

DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS BRASILEIRA

Euclides Reame Junior¹

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico e tecnológico de um país é concretizado por intermédio de uma correta e bem definida aplicação de políticas setoriais. Elas têm por objetivo o aumento da eficiência da estrutura produtiva, da capacidade de inovação das empresas e da expansão econômica como um todo (ALEM; PESSOA, 2005). No Brasil, essas políticas formam a base para que o país seja inserido e fortalecido no contexto econômico internacional. Esta inserção é feita incentivando os setores industriais com maior capacidade de desenvolver vantagens competitivas em períodos temporais não muito longos (VERMULM; ERBER, 2002). Um deles é a Indústria de Máquinas Agrícolas Brasileira (IMAB), que contribui para o crescimento de todo o negócio agrícola do País, pois a intensificação do uso de máquinas no campo foi um dos principais fatores que ajudaram a impulsionar a produção agrícola brasileira em anos recentes permitindo o cultivo em larga escala. Esta contribuição está pautada principalmente no desenvolvimento de produtos com novas tecnologias agregadas e que se aplicadas de forma correta proporcionam o melhor controle no desempenho das máquinas, aferição detalhada dos custos de manutenção e produção, além de ser um instrumento facilitador para o aumento da produtividade. Este aumento de produtividade gera crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), incremento nas exportações e mais divisas ao país. Assim, o trabalho descreve ao leitor/pesquisador o resultado de um estudo que focou em dois objetivos já descritos no resumo. Inicia-se com uma revisão bibliográfica sobre as origens e evolução do setor, progredindo ao contexto econômico e as inovações tecnológicas.

1. A INDÚSTRIA DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS BRASILEIRA

1.1 Origens e evolução

O surgimento da IMA no Brasil está relacionado à chegada de imigrantes europeus para trabalhar na agricultura e como possuíam conhecimentos de

¹ Professor da Faculdade de Tecnologia de Lins (FATEC) nos Departamentos de Logística e Produção Industrial. E-mail: ereame@fateclins.edu.br

mecânica e metalurgia começaram a produzir artesanalmente as primeiras máquinas e implementos (PASQUAL; PEDROZO, 2007).

Nos anos de 1920, chegaram ao Brasil os primeiros tratores importados dos Estados Unidos pela Ford, além de outras marcas de tratores e implementos e máquinas agrícolas como Massey Ferguson, John Deere, Caterpillar e Fiat (ANFAVEA, 2006).

A mecanização agrícola se iniciou no país com a instalação da indústria de tratores no ano de 1959, quando foi instituído o Plano Nacional da Indústria de Tratores de Rodas, sendo que as primeiras unidades começaram a ser produzidas em 1960 (AMATO NETO, p. 59, 1985).

No início dos anos de 1980, o setor apresentou uma retração na capacidade produtiva em virtude de modificações ocorridas na política de crédito rural (MANO, 2006). Segundo Pasqual e Pedrozo (2007) na década de 1990, as políticas governamentais como o Plano Collor e a abertura à concorrência externa prejudicaram o desempenho do setor resultando em uma redução dos níveis de produtividade.

Para Romano (2003), este cenário começou a mudar ao final da década de 1990, quando as empresas passaram a integrar novas tecnologias em produtos e processos. Em 1999, o Governo Federal, por intermédio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), cria o Programa para a Modernização da Frota Agrícola (MODERFROTA) com o objetivo de modernizar a frota de tratores e outras máquinas agrícolas (ANFAVEA, 2006). Com o incentivo do MODERFROTA, a produtividade do setor apresentou crescimento entre 2000 até 2004, porém fatores econômicos (câmbio, juros altos e aumento dos insumos) e da natureza (a seca e pragas) prejudicaram o desempenho em 2005 (ANFAVEA, 2006a).

Em 2007, houve uma recuperação em função da cultura de grãos e dos negócios relacionados às usinas produtoras dos derivados da cana-de-açúcar (ABIMAQ, 2007). De janeiro a maio de 2008, as vendas no mercado interno cresceram aproximadamente 62,2% (ANFAVEA, 2008).

1.2 Características básicas do setor

A IMAB tem como característica básica uma estrutura heterogênea onde coexistem empresas de pequenos e grande portes, produzindo desde máquinas com alta tecnologia sob encomenda até implementos agrícolas em série para uso manual (ROMANO, 2003, p.4). O autor descreve que nas empresas de pequeno e médio portes predominam a produção de implementos agrícolas, e nas de grande porte a fabricação de tratores e colhedoras autopropelidas (máquinas que utilizam o mesmo motor para acionar os mecanismos que desempenham as operações básicas de corte, trilha, separação e limpeza).

