seis maiores produtoras de máquinas agrícolas do mundo representavam cerca de 60% do mercado francês, 62% do mercado italiano, 72% do mercado norte-americano, 75% do mercado australiano e 80% do mercado inglês (FONSECA, 1990). Havia ainda outras empresas com participação menos expressiva no mercado mundial, mas com importante parcela nos mercados regionais. Tais empresas eram a francesa Renault, a japonesa Kubota e a norte-americana New Holland.

Com a chegada da década de 1980, o panorama das principais produtoras alterou-se. Firms antes consideradas importantes *players* apenas nos mercados regionais passaram a atuar em escala global, como foi o caso da Fiat e da New Holland. Até a metade da década de 1980, as principais firmas do mercado mundial eram compostas pelas empresas citadas anteriormente, adicionando-se a elas as já tradicionais John Deere, International Harvester e Massey Ferguson. Estas marcas dominavam cerca de 70% das vendas do mercado mundial. O crescimento de *players* antes considerados pequenas deveu-se à estagnação da demanda em mercados tradicionais, como Estados Unidos e Europa, sendo que as empresas tiveram

de buscar novos mercados para continuar sua rota de crescimento e racionalizar a produção. A busca por novos mercados e a racionalização deu-se principalmente por meio de fusões e aquisições. Ainda que essa estratégia tenha ocorrido de forma tímida em décadas anteriores, ela ganhou força e tornou-se o foco das indústrias de máquinas agrícolas nos decênios 1980-1990 e, no caso de algumas firmas, adentrou o novo milênio.

Uma das estratégias mais agressivas, buscando-se novos mercados, deu-se por parte da Massey Ferguson, instalando fábricas, pontos de venda e manutenção em mais de vinte países, tais como Brasil, Argentina, Índia e África do Sul. Essa estratégia deveu-se, além da competição com Ford e John Deere nos Estados Unidos, ao fato de os governos dos países em desenvolvimento oferecerem incentivos para instalação das fábricas e a crescente mecanização da agricultura em tais locais.

Mudança radical na estrutura do mercado ocorreu no ano de 1986, quando a Ford absorveu a Sperry New Holland, dando origem à Ford New Holland, enquanto a International Harvester, após falir, foi adquirida pela CASE. Esta última empresa, que no início da década de 1980 não possuía mais do que 8% em participações de vendas no mercado norte-americano, passou a deter 26% deste mercado, além de controlar 14% das vendas de máquinas agrícolas em termos mundiais (FONSECA, 1990). O trabalho de Bjornson e Klipfer (2000) vai além, e diz que a aquisição da International Harvester pela CASE permitira à última empresa galgar o posto de segunda maior empresa de máquinas agrícolas em termos de *market-share* mundial no ano de 1985.

Um conjunto de aquisições ocorridas entre 1985 e 1990 acabou formando uma nova empresa, a AGCO. Por volta do ano de 1985, a empresa Alis Chalmers Corporation vendeu sua parte de negócios referente às máquinas agrícolas para o grupo alemão Klockner-Humboldt-Deutz (KHD).

A grave crise na agricultura americana dos anos 1980 faz com que esta empresa passe por um período de dificuldades financeiras e, para solucionar tal problema, novo gerente, Robert Ratliff, foi contratado (BJORNSON e KLIPFER, 2000). A partir da queda do Muro de Berlim, em 1989, esse gestor vislumbrou a possibilidade de expandir as vendas da KHD para leste europeu e África. Em 1990, com o sucesso de tal estratégia e a conseqüente recuperação da empresa, o gerente Robert Ratliff comprou, juntamente com mais quatro empresários, a parte da KHD referente à empresa Deutz-Allis, fabricante de máquinas agrícolas. Com a venda da Deutz-Allis, o grupo liderado por Ratliff tornou-se a AGCO, acrônimo de Alis-Gleaner Corporation, desde então a AGCO se firmou como uma das maiores produtoras de máquinas agrícolas do mundo (BJORNSON e KLIPFER, 2000).

