

CONDICIONANTES DE ADOÇÃO DE INOVAÇÕES E TECNOLOGIAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO POR PRODUTORES RURAIS: REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA E PROPOSIÇÃO DE UM MODELO CONCEITUAL

Autor: Leonardo Silva Antolini

Afiliação: Mestrando em Administração de Organizações na Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto (FEA-RP/USP)

Instituição: FEA-RP - Universidade de São Paulo

Autor: Roberto Fava Scare

Afiliação: Professor de Marketing e Estratégia na Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto (FEA-RP/USP)

Instituições: FEA-RP - Universidade de São Paulo

Resumo

A adoção de inovações e tecnologias de Agricultura de Precisão (AP) é fundamental para o estabelecimento do padrão de produção agrícola. Entretanto, a dinâmica de adoção de AP pelos produtores rurais brasileiros difere entre as regiões do país. Por que um produtor adota determinada tecnologia e o que influencia essa adoção? Apesar de existir grande número de publicações relacionadas, existem lacunas consideráveis na literatura: os estudos sobre adoção de AP podem ser sistematicamente revisados E também podem ser integrados em um modelo conceitual de adoção de tecnologia por produtores rural, ainda inexistente na literatura relacionada. Sendo assim, o objetivo geral do trabalho é realizar revisão sistemática de literatura dos estudos dos condicionantes de adoção de AP encontrados no Brasil e outros países. Os objetivos específicos são caracterizar as principais tecnologias utilizadas e os fatores de maior influência na adoção de AP; Analisar a influência dos fatores socioeconômicos, agroecológicos, comportamentais, fontes de informação, percepção do agricultor e fatores tecnológicos na adoção de AP; Objetiva-se também a construção de um modelo conceitual que consolide os condicionantes de adoção de tecnologias de AP por agricultores. O método utilizado por Knowler e Bradshaw (2007), uma vez que os autores demonstraram de maneira estruturada como realizar tal revisão, Dessa forma, foram analisados 36 trabalhos empíricos. Os resultados mostram que os condicionantes de maior influência são relacionados a fatores socioeconômicos, agroecológicos, institucionais, comportamentais e tecnológicos, além das fontes de informação e percepção do agricultor. além disso, o modelo conceitual proposto pode ser testado por pesquisas futuras e auxiliar na elaboração de novos estudos sobre adoção de tecnologia por produtores rurais.

Palavras-Chave: Adoção de Tecnologia de Agricultura de Precisão; Produtores Rurais;

1. INTRODUÇÃO

A utilização da tecnologia de Agricultura de Precisão (AP) e a adoção de inovações na agricultura são fundamentais para o estabelecimento dos padrões de produção, pois, além de mitigar riscos específicos associados a este ramo de atividade, impactam nos resultados agronômicos, econômicos e financeiros do negócio rural.

No Brasil, embora tenha ocorrido a difusão de pacotes tecnológicos a partir dos anos de 1960, principalmente daqueles relacionados com a Revolução Verde, os mesmos não se difundiram de maneira uniforme. Além disso, o desempenho esperado da tecnologia (elevação de produtividade, economia de mão de obra etc.) nem sempre atende às principais necessidades dos agricultores, pois a adoção de determinadas tecnologias muitas vezes acarretam em riscos acima do nível desejável pelo produtor, influenciando os condicionantes da adoção destas tecnologias (SOUZA FILHO et al. 2011).

A modernização da agricultura brasileira tornou ainda mais aguda sua heterogeneidade, tanto no uso de tecnologia como nas relações de trabalho vigentes, concentrando-se nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste (DELGADO, 2005).

A produção e a difusão de inovações na agricultura brasileira mudaram completamente a sua dinâmica, quando comparados com algumas décadas passadas. Hoje o desafio é considerável, pois se coloca em evidência diversas diferenças entre os interesses sociais e econômicos, rurais e não rurais. Com relação ao clima e suas mudanças, o tema é ainda mais abrangente, ultrapassando as fronteiras nacionais (SILVEIRA, 2014).

Esses aspectos sugerem que o nível e a dinâmica de adoção de Tecnologias de Agricultura de Precisão (AP) pelos produtores rurais brasileiros diferem entre as regiões do país. Além disso, surgem algumas questões: Por que um produtor adota determinada tecnologia e outros não? Como se dá o processo de adoção de tecnologia em diferentes cultivos e regiões? O que influencia a adoção de certa tecnologia ou prática produtiva?

Sunding e Zilberman (2011) afirmam que existe intervalo significativo entre o lançamento de uma tecnologia no mercado até a sua ampla utilização pelos agricultores, e, portanto, a adoção não é imediata. Sendo assim, a utilização de inovações segue a lógica e a dinâmica da adoção e difusão. Os estudos do comportamento de adoção de tecnologia focam os determinantes que afetam a decisão de um indivíduo utilizar ou não uma inovação e em quando essa decisão é tomada. As métricas de adoção podem indicar tanto a época quanto a intensidade de utilização de novas tecnologias pelos indivíduos, podendo ser representadas por mais de uma variável: a adoção pode ser uma escolha discreta ou uma variável contínua, que indica em que medida uma inovação divisível é usada. Já a difusão pode ser interpretada como adoção agregada. Os estudos relacionados à difusão descrevem como a inovação penetra em um mercado potencial. Assim como a adoção, existem vários indicadores de difusão de uma tecnologia específica. Por exemplo, uma medida de difusão pode ser a porcentagem da população de agricultores que adota certa inovação. Outra métrica pode ser a porcentagem da área total em que as inovações são utilizadas.

Nesse contexto, o produtor rural busca inovações, tais como a Agricultura de Precisão (AP), visando obter benefícios que o conjunto de tecnologias associadas ao sistema de AP promove, como: a) redução nos custos, pela diminuição no uso de insumos agrícolas; b) redução na poluição da água e do ambiente e; c) aumento da produtividade agrícola pela aplicação mais eficiente dos insumos (COSTA; GUILHOTO, 2011).

A AP é um tema amplo, sistêmico e multidisciplinar. Compõe 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. As tecnologias de AP visam o gerenciamento detalhado do sistema de produção agropecuário como um todo, não somente das aplicações de insumos ou de mapeamentos diversos, mas de todo os processos envolvidos na produção. No entanto, a adoção da AP no Brasil está acontecendo em velocidade mais lenta do que a prevista inicialmente (BERNARDI; FRAGALLE; INAMASU, 2011).

Adicionalmente, a AP é construída com base em um longo histórico, formal e informal, do sistema de cultivo, no qual os produtores rurais tentam equilibrar os custos de coleta de informações, análises e implementações de técnicas em áreas específicas. O gerenciamento espacial não é uma ideia nova. Agricultores de todo o mundo tentam combinar as melhores práticas de cultivo de acordo com o tipo de solo, microclima e características do relevo, porém a mecanização pressionou os produtores a tratarem áreas maiores com técnicas padronizadas. A AP reduz o custo da coleta de informação, sua análise e gerenciamento, proporcionando viabilidade econômica no tratamento detalhado de áreas maiores. Porém, enquanto há um grande número de pesquisas relacionadas às práticas agrônômicas e econômicas da AP, pesquisas relacionadas à adoção da AP não seguem o mesmo ritmo (LOWENBERG-DEBOER, 1996).