Passos e Calandro (1999), descrevem que a heterogeneidade do mercado da IMAB resulta nos seguintes segmentos, de acordo com a utilização dos equipamentos, são eles: tratores, máquinas de preparo do solo, para plantio e colheita, equipamentos para transporte e armazenamento. Já o BNDES (1995) classifica a IMAB em três segmentos de mercado: tratores de roda, colheitadeiras e implementos de tração mecânica.

Conforme Dall’Agnol (2001), os fabricantes de máquinas agrícolas concentram unidades nos Estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (maior exportador). Já a maioria dos fabricantes de implementos agrícolas são empresas com a administração familiar e possuem uma linha de produtos bem diversificados. Para Ribeiro (2006), a competitividade do setor exige das empresas constantes atualizações nas características tecnológicas de produtos e aprimoramento dos processos produtivos, como forma de se manter no mercado. Convém descrever neste trabalho a definição para os termos “máquinas” e “implementos”.

Para Gadanha Jr. et al (1991), as máquinas são conjuntos de componentes com movimentos suficientes para transmitir o efeito de forças ou energia e são motoras quando transformam o efeito e movidas quando transmitem o efeito, já os implementos são conjuntos de componentes que não transformam energia. Mialhe (1974, p.16) conceitua máquinas e implementos da forma descrita a seguir:

“Máquina é o conjunto de órgãos, forçados em seus movimentos por obstáculos fixos e de resistência suficiente para transmitir o efeito de forças e transformar energias. Tanto o motor do trator quanto o arado são considerados máquinas, uma vez que, no primeiro, há transformação de energia e, no segundo, apenas transmissão do efeito de forças. Implemento é o conjunto forçado de órgãos que não apresentam movimentos relativos nem têm capacidade para transmitir força, sendo seu único movimento o de deslocamento, normalmente imprimido por uma máquina tratora”.

A junção entre empresas deste setor, a partir da década de 1990, fez surgir novas marcas e também um avanço nas inovações tecnológicas (IT) e que estão incorporadas aos produtos e processos sendo decisivas para o aumento da produtividade da lavoura brasileira (SAVANACHI, 2007).

1.3 O desenvolvimento econômico – 2011 a 2015

Esta seção faz uma abordagem não aprofundada da situação econômica do setor de máquinas e implementos agrícolas brasileiro no período referendado. Os dados descritos na Tabela 1 foram compilados do anuário estatístico da ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores).

Pesquisou-se os anuários dos anos subsequentes aos anos-base. A edição do anuário 2016 até a presente data (novembro de 2016) não havia sido fechada em sua íntegra com os dados de 2015, assim na linha referente ao “Faturamento Líquido” da Tabela, não está demonstrado o valor correspondente.

Celeres (2016) argumenta que no período 2011/2013, os fatores incrementais na produção e vendas da IMAB foram os elevados preços das *commodities* agrícolas – especialmente grãos, que possibilitou a expansão do cultivo no País e os juros baixos. Conforme a fonte de pesquisa anterior, entretanto, a desvalorização dos grãos no mercado global a partir da segunda metade de 2014, tendo em vista a

tendência de super oferta, tem impactado diretamente nas vendas do setor de maquinário, desta forma, os produtores estão mais cautelosos e devem restringir investimentos na atividade, especialmente com máquinas agrícolas. De acordo com Essig (2015), fatores como a incertezas política, crise econômica, promessas de financiamentos que não saíram do papel e dificuldades de acesso ao crédito resultaram em um produtor receoso e uma queda no faturamento da IMAB da ordem de aproximadamente 35%, comparando-se 2015 com 2014 (ver tabela 1).

Tabela 1. Variáveis econômicas da IMAB

DADOS	2011	2012	2013	2014	2015
Produção (unidades)	81.513	83.704	100.400	82.318	55.262
Vendas internas (unidades)	65.323	70.139	82.992	68.609	44.995
Exportações (US\$ milhões)	1.048,5	906,0	912,3	764,3	500,4
Importações (US\$ milhões)	280,8	483,8	228,4	219,2	108,2
Faturamento Líquido (US\$ milhões)	11.835,0	296,0	11.587,0	9.863,0	ND
Empregos diretos	19.987	19.560	21.627	18.531	15.440

Fonte: Anfavea (2016)

A *AgrievolutionAlliance (AA)* (2016) destaca que o Brasil é o quarto maior mercado de tratores agrícolas do mundo, ficando atrás apenas da Índia, China e Estados Unidos. A AA é composta por 14 organizações que representam mais de 6.000 fabricantes de máquinas e implementos agrícolas em todo o mundo e sua missão é compartilhar dados, criar conscientização, exercer influência, colaboração e oferecer orientação e perspectiva sobre os problemas atuais da indústria global e os desafios futuros.