O grupo AGCO adotou a estratégia de crescer por meio de fusões e aquisições, comprando tanto as empresas regionais quanto os grandes grupos empresariais do ramo de máquinas agrícolas. As principais aquisições do grupo AGCO, no ano de 1991, foram a Hesston, empresa de feno e forragem, e a empresa White, produtora de tratores de grande porte. No ano de 1993, a AGCO adquiriu a tradicional empresa Massey Ferguson North America e, no ano subsequente, finalizou a aquisição deste grupo comprando a Massey Ferguson Limited, parte da Massey Ferguson que ainda produzia e vendia máquinas agrícolas fora dos Estados Unidos (BJORNSON e KLIPFER, 2000). Tal artigo afirma que a receita de vendas da AGCO dobrou após a aquisição da Massey Ferguson, permitindo que a empresa expanda sua área de atuação em termos geográficos, sendo que antes da aquisição a receita de vendas da AGCO era proveniente do mercado norte-americano e, após a aquisição, 57% da receita de vendas já correspondia a atuações fora do mercado americano (BJORNSON e KLIPFER, 2000, 73).

A AGCO mantém, nos dias atuais, entre suas principais estratégias a manutenção do nome das marcas adquiridas. Esta é uma estratégia adotada pela empresa, a qual julga que os clientes se fidelizam a determinada marca e, caso a AGCO mudasse o nome da empresa adquirida, poderia perder a confiança já conquistada pela marca. Desse modo, a AGCO atua com diversas marcas, realiza contratos de vendas em outros países com tais nomes e oferece assistência técnica aos produtores.

Uma estratégia interessante adotada por este grupo foi a terceirização da fabricação de certos componentes das máquinas agrícolas. A AGCO resumiu-se a fazer partes das máquinas agrícolas que possam ser produzidas em grande escala, como a carroceria das máquinas e demais componentes padronizados,

que podem gerar grandes economias de escala. A estratégia é denominada pela empresa de "*low-cost production*". Por tal terceirização da fabricação, de vários elementos a empresa conseguiu responder mais rapidamente à variações na demanda, tendo-se em vista que se tornou menos suscetível aos custos dos ativos fixos (BJORNSON; KLIPFER, 2000, 83).

Outra empresa que apostou no crescimento de sua parcela de mercado via fusões e aquisições foi a CASE. Como citado anteriormente, a agricultura americana passou por grave crise em 1985, ano no qual a CASE adquiriu a International Harvester, uma fabricante histórica de máquinas agrícolas dos EUA, mas que se encontrava em processo de falência devido a crise. A estratégia de expansão via F&A continuou no ano de 1986 pela aquisição da Steiger Tractor Inc possibilitando à CASE produzir tratores de quatro rodas com potência superior a 200 cavalos vapor.

O período pós-crise agrícola norte-americana da década de 1980 parecia favorável e a renda dos produtores aumentava ano a ano, batendo níveis recordes em 1990. A CASE apostava num crescimento sustentando da demanda por máquinas agrícolas, todavia as demais empresas do ramo de máquinas agrícolas demonstravam-se pessimistas quanto à duração de tal recuperação. As perspectivas pessimistas prevaleceram, a economia americana em 1991 desacelerou e a CASE teve de realizar grande programa de reformulação de sua produção. A partir de tal data, reduziu seus estoques, fechou 5 de suas 20 unidades fabris e reduziu seus empregados de 30 mil para 14 mil. Todas estas mudanças ocorreram entre 1991 e 1994 (BJORNSON e KLIPFER,2000).

Após as reformas realizadas pela empresa e a retomada do crescimento, a CASE volta a realizar aquisições comprando, em 1996, a Austoft Holdings Limited, o que possibilitou a entrada em países como Taiwan, Tailândia e Brasil. Neste mesmo ano, adquire a Steyr Landmaschinentechcik AG, que possuía fábricas em países como Alemanha, França, Austrália, Suíça e Itália. A empresa inicia, ainda na década de 1990, um programa de aquisições de empresas fabricantes de equipamentos de agricultura de precisão. Tal estratégia de entrar no mercado de agricultura de precisão não foi um *insight* apenas da CASE, mas também de suas principais concorrentes, a John Deere e a AGCO. Sendo assim, este trabalho destinará, mais adiante, um tópico exclusivo para as estratégias das empresas no quesito agricultura de precisão.

