

Inovação de processo: O impacto ambiental e econômico da adoção da agricultura de precisão

Innovation of process: The environmental and economic impact of precision farming adoption

Felipe Dalzotto ARTUZO [1](#); Caroline SOARES [2](#); Claudete Rejane WEISS [3](#)

Recibido:28/07/16 • Aprobado: 13/08/2016

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2. Referencial teórico](#)
- [3. Metodologia](#)
- [4. Resultados e discussões](#)
- [5. Considerações finais](#)

[Referências](#)

RESUMO:

O artigo tem por objetivo analisar a mudança no processo de produção, a partir da adoção da agricultura de precisão, identificando seus resultados econômicos e ambientais. As variáveis discutidas são os aspectos ambientais, relacionados ao uso de fertilizantes agrícola, e os aspectos econômicos, relacionados ao aumento produtivo e a redução nos custos de aquisição dos insumos. A inovação de processo possibilitou a redução do impacto ambiental, ocasionado pelo uso eficiente e a otimização de fertilizantes agrícolas. Além disso, o novo processo de produção tornou-se eficiente economicamente, pois reduziu o custo a aquisição de fertilizantes agrícolas e proporcionou aumento na produtividade.

Palavras-chave: Inovação tecnológica, ATV, AP, produtividade, agronegócios.

ABSTRACT:

This article aims to analyze the change in production process, through the precision farming adoption, identifying their economics and environmental results. The variables discussed are the environmental aspects related to the use of agricultural fertilizers and the economics aspects related to the production increase and reduced costs of input acquisition. The innovation process allowed to reduce the environmental impact, caused by the efficient use and the optimization of agricultural fertilizers. Furthermore, the new production process has become economically effective because it reduced the cost of agricultural fertilizers acquisition and provided production increase.

Keywords: Technological innovation, ATV, AP, productivity, agribusiness.

1. Introdução

O processo de modernização e especialização dos sistemas produtivos tem culminado em

significativo aumento na competitividade dos mais diversos setores da economia mundial, como por exemplo, no agronegócio. O cenário atual da agricultura brasileira caminha para uma produção competitiva e eficiente das *commodities* agrícolas.

Com isso, a inovação em propriedades rurais tem sido um fator importante na agricultura nos últimos anos, principalmente nas questões relacionadas à produção e ao meio ambiente. Neste sentido, a agricultura passou por uma revolução tecnológica evidenciada pela introdução da biotecnologia e tecnologias de precisão (NIN-PRATT e MCBRIDE, 2014).

Neste contexto, quando relacionado ao sistema produtivo, as inovações tecnológicas proporcionaram impactos na produção (por consequência, na questão econômica) e nas questões ambientais (impacto ambiental negativo e positivo). Sendo assim, o avanço da inovação tecnológica no agronegócio tem exercido forte pressão sobre os produtores rurais.

Com a adoção de uma nova tecnologia, é necessária, por vezes, a mudança no processo de produção, a fim de adaptar a tecnologia com o sistema produtivo. A partir da introdução de tecnologias de precisão, como mencionado por Nin-Pratt e Mcbride (2014), ocorre uma mudança no processo de produção, tendo o processo tradicional substituído por um novo processo. Desta forma, entre as tecnologias de precisão, destaca-se a agricultura de precisão a taxa variável de fertilizantes (ATV). A ATV uma ferramenta tecnológica que tem por objetivo a aplicação de fertilizantes, tendo como princípio a variabilidade espacial de uma determinada área.

Neste sentido, o presente estudo analisa a mudança no processo de produção, a partir da adoção da agricultura de precisão, identificando seus resultados econômicos e ambientais. Para tanto, o artigo terá como foco a inovação de processo, no qual é um determinante para as estratégias organizacionais na busca por vantagens competitivas (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2001). Além disso, utiliza-se como base a teoria da inovação, considerando como inovação a introdução de um novo método de produção, conforme descrito por Schumpeter (1982).

2. Referencial teórico

2.1 Inovação de processo

O desenvolvimento de estratégias buscando maximizar o crescimento econômico das nações é uma questão que geralmente está na superfície das discussões da sociedade e nos planos governamentais. Schumpeter (1939), em meados da década de 1930, já destacava que o desenvolvimento da economia é possível a partir da inovação, no qual pode ser diferenciada em cinco grupos: i) introdução no mercado de produtos novos ou melhorados; ii) novas técnicas produtivas; iii) abertura de novos mercados; iv) novas fontes de matérias-primas e v) novas maneiras de organizar os procedimentos.

Na óptica organizacional, Battisti e Stoneman (2010) e Crossan e Apaydin (2010) citam como inovação a implementação de novos dispositivos, equipamentos, técnicas, programas, políticas, estratégias corporativas, produtos ou serviços que tenham características de novidade na organização, levando em consideração valores econômicos e sociais. Nessa perspectiva cabe salientar que o grau de novidade de uma inovação encontra-se em dois extremos, mínimo e máximo, ou inovação incremental e radical (TIRONI; CRUZ, 2008).

Para os mesmos autores a inovação radical apresenta uma novidade tecnológica ou mercadológica resultando na criação de um novo mercado e em alguns casos extinguindo o antigo. Por outro lado, a inovação incremental é baseada na incorporação de procedimentos visando melhorá-lo.