1.4 As inovações tecnológicas ao longo do tempo

A inovação tecnológica é um processo essencialmente econômico, em que ocorre a comercialização de um novo produto ou implementação de um novo processo (SCHUMPETER, 1988).

A Organização para Cooperação de Desenvolvimento Econômico (OCDE) divide a inovação tecnológica em duas categorias: produtos e processos. As inovações de produtos podem ser subdivididas em: produtos tecnologicamente novos e produtos aprimorados. As definições descritas pela OCDE (2005) são:

- um produto é considerado tecnologicamente novo quando as suas características tecnológicas ou usos pretendidos diferem daqueles dos produtos produzidos anteriormente. Tais inovações podem envolver tecnologias radicalmente novas, podem se basear na combinação de tecnologias existentes sem novos usos, ou podem ser derivadas do uso de novo conhecimento;

- um produto é considerado tecnologicamente aprimorado quando seu desempenho tenha sido significativamente aprimorado ou elevado. Um produto simples pode ser aprimorado (em termos de melhor desempenho ou menor custo) através de componentes ou materiais de desempenho melhor, ou um produto complexo que consista em vários subsistemas técnicos integrados pode ser aprimorado através de modificações parciais em um dos subsistemas;
- a inovação tecnológica em processos é a adoção de métodos de produção novos ou significativamente melhorados, incluindo métodos de entrega dos produtos. Tais métodos podem envolver mudanças no equipamento ou na organização da produção, ou uma combinação dessas mudanças, e pode derivar do uso de novo conhecimento. Os métodos podem ter como meta produzir ou entregar produtos tecnologicamente novos ou aprimorados que não são produzidos ou entregues com os métodos convencionais de produção ou pretender aumentar a produção ou eficiência na entrega de produtos existentes.

Em relação à inovação tecnológica, Batalha (2007, p. 593) argumenta que:

“ela é identificada como uma das fontes de vantagens competitivas entre as empresas, particularmente se ocorrer diferenciação de produto que possibilite a obtenção de melhores preços de venda e conquista de novos mercados. A necessidade de inovar se deve ao aumento da concorrência em praticamente todos os setores industriais e à contínua redução do ciclo de vida de produtos, fato que tem exigido das empresas um esforço significativo no sentido de modificar as características de seus produtos, adequando-os a uma demanda cada vez mais exigente em qualidade”.

No setor de máquinas e implementos agrícolas o aporte tecnológico trouxe competitividade em vários segmentos da produção como as máquinas semeadoras, adubadoras, pulverizadoras, tratores e colheitadeiras (SAVANACHI, 2007). O mesmo autor descreve que além da potência e capacidade das máquinas, outros recursos desenvolvidos são os dispositivos que possibilitam a orientação por satélites, sistemas de piloto automático e a eletrônica embarcada. Na orientação por satélites, tratores conduzem o plantio por linhas exatas, com mais rapidez e mínima margem de erro, dando origem à agricultura de precisão (AP) (MARTINEZ, 2007).

Conforme Pinelli (2015), AP é a prática agrícola que reúne tecnologias para tornar as atividades da lavoura mais precisas, automatizadas e independentes. Conforme o autor, entre outras ferramentas, a tecnologia da informação é utilizada

para fazer um mapeamento detalhado de determinada área, avaliando o solo, o clima e outras variáveis que influenciam no rendimento do cultivo. O mesmo autor descreve que a partir desta análise é possível fazer um diagnóstico das necessidades específicas e determinar as melhores alternativas, sempre respeitando as características singulares de cada região. A AP envolve um conjunto de possíveis estratégias de gestão entre as quais a redução do uso de insumos; aumento da produtividade, a lucratividade e a sustentabilidade; melhorar a qualidade do produto.

Os sistemas de piloto automático garantem o paralelismo de atividades na lavoura principalmente nas atividades de sulcagem e colheita da cana (SAVANACHI, 2007).

Sobre o sistema de piloto automático Yoneya (2008) destaca que o sistema automático ou *auto-guide*, “dirige” a máquina em operações como preparo de solo, adubação e plantio, deixando o tratorista “livre”. O autor comenta que o tratorista consome 80% de seu tempo dirigindo, e com o piloto automático, ele aproveita o tempo livre para supervisionar com mais cuidado a operação que está sendo realizada. Conforme o autor, a vantagem é poder corrigir falhas de sobreposição, já que o *Global Positioning System* (GPS) garante precisão centimétrica da operação, tanto em linhas retas, em curvas ou em áreas de pivô central. O autor finaliza dizendo que o sistema controla, por exemplo, quanto foi colhido por hora e por área e se houve perdas”.