A adoção de tecnologias de AP é estudada em contextos ex-ante e ex-post. Estudos ex-post demonstram os motivos e condicionantes que influenciaram e influenciam as decisões de adoção de tecnologias de AP. Já estudos ex-ante permitem a análise da aceitação de uma nova tecnologia de antes da sua introdução no mercado.

Souza Filho et al. (2011) realizaram uma discussão sobre os condicionantes da adoção de tecnologias na agricultura, focando em estudos ex-post, brasileiros e internacionais. Os autores afirmam que quatro conjuntos de fatores podem influenciar a decisão de adoção de inovações tecnológicas na agricultura: 1) condições socioeconômicas e características do produtor; 2) características da produção e da propriedade rural; 3) características da tecnologia; 4) fatores sistêmicos. Por fim, Souza Filho et al. (2011, p. 250) afirmam que ‘o processo de adoção e difusão de tecnologia é complexo e inerentemente social, influenciado pelos pares, agentes de mudanças, pressão organizacional e normas sociais’.

A visão e a categorização dos condicionantes de adoção de tecnologia citados por Souza Filho et al. (2011) é semelhante àquelas apresentadas nos trabalhos de Tey e Brindal (2012) e Pierpaolia et al. (2013), embora Souza Filho et al (2011) não foquem especificamente na adoção de tecnologias de AP e tenham utilizado método diferente destes autores.

Tey e Brindal (2012) realizaram revisão sistemática de literatura relacionada aos condicionantes de adoção de tecnologias de AP, compilando os resultados de pesquisas ex-post. Os autores encontraram 34 fatores que foram agrupados em condicionantes relacionados à 1)

fatores socioeconômicos, 2) fatores agroecológicos, 3) fatores institucionais, 4) fontes de informação, 5) percepção do agricultor, 6) fatores comportamentais e 7) fatores tecnológicos. Ressalta-se que as categorizações de condicionantes de adoção de AP podem ser rearranjadas. À priori, utilizar-se-á essa categorização de Tey e Brindal (2012), no sentido de estabelecer uma visão concisa dessas variáveis.

Pierpaolia et al. (2013) tomam o trabalho de Tey e Brindal (2012) como base e complementam a análise com trabalhos ex-post mais recentes, além de incluir a visão dos estudos ex-ante. Nota-se que os condicionantes de adoção de tecnologias de AP de estudos ex-ante e ex-post podem ser agrupados em categorias semelhantes. As análises feitas por Souza Filho et al. (2011), Tey e Brindal (2012) e Pierpaolia et al. (2013) são úteis na interpretação da adoção de tecnologias de AP por agricultores, pois consolidam os principais condicionantes da adoção de inovações tecnológicas e AP e extrapolam suas descobertas para explicar a razão pela qual os agricultores adotam ou não essas tecnologias .

Entretanto, os trabalhos analisados por Tey e Brindal (2012) e Pierpaolia et al. (2013) não contemplam estudos realizados no Brasil. Além disso, não encontrou-se revisão semelhante de literatura relacionada ao tema de adoção de tecnologias de AP no Brasil. Embora exista abordagem e revisão de estudos brasileiros no trabalho de Souza Filho et al. (2011), esse estudo não foca exclusivamente na identificação de condicionantes de adoção de tecnologias de AP por agricultores brasileiros. Vê-se que há uma lacuna na literatura e oportunidade de revisão sistemática de literatura, abordando estudos brasileiros e internacionais, no sentido de integração desses trabalhos e até mesmo de comparação entre condicionantes encontrados nesses estudos.

No cenário de publicações nacional, percebe-se que os estudos relacionados à adoção de inovações e tecnologias de AP na atividade agropecuária do Brasil abrangem diversos cultivos e regiões, como por exemplo, os trabalhos de Buainain, Souza Filho e Silveira (2002), Silva e Teixeira (2002), Francisco e Pino (2002), Vicente (2002), Silva e Carvalho (2002), Perz (2003), Segovia (2004), Oliveira, Khan e Lima (2005), Monte e Teixeira (2006), Melo (2008), Araújo et al (2010), Machado e Nantes (2011), Lanna et al. (2011) e Anselmi (2012). Estes trabalhos abordam o tema por diferentes prismas, mas em geral, tentam identificar o papel da inovação e diversas tecnologias, de AP ou não, no processo de geração de valor no negócio rural e em sua sustentabilidade no longo prazo. Porém, identificaram-se algumas lacunas teóricas na literatura sobre a adoção de AP por agricultores brasileiros:

- A revisão de literatura sobre o tema pode ser mais bem sistematizada e organizada, pois ainda não foi trabalhada de forma estruturada.
- Não foi encontrado um modelo conceitual de adoção de tecnologias por produtores rurais, no Brasil e exterior. Embora existam diversos estudos, estes não estão consolidados em um sistema de condicionantes de adoção único.

2. PERGUNTA DE PESQUISA

- Qual é a influência dos fatores socioeconômicos, fatores agroecológicos, fatores institucionais, fontes de informação, percepção do agricultor, fatores comportamentais e fatores tecnológicos na adoção de Agricultura de Precisão por agricultores?

- Com base em revisão sistemática de literatura e nos resultados desse estudo, é possível construir um modelo conceitual que contemple e consolide os condicionantes de adoção de tecnologia de AP por agricultores?

3. OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho é realizar revisão sistemática de literatura dos estudos dos condicionantes de adoção de AP encontrados no Brasil e outros países.

Os objetivos específicos são caracterizar as principais tecnologias utilizadas e os fatores de maior influência na adoção de AP; Analisar a influência dos fatores socioeconômicos, agroecológicos, comportamentais, fontes de informação, percepção do agricultor e fatores tecnológicos na adoção de AP; Objetiva-se também a proposição de um modelo conceitual que consolide os condicionantes de adoção de tecnologias de AP por agricultores.

4. ASPECTOS METODOLÓGICOS

As práticas e tecnologias utilizadas na agricultura são diversas. Tais ações resultam em um comportamento decisório multifacetado do produtor rural, como um indivíduo que toma decisões que visam à sustentabilidade do negócio rural. A literatura sobre o tema, por sua vez, é extensa e diversa, abordando temas relacionados a fertilizantes, defensivos agrícolas, práticas de conservação e sustentabilidade, inovações agrofloretais, máquinas agrícolas, novas sementes, entre outras tecnologias. No entanto, a maioria dos estudos de revisão de literatura relacionados à adoção de tecnologias de AP não deram origem a um método claro para a realização de uma revisão. Portanto, essa tarefa é um desafio, especialmente no que diz respeito à apresentação e discussão dos resultados em um formato estruturado e replicável (TEY; BRINDAL, 2012).

Diversas revisões de literatura foram encontradas, como nos trabalhos de Pattanayak et al. (2003), Mercer (2004), Knowler e Bradshaw (2007) e Fleming e Vanclay (2010) O método escolhido por esse trabalho foi o utilizado por Knowler e Bradshaw (2007), uma vez que os autores demonstraram de maneira estruturada como realizar tal revisão, fornecendo as etapas de pesquisa passo a passo. Embora o método não envolva procedimentos estatísticos, como em uma meta-análise, as saídas do método citado são suficientes para cumprirem-se os objetivos deste trabalho.