Para Porter (1989), deve-se considerar a incerteza sobre o retorno dos investimentos em tecnologia. Mesmo assim, processos de inovação sustentam o nível de competitividade das organizações. Também, complementando as ideias schumpeterianas, Dosi (1988) ressalta como características do termo inovação, as ações de pesquisa, experimentação, descoberta e

desenvolvimento. Além disso, conforme Giesta (2012), existem dois tipos básicos de inovações: do produto e em processo. Enfim, nesse estudo é abordado apenas a inovação em processo.

As inovações em processo são caracterizadas como determinantes em relação às estratégias organizacionais na busca por vantagem competitiva (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2001). De forma ampla, são nas inovações em processos onde ocorrem adoções de novos métodos produtivos ou melhorados com o objetivo de maximizar os resultados (OCDE, 2004).

No cenário agrícola, a busca por inovações também está sendo objeto de destaque na sociedade moderna, principalmente nas questões relacionadas à modernização da agricultura. Este tema obteve importantes avanços a partir das contribuições do economista Theodore W. Schultz, no qual destacava a importância da modernização com os impactos na economia e na industrialização dos países (SCHULTZ, 1965).

A modernização do sistema produtivo agrícola, a partir da criação e adoção de uma inovação tecnológica, traz inclusa consigo, por vezes, a necessidade de uma inovação no processo produtivo. Assim sendo, como descrita por Balzani (2008), a inovação de processo é uma sequência de atividades que recebem entradas, agrega-lhes valor e as transforma em resultado. Além disso, têm um início e um fim bem definidos e determinados.

Ainda, segundo o OCDE (1997, p. 20), a inovação de processo pode ser definida como:

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 por objetivo produzir ou entregar produtos tecnologicamente novos ou aprimorados, que não possam ser produzidos ou entregues com os métodos convencionais de produção, ou pretender aumentar a produção ou eficiência na entrega de produtos existentes.

Neste sentido, a adoção de uma nova tecnologia, como, por exemplo, a ATV, faz com que o processo tradicional de produção seja revisto, modificado e se adote um novo processo no sistema de produção. Desta forma, tem-se uma nova sequência de atividades para geração de um novo resultado.

2.2 Agricultura de precisão (AP): aplicação à taxa variável de fertilizantes (ATV)

A AP, também denominada de *Precision Farming*, *Precision Agriculture* e *Site Specific Crop Management*, ao longo dos anos, vêm passando por uma "evolução" conceitual e de princípios, conforme revisão apresentada por Coelho (2005). Trata-se de um sistema de manejo integrado de informações e tecnologias, fundamentado nos conceitos de que as variabilidades de espaço e tempo influenciam nos rendimentos dos cultivos. A AP é um tema abrangente, sistêmico e multidisciplinar e não se limita apenas algumas culturas e regiões específicas. Diferentemente da agricultura convencional/tradicional, a AP trabalha com a variabilidade espacial da área, reconhecendo ela como uma área heterogênea com características diferenciadas.

Atualmente no mundo, existem inúmeras ferramentas disponíveis e possibilidades de uso da AP, das quais Pires *et al.*, (2004) listam as seguintes: tecnologia de aplicação em taxa variável, sistema de posicionamento global (SPG ou GPS), sistema de informações geográficas, monitoramento das áreas ("*CropScouting*"), sensoriamento remoto de vegetal, monitores de colheita, amostradores de solo, barra de luz, sensores de matéria orgânica, sensores de plantas daninhas, sensores de umidade de solo, de potencial de Hidrogênio (pH), de nitrato no solo, sensores de compactação (penetrômetros), sensores de condutividade elétrica do solo, sensores de umidade e de proteína de grãos, clorofilômetros, sensores de dinâmica da fertilidade, pulverizadores de precisão, fotografias aéreas, dentre outros.

A partir da adoção das ferramentas é possível realizar o ciclo completo da AP, conforme descrito por Inamasu *et al.* (2012). Ressalta-se, que a maioria das propriedades rurais não contemplam

todas as etapas apresentadas (MOLIN, 2004). Deste modo, é possível diferenciar os processos de produção entre a agricultura tradicional e a agricultura com a adoção de ferramentas de AP. Entre estas ferramentas destaca-se a ATV. Trata-se da técnica de aplicação de fertilizantes que varia a dose do insumo aplicado de acordo com a necessidade específica de cada ponto do talhão (ANSELMÍ, 2012).

A partir desse contexto, adotando os elementos da teoria da inovação, tendo por base a inovação de processo e fazendo uso de uma inovação tecnológica definida pela ATV, é possível analisar os resultados gerados a partir da mudança de um processo de produção.

3. Metodologia

O estudo de AP foi baseado na inovação de processo a partir da aplicação de fertilizantes à taxa variável (ATV), no qual é a técnica de aplicação que varia a dose de fertilizantes aplicada de acordo com a necessidade específica de cada ponto do talhão. Trata-se de um estudo exploratório e descritivo, tendo uma abordagem qualitativa. O meio de investigação foi baseado em revisão bibliográfica e com a utilização de dados secundários.

A metodologia determinou a inovação de processo conforme definição do OCDE (1997). As variáveis analisadas para discussão, em relação à inovação de processo, foram: (a) impacto econômico e (b) impacto ambiental. Para o impacto econômico, analisou-se e discutiu-se o retorno econômico em relação ao investimento da tecnologia. Já, em relação ao impacto ambiental, analisou-se e discutiu-se o uso de fertilizantes com a adoção da ATV.