A New Holland, empresa que havia sido comprada em 1947 pelo grupo Sperry, não foi exceção durante as décadas de 1980 e 1990, sendo também atingida pela onda de fusões e aquisições (F&A) ocorridas nestas décadas, transformando de modo significativo a estrutura de mercado vigente. A empresa, que era então chamada Sperry New Holland, foi adquirida pela Ford no ano de 1986, trocando seu nome para Ford New Holland. Todavia, no ano de 1991, a Fiat, que crescia no mercado de máquinas agrícolas por meio de fusões e aquisições, adquiriu 80% da Ford New Holland, tornando-se sócia majoritária da empresa. Nova mudança ocorreu na denominação da empresa, tornando-se a New Holland NV. Outra alteração na configuração do mercado de máquinas agrícolas deu-se no ano de 1999, em que a New Holland NV adquire a CASE por US\$ 4,3 bilhões, sendo que a Fiat, detentora da marca New Holland, adquire os direitos de sócia majoritária do novo empreendimento denominado CASE-New Holland (CNH).

Das quatro grandes empresas dos Estados Unidos a única que não orientou seu crescimento via fusões e aquisições foi a John Deere, a qual optou por uma estratégia de *joint-ventures* com empresas de outros países. Esta estratégia visava conseguir contratos de vendas e assistência técnica sem a necessidade de a empresa possuir ativos fixos naquele determinado mercado. Ao invés de se expandir horizontalmente, a John Deere preferiu integrar-se verticalmente, as aquisições ao invés de buscar poder de mercado visavam aumentar a capacidade técnica da empresa e a sua diferenciação de produtos. O artigo de Bjornson e Klipfer (2000) relata a compra da empresa InterAg Technologies fabricante de softwares, os quais a John Deere utiliza em suas máquinas, demonstrando maior preocupação dela em acumular capacitações e desenvolver inovações do que adquirir poder de mercado via F&A. No tocante à expansão da produção, a empresa visou nos anos 1980 e 1990 expandir sua área de atuação para países em desenvolvimento, principalmente os BRICs, e para os países da extinta URSS tendo-se em vista o grande potencial de mecanização que eles apresentavam.

6. Novas tendências na indústria de máquinas agrícolas: inovações por meio da agricultura de precisão

A Agricultura de Precisão (AP) é uma ferramenta de gestão, um sistema de gerenciamento da produção que leva em consideração a variabilidade espacial da produtividade e dos fatores de produção (SWINTON e LOWENBERG-DEBOER, 1998). Sabe-se que a produção agrícola não é uniforme em toda a extensão de uma mesma propriedade. Há áreas em que a produtividade do solo é maior, locais onde os desníveis do terreno são menos intensos, determinadas faixas de solo concentram mais nutrientes do que outras e diversos outros fatores podem influenciar na produtividade de uma mesma área agrícola. A agricultura de precisão (AP) leva em consideração tais diferenças a fim de racionalizar a utilização de insumos e desta forma poder gerar, ao mesmo tempo, aumento na produtividade, corrigindo-se as áreas que mais necessitam, e redução dos custos, atenuando-se desperdícios com adubos, fertilizantes e demais produtos em áreas que não necessitem de tal tratamento.

A relação existente entre a agricultura de precisão e o desenvolvimento tecnológico das máquinas agrícolas dá-se justamente pelos equipamentos microeletrônicos e de rastreamento via satélite instalados nos mais modernos tratores, colheitadeiras entre outras máquinas. Azevedo Filho (1996) afirma que a agricultura de precisão naquela época era um sistema de gerenciamento ultramoderno, chegando a utilizar aparelhos para localização global via satélite tão precisos quanto aqueles utilizados em guerras com objetivo de acertar um determinado alvo a vários quilômetros de distância.

O mesmo autor cita duas maneiras que estavam disponíveis naquela época para realizar-se a agricultura de precisão. A primeira consistia no chamado controle autônomo, em que equipamentos pré-instalados nas máquinas agrícolas podiam, sozinhos, realizar todos os cálculos para determinação de taxas exatas de aplicação de adubos, fertilizantes, pesticidas e todos os demais corretivos necessários a que a plantação se desenvolva sadiamente. O segundo modo de se operacionalizar a agricultura de precisão é pelo denominado controle por posicionamento geográfico, que realiza um levantamento prévio de todos os macros e micronutrientes necessários àquele espaço e, com a ajuda de um computador de bordo geralmente instalado num caminhão, realiza a dosagem ótima dos nutrientes necessários.