O método de Knowler e Bradshaw (2007) é descrito por cinco componentes-chave, que capturaram os aspectos mais relevantes dos estudos analisados: autor(es), país, adoção de um tipo de tecnologia específica, método de análise e significância do modelo. Além disso, Tey e Brindal (2012) complementam o método adicionando duas variáveis: tamanho da amostra e número de variáveis utilizado. Essa adaptação de Tey e Brindal (2012) surgiu tendo em vista que diferentes métodos de análises têm diferentes requisitos para alcançar significância estatística, como amostra, número de variáveis e fatores de análise.

Além disso, esse trabalho contribui com o método devido à inserção de outra variável de análise: tipo de cultivo produzido pelos agricultores estudados. Faz-se necessária a análise desta variável, pois, segundo Daberkow e McBride (2003), o tipo cultivo produzido pode influenciar no nível de adoção de tecnologia dos produtores. Assim, oito variáveis serão analisadas sistematicamente nesse trabalho: 1-autor (es), 2-país, 3-tipo do cultivo; 4-adoção de um tipo de

tecnologia específica, 5-método de análise, 6-significância do modelo, 7-tamanho da amostra e 8-número de variáveis utilizadas.

Segundo Tey e Brindal (2012) as informações sobre as variáveis significantes e não significantes testadas devem ser capturadas coletivamente, de forma detalhada. Ressalta-se que as variáveis significantes podem surgir com sinal positivo ou negativo. Independentemente do sinal, elas são o interesse central do trabalho e serão utilizadas na discussão dos resultados. Apesar de esse trabalho abordar estudos quantitativos, não se exclui a possibilidade de analisar os condicionantes encontrados por estudos qualitativos, uma vez que sejam relevantes na construção de um conjunto de fatores determinantes.

4.1. DADOS

Esta seção resume o que foi feito para identificar os estudos anteriores. O processo exigiu ferramentas abrangentes para de busca para identificar um conjunto de estudos relevantes. Foram utilizadas as seguintes bases de dados: Scopus, Science Direct, Portal de Periódicos da Capes e a Biblioteca de Teses e Dissertações da USP.

Realizou-se uma busca simples para duas combinações de termos como “uso/adoção/aplicação” e “tecnologia agricultura/agricultura de precisão”. Essas combinações também foram feitas em inglês “use/adoption/application” e “technology agriculture/precision agriculture”.

Na base de dados Science Direct (2014) obteve-se mais de 20.000 resultados para estes termos de busca. Na base Scopus (2014) a busca resultou mais de 1.200 resultados. No Portal de Periódicos da Capes (2014) a busca simples para retornou cerca de 150 resultados. A mesma busca na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (2014) retornou quase 10.000 resultados.

Os trabalhos foram filtrados selecionando-se apenas estudos empíricos com agricultores publicados em revistas e periódicos, teses e dissertações, excluindo trabalhos focados apenas em política, energia, questões ambientais e experimentos agronômicos e econômicos sobre tecnologias de AP. Sendo assim, foram selecionados estudos relacionados em ao tema central da revisão, ou seja, adoção de tecnologias de AP. Na fase de leitura, uma abordagem “bola de neve” foi adotada permitindo a busca de outros documentos pertinentes. Essa abordagem baseou-se na realizada por Pierpaolia et al. (2013).

Dessa forma, foram analisados 36 trabalhos empíricos no estado da arte. Esses estudos são apresentados na Tabela 1, e estão ordenados segundo país em que realizou-se o estudo, autor e ano de publicação, abordagem utilizada, cultivo analisado, tecnologia de AP estudada, método de análise dos resultados, significância do modelo, tamanho da amostra e número de variáveis. A abreviação (agrup) significa agrupamento de variáveis.

5. REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Tabela 1 – Estudos analisados pelos autores

País	Autor e Ano de Publicação	Abordagem	Cultivo	Tecnologia de AP Estudada pela Pesquisa	Método de Análise	Sig.	Amostra	Variáveis
Alemanha	Reichardt e Jurgens (2009)	Ex-Post	N/C	Diversas práticas e tecnologias de AP	Cross Tab	sig.	6.183	5
Austrália	Robertson et al. (2012)	Ex-Post	Grãos	Taxa Variável e Mapas de Produtividade	Logit	sig.	1.170	8
Brasil	Anselmi (2012)	Ex-Post	Grãos	Diversas práticas e tecnologias de AP	Análise Fatorial e Correlação Linear	sig.	75	5 (agrup.)
Brasil	Lanna et al. (2011)	Ex-Post	Café	Tecnologia de Despolpamento	Logit	sig.	59	7
Brasil	Machado e Nantes (2011)	Ex-Post	Pecuária	Internet	Estudos de Caso	N/C	10	N/C
Brasil	Araújo et al (2010)	Ex-Post	Mamão	Diversas práticas e tecnologias de AP	Regressão múltipla	sig.	113	5
Brasil	Melo (2008)	Ex-Post	Alho	Alho-Semente Livre de Virus	Estatística Descritiva	N/C	33	N/C
Brasil	Monte e Teixeira (2006)	Ex-Post	Café	Tecnologia de Despolpamento	Logit	sig.	56	7
Brasil	Oliveira, Khan e Lima (2005)	Ex-Post	Banana	Diversas práticas e tecnologias de AP	Probit	sig.	N/C	9
Brasil	Segovia (2004)	Ex-Post	Cana	Sistemas Agroflorestais	Estatística Descritiva	N/C	25	35
Brasil	Perz (2003)	Ex-Post	Diversas	Diversas práticas e tecnologias de AP	Logit	sig.	261	6 (agrup.)
Brasil	Silva e Carvalho (2002)	Ex-Post	N/C	Diversas práticas e tecnologias de AP	Contagem	N/C	120	5 (agrup.)
Brasil	Vicente (2002)	Ex-Post	Diversas	Herbicidas e Fertilizantes	Probit	sig.	~7000	4 (agrup.)
Brasil	Francisco e Pino (2002)	Ex-Post	Diversas	Tecnologia da Informação	Logit	sig.	3.204	28
Congo	Lambrech et al. (2014)	Ex-Post	Diversas	Fertilizante Mineral	Probit	sig.	412	20
Etiópia	Abebe et al (2013)	Ex-Post	Batata	Varietades de batata melhoradas	Probit	sig.	334	25
EUA	D'Antoni et al. (2012)	Ex-Post	Algodão	Tecnologia de Auto-esterçamento	Logit	sig.	1.692	13
EUA	Walton et al. (2008)	Ex-Post	Algodão	Amostragem de Solos	Probit	sig.	827	12
EUA	Larson et al. (2008)	Ex-Post	Algodão	Sensoriamento Remoto	Logit	sig.	1.125	11
EUA	Isgin et al. (2008)	Ex-Post	N/C	Diversas práticas e tecnologias de AP	Logit	sig.	491	10
EUA	Torbett et al. (2007)	Ex-Post	Grãos	Melhoria de Eficiência de Minerais	Logit	sig.	1.131	22
EUA	Roberts et al. (2004)	Ex-Post	Algodão	Diversas práticas e tecnologias de AP	Probit	sig.	1.131	10
EUA	Daberkow e McBride (2003)	Ex-Post	Diversos	Diversas práticas e tecnologias de AP	Logit	sig.	8.429	11
EUA	Fernandez-Cornejo et al (2002)	Ex-Post	Diversos	Diversas práticas e tecnologias de AP	Tobit	sig.	4.040	7
EUA	Roberts et al. (2002)	Ex-Post	Algodão	Diversas práticas e tecnologias de AP	Logit	sig.	284	10
EUA	Khanna (2001)	Ex-Post	Grãos	Amostragem de Solos e Taxa Variável	Logit	sig.	650	10
EUA	Daberkow e McBride (1998)	Ex-Post	Grãos	Agricultura de Precisão	Logit	sig.	950	11
Filipinas	Mariano et al. (2012)	Ex-Post	Arroz	Tecnologias e Melhores Práticas	Logit	sig.	3.164	6 (agrup.)
Canadá	Aubert, Schoroeder e Grimaudo (2012)	Ex-Ante	Grãos	Diversas práticas e tecnologias de AP	Regressão Mín. Quadrados Parciais	sig.	438	15 (agrup.)
EUA	Marra et al (2010)	Ex-Ante	Algodão	Monitor de Produtividade	Probit/Logit	sig.	743	7 (agrup)
EUA	Adrian et al. (2005)	Ex-Ante	N/C	Diversas práticas e tecnologias de AP	Technology Acception Model (TAM)	sig.	85	7 (agrup)
EUA	Hudson e Hite (2003)	Ex-Ante	N/C	Aplicação em Taxa Variável	Análise Fatorial	sig.	423	14
EUA	Hite et al. (2002)	Ex-Ante	Grãos	Diversas práticas e tecnologias de AP	Probit	sig.	762	15
Irã	Rezaei-Moghaddam e Salehi (2010)	Ex-Ante	N/C	Diversas práticas e tecnologias de AP	Technology Acception Model	sig.	249	7 (agrup.)
Nigéria	Folorunso e Ogunseye (2008)	Ex-Ante	Diversas	Serviços de Extensão	Technology Acception Model (TAM)	sig.	370	7 (agrup.)
Índia	Krishna e Qaim (2006)	Ex-Ante	Berinjela	Híbridos de Sementes (Tecnologia Bt)	Avaliação Contigente	sig.	360	19