O menor impacto ambiental ou impacto ambiental negativo, é relacionado à redução no uso de fertilizantes e/ou otimização do insumo. O retorno econômico está relacionada aos ganhos ocasionados pela adoção da ATV, como, por exemplo, aumento na produção agrícola e/ou redução da aquisição de insumos agrícolas (fertilizantes).

As áreas de processo tradicional de manejo foram analisadas e comparadas com áreas que obtiveram seu processo inovado a partir da adoção da ATV. A partir da porcentagem (%) de incremento da produtividade, por meio da ATV, demonstrou-se de forma gráfica o potencial de produção que o Brasil poderia ter alcançado nos anos de 2006 a 2014, caso fizesse uso da ATV e inovasse no sistema de produção. As informações relacionadas à produção foram obtidas a partir dos dados da CONAB (2014) e os dados relacionados ao incremento produtivo da ATV a partir dos dados de Fiorin (2011).

4. Resultados e discussões

A agricultura é considerada a atividade produtiva mais antiga que foi estabelecida em uma sociedade, mas ainda há poucos estudos e, conseqüentemente, o conhecimento é restrito a respeito dos impactos ocasionados pela mudança no processo produtivo agrícola. Esta situação colabora para que parte dos agricultores permaneça adotando métodos tradicionais de trabalho e uso da terra. Além disso, em paralelo, o desenvolvimento de novos processos é confrontado por desafios, devido à crescente complexidade das novas tecnologias e a necessidade da rápida adaptação às exigências do mercado (FLORES *et al.*, 2015).

O cenário mostra que os avanços das inovações tecnológicas e modernização da agricultura levam os produtores rurais a modificar o processo produtivo. Essa ótica é retratado por Schultz (1965) em meados do século XX, destacando a importância do conhecimento e da ciência sobre os solos, as plantas, os animais e as máquinas, e a relação destas para a modernização agrícola.

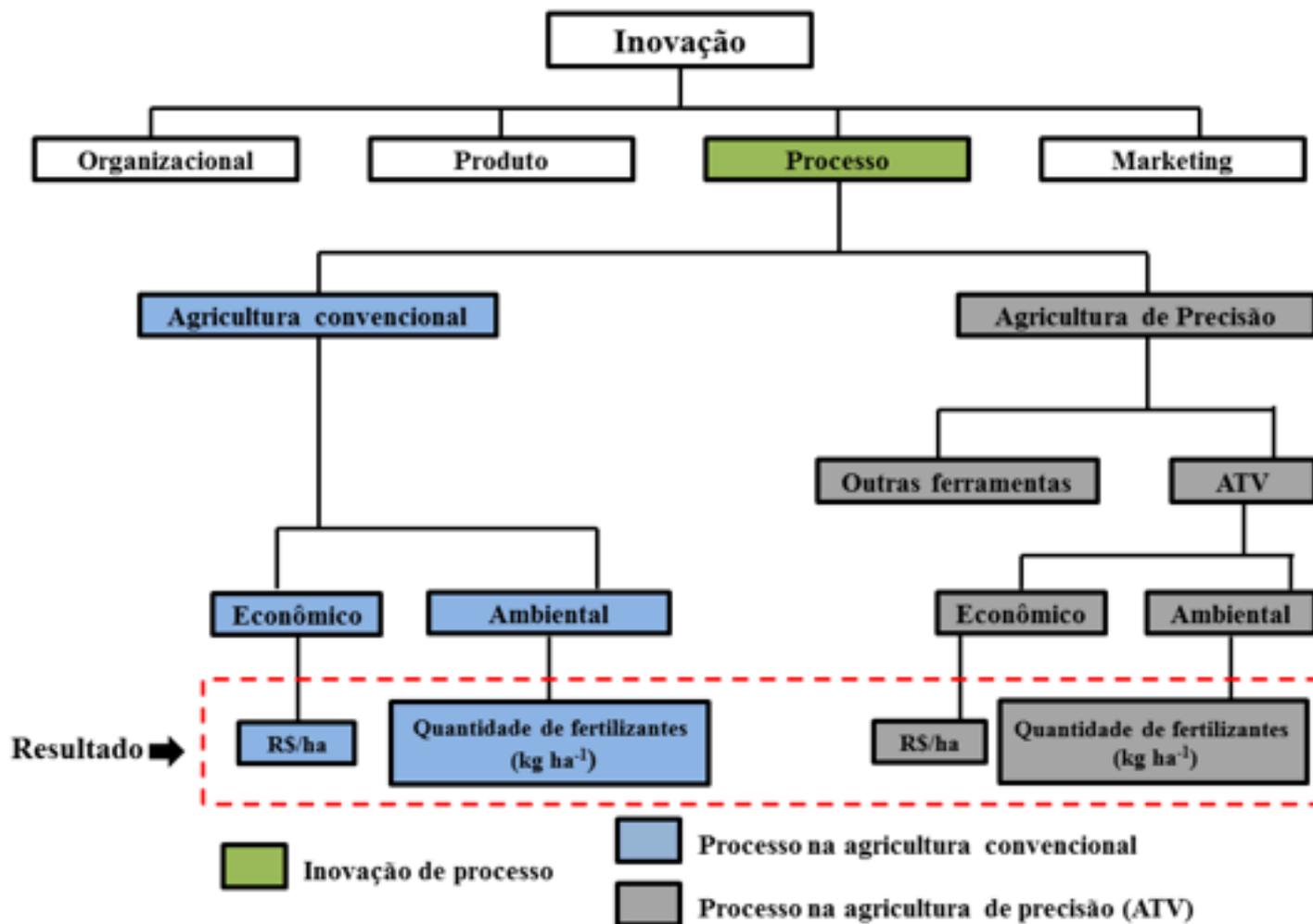
A mudança tecnológica também envolve a geração de conhecimento para a produção agrícola. Mais especificamente, envolve uma mudança na função de produção que permite uma maior quantidade de saída (produção) ou de qualidade (redução do impacto ambiental negativo), ou ambos, a ser produzido com o mesmo volume de terra, de trabalho e de capital.