Alguns problemas atingiam a agricultura de precisão no início dos anos 1990 e conseqüentemente o desenvolvimento tecnológico das máquinas agrícolas. Segundo Azevedo Filho (1996), não havia produção suficiente em escala industrial dos sensores e microcomponentes que necessitavam ser instalados nas máquinas agrícolas para a execução da agricultura de precisão. Pode-se afirmar que esta baixa oferta de sensores e microeletrônicos embarcados nas máquinas agrícolas tornavam muito mais caro o procedimento da AP. Além do mais, eram necessários bons conhecimentos de informática e geoprocessamento para interpretar-se as informações geradas pelos computadores de bordo disponíveis.

Em países com maior desenvolvimento econômico, nos quais os agricultores possuem condições financeiras e técnicas para adotar a agricultura de precisão, as reduções de custo já eram evidentes quando comparado com as técnicas agrícolas tradicionais. Azevedo Filho (1996) relata a experiência de uma empresa localizada em Minnessota (EUA), que prestava serviços de agricultura de precisão para os agricultores que a contratasse. Já em 1994, esta empresa contava com 250 mil hectares de culturas utilizando os serviços de agricultura de precisão. A empresa estimou que a substituição dos métodos tradicionais por métodos de agricultura de precisão gerava economias que variavam entre US\$ 10 e US\$ 30 por hectare.

As empresas de máquinas agrícolas começaram a incluir os componentes microeletrônicos e de agricultura de precisão durante a década de 1990. A empresa CASE lançou, em 1996, seu sistema para agricultura de precisão, o *Advanced Farming System*, sendo seguida pelas empresas AGCO, que lançou o *Fieldstar System* e pela John Deere, com seu projeto de agricultura de precisão denominado GreenStar System. A agricultura de precisão ainda era uma incógnita tanto para empresas que apostavam em máquinas com componentes de posicionamento global (GPS), computadores de bordo e demais componentes, quanto para os agricultores que ainda não possuíam capacitações técnicas e estudos que realmente comprovassem

a eficácia do novo modo de produção e gestão (BJORNSON e KLIPFER, 2000).

Ainda que já tenham se passados quase duas décadas do início da agricultura de precisão e mais de uma década que as empresas de máquinas agrícolas adotaram a microeletrônica embarcada e os sistemas de agricultura de precisão em tratores e colheitadeiras, poucos são os estudos científicos que descrevem os resultados obtidos pelas empresas que realizaram tais inovações. Há alguns estudos que concentram esforços para determinar os fatores que influenciam na tomada de decisão do produtor rural em implementar ou não o sistema de agricultura de precisão. Cirani e Moraes (2010) encontraram quatro trabalhos internacionais discutindo os fatores que levam os agricultores a adotar ou não as técnicas de agricultura de precisão. Tais trabalhos são os de Servier e Lee (2004), Daberkow e McBride (2003), Batte e Arnholt (2002) e English, Roberts e Larson (2000) todos eles citados por Cirani e Moraes (2010). Em sínteses tais trabalhos concluem que a adoção da agricultura de precisão é afetada positivamente por produtores que possuem maiores áreas agriculturáveis, pela presença de assistência técnica, pela idade do produtor, pela difusão da mídia sobre os resultados de outros agricultores que já adotaram tal modo de cultivo como também por empresas próximas que ofereçam a venda de serviços de agricultura de precisão.

7. Conclusões

O artigo descreveu, numa abordagem histórico-econômica, como o setor de máquinas agrícolas desenvolveu-se desde sua gênese, na Europa, transitando para os Estados Unidos e, nesse país, sofrendo diversas modificações tanto de ordem técnica quanto competitiva. Pode-se afirmar que a história de tal indústria divide-se em quatro grandes momentos: o da sua gênese e estruturação inicial, início da produção em massa e desenvolvimento das firmas e das máquinas, a concentração de mercado e, por fim, a evolução rumo à integração com tecnologias de agricultura de precisão.

Nota-se então que a gênese da indústria de máquinas agrícolas teve fundamentalmente dois catalisadores: na Europa, causada pela Primeira Revolução Industrial e a subsequente necessidade de aumentar-se a produtividade agrícola e, nos Estados Unidos, onde foram cruciais a guerra civil e o apoio por parte dos presidentes para atração de ferreiros e engenheiros que desenvolvessem máquinas e implementos. Ademais, em ambos os casos seria mais correto, em termos técnicos, não denominar o período de indústria de máquinas agrícolas, mas de manufatura de implementos agrícolas, pois a produção era de baixa escala, feita por ferreiros e os itens produzidos se assemelhavam muito mais ao que hoje conhecemos por implementos do que por máquinas. Concluiu-se que essa primeira fase, transcorrida entre 1850-1917, fora composta de pequenos empreendedores que através de seu know-how forjavam implementos para os agricultores e, com o sucesso de alguns deles, certas oficinas foram se formando. A concorrência levou a uma severa guerra de preços e, ao findar-se, surge o embrião de algumas empresas existentes até hoje, tais como a John Deere e a CASE.