6. RESULTADOS

A revisão de literatura mostra que as pesquisas publicadas focam diversos países, cultivos, tipos de tecnologias de AP e métodos de análise. Vê-se que há predominância de abordagem ex-post nestes estudos e de métodos de análise de regressão logística, pelos métodos Logit e Probit. Além disso, a variável dependente é adoção de uma determinada tecnologia de AP ou um conjunto de tecnologias. Os condicionantes de adoção de inovações e tecnologias de AP consolidados nestes trabalhos são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Condicionantes da Adoção de Inovações e Tecnologias de AP – Adaptado de Souza Filho et al. (2011), Tey e Brindal (2012) e Pierpaolia et al. (2013). Adaptado pelo autor com base na Tabela 1

Categorias	Variáveis
Fatores Socioeconômicos	Idade, Educação, Tamanho da Família, Experiência na Atividade, Capacidade de obter e processar informações, rede de relacionamento, crédito, aversão ao risco, grau de organização dos produtores, gestão da fazenda
Fatores Agroecológicos	Domínio sobre a terra, especialização da fazenda, área total, faturamento, taxa de aplicação variável de fertilizantes, venda de gado, relação ativos/passivos, valor da produção, produtividade, estrutura societária, renda da fazenda e lucratividade, qualidade do solo, % da cultura da principal na área total, % de área colhida na área total, % da área da fazenda na área do município, atividade/emprego não agrícola, entre outros.
Fatores Institucionais	Distância em relação ao distribuidor de fertilizantes, Região, Uso de contratos futuros, Pressão de desenvolvimento, distância até o principal mercado.
Fontes de Informação	Acesso a fontes de informações, Uso de consultores, utilidade percebida de serviços de extensão na implementação de práticas agrícolas, entre outros.
Percepção do Agricultor	Rentabilidade percebida com a intensificação do uso da tecnologia, importância percebida da AP (atual e futura).
Fatores Comportamentais	Disposição a adotar tecnologia de taxa variável de aplicação de insumos, perfil comportamental do produtor.
Fatores Tecnológicos	Tipo da tecnologia adotada, uso de computador, fazenda com estrutura de irrigação, Prescrição de utilização de insumos feita na própria fazenda.

6.1. FATORES SOCIOECONÔMICOS

Os fatores socioeconômicos dizem respeito ao contexto pessoal do principal tomador de decisão da fazenda. Uma vez que as tecnologias de nível intensivo de informação demandam elevado nível de capital humano, as capacidades e habilidades do fazendeiro claramente influenciam a sua decisão de adoção de uma tecnologia de AP na fazenda (DABERKOW; MCBRIDE 1998).

Nesse sentido, os condicionantes de adoção de AP encontrados nos trabalhos analisados foram gênero, idade, educação, tamanho da família, local de residência, papel na tomada de decisão, experiência na atividade agrícola, experiência com AP, capacidade de obter e processar informações, rede de relacionamento, participação em associações e cooperativas, fontes de financiamento e de crédito, aversão ao risco e grau de organização dos produtores da região.

Estudos realizados em diferentes países e cultivos se assemelham, variando apenas em nível de profundidade e número de variáveis estudadas.

6.2. FATORES AGROECOLÓGICOS

Os fatores agroecológicos são conhecidos como os fatores biofísicos da fazenda. Como a nomenclatura indica, este fator influencia tanto na exploração dos recursos naturais e tanto fatores operacionais para explicar a adoção tecnologias de AP. Entre os fatores naturais, a qualidade do é um dos únicos condicionantes influentes na adoção de tecnologias de AP.

Porém, fatores operacionais que influenciam no modelo de exploração incluem a posse da terra e a situação financeira (TEY; BRINDAL, 2012)

Percebe-se que o agricultor tem mais probabilidade de gerir terras próprias de uma maneira mais favorável em detrimento da terra arrendada. Com a posse da terra, ele tem mais chances de aproveitar as vantagens que a sua gestão agrícola proporciona e assim, aumentar o incentivo para a adoção de tecnologias de AP. Embora este fator tenha sido insignificante em alguns casos, o seu impacto sobre a adoção tem sido geralmente consistente, como nos estudos Roberts et al. (2002), Isgin et al. (2008),

O tamanho da fazenda refere-se ao total de terras disponíveis a um agricultor para a produção agrícola (TEY; BRINDAL, 2012)

Os principais determinantes encontrados são domínio sobre a terra, especialização da fazenda, área total, faturamento, taxa de aplicação variável de fertilizantes, venda de gado, relação ativos/passivos, valor da produção, produtividade, estrutura societária, renda da fazenda e lucratividade, qualidade do solo, percentagem da cultura da principal sobre a área total, percentagem de área colhida na área total, percentagem da área da fazenda na área do município, atividade/emprego não agrícola, entre outros.