O processo produtivo pode ser influenciado a partir da adoção de uma nova tecnologia que é exemplificado a partir da adoção da ATV. Esta tecnologia desempenha um importante papel na

otimização do uso de fertilizantes (KOENIG et al., 2015). Ressalta-se que o sistema produtivo tem início no planejamento da lavoura, por meio da escolha da área, da cultivar e da época da semeadura. Em termos operacionais, o manejo do solo, da semeadura, o controle de pragas, doenças e a colheita.

A partir da adoção da ATV, o processo de produção sofreu alterações em comparação ao tradicional. Essas modificações foram em relação à análise homogênea da área para um olhar heterogêneo. Dessa forma, as práticas como o manejo do solo e o uso de fertilizantes na semeadura foram trocadas, incluindo novas etapas, como demonstrada na Figura 1.

Figura 1 - Etapas do processo de inovação com a adoção da ATV. Resultados esperados em relação às questões produtivas e econômicas.



A inovação de processo é uma das inovações descrita no OCDE (1997), relata a implementação de um método de produção. Além disso, refere-se a novos elementos (por exemplo, novas abordagens de gestão, métodos de produção e novas tecnologias) introduzidos na produção e gestão nas operações organizacionais (CHANG; BAI e LI, 2015). Desta maneira, a partir da adoção da ATV, um novo método de produção é implementado no sistema produtivo das propriedades rurais.

O gerenciamento detalhado do sistema de produção agrícola oriunda a informação de todos os processos envolvidos na produção, o uso da ATV proporciona otimização na aplicação de fertilizantes e potencializa a produção agrícola (SRBINOVSKA et al., 2015) A inclusão dos prestadores de serviços na amostragem georreferenciada do solo e posterior aplicação de fertilizantes a taxa variável, são etapas inclusas no novo processo de produção.

A adoção da ATV tem o potencial de impactar nas questões ambientais e econômicas. Entretanto, é necessário compreender de forma mais profunda estes resultados da inovação de processo no sistema produtivo. Assim sendo, será descritos os resultados ambientais e econômicos.

4.1 Inovação do processo a partir da adoção da ATV: Impacto

ambiental.

Nos EUA a preocupação com o impacto da produção agrícola nas terras aráveis, nos recursos hídricos e no meio ambiente foi motivo para o poder público ampliar a sua base de avaliação no progresso da agricultura (ANTLE *et al.*, 1993). Na atualidade, um dos motivos do impacto ambiental é o uso superestimado de fertilizantes agrícolas (MUELLER *et al.*, 2013). No Brasil, a preocupação com o uso eficiente de fertilizantes possibilitou a adoção de tecnologias precisas, como a ATV.

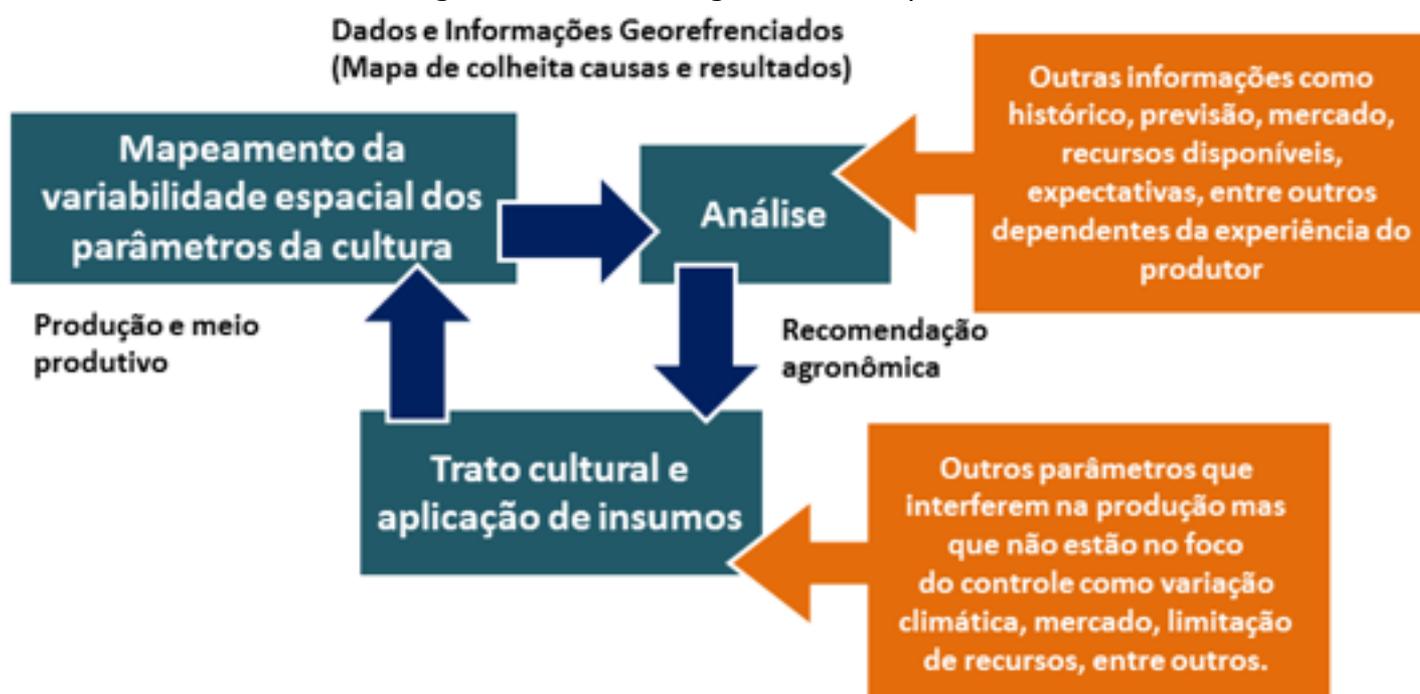
Esta tecnologia tem a capacidade de proteger o meio ambiente, preservando os recursos de solo e água, em função do uso racional de insumos agrícolas. A partir dessa premissa, Berry *et al.*, (2003) desenvolveram a ideia de "conservação de precisão", que foi definida como a utilização de tecnologias e procedimentos de precisão, por meio da variabilidade espacial e temporal, para alcançar os objetivos de conservação.