A produção de máquinas agrícolas propriamente ditas inicia-se em 1917 quando a Ford inicia a produção em massa do trator Fordson. Sabe-se que uma das características da indústria é a produção em larga escala, possibilitando as economias de escala. Sendo assim só se pode denominar "indústria de máquinas agrícolas" a partir de tal evento. Com o surgimento da indústria de máquinas, e não mais a manufatura, inicia-se uma onda de inovações, sejam radicais ou incrementais, que caracterizaram o período decorrido entre 1917-1960, o qual pode ser caracterizado como o da engenharia e da inovação. Nesse período, as principais firmas produtoras tanto no mercado norte-americano quanto no mercado mundial, já estavam estabelecidas e buscavam diferenciar seus produtos em relação aos demais concorrentes, além de tentarem fidelizar seus consumidores à marca. Até os dias atuais, a questão do apego à marca é algo muito importante nesse setor. Diversos agricultores são fiéis à determinada marca e consideram que as demais não possuem a mesma qualidade.

A terceira fase dessa indústria inicia-se com a impossibilidade de aumentar as vendas em mercados tradicionais, como Estados Unidos e Europa. As empresas, em meados de 1960 passaram a traçar estratégias globais, buscando mercados antes inexplorados como os da América Latina e alguns países africanos. Nas décadas de 1970 e 1980 inicia-se um forte processo de concentração patrimonial nessa indústria, na qual empresas em dificuldades financeiras foram adquiridas, como o caso da New Holland, que foi adquirida pela Ford, a qual foi posteriormente comparada pela Fiat, ou incorporadas por suas concorrentes, como foi o caso da AGCO que incorporou diversas marcas como a Valtra e Massey Ferguson. Nessa fase, houve uma reestruturação da forma de concorrência das empresas, grande concentração de mercado e reconfiguração do mesmo.

Por fim, notou-se que após as ondas de fusões e aquisições, inicia-se, entre o final do século XX e início dos anos 2000, um processo de integração entre as máquinas agrícolas e as tecnologias de geoprocessamento e incorporação de microeletrônica embutida nas máquinas. Essa quarta fase, a da integração tecnológica, deu novos rumos à competição entre as empresas, iniciando-se uma nova onda de inovações, ou numa linguagem de Dosi (1985), novo paradigma tecnológico, no qual o campo, as máquinas agrícolas e o geoprocessamento interagem. Essa fase ainda está em andamento e mais estudos são necessários para avaliar os impactos em termos de concorrência e inovação que esse paradigma trouxe para o mercado.

O quadro a seguir sintetiza as conclusões do artigo e permite melhor visualização das fases transcorridas pela indústria de máquinas agrícolas, bem como os autores que trataram de cada uma dessas fases, permitindo ao leitor interessado em determinada fase específica buscar referências bibliográficas.

Tabela 1. Síntese da evolução da indústria de máquinas agrícolas

Período	Principais características	Autores
1800-1917	Manufatura de implementos agrícolas, baixa escala de produção, empresas de pequeno e médio porte	Pudup (1987), Krahmer (1964), Fonseca (1990), Cochrane (1979)
1917-1960	Surgimento dos principais produtores de máquinas agrícolas, produção em larga escala, inovação e estratégia de fidelização à marca.	Bain (1956), Kudrle (1975), Fonseca (1990), Baricelo (2014), Cochrane (1979)
1960-2000	Concentração do mercado via Fusões e Aquisições das Empresas	Fonseca (1990), Bjornson e Klipfer (2000), Baricelo (2014), Silva (2015)
1990 - 2015	Integração entre tecnologias de geoprocessamento e máquinas agrícolas, inclusão de microeletrônica em máquinas e inovação rumo à agricultura de precisão.	Azevedo Filho (1996), Batte e Arnholt (2002), Cirani e Moraes (2010), Daberkow e McBride (2001), English, Roberts e Larson (2000), Lee (2004), SWINTON e LOWENBERG-DEBOER, (1998)

Fonte: elaboração dos autores

No quadro acima, nota-se que as duas etapas finais do processo de desenvolvimento ocorrem concomitantemente, uma vez que as aquisições das empresas a partir da década de 1990 concentram-se em empresas que produziam tecnologias para integração com agricultura de precisão. Sendo assim, a fase de fusões e aquisições e de integração com agricultura de precisão se sobrepõem.