6.3. FATORES INSTITUCIONAIS

Os fatores institucionais são indicadores que impactam na mudança comportamental do agricultor. Os principais determinantes encontrados foram distância em relação ao distribuidor de fertilizantes, região, uso de contratos futuros, pressão de desenvolvimento, distância até o principal mercado.

6.4. FONTES DE INFORMAÇÃO

A informação é a chave para a difusão de inovações (ROGERS, 2003). Dada à dificuldade de quantificar informação, ela pode ser caracterizada pelo acesso à informação a partir de uma determinada fonte, expressa como a utilidade percebida da informação que é obtida a partir de uma determinada fonte, ou como frequência de recepção da informação dentro de um período de tempo. Os principais determinantes encontrados foram Acesso a fontes de informações, Uso de consultores, utilidade percebida de serviços de extensão na implementação de práticas agrícolas, presença e acesso aos técnicos de empresas, órgãos de extensão rural e governo. Pode-se supor que os produtores que têm mais acesso a fontes de informação sobre AP tem maior probabilidade de adotar novas tecnologias, pois elas elevam o conhecimento sobre o impacto da adoção no negócio do produtor.

6.5. PERCEPÇÃO E COMPORTAMENTO DO AGRICULTOR

A percepção do agricultor refere-se a sua avaliação subjetiva e pessoal dos atributos de inovação. Entre os atributos percebidos sugeridos por Rogers (2003), a vantagem relativa percebida é usada para avaliar a percepção dos benefícios relativos da adoção de uma tecnologia e os excedentes que ela traz ao substituir outra tecnologia. Entre outras vantagens relativas, a rentabilidade é uma grande preocupação quando se considera qualquer intensidade de capital da tecnologia agrícola, incluindo tecnologias de AP. Realisticamente e perceptivelmente, os agricultores não querem obter prejuízos em seus investimentos. Por isso, a probabilidade de adoção de tecnologia de AP será maior se os resultados dessa adoção puderem ser percebidos. Estas afirmações são sustentadas pelos resultados dos trabalhos de Walton (2008) e Anselmi (2012).

A percepção relativa do produtor sobre os atributos tecnológicos como vantagem relativa da determinada tecnologia, visibilidade dos resultados, compatibilidade com as tecnologias existentes na fazenda e oportunidade de experimentação da tecnologia de AP também são fatores que podem influenciar nessa decisão (ANSELM, 2012).

Coletivamente, a expressão de maior probabilidade ou vontade de adotar tecnologias de AP indica que ele tem o controle real sobre o comportamento e, portanto, é mais propenso a perceber isso. Como tal, as decisões dos adotantes emergem da intencionalidade. Esse fator tem um impacto positivo sobre a adoção de tecnologias de AP, especialmente quando o custo de aquisição das mesmas está sendo subsidiado (KHANNA, 2001).

Os principais condicionantes encontrados foram Rentabilidade percebida com a intensificação do uso da tecnologia, importância percebida da AP (atual e futura), disposição de adotar taxa variável de aplicação de insumos e o perfil comportamental do produtor.

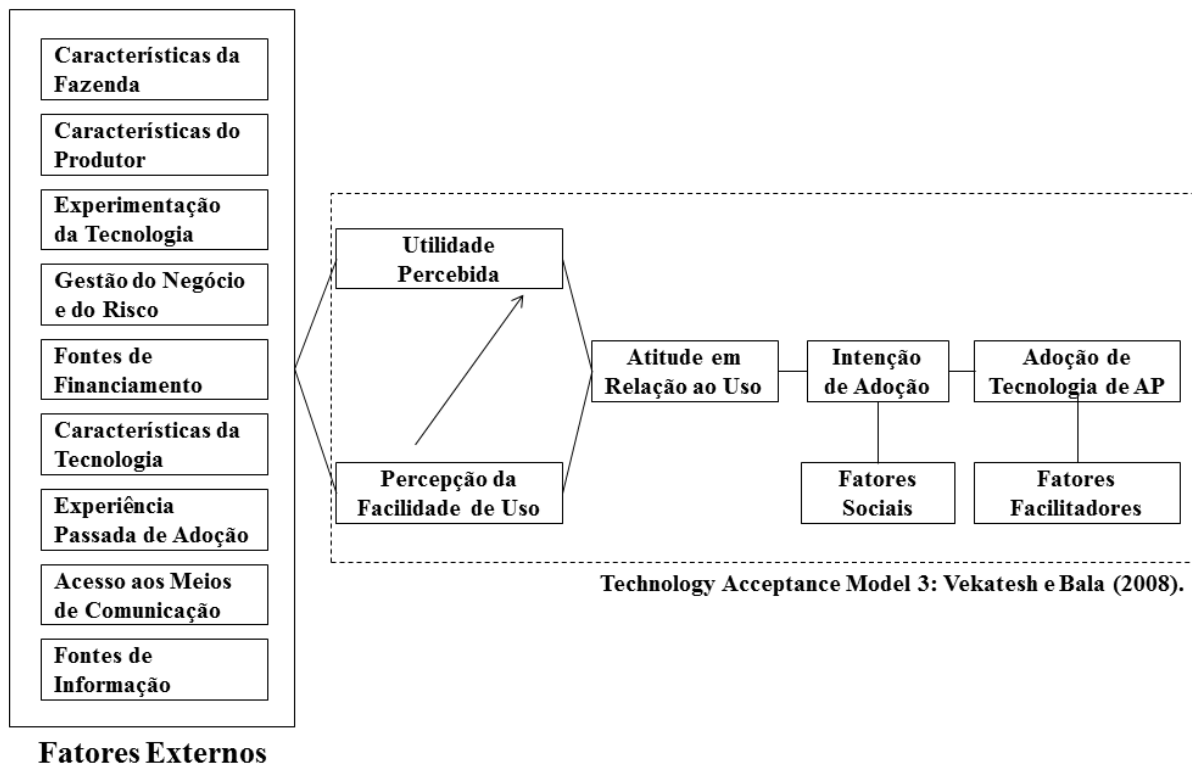
6.6. FATORES TECNOLÓGICOS

Fatores tecnológicos incorporam uma série de indicadores no uso de tecnologias, incluindo instalações de irrigação, tecnologias de AP e computadores. A adoção da tecnologia de informação, como parte da administração da fazenda, mostra que o agricultor tem algum conhecimento da operação tecnológica, independentemente se o computador é usado para fins de registro ou outros fins. Como tal, a informática é a parte integrante da AP (ROBERTS et al., 2004). Os principais fatores tecnológicos encontrados foram tipo da tecnologia adotada, uso de computador, fazenda com estrutura de irrigação, Prescrição de utilização de insumos feita na própria fazenda. Com base nos trabalhos analisados, supõe-se que os produtores que tem elevado grau de tecnologia de mecanização e adoção de diversas tecnologias tem maior chance de adoção de AP.