Adaptar a gestão do processo em tempo e espaço é fundamental para que insumos de produção sejam fornecidos conforme a necessidade. No entanto, é importante destacar que a justificativa principal do produtor para o emprego da ATV estaria relacionado ao desempenho das culturas (KITCHEN *et al.*, 2002), enquanto um dos seus objetivos é a melhoria do meio ambiente (VANDENHEUVEL, 1996). Mas estes não devem ser vistos como objetivos mutuamente exclusivos (BERRY *et al.*, 2003). A AP (como a ferramenta de ATV) já era apontada como "a agricultura do futuro" na década de 90, pela qual haveria um aumento na rentabilidade e eficiência no uso de insumos agrícola (LARSON *et al.*, 1997).

A aplicação de fertilizantes é um processo essencial para a manutenção de níveis de nutrientes no solo e para a disponibilidade em quantidade que seja suficiente ao pleno desenvolvimento das culturas. No entanto, a aplicação destes produtos, por vezes químicos, sem critérios de racionalidade e eficiência, origina impactos ambientais e tem custos econômicos e energéticos (SERRANO *et al.*, 2014). Desta forma, a aplicação de fertilizantes baseada na tecnologia de ATV pressupõe o envolvimento de um trinômio: o operador, o trator agrícola como fonte de potência e o equipamento que distribui ou espalha o adubo a taxa variável. Assim sendo, otimizar a aplicação implica potencializar o desempenho de cada um destes elementos e do conjunto.

A ferramenta também possibilita diagnosticar o estado nutricional da cultura e tornar mais fidedignas as doses de nutrientes a serem aplicadas em cobertura (N), conforme a necessidade identificada de maneira instantânea. O conjunto de informações adquiridas em cada etapa e as ferramentas de precisão destinada para a implementação de todo o ciclo da AP, pressupõe uma mudança completa no processo tradicional para um novo processo no sistema produtivo, de acordo com a Figura 2.

Figura 2 - Ciclo da agricultura de precisão.



O processo de inovação é sustentado pela importância de tecnologias de precisão. Da mesma maneira, intensifica-se a necessidade da inovação em processo para que o novo sistema produtivo se adapte a tecnologia a ser implementada. Por esse motivo, surge a necessidade de explorar o tema e demonstrar os benefícios de se desenvolver uma inovação baseada nos processos produtivos.

4.2 Inovação do processo a partir da adoção da ATV: Impacto econômico

A ATV, além de possibilitar avanços na aplicação de fertilizantes, torna-se uma ferramenta que possibilita, por consequência, impactos relacionados ao retorno econômico. A tecnologia possibilita a geração de dados que serão analisados e transformados em informações práticas, a fim de auxiliar nas decisões de manejo. Assim sendo, os ganhos provenientes da AP são resultados das decisões de manejo do uso da tecnologia.

A obtenção das informações advém da diferença entre o processo tradicional de produção e o processo a partir da adoção da ATV (ferramenta de AP). Entretanto, os resultados econômicos proveniente da inovação de processo podem ser observados e mensurados.

Em relação à rentabilidade, a AP permite o acompanhamento preciso e o ajuste da produção agrícola. Tecnologias de AP, como a ATV, fornecem aos agricultores a oportunidade de mudar a distribuição de fertilizantes, com base na variabilidade espacial e temporal em uma determinada área. Sendo possível que os agricultores realizem análises econômicas com base na variabilidade das culturas para obter uma avaliação precisa do risco. As informações a respeito dos custos dos insumos, permitem calcular o retorno econômico a partir da adoção da tecnologia por área. As áreas que produzem abaixo da linha de equilíbrio, podem ser isoladas para o desenvolvimento de um plano de gestão específico do local (ZHANG, WANG e WANG, 2002).

Schockley *et al.* (2011) em um estudo comparativo entre agricultura tradicional e de precisão, adotando-se um sistema de plantio direto para a cultura da soja e milho, demonstraram uma redução de custos em torno de 2,4%, 2,2% e 10,4% para sementes, fertilizantes e combustíveis com o sistema de inovação de processo produtivo.