A eletrônica embarcada é constituída por computadores de bordo instalados nas cabines e que armazenam uma grande quantidade de dados – rotações do motor, gasto de combustível, tempo que o motor ficou ligado, percurso percorrido – permitindo aos proprietários elaborar um programa de manutenção das máquinas (SAVANACHI, 2007). Além do aumento da eficiência, a inovação tecnológica das máquinas agrícolas brasileiras também acompanha a atual tendência de substituir os combustíveis fósseis por biocombustíveis com o objetivo de reduzir as emissões de gases poluentes (TORRICO, 2007).

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

Para Oliveira (1999), o método de pesquisa é o conjunto de processos pelos quais se torna possível conhecer uma determinada realidade, produzir determinado objeto ou desenvolver certos procedimentos ou comportamentos. A metodologia utilizada neste trabalho é a pesquisa quantitativa e exploratória. Para a realização desta atividade foram feitas revisões bibliográficas em livros, dissertações, teses, jornais, revistas especializadas e científicas, sites de órgãos públicos e privados. Foi observado que as informações sobre a IMAB estão mais concentradas em sites de órgãos públicos e privados, artigos publicados em jornais e revistas especializadas do que em estudos e pesquisas acadêmicos.

3 RESULTADO

Em termos de inovação tecnológica aIMA brasileira, apresenta ao mercado produtos de excelência, colaborando para que as safras agrícolas estabeleçam recordes de produtividade e as áreas de plantio sejam estendidas.

De acordo com Malfitano (2016), as colheitadeiras, por exemplo, apresentam uma série de atributos com inovação tecnológica: a transmissão hidrostática, comando eletro hidráulico, sistema automático de controle de plataforma; sistemas monitorados por módulos eletrônicos; monitoramento de perdas; autodiagnóstico; sistema de monitoramento de produtividade instantâneo. O mesmo autor descreve que em relação aos tratores as inovações tecnológicas são: os motores eletrônicos; acionamento eletro-hidráulico por teclas; mudanças contínuas de velocidade sem a necessidade do uso do pedal de embreagem. Já o cenário econômico mostra uma queda no faturamento líquido de impostos da ordem de aproximadamente 17% entre os anos de 2011 até 2014 (ANFAVEA, 2016).

Ainda conforme a fonte de pesquisa anterior houve uma redução de 22% no número de empregos diretos entre 2011 a 2015. Em termos de fabricantes, especificamente para máquinas agrícolas existem no Brasil. O quadro 1 descreve as principais empresas montadoras de máquinas agrícolas no Brasil; os campos em tom de cinza representam os fabricantes, os campos em branco representam que a empresa não fabrica.

Quadro 1. Montadoras de máquinas agrícolas no Brasil

EMPRESA	TRATORES	COLHEITADEIRAS	RETROESCAVADEIRAS
AGCO			
Agrale			
Caterpillar			
CNH			
John Deere			
Komatsu			
Valtra			

Fonte: ANFAVEA (2016)

Conclusão

AIMA brasileira apresenta um ciclo de vida com transformações, porém progressista. O setor foi redesenhado com mudanças tecnológicas nas linhas de produtos e de processos. Esses fatores trouxeram benefícios para os agricultores em geral. Com a utilização das novas tecnologias desenvolvidas, as áreas agrícolas de plantio são mensuradas mais precisamente, há a redução dos custos de produção, melhor controle no desempenho das máquinas entre outras variáveis. A modernização tecnológica da IMA ajuda a garantir recordes de produtividade das safras agrícolas no Brasil em anos recentes e atende aos padrões de excelência em nível global. Porém a situação econômica brasileira atual reflete uma redução nos números que servem de base estatística deste setor.