6.7. PROPOSIÇÃO DE MODELO CONCEITUAL DE ADOÇÃO DE INOVAÇÕES E TECNOLOGIAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO POR PRODUTORES RURAIS:

Com base nos condicionantes identificados na revisão sistemática de literatura, construiu-se um modelo conceitual de adoção de inovações e tecnologias de agricultura de precisão por produtores rurais. O modelo consolida Fatores Socioeconômicos, Agroecológicos, Institucionais, Fatores Comportamentais e Fatores Tecnológicos Fontes de Informação, Percepção do Agricultor, concentrando diversas dimensões em uma só figura. Além disso, inseriu-se o framework do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), resultado do trabalho de Vekatesh e Bala (2008). A Figura 1 exibe o Modelo Conceitual de Adoção de Inovações e Tecnologias de Agricultura de Precisão Por Produtores Rurais. Os fatores externos influenciam a utilidade percebida e a percepção da facilidade de uso, condicionando as atitudes em relação ao uso da tecnologia pelos produtores. A percepção da facilidade de uso também pode influenciar a utilidade percebida. A intenção de uso é influenciada por fatores sociais e a adoção propriamente pode ser influenciada por fatores facilitadores.

Figura 1 - Modelo Conceitual de Adoção de Inovações e Tecnologias de Agricultura de Precisão Por Produtores Rurais – Elaborado pelo autor com base em Vekatesh e Bala (2008).



7. CONCLUSÕES

O presente trabalho construiu revisão sistemática de literatura dos estudos dos condicionantes de adoção de Agricultura de Precisão encontrados no Brasil e outros países, caracterizando as principais tecnologias utilizadas e os fatores de maior influência na adoção de AP. Além disso, analisou a influência dos fatores socioeconômicos, agroecológicos, comportamentais, fontes de informação, percepção do agricultor e fatores tecnológicos na adoção de AP e também a propõe um modelo conceitual, consolidando os condicionantes de adoção de tecnologias de AP por agricultores.

Vê-se que existem lacunas na literatura e o trabalho em questão contribui para a literatura deixando oportunidades para estudos futuros. Os estudos encontrados sobre adoção de AP por agricultores ainda não foram realizados com foco no cultivo de cana de açúcar, no Brasil ou outro país. Embora Segovia (2004) aborde o perfil tecnológico dos fornecedores de cana de açúcar da região de Piracicaba-SP, o trabalho não tem foco em explicar a razão da adoção de tecnologias de AP. Apesar de Silva, Moraes e Molin (2011) identificarem os condicionantes de adoção de tecnologias de AP na agroindústria paulista de cana de açúcar, os autores focam na área agrícola das usinas e destilarias, e não em áreas de produtores de cana de açúcar. O modelo construído é meramente conceitual, podendo ser testado via aplicação de pesquisa de campo com produtores rurais. Não está claro na literatura, qual a influência de diferentes cultivos, permanentes ou temporários, na adoção de Agricultura de Precisão. Por exemplo, qual é a diferença entre a adoção de AP no cultivo do algodão, altamente tecnificado, e a adoção de AP na cultura do café? Cana de açúcar? Pecuária?

Com base nos estudos analisados, puderam-se construir algumas proposições relacionando os condicionantes identificados nos trabalhos analisados com a probabilidade dos produtores adotarem ou não tecnologias de AP, podendo indicar caminhos para elaboração de estudos futuros. As suposições seguem abaixo:

- S1) Produtores que tem fazendas maiores tem maior probabilidade de adotar tecnologias de AP, uma vez que essa adoção pode gerar economias de escala.
- S2) Produtores com maior nível de educação tem maior probabilidade de adotar tecnologias de AP, uma vez que têm maior conhecimento sobre as melhores práticas produtivas.
- S3) A idade dos produtores pode ser um fator limitante na adoção de AP, pois produtores mais velhos são mais resistentes a adotar novas tecnologias.
- S4) Agricultores que tem outras fontes geradoras de renda além da agricultura tem maior probabilidade de adotar AP, pois o risco de insucesso da adoção de AP é menos impactante na renda do que aqueles que dependem exclusivamente da agricultura.
- S5) Produtores com maior disponibilidade de fontes de financiamento para custeio da produção e financiamento de maquinário tem maior probabilidade de adotar tecnologias de AP, uma vez que o acesso a estas fontes pode incentivar a aquisição de maquinários mais modernos e novos insumos.
- S6) A participação em associações e cooperativas de produtores e a assistência técnica recebida permitem que o produtor tenha contato com maior número de pessoas e técnicos especializados e, conseqüentemente, melhores chances de contato com tecnologias de AP e conhecimento de seus benefícios.
- S7) Os produtores que têm mais acesso a fontes de informação sobre AP tem maior probabilidade de adotar novas tecnologias, pois elas elevam o conhecimento sobre o impacto da adoção no negócio do produtor.
- S8) Os produtores que tem melhor gestão do negócio rural tem maior probabilidade de adoção de AP, pois a visão empresarial gera mais chances de identificação de oportunidades para investimento em AP, impactando na rentabilidade no longo prazo.
- S9) Os produtores que têm uma percepção positiva em relação ao uso de tecnologias de AP tem maior chance de adotar essas tecnologias, pois estão mais dispostos a experimentação e inovação.
- S10) A oportunidade de experimentação da tecnologia em menor escala antes da sua adoção na totalidade da área proporciona maior chance de adoção da AP, pois os produtores podem avaliar os resultados da adoção e impactos em seu negócio antes de exporem-se ao risco da adoção na totalidade da área.
- S11) Experiências negativas e dificuldades passadas na adoção de determinada tecnologia influenciam negativamente na adoção de AP pelo produtor, pois o histórico negativo da adoção pode criar barreiras na adoção de novas tecnologias.

- S12) O tipo de tecnologia a ser adotada influencia na adoção. Tecnologias de AP percebidas como mais simples têm maiores chances de serem adotadas do que tecnologias mais complexas.
- S13) O cultivo influencia a Adoção de Agricultura de precisão. Produtores dos grandes cultivos (soja, milho, algodão etc) tem maior probabilidade de adoção de AP do que cultivos como hortaliças, frutas e lavouras de menor escala.
- S14) Cultivos mais sensíveis e arriscados demandam maior tecnologia para operacionalização da produção, o que demanda maior adoção de agricultura de precisão pelos produtores.

Espera-se que esse trabalho contribuía com a construção de estudos futuros relacionados a adoção de Agricultura de Precisão no Brasil e no mundo.

8. BIBLIOGRAFIA

ABEBE, G. K.; BIJMAN, J.; PASCUCI, S.; OMTA, O. Adoption of improved potato varieties in Ethiopia: The role of agricultural knowledge and innovation system and smallholder farmers' quality assessment. **Agricultural Systems**. v. 122 p. 22–32. 2013

ADRIAN, A. M.; NORWOOD, S. H.; MASK, P. L. Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. **Computers and Electronics in Agriculture** 48 (2005) 256–271.

ANSEMI, A. A. **Adoção da Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul**. 2012. 104 f. Dissertação (Mestrado). Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

AUBERT B. A.; SCHROEDER A.; GRIMAUDO J. IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. **Decision Support Systems** v. 54. P.510–20. 2012.

ADRIAN A. M.; NORWOOD S. H.; MASK P. L.. Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. **Computer Electronic Agriculture**. V. 48. P 256–71. 2005.