No Brasil, os primeiros trabalhos envolvendo os aspectos econômicos na AP seguiram a experiência americana, detendo-se basicamente em análises comparativas do uso de fertilizantes, utilizando aplicações em taxa variável (ATV) e taxa fixa (agricultura tradicional – AT). Alguns pesquisadores, como Maraschin, Scaramuzza e Couto (2002) realizaram no Centro-Oeste brasileiro aplicações de calcário em faixas, determinadas a partir de mapas de necessidade deste insumo, e fósforo em taxas variáveis. Em ambos os casos, os autores justificam a utilização da aplicação em taxa variável, apesar de apresentar uma quantidade ligeiramente superior ao método tradicional, na expectativa de aumento na produção da safra seguinte.

Em outro estudo, Silva (2005), avaliando a viabilidade econômica do uso da ATV na cultura de milho e soja no Mato Grosso do Sul, verificou-se que a produção de milho e soja são atividades rentáveis para os dois sistemas produtivos analisados. No entanto, na ATV a lucratividade foi maior, fato que pode ser atribuído à maior produtividade obtida pela tecnologia de precisão. De toda forma, deve-se ressaltar que os custos operacionais totais são inferiores no sistema tradicional. Pela análise econômica, Silva (2005) ratificou a importância dos investimentos em pesquisa para incentivar a tecnologia de precisão, ferramenta que permite o aumento da produtividade e a otimização do uso dos insumos. A autora complementa afirmando que a AP pode ser considerada ferramenta estratégica para atuar na redução dos custos, pois possibilita o aumento da produtividade e, conseqüentemente, evita redução na rentabilidade.

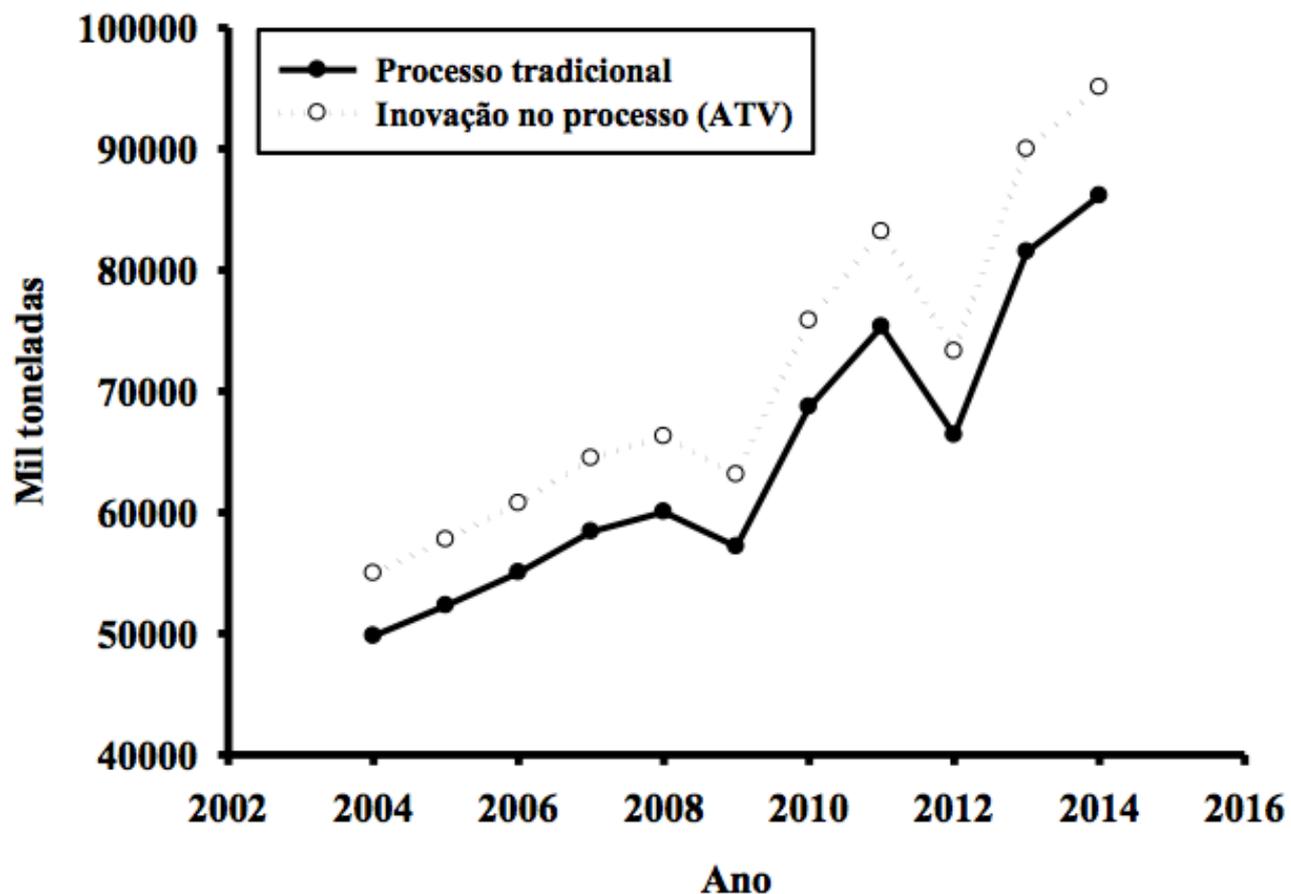
Werner (2007) analisou e comparou os resultados do sistema tradicional com o manejo em ATV,

nas safras de soja de 2002/03 até a safra 2005/06, concluiu que a ATV possibilitou reduzir os custos de produção da soja (0,3%), aumentou a margem líquida (18,4%), a lucratividade (3,8%) e a rentabilidade da cultura (0,6%). O autor também verificou que os resultados calculados demonstraram que o tempo de retorno do investimento na tecnologia de ATV, na propriedade em estudo, foi de 2,9 safras de soja, demonstrando a viabilidade no novo sistema de produção, ou processo de produção.