Referências

- ALEM, A. C.; PESSOA, R. M. O setor de bens de capital e o desenvolvimento econômico: quais são os desafios? **BNDES Setorial**. Rio de Janeiro, n. 22, p. 71-88, set. 2005.
- AGRIEVOLUTION ALLIANCE. **Agritech Business Barometer**. Disponível em: <<http://www.agrievolution.com/IndustryInitiatives>>. 2016. Acesso em: 15 maio 2016.
- AMATO NETO, J. A indústria de máquinas agrícolas no Brasil: origens e evolução. **RAE: Revista de Administração de Empresas**. Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 57-69, 1985.
- ANFAVEA. **A indústria automobilística brasileira: 50 anos, edição comemorativa**. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/carta.html>>. Acesso em: 25 jun. 2016.
- _____. **Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira**. São Paulo: ANFAVEA, 2006a.
- _____. _____. São Paulo: ANFAVEA, 2016.
- _____. **Carta da ANFAVEA**, jan./maio 2008. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/carta.html>>. Acesso em: 25 jun. 2016.
- BNDES. Máquinas e implementos agrícolas. **Relatório setorial: setor bens de capital**, n. 2, dez. 1995. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/setorial/get4_is2.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2016.
- BATALHA, M. O. (Coord.). **Gestão agroindustrial**. 4 ed. v.1. São Paulo: Atlas, 2007.
- CELERES. **O setor de máquinas agrícolas no Brasil: evolução nos últimos anos e perspectivas**. Disponível em: <<http://www.celeres.com.br>>. Acesso em: 18 nov. 2016.
- DALL'AGNOL, R. **Desenvolvimento de novos produtos através do gerenciamento simultâneo de projetos (GSP): um estudo de caso no setor de máquinas agrícolas**. 86f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- ESSIG, B. **Setor de máquinas amarga redução de 35% em 2015**. Disponível em: <<https://http://www.canalrural.com.br/noticias/reportagem-especial/setor-maquinas-amarga-retracao-2015-60177>>. Acesso em: 22 nov. 2016.
- GADANHA JUNIOR, C. D. **Máquinas e implementos agrícolas no Brasil**. São Paulo: IPT, 1991. 469 p.
- MANO, A. P. **Gestão de desenvolvimento de produtos na indústria de máquinas e implementos agrícolas: estudo de casos em empresas nacionais de grande porte**. 126f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, 2006.
- MALFITANO, R. **A evolução tecnológica das máquinas agrícolas no Brasil**. Apresentação em PowerPoint. Disponível em: <<http://getinternet.ipea.gov.br/politica/inovacoes/Evolucao%20Tecnologica%20das%20Maquinas%20Agricolas%20no%20Brasil-Dr.Ri.ppt>>. Acesso em: 05 jul. 2016.
- MARTINEZ, J. Precisão via satélite: editorial. **Revista O Sulco** (edição brasileira da revista agrícola mundial publicada em 12 línguas pela Deere & Company e suas subsidiárias), ano 112, n. 27, p. 3, out. 2007.

- MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1974.
- OCDE. **Manual de Oslo**. 3. ed., 2005. Disponível em <<http://www.oecd.org/documents>>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- OLIVEIRA, S. L. **Tratado de metodologia científica**. São Paulo: Pioneira. 1999.
- PASQUAL, C. A.; PEDROSO, E. A. Características do negócio de máquinas agrícolas. **RAE**: eletrônica, São Paulo, v. 6, n. 1, art. 3, jan/jun, 2007. Disponível em <<http://www.rae.com.br/eletrônica>>. Acesso em: 26 jun. 2016.
- PASSOS, M. C.; CALANDRO, M. L. Transformações nas estratégias de produção da indústria de máquinas e implementos agrícolas do Rio Grande do Sul. In: **Documentos FEE: impactos sociais e territoriais da reestruturação econômica no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SECPLAN/RS – FEE Siegfried Emanuel Heuser, 1999.
- PINELLI, N. **O que é agricultura de precisão?** 2015. Disponível em: <<http://projetodraft.com/o-que-e-agricultura-de-precisao>>. Acesso em: 14 nov. 2016.
- RIBEIRO, L. F. C. **Estratégias competitivas na indústria de máquinas e implementos agrícolas do Rio Grande do Sul**. 117f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Vale dos Sinos, 2006.
- ROMANO, L. N. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. 321f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.
- SAVANACHI, E. - Os motores do agronegócio. **Revista Panorama Rural**. São Paulo, ano IX, n. 100, p. 32-37, 2007.
- SCHUMPETER, J. **A teoria do desenvolvimento econômico**. 3. ed. São Paulo: Nova Cultural, 1988.
- TORRICO, R. Máquinas voltadas para o futuro. **Revista Panorama Rural**. São Paulo, ano IX, n. 100, p. 38-39, maio. 2007.
- VERMULM, R. A Indústria de Bens de Capital Seriado. 2003. **Convênio CEPAL/IPEA**. Disponível em <<http://www.eclac.org/publicaciones>>. Acesso em: 21 jun. 2016.
- YONEYA, F. Mecanização agrícola: tecnologia em alta no campo. **Jornal O Estado de São Paulo**. suplemento agrícola, ano. 52, n. 2739, p. 11, 07 de maio de 2008.