ARAÚJO, A. C.; SILVA, L. M. R.; KHAN, A. S.; ARAUJO, L. V. A Cultura do Mamão em Municípios Seleccionados do Extremo Sul da Bahia: Análise do Índice Tecnológico da Comercialização e do Custo Social das Perdas. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v.41, n.4, p.699-714, out./dez.,2010

AGROFEA. Programa de Agronegócios da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. 2014. Disponível em www.agrofea.fearp.usp.br

ARAUJO, A. C.; SILVA, L. M. R.; KHAN, A. S.; L. V. ARAÚJO. A Cultura do Mamão em Municípios Seleccionados do Extremo Sul da Bahia: Análise do Índice Tecnológico da Comercialização e do Custo Social das Perdas. Bando do Nordeste. **Documentos Técnicos Científicos**. v. 41. n. 4. Out-Dez. 2010.

BEAL, G. M.; BOHLEN, J. M. Acceptance and Diffusion of Hybrid Corn Seed in Two Iowa Communities. **Research Bulletin**. n. 372. Agricultural Experiment Station Iowa State College Of Agriculture And Mechanic Arts. 1951.

BERNARDI, A. C. de C.; FRAGALLE, E. P.; INAMASU, R. Y. Inovação tecnológica em Agricultura de precisão. In: INAMASU, R. Y.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V. de; BASSOI, L. H.; BERNARDI, A. de C. (Ed.). **Agricultura de precisão: um novo olhar**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011. p. 297-302.

BUAINAIN, A. M.; SOUZA FILHO, H. M. SILVEIRA, J. M. Agricultura familiar e condicionantes da adoção de tecnologias agrícolas. In: LIMA, D. M. de A.; WILKINSON, J. (Org). **Inovação nas tradições da agricultura familiar**. Brasília, DF: CNPq: Paralelo 15, 2002. 400 p.

BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES DA USP. Disponível em <http://goo.gl/WEuEiz> Acesso em 3 de julho de 2014.

BRASIL, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Produção Agrícola Municipal, 2012. Disponível em <<http://goo.gl/YhUluJ>>. Acesso em 3 de julho de 2014.

CAMPOLINA, B.; SILVEIRA, F. G.; MAGALHÃES, L. C. G. O mercado de trabalho rural: evolução recente, composição da renda e dimensão regional. **Texto para discussão n° 1398**. IPEA, 2009.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados Em Economia Aplicada - ESALQ/USP. PIB Agro. Disponível em <<http://cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em 3 de julho de 2014.

COSTA, C. C. ; GUILHOTO, J. J. M. . Impactos da agricultura de precisão na economia brasileira. In: INAMASU, R. Y. ; NAIME, J. de M. ; RESENDE, A. V. de ; BASSOI, L. H. ; BERNARDI, A. C. de C.. (Org.). **Agricultura de precisão: um novo olhar**. 1ed. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011, v. , p. 307-322.

CURWIN, J.; SLATER, R. **Quantitative methods for business decisions**. 6. Ed. London: Cengage Learning, 2008.

D'ANTONI, J. M.; MISHRA, A. K. JOO, H. Farmers' perception of precision technology: The case of autosteer adoption by cotton Farmers. **Computers and Electronics in Agriculture**. v. 87. p. 121–128. 2012.

DABERKOW, S. G.; MCBRIDE, W. D. Socioeconomic profiles of early adopters of precision agri-culture technologies. *Agribusiness*, v. 16 (2), p. 151–168. 1998.

DABERKOW, S. G.; MCBRIDE, W. D.. Farm and operator characteristics affecting the awareness and adoption of precision agriculture technologies in the US. **Precision Agriculture**, v. 4 (2), p. 163–177. 2003

DELGADO, G. C. A questão agrária no Brasil: 1950-2003. In: JACCOUD, L. (Org.). **Questão Social e Políticas Sociais no Brasil Contemporâneo**. Brasília, DF: Ipea, 2005. p. 51-90.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em <<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>> Acesso em 2 de julho de 2014.

FERNANDEZ-CORNEJO, J., DABERKOW, S., & MCBRIDE, W. D. (2002). Decomposing the size effect on the adoption of innovations: Agribiotechnology and precision agriculture. **AgBioForum**. v. 4(2), p. 124–136.

FLEMING, A.; VANCLAY, F. Farmer responses to climate change and sustainable agriculture: A review. **Agronomy for Sustainable Development**, 30(1), 11–19. 2010.

FRANCISCO, V. L. F. S.; PINO, F. A. Fatores que afetam o uso da internet no meio rural paulista. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 27-36, jul/dez, 2004.

FOLORUNSO, O.; OGUNSEYE S. O. Applying an Enhanced Technology Acceptance Model to Knowledge. Management in Agricultural Extension Services. **Data Science Journal**. v7. p.31–45. 2008.

GREENE, W. H. **Econometric Analysis**, 5 ed. Pearson Education, Inc., New Jersey; 2005.
HUDSON, D.; HITE, D. Producer Willingness to Pay for Precision Application Technology: Implications for Government and the Technology Industry. **Canadian Journal of Agricultural Economics**. v.51. p.39–53. 2003.

HITE, D.; HUDSON. D.; INTARAPAPONG, W. Willingness to pay for water quality improvements: the case of precision application technology. **Journal of Agricultural and Resource Economics**. v. 27: p. 433–49. 2002

ISGIN, T.; BILGIC, A.; FORSTER D. L.; BATTE, M. T. Using count data models to determine the factors affecting farmers' quantity decisions of precision farming technology adoption. **Computer Electronic Agriculture**. v.62. p.231–42. 2008.

LAMBRECHT, I.; VANLAUWE, B.; MERCKX, R.; MAERTENS, M. Understanding the Process of Agricultural Technology Adoption: Mineral Fertilizer in Eastern DR Congo. **World Development**. V. 59, pp. 132–146, 2014.

LANNA, M.; BLASI, G.; TEIXEIRA. E. C.; REIS, R. P.; Determinantes da adoção da tecnologia de despolpamento na Cafeicultura: estudo de uma região produtora da zona da mata de Minas Gerais. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, vol. 13, núm. 3, 2011, pp. 352-362

LARSON, J.; A, ROBERTS R. K.; ENGLISH, B. C.; LARKIN S. L.; MARRA MC, MARTIN, S. W. Factors affecting farmer adoption of remotely sensed imagery for precision management in cotton production. **Precision Agriculture**. v9. p.195–208. 2008.

LOWENBER-DEBOER, J. Precision farming and the new information technology: implications for farm management, policy, and research: discussion. **American Journal of Agriculture Economics**, Oxford, v.78, 1281-1284. 1996

KRISHNA, V. V.; QAIM, M. Estimating the adoption of Bt eggplant in India: Who Benefits from public-private partnership? *Food Policy* 32 (2007) 523-543

KHANNA, M. Sequential Adoption of Site-Specific Technologies and its Implications for Nitrogen Productivity: A Double Selectivity Model. *American Journal of Agricultural Economics*. v.83. p.35-51. 2001.

KNOWLER, D.; BRADSHAW, B. Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research. *Food Policy*, 32(1), 25-48. 2007.

MACHADO, J. G. C. F.; NATES, J. F. D. Adoção da tecnologia da informação em organizações rurais: o caso da pecuária. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 18, n. 3, p. 555-570, 2011

MARIANO, M. J.; VILLANO, R.; FLEMING, E. Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines. *Agricultural Systems* v.110. p.41-53. 2012

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; KALAKI, R. B.; GERBASI, T.; RODRIGUES, J. M.; CANTO, F.; SIMPRINI, E. S.; ROVANHOL, P. CONSOLI, M. H. **A dimensão do setor Sucroenergético**: mapeamento e quantificação da safra 2013/14. Ribeirão Preto: Markestrat, Fundace, FEA-RP/USP 2014.

MACHADO, J. G. C. F. **Adoção da tecnologia da informação na pecuária de corte**. 2007. 216 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

MARRA, M. C.; REJESUS R. M.; ROBERTS R. K.; ENGLISH B. C.; LARSON J.A.; LARKIN, S. L. Estimating the demand and willingness-to-pay for cotton yield monitors. *Precision Agriculture*; v. 11. p215-38. 2010.

MELO, de. W. F. **Inovação Tecnológica na Agricultura: Condicionantes da dinâmica da tecnologia "alho-semente livre de vírus" nas regiões de Cristópolis e Boninal, na Bahia**. 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado). Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília. Brasília, 2008.

MERCER, D. E. Adoption of agroforestry innovations in the tropics: A review. *Agroforestry Systems*, 61(1), 311-328. 2004.

MONTE, E. Z.; TEIXEIRA, E. C. Determinantes da adoção da tecnologia de despolpamento na cafeicultura. *Revista de Economia Rural*, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, p. 201-217, 2006

PIERPAOLIA, E.; CARLI, G.; PIGNATTI, E.; CANAVARI, M. Drivers of Precision Agriculture Technologies Adoption: A Literature Review, *Procedia Technology*, Volume 8, 2013, P. 61-69, ISSN 2212-0173, Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.protcy.2013.11.010>>. Acesso em 8 de julho de 2013.

OLIVEIRA, M. A. S.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S. Adoção tecnológica e seus condicionantes: o caso da bananicultura no agropolo Cariri-Ce. *Revista de Economia e Agronegócio*, v.3, n. 3. 2005.

PATTANAYAK, S.; MERCER, D. E.; SILLS, E; YANG, J. Taking stock of agroforestry adoption studies. **Agroforestry Systems**, 57(3), 173–186. 2003.

PERZ, S. G. Social Determinants and Land Use Correlates of Agricultural Technology Adoption in a Forest Frontier: A Case Study in the Brazilian Amazon. **Human Ecology**, v. 31, n. 1, Março, 2003.

PORTAL DE PERIÓDICOS CAPES. Disponível em <<http://goo.gl/2411Mu>>. Acesso em 3 de julho de 2014.

REZAEI-MOGHADDAM K, SALEHI S. Agricultural specialists' intention toward precision agriculture technologies: Integrating innovations characteristics to technology acceptance model. **African Journal Agricultural Research** 2010; v.5. p.1191–9

REICHARDT, M.; JURGENS, C. Adoption and future perspective of precision farming in Germany: results of several surveys among different agricultural target groups. **Precision Agriculture**, v.10. (1). p.73–94. 2009.

ROBERTS, R. K., ENGLISH, B. C., & LARSON, J. A. Factors affecting the location of precision farming technology adoption in Tennessee. **Journal of Extension**, 40. (1). 2002.
ROBERTS, R. K.; ENGLISH, B. C.; LARSON, J. A.; COCHRAN, R. L.; GOODMAN, W. R.; LARKIN, S. L. Adoption of site-specific information and variable-rate technologies in cotton precision farming. **Journal of Agricultural and Applied Economics**, v.36 (1), p.143–158. 2004

ROBERTSON, M. J.; LLEWELLYN, R. S.; MANDEL, R.; LAWES, R.; BRAMLEY, R. G. V.; SWIFT, L. Adoption of variable rate fertilizer application in the Australian grains industry: status, issues and prospects. **Precision Agriculture**, v 13(2), p.181–199. 2012.

ROGERS, E. M. **The Diffusion of Innovations**. 3 ed. New York: The Free Press. 451 p. 1962.

SEGOVIA, N. V. M.; **Perfil tecnológico dos fornecedores de cana-de-açúcar e entraves para a adoção de sistemas agroflorestais na região de Piracicaba, SP- Brasil**. 2004. 90 f. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. 2004.

SILVA, C. B.; MORAES, M. A. F. D.; MOLIN, J. P. Adoption and use of precision agriculture technologies in the sugarcane industry of São Paulo state, Brazil. **Precision Agriculture** (2011) 12:67–8.

SOUZA FILHO, H. M.; BUAINAIN, A. M.; SILVEIRA, J. M. F. J.; VINHOLIS, M. M. B. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.28, n. 1, p.223-255, jan./abr.2011

SILVA, S. P.; TEIXEIRA, E. C. Determinantes da adoção da tecnologia “plantio direto” na cultura da soja em Goiás. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 40, n. 2, p. 305-326, 2002.

SILVA, C. R. L. da; CARVALHO, M. A. de. Uma análise dos fatores que determinam a adoção de tecnologia: aplicação de um modelo de dados de contagem nas regiões de Ourinhos

e Ribeirão Preto, São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40., 2002, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: 2002. 1 CD ROM.

SILVA, C. B. **Inovação na indústria sucroalcooleira paulista: os determinantes da adoção das tecnologias de agricultura de precisão.** 2009. 89 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2009.

SUNDING, D; ZILBERMAN, D. The agricultural innovations process: research and technology adoption in a changing agricultural sector. In: GARDNER, B. L.; RAUSSER, G. C. (Orgs.). **Handbook of Agricultural Economics.** North-Holland: Elsevier, 2011. Cap. 4. p.207-261. (1).

SCIENCE DIRECT. Disponível em <http://goo.gl/pp4oye> Acesso em 3 de julho de 2014.

SCOPUS. Disponível em <<http://goo.gl/Of9F9W>> Acesso em 3 de julho de 2014.

SILVEIRA, J. M. **Agricultura brasileira: o papel da inovação tecnológica.** In: O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. A. M. BUAINAIN.; ALVES, E.; SILVEIRA J. M.; NAVARRO, Z.– Brasília, DF : Embrapa, 2014.

TORBETT J. C.; ROBERTS R. K.; LARSON J.A.; ENGLISH B. C.; Perceived importance of precision farming technologies in improving phosphorus and potassium efficiency in cotton production. **Precision Agriculture.** v.8. p.127–137.

TEY, Y. S.; BRINDAL M. Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. **Precision Agriculture.** 2012;13:713–30.

VEKATESH, V.; BALA, H..Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. **Decision Sciences.** Volume 39 Number 2. May 2008.

VICENTE, J. R. Pesquisa, adoção de tecnologia e eficiência na produção agrícola. São Paulo: Apta, 2002, 153 p. (Apta. Série Discussão, 2).

WALTON, J. C.; LAMBERT D. M.; ROBERTS R. K.; LARSON J. A.; ENGLISH, B. C.; LARKIN, S. L. Adoption and Abandonment of Precision Soil Sampling in Cotton Production. **Journal of Agriculture and Resource Economics.** v.33. p. 428–48. 2008.