Ao direcionar-se o olhar à produção de alimentos, a inovação de processo, a partir da adoção da ATV, pode proporcionar incremento produtivo em âmbito nacional. Nos últimos anos, a produção de soja teve um aumento significativo, que poderia ter sido superior caso existisse uma maior adoção da ATV e, por consequência, inovação de processo (Figura 3).

Os avanços proporcionados pelo melhoramento genético, eficiência técnica e demais fatores agrônômicos amplamente utilizados na cultura da soja em AT, resultaram essencialmente em um leve crescimento da produção ao longo dos anos. Aliado a esses fatores, a inovação tecnológica da ATV e a inovação de processo para sua implementação, demonstraria um impacto positivo no aumento produtivo, proporcionando ganhos potenciais sobre a AT, que já utiliza outras ferramentas tecnológicas.

Figura 3 - Produção de soja a partir do processo tradicional de manejo e estimada com a inovação do processo (a partir da adoção da ATV) no período de 2004 a 2014 – Brasil.



Fonte: Dados da CONAB (2014) e Fiorin (2011)

A adoção da ATV que está associada à mudança no processo de produção altera as etapas produtivas, o que possibilita a redução dos impactos negativos ao meio ambiente e melhoram a rentabilidade econômica, a partir dessa otimização no uso de fertilizantes. Esses resultados reforçam o objetivo do produtor em obter retorno econômico. Contudo, a sociedade teria uma maior oferta de alimentos sem prejudicar a integridade do meio ambiente (FOLEY *et al.*, 2011).

5. Considerações finais

A modernização da agricultura foi fundamental para suprir o aumento da demanda de *commodities* mundialmente. Esse aumento ocorreu com as inovações tecnológicas das máquinas e equipamentos agrícolas que modificaram o modo de produção e,

conseqüentemente, contribuíram na otimização do uso dos recursos produtivos.

A inovação do processo produtivo por meio da adoção da agricultura de precisão à taxa variável de fertilizantes (ATV), foi uma das inovações que modificou os resultados e ampliou as etapas no processo produtivo. Ao implementar à ATV, exige-se adaptação nas etapas do processo produtivo que não tinham sido anteriormente adotadas pelos produtores, passando a ser fundamentais para o pleno funcionamento da tecnologia. Dentre elas, a principal diferença é em relação a amostragem georreferenciada do solo que não era realizada no manejo tradicional. Essa etapa foi acrescentada no novo sistema de produção, além da inclusão dos prestadores de serviços.

Os resultados mostraram que a adoção da ATV na produção de soja e milho reduziu o impacto ambiental negativo, pelo menor uso de fertilizante agrícola, em função da estimativa para a necessidade real da área a ser aplicada. Além disso, com a redução nos custos de aquisição de fertilizantes agrícolas e aumento na produção, o processo produtivo se tornou eficiente economicamente, ou seja, reduziu os custos econômicos.

O estudo demonstra que a inovação de processo possibilitou o pleno desenvolvimento de uma inovação tecnológica (ATV). Entretanto, de acordo com a tecnologia que os produtores adotarem, tornam-se necessárias algumas mudanças pontuais ou completas no sistema produtivo. Os resultados servem para o caso estudado, mas permite interpretações para outras realidades relacionadas à inovação de processo.

Referências

- ANSELMINI, A. A. **Adoção da agricultura de precisão no Rio Grande do Sul**. (2012). 105 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- ANTLE, J. M. et al. (1993). Technological innovation, agricultural productivity, and environmental quality. **Agricultural and environmental resource economics**, New York, USA, v.2, n3 p. 175-220.
- BALZANI, H. S. (2008). **Gestão de processos**. v. 4. Paraná, (PR): Sebrae.
- BATTISTI, G; STONEMAN, P. (2010). How innovative are UK firms? Evidence from the fourth UK community innovation survey on synergies between technological and organizational innovations. **British Journal of Management**, v. 21, n. 1, p. 187-206.
- BERRY, J. K. et al. (2003). Precision conservation for environmental sustainability. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, USA, v. 58, n. 6, p. 332-339.
- CHANG, J.; BAI, X.; LI, J. J. (2015). The influence of leadership on product and process innovations in China: The contingent role of knowledge acquisition capability. **Industrial Marketing Management**.
- COELHO, A. M. (2005). Agricultura de Precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e culturas. **Agricultura**, Sete Lagoas-MG, v. 1518, n. 4277, p. 46.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas: Culturas de Verão - Safras**. 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>> . Acesso em: 22 de ago. 2015.
- CROSSAN, M. M.; APAYDIN, M. (2010). A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature. **Journal of Management Studies**, v. 47, n. 6, p. 1154-1191.
- DOSI, G. (1988). The nature of the innovative process. **Technical change and economic theory**. London : Pinter, p. 221-238.
- FIORIN, J. E. et al. (2011). Viabilidade Técnica e Econômica da Agricultura de Precisão no Sistema Cooperativo do Rio Grande do Sul. In: SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 16., 2011, Cruz Alta. **Anais**. Cruz Alta.