Algumas lacunas permanecem abertas na literatura do setor de máquinas agrícolas e podem ser tratadas como uma agenda futura de pesquisa. A primeira lacuna a ser preenchida é da relação entre as mudanças produtivas no campo e sua interferência no mercado de máquinas agrícolas, tais como a adoção de novas técnicas de plantio, colheita e manejo de solos. Outro aspecto, ainda não muito tratado pela literatura, é do comércio internacional de máquinas agrícolas. São raros os estudos que se prontificam a estudar o padrão de comércio nessa indústria, bem como as estratégias empresariais para os mercados atendidos por exportação.

8. Bibliografia

- AZEVEDO FILHO, A. J. B. D. Agricultura de Precisão. Agroanalysis. Rio de Janeiro: FGV 1996.
- BAIN, J. S. Barriers to new competition: their character and consequences in manufacturing industries. Cambridge: Harvard University Press Cambridge, MA, 1956.
- BARICELO, L. G. A evolução diferenciada da indústria de máquinas agrícolas: um estudo sobre os casos norte-americano e brasileiro. 2015. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
- BATTE, M. T.; ARNHOLT, M. W. Farmer evaluation of precision farming technologies. *Journal of the American Society of Farm Managers and Rural Appraisers*, p. 78-89, 2002.
- BJORNSON, B.; KLIPFEL, J. Farm equipment industry performance: past and future. *The International Food and Agribusiness Management Review*, v. 3, n. 1, p. 71-84, 2000. ISSN 1096-7508. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1096750800000288>.
- CIRANI, C. B. S.; MORAES, M. A. F. D. D. Inovação na indústria sucroalcooleira paulista: os determinantes da adoção das tecnologias de agricultura de precisão. p. 543-565, 2010.
- COCHRANE, W. W. The development of American agriculture: A historical analysis. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1979.
- DABERKOW, S.; MCBRIDE, W. Information and the Adoption of Precision Farming Technologies. Economic Research Service. US Department of Agriculture. Washington, DC, 2001.
- DOBB, M. H. A evolução do capitalismo. Zahar, 1977.
- DOSI, G. Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. *Journal of economic literature*, v. XXVI, n. 1120, p. 1120-1171, 1988. ISSN 0022-0515.
- ENGLISH, B. C.; ROBERTS, R. K.; LARSON, J. A. A logit analysis of precision farming technology adoption in Tennessee. Knoxville: The University of Tennessee Agricultural Experiment Station, Department of Agricultural Economics, p. 1-22, 2000.
- FONSECA, M. D. G. D. Concorrência e progresso técnico na indústria de máquinas para agricultura: um estudo sobre trajetórias tecnológicas. 1990. 268 (Doutorado). Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo.
- KRAMER, H. M. Harvesters and high finance: formation of the International Harvester Company. *Business History Review*, v. 38, n. 03, p. 283-301, 1964. ISSN 2044-768X.
- KUDRLE, R. T. Agricultural tractors a world industry study. Cambridge, Mass: Cambridge, Mass. Ballinger Pub. Co., 1975.
- LEE, W. S. Precision agriculture in citrus: a probit model analysis for technology adoption. 2004.
- PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, E. C. Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico-2ª Edição. Editora Feevale, 2013. ISBN 8577171582.

PUDUP, M. B. From farm to factory: structuring and location of the US farm machinery industry. *Economic Geography*, p. 203-222, 1987. ISSN 0013-0095.

SEVIER, B. J.; LEE, W. S., 2004, Precision agriculture in citrus: a probit model analysis for technology adoption. American Society of Agricultural and Biological Engineers.

SILVA, R. P. A indústria de máquinas agrícolas: formação de um oligopólio, internacionalização e poder de mercado. 2015. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

SWINTON, S.; LOWENBERG-DEBOER, J. Evaluating the profitability of site-specific farming. *Journal of production agriculture*, v. 11, n. 4, p. 439-446, 1998.

VIAN, C. E. D. F. et al. Origens, evolução e tendências da indústria de máquinas agrícolas. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 51, n. 4, p. 719-744, 2013. ISSN 0103-2003.