- FLORES, R. L. et al. (2015). Open Computer Aided Innovation to promote innovation in process engineering. **Chemical Engineering Research and Design**.
- FOLEY, J. A. et al. (2011). Solutions for a cultivated planet. **Nature**, London, v. 478, n. 7369, p. 337-342.
- GIESTA, L. C. (2012). Desenvolvimento Sustentável, Responsabilidade Social Corporativa e Educação Ambiental em contexto de inovação organizacional: conceitos revisitados. **Revista de Administração da UFSM**, v. 5, p. 767-783.
- INAMASU, R. et al. **Agricultura de Precisão para a sustentabilidade de sistemas produtivos do agronegócio brasileiro**. 2012. Disponível em: < <http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/gestaomacroprograma1/projetos/projetos-em-execucao/agricultura-de-precisao-para-a-sustentabilidade-de-sistemas-produtivos-do-agronegocio-brasileiro-ricardo-yassushi-inamasu-embrapa-instrumentacao-agropecuaria>>. Acesso em: 17 ago. 2015
- KITCHEN, N. et al. (2002). Educational needs of precision agriculture. **Precision Agriculture**, USA, v. 3, n. 4, p. 341-351.
- KOENIG, K. et al. (2015). Comparative classification analysis of post-harvest growth detection from terrestrial LiDAR point clouds in precision agriculture. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 104, p. 112-125.
- LARSON, W. et al. (1997). Potential of site-specific management for nonpoint environmental protection. In: THE STATE of site specific management for agriculture. Madison: ASA/SSSA.
- MARASCHIN, L.; SCARAMUZZA, J.; COUTO, E. (2002). Estudo e Aplicação de Calagem e de Fosfato em Taxa Variável em uma Área da Fazenda Pejuçara, Sorriso-MT. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2., 2002, Viçosa. **Anais**. Viçosa, v. 1, p.15-25.
- MOLIN, J. P. (2004). Tendências da agricultura de precisão no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Piracicaba, 2004. **[Anais]** Piracicaba.
- MUELLER, N. D. et al. (2013). Closing yield gaps through nutrient and water management (vol 490, pg 254, 2012). **Nature**, London, v. 494, n. 7437, p. 390-390.
- NIN-PRATT, Alejandro; MCBRIDE, Linden. (2014). Agricultural intensification in Ghana: Evaluating the optimist's case for a Green Revolution. **FoodPolicy**, v. 48, p. 153-167.
- OCDE – MANUAL DE OSLO. Diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3. ed., 1997. Disponível em: < <http://www.uesc.br/nucleos/nit/manualoslo.pdf>> . Acesso em: 17 ago. 2015.
- OCDE-MANUAL DE OSLO. (2004). **Proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica**. São Paulo: Editora FINEP.
- PIRES, J. L. F. et al. (2004). **Discutindo agricultura de precisão-aspectos gerais**. Passo Fundo: Embrapa Trigo.
- PORTER, M. E. (1989). **A vantagem competitiva das nações**. Rio de Janeiro: Campus.
- SCHULTZ, T. W. (1965). **A transformação da agricultura tradicional**. Rio de Janeiro: Zahar.
- SCHUMPETER, J. A. (1939). **Business cycles**. New York: McGraw Hill Books.
- SCHUMPETER, J. A. (1982). **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro eo ciclo econômico**. Abril Cultural.
- SERRANO, J., PEÇA, J., SILVA, J. M., SHAHIDIAN, S. (2014). Aplicação de Fertilizantes: Tecnologia, Eficiência Energética e Ambiente. **Revista de Ciências Agrárias**, 37(3): 270-279.
- SHOCKLEY, J. M., D., C. R., STOMBAUGH, T. (2011). A whole farm analysis of the influence of auto-steer navigation on net returns, risk and production practices. **Journal of Agricultural and Applied Economics**, 43(1), 57-75.

SILVA, C. B. (2005). **Viabilidade econômica do uso da agricultura de precisão**: um estudo de caso. 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

SRBINOVSKA, M. et al. (2015). Environmental parameters monitoring in precision agriculture using wireless sensor networks. **Journal of Cleaner Production**, v. 88, p. 297-307.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. (2001). **Managing innovation**: integrating technological, market and organizational change. England: John Wiley & Sons Ltd.

TIRONI, L. F.; CRUZ, B. de O. (2008). **Inovação incremental ou radical**: há motivos para diferenciar? Uma abordagem com dados da PINTEC.

VANDENHEUVEL, R. M. (1996). The promise of precision agriculture. **Journal of Soil and Water Conservation**, USA, v. 51, n. 1, p. 38-40. ISSN 0022-4561.

WERNER, V. (2007). **Análise econômica e experiência comparativa entre agricultura de precisão e tradicional**. 2007. 134p. 2007. Tese (Doutorado em Mecanização Agrícola) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

ZHANG, N.; WANG, M.; WANG, N. (2002). Precision agriculture: a worldwide overview. **Computers and electronics in agriculture**, England, v. 36, n. 2, p. 113-132.

1. Doutorando em Agronegócios pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Brasil. E-mail: felipeartuzo1@hotmail.com

2. Mestranda em Agronegócios pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Brasil. E-mail: carolinesoaresef14@hotmail.com

3. Doutoranda em Agronegócios pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Brasil. Professora Assistente da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). E-mail: rejaneweiss@yahoo.com.br

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 02) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados