UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DE RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO DE ORGANIZAÇÕES

LEONARDO SILVA ANTOLINI

Condicionantes de adoção de agricultura de precisão por produtores de grãos

ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO FAVA SCARE

RIBEIRÃO PRETO
2015

Prof. Dr. Marco Antonio Zago
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Dante Pinheiro Martinelli
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto

Profa. Dra. Sonia Valle Walter Borges de Oliveira
Chefe do Departamento de Administração

LEONARDO SILVA ANTOLINI

Condicionantes de adoção de agricultura de precisão por produtores de grãos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração de Organizações da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ciências. Versão Original.

ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO FAVA SCARE

RIBEIRÃO PRETO
2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catalogação da publicação

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo

FICHA CATALOGRÁFICA

Antolini, Leonardo Silva
Condicionantes de Adoção de Tecnologias de Agricultura de Precisão Por Produtores De Grãos. Ribeirão Preto, 2015. 106 p.: il.

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Planejamento, Inteligência de Mercado e Relações Contratuais.

Orientador: Prof. Dr Roberto Fava Scare.

1. Adoção de Tecnologia. 2. Agricultura de Precisão. 3. Grãos. 4. Soja e Milho

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: ANTOLINI, Leonardo Silva

Título: Condicionantes de Adoção de Agricultura de Precisão por Produtores de Grãos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração de Organizações da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências. Versão Original.

Aprovado em:____/_____/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Instituição:

Julgamento _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. Instituição:

Julgamento _____ Assinatura: _____

Profª. Drª. Instituição:

Julgamento _____ Assinatura: _____

Dedico esta dissertação aos meus pais, Arlei e Cláudia, pelo amor, presença e carinho dados durante a minha vida toda.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Roberto Fava Scare, por ter mostrado o caminho e me orientado durante todo o mestrado. Agradeço ainda pelos trabalhos publicados em conjunto desde a graduação, pelo tempo dedicado a este pesquisador e pelos conselhos de vida. Obrigado, Beto!

Agradeço ao Prof. Dr. Luciano Thomé e Castro e a Profª. Drª. Geciane Silveira Porto pela leitura, comentários e sugestões realizadas na minha banca de qualificação de mestrado. Sem dúvida, suas sugestões foram incorporadas e melhoraram este trabalho.

Agradeço ainda:

À CAPES, pelo apoio financeiro durante o mestrado.

À FEA-RP/USP pelos 7 anos de ensino de excelência a mim oferecidos desde 2008.

Às empresas John Deere, Massey Ferguson, Trimble, Kuhn, Agres e Arvus pelo espaço oferecido em seus stands na Agrishow 2015 para realização da pesquisa. Pessoalmente, gostaria de agradecer a Mariana Isaac, Gabriel Meirelles, Fábio Neumann e Raphael Regazzo.

Aos pesquisadores que realizaram o trabalho de campo na Agrishow 2015 em conjunto comigo: Gabriela Toratti, Matheus Carreira, Giulia Pires, Pedro Tavares, Patrícia Aguiar, Matheus Soares, Julia Cruvinel, Isabella Lima, Marina Lopes, Letícia Martinez e Victor Prado.

À Marlon Fernandes Rodrigues Alves, pela paciência para ajustar a base de dados e pela dedicação para me ensinar a utilizar o software de análise estatística. Sem você o caminho ia ser muito mais longo, sem dúvida.

Aos amigos da saudosa Rep. Boa Ideia, Tiago Castillo Souza, Danilo Micheletti e Henrique Silva Paula por tornarem a escrita científica um percurso muito mais divertido. Agradeço também às meninas da Rep 111, Mariana Pantoni e Nara Garcia, pela hospedagem oferecida durante disciplina cursada na FEA em São Paulo.

Aos amigos sempre presentes: Flávio Ruhnke Valério, Lucas Rossanes, Thiago Cardoso, Lucas Araújo, Aaron Juraski, Bruno Vizoná Liberato, Fernando Gripe, Geraldo Costa, Flávio Kanazawa, Fernando Berber, Agda Dias e Eduardo Simprini.

Ao 'Incrível Grupo de Minneapolis' do 25th IFAMA Congress: Beto Fava, Luciano Thomé e Castro, Marcos Fava Neves, Eduardo Spers, Flávio Runhke Valério, Guilherme Fagundes de Arruda, Gabriela Toratti, Juliana Chini e Fabiana Rossi.

À todos aqueles que contribuíram com ideias, dicas e sugestões para este trabalho e seu processo em algum momento: Matheus Alberto Consoli, Lucas Sciencia do Prado, Leandro Angotti Guissoni, Marcos Fava Neves, José Carlos de Lima Júnior, Rafael Bordonal Kalaki, Jonny Matheus Rodrigues, Mairun Junqueira Alves Pinto, Fernanda Canto, Prof.ª Dr.ª Janaína Giraldi, Prof. Dr. Sérgio Takahashi e Prof. Dr. Geraldo Luciano Toledo.

Agradeço a todos os pesquisadores e cientistas que estudaram o tema antes de mim pois, citando aqui Isaac Newton, 'se vi mais longe foi por estar de pé sobre ombros de gigantes.'

Aos meus pais, Arlei e Cláudia. Obrigado por acreditarem nos meus sonhos e fazerem tudo para que eu pudesse realizá-los.

À Marcelina Machado Alias, minha namorada e amada companheira, que me apoiou em todas as minhas decisões e certamente é parte disso tudo. Obrigado por ter compreendido a minha ausência em diversos momentos e nos finais de semana. Você me faz muito feliz!

RESUMO

ANTOLINI, L. S. **Condicionantes de Adoção de Agricultura de Precisão por Produtores de Grãos**. 2015. 106 f. (Mestrado) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

A utilização de novas tecnologias e a adoção de inovações na agricultura são fundamentais para o estabelecimento dos padrões de produção, pois, além de mitigarem riscos específicos associados a este ramo de atividade, impactam nos resultados agronômicos, econômicos e financeiros do negócio rural. Diversos aspectos derivam dessa discussão e suscitam questões como: Quais são os condicionantes de adoção de Agricultura de Precisão (AP) por produtores de grãos? Qual é o grau de adoção e uso de Agricultura de Precisão? Quais são as características do produtor rural e da fazenda, as principais tecnologias utilizadas e os fatores de maior influência na adoção de Agricultura de Precisão? Qual é a influência das características do produtor, características da fazenda e fontes de informação na adoção de Agricultura de Precisão? Partindo dessas questões de pesquisa, o objetivo geral do trabalho foi identificar os condicionantes de adoção de Agricultura de Precisão por produtores de grãos. Os objetivos específicos foram: mensurar o grau de adoção e uso de AP; caracterizar o produtor rural e a fazenda, as principais tecnologias utilizadas e os fatores de maior influência na adoção de AP; analisar a influência das características do produtor, características da fazenda e fontes de informação na adoção de Agricultura de Precisão. Essa pesquisa é caracterizada como estudo exploratório e descritivo, com aplicação de técnicas de análise quantitativas. Foram realizadas 404 entrevistas presenciais com produtores de soja e milho. A análise dos dados foi feita com a técnica de regressão logística. Constata-se que os condicionantes encontrados são relacionados a características do produtor, como educação e importância da renda da agricultura, a características da fazenda, como área de safrinha de milho, a fontes de informação, como assistência técnica e extensão rural - Emater/Cati, e aos meios de comunicação, como palestras e publicações de universidades. As tecnologias no estágio de Maioria Inicial (Até 50% da população) são análise de solos, aplicação de corretivos e fertilizantes em taxa variável, amostragem de solo em grade (Georreferenciada), mapa de aplicação, piloto automático, aplicação de defensivos em taxa variável, GPS com barra de luz, monitor de colheita e mapa de produtividade. As tecnologias adotadas pelos Pioneiros (Até 16% da população) são semeadura em taxa variável, GPS com correção RTK, sensoriamento remoto (aéreo/satélite/outros) e irrigação de precisão. A única tecnologia somente adotada pelos Inovadores (até 2,5%) foram os sensores de plantas daninhas, pragas e doenças. Por fim, o trabalho sugere temas para estudos futuros.

Palavras chave: 1. Adoção de Tecnologia. 2. Agricultura de Precisão. 3. Grãos. 4. Soja e Milho

ABSTRACT

ANTOLINI, L. S. **Determinants of Adoption of Precision Agriculture by Grain Producers**. 2015. 106 p. (Master) - College of Economics, Administration and Accounting of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

The use of new technologies and the adoption of innovations in agriculture are critical for the establishment of production standards, because they mitigate specific risks associated with this field of activity, impact on the agronomic, economic and financial results of the rural business. Several aspects derive from this discussion: What are the determinants of adoption of precision agriculture (PA) of grain producers? What is the level of adoption and use of Precision Agriculture? What are the characteristics of the farmer and the farm, the main technologies used and the most influential factors in the adoption of Precision Agriculture? What are the influence of producer characteristics, farm characteristics and sources of information on the adoption of Precision Agriculture? Based on these research questions, the main objective of this study was to identify the determinants of adoption of Precision Agriculture of grain producers. The specific objectives were to measure the level of adoption and use of PA; characterize the farmer and the farm, the main technologies used and the most influential factors in the adoption of PA; analyze the influence of producer characteristics, farm characteristics and sources of information on the adoption of Precision Agriculture. This research is characterized as exploratory and descriptive study, with application of quantitative analysis techniques. 404 face to face interviews were conducted with producers of soybeans and corn. Data analysis was performed with logistic regression. The PA adoption determinants found are related to producer characteristics such as education and importance of agricultural income, the farm characteristics such as second crop corn area (safrinha), sources of information, technical assistance and rural extension - Emater / Cati and the media, such as lectures and university publications. Technologies in Initial Majority stage are soil analysis, application of fertilizers in variable rate, soil sampling grid (Georeferenced), application map, autopilot, application of pesticides in variable rate, GPS with light bar, harvest monitor and productivity map. The technologies adopted by Pioneers are variable rate seeding, GPS with RTK correction, remote sensing and precision irrigation. The only technology only adopted by innovators were the sensors of weeds, pests and diseases. Finally, this research suggested topics for future studies.

Keywords: 1. Technology Adoption. 2. Precision Agriculture. 3. Grains. 4. Soybeans and Corn

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do Trabalho.....24
Figura 2 – Ciclo de Aprendizado da Agricultura de Precisão.....38
Figura 3 - Variáveis Determinantes na Adoção de Inovação.....43
Figura 4 - Visão das Variáveis do Modelo e Sinais Esperado.....58
Figura 5 – Condicionantes de Adoção de Agricultura de Precisão e seus Efeitos Marginais.. 81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação entre as funções de Gestor de Negócios Rurais com a de Gerente de Fazenda. 27
Quadro 2 Perguntas-Chave do Novo Perfil do Produtor.. 29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Faixa Etária do Produtor Rural Brasileiro 31
Tabela 2 - Tempo na Atividade Produtor Rural Brasileiro 31
Tabela 3 - Grau de Escolaridade do Produtor Rural Brasileiro 32
Tabela 4 - Faixas de Tamanho da Pesquisa ABMR&A, 2009. Em hectares e n° cabeças 32
Tabela 5 - Faixas de Tamanho da Amostra da Pesquisa (em hectares) 33
Tabela 6- Fontes de Financiamento da Produção (resposta múltipla) 33
Tabela 7- Fontes de Financiamento de Investimentos (resposta múltipla) 33
Tabela 8- Participação de Terceiros na Operação do Negócio (resposta múltipla) 34
Tabela 9- Utilização de Orientações e Fontes ligadas a Atividade. (Resposta Múltipla) 34
Tabela 10 Hábitos de Mídia do Produtor Rural (Resposta Múltipla) 35
Tabela 11 – Estudos Analisados pela Revisão de Literatura da Pesquisa 45
Tabela 12 – Sinais Esperados na Construção de Hipóteses da Pesquisa 52
Tabela 13 – Idade dos Produtores 61
Tabela 14 – Importância da Agricultura na Renda Total do Produtor 61
Tabela 15 – Nível de Escolaridade 62
Tabela 16 – Experiência do Agricultor 62
Tabela 17 – Participação em Cooperativas de Produtores 63
Tabela 18 – Participação em Associações de Produtores 63
Tabela 19 – Nível Tecnológico Declarado com Relação aos Produtores da Região 63
Tabela 20 – Características da Fazenda: Área, Produtividade e Domínio sobre a Terra 64
Tabela 21 – Estado dos Produtores Estudados 65
Tabela 22 – Tecnologias Adotadas pelos Produtores da Amostra 66
Tabela 23 – *Teste Model Chi-Square* 68
Tabela 24 – Testes -2LL Cox e Snell R Square e Nagelkerke R Square 68
Tabela 25 – Teste de Hosmer e Lemeshow 69
Tabela 26 – Tabela de Contingência do Teste de Hosmer e Lemeshow 69
Tabela 27 – Quadro de Classificação Final 70
Tabela 28 – Modelo Estimado 72
Tabela 29 – Distribuição da Amostra por Nível de Educação 74
Tabela 30 – Condicionantes de Adoção de Agricultura de Precisão 81
Tabela 31 – Efeito Esperado x Encontrado das Hipóteses da Pesquisa 82

LISTA DE SIGLAS E GLOSSÁRIO

AP - Agricultura de Precisão

VRT - Variable-Rate Technology

GPS - Global Positioning System

DGPS - Differential Global Positioning System

RTK - Real Time Kinematic

BT - Bacillus thuringiensis - Tecnologia de Resistência a Insetos

GLONASS –Sistema de Navegação Global por Satélite Russo

GALILEO - Sistema de Navegação Global por Satélite Europeu

BEIDOU - Sistema de Navegação Global por Satélite Chinês

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO, JUSTIFICATIVA E PERGUNTAS DE PESQUISA 17
2. OBJETIVOS 23
3. ESTRUTURA DO TRABALHO 24
4. REVISÃO DE LITERATURA 24
4.1. PERFIL DO PRODUTOR RURAL BRASILEIRO E O CONTEXTO DAS SUAS DECISÕES DE ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS 25
4.2. CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTOR RURAL BRASILEIRO 30
4.3. AGRICULTURA DE PRECISÃO 37
4.4. PRINCIPAIS FERRAMENTAS UTILIZADAS NA AGRICULTURA DE PRECISÃO 40
4.5. ADOÇÃO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO 42
4.6. CONDICIONANTES DE ADOÇÃO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO IDENTIFICADOS 47
4.6.1. CARACTERÍSTICAS DO PRODUTOR 47
4.6.2. CARATERÍSTICAS DA FAZENDA 49
4.6.3. FONTES DE INFORMAÇÃO 50
4.7. FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES 51
5. MÉTODO 53
5.1. MÉTODO DE BUSCA DE ARTIGOS DA REVISÃO DE LITERATURA 53
5.2. TIPO DE PESQUISA 54
5.3. DEFINIÇÃO DA AMOSTRA 54
5.4. TÉCNICA DE COLETA DE DADOS 54
5.5. DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS SELECIONADAS PARA CONSTRUÇÃO DO QUESTIONÁRIO 55
5.6. TECNOLOGIAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO ESTUDADAS 56
5.7. MODELO ECONOMÉTRICO 59
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES 61
6.1. ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS 61
6.1.1. CARACTERÍSTICAS DO PRODUTOR 61
6.1.2. CARACTERÍSTICAS DA FAZENDA 63
6.2. ADOÇÃO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO POR PRODUTORES 66
6.3. MODELO ESTIMADO 67
6.4. TESTE DE HIPÓTESES 73

6.4.1. TESTE DE HIPÓTESE 1 – IDADE **73**
6.4.2. TESTE DE HIPÓTESE 2 – EDUCAÇÃO **73**
6.4.3. TESTE DE HIPÓTESE 3 – PRESENÇA EM ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS **75**
6.4.4. TESTE DE HIPÓTESE 4 – EXPERIÊNCIA **75**
6.4.5. TESTE DE HIPÓTESE 5 - IMPORTÂNCIA DA AGRICULTURA NA RENDA TOTAL DO PRODUTOR **76**
6.4.6. TESTE DE HIPÓTESE 6 - ÁREA **76**
6.4.7. TESTE DE HIPÓTESE 7 - FONTES DE INFORMAÇÃO **78**
6.4.8. TESTE DE HIPÓTESE 8 - MEIOS DE COMUNICAÇÃO **79**
7. CONDICIONANTES DE ADOÇÃO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO ENCONTRADOS **81**
8. CONCLUSÕES **83**
9. REFERÊNCIAS **86**
APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA **93**
APÊNDICE II – TABELAS ESTATÍSTICAS DO MODELO ESTIMADO **97**

1. INTRODUÇÃO, JUSTIFICATIVA E PERGUNTAS DE PESQUISA

A utilização de novas tecnologias e a adoção de inovações na agricultura são fundamentais para o estabelecimento dos padrões efetivos de produção, pois, além de mitigarem riscos específicos associados a este ramo de atividade, impactam nos resultados agronômicos, econômicos e financeiros do negócio rural. Esses impactos no negócio rural são de árdua mensuração, porém, as medidas agregadas de produção agrícola, como a área mundial cultivada de determinados cultivos e a sua produção mundial em toneladas, dão indícios de intensificação no uso da tecnologia.

Globalmente, verificam-se mudanças no padrão de produção agrícola, contemporâneas ao aumento da demanda de alimentos. Segundo a ONU (2015) a população mundial em 1960 era cerca de 3 bilhões de pessoas. Esse número cresceu 133% no acumulado até 2012, chegando a 7 bilhões de pessoas. Dados da FAO (2014) mostram que a área mundial de grãos e cereais, em 1962, era de 647,9 milhões de hectares. Em 2012, o número foi de 703,2 milhões de hectares, acumulando crescimento de 8,52%. Por outro lado, no mesmo período, a produção mundial de grãos e cereais cresceu 192%, indo de 873 milhões de toneladas em 1962 para 2,54 bilhões de toneladas em 2012. Com base nesses dados, pode-se afirmar que a elevação da produção de alimentos foi consideravelmente maior do que o crescimento da área no mesmo período, fato relacionado à intensificação da utilização de tecnologias de produção, acarretando um aumento da produtividade agrícola mundial, fundamental se relacionada ao aumento significativo da população percebido nas últimas décadas.

Os dados da Pesquisa da Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2012) mostram que a área plantada de cultivos permanentes e temporários no Brasil cresceu 31% de 1994 a 2012, passando de 52,8 milhões ha para 69,2 milhões ha. Já dados do CEPEA (2014) mostram que, no mesmo período, o valor do PIB da produção agrícola teve crescimento de 73%, ampliando seu patamar de R$ 101,9 bilhões para R$ 176 bilhões, já descontada a inflação do período. Essas informações mostram que houve elevação do valor gerado pela agricultura significativamente maior do que o crescimento da área plantada, o que pode ter relação com o aumento de produtividade e mudanças no sistema de produção agrícola.

Esses dados apontam que a produtividade tem crescido e sugerem que os métodos de produção agrícola mudaram significativamente. Uma das razões dessa mudança pode ser atribuída à

intensificação da utilização de tecnologias químicas, mecânicas, biológicas, novas técnicas agronômicas e da gestão do negócio rural, indicando que as práticas inovadoras, como a Agricultura de Precisão (AP), são importantes para o sucesso dos produtores e, consequentemente, para o suprimento da demanda mundial de alimentos.

No entanto, no Brasil, embora tenha ocorrido a difusão de pacotes tecnológicos a partir dos anos 1960, principalmente daqueles relacionados com a Revolução Verde, tais pacotes não se difundiram de maneira uniforme. Adicionalmente, o desempenho esperado da tecnologia (elevação de produtividade, economia de mão de obra e diminuição da utilização de insumos) nem sempre atende às principais necessidades dos agricultores, pois a adoção de determinadas inovações frequentemente acarreta riscos acima do nível desejável pelo produtor, influenciando os condicionantes da adoção destas tecnologias (SOUZA FILHO *et al.*, 2011).

Delgado (2005) reforça o aspecto da falta de uniformidade no setor agrícola ao afirmar que 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.

No Brasil, são nítidas as diferenças entre grandes produtores de grãos e os produtores de hortaliças, por exemplo. Apesar dos grandes cultivos serem propícios a mecanização de operações tais como preparo de solo, plantio, tratos culturais e colheita, vê-se que o cenário brasileiro é heterogêneo mesmo para produtores de cultivos semelhantes e, ainda, regiões próximas ou semelhantes. Em outras palavras, um grande produtor de soja ou algodão não necessariamente será um adotante de novas tecnologias. Dessa forma, vê-se que os condicionantes da adoção de Agricultura de Precisão (AP) no Brasil ainda podem ser melhor estudados, devido a este cenário complexo.

A produção e a difusão de inovações na agricultura brasileira mudaram completamente a sua dinâmica, se comparados a décadas passadas. Hoje em dia, o desafio é considerável, dado que se colocam 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).

Traçado o panorama trabalho, faz-se relevante a definição de Agricultura de Precisão (doravante identificada pela sigla AP), embora exista uma seção dedicada a este tema no trabalho: AP é um conjunto de práticas e ferramentas aplicadas à agricultura que proporcionam o gerenciamento da produção agrícola, contemplando a variedade espacial e temporal dos campos de cultivos, visando incrementar a produção, melhorar o retorno sobre o investimento e reduzir os impactos ambientais. A AP utiliza intensivamente da geotecnologia, do sistema *Global Precision System* (GPS) e da eletrônica, principalmente sensores (SWINTON; LOWENBERG-DEBOER, 1998; MOLIN, 2001, BLACMORE *et al.*, 2003, *apud* ANSELMI 2012, p. 15).

Diversas questões derivam da discussão supracitada e da definição de AP: Por que um produtor adota determinada tecnologia e outros não? O que influencia a adoção de AP? Como se dá o processo de adoção de AP em diferentes cultivos e regiões? O que influencia a adoção de AP ou prática produtiva? Quais são as principais tecnologias e práticas de AP adotadas e os seus condicionantes de adoção?

Entende-se por condicionantes os fatores que influenciam ou determinam a adoção de Agricultura de Precisão. Na literatura relacionada, estuda-se principalmente a probabilidade de determinada adoção ocorrer ou não. Essa decisão do produtor rural é devida a determinadas circunstâncias, como decisões prévias, idade do produtor, educação, recursos disponíveis, experiências passadas baseadas na percepção do produtor rural de resultados já observados, ganhos de escala e outros condicionantes que podem influenciar uma decisão de adoção, ou não, no presente.

O estudo da adoção de Agricultura de Precisão é intrínseco ao surgimento desta e teve início no final dos anos 1980 e início dos anos 1990. O estudo dos condicionantes de adoção de AP é de entendimento fundamental, visto que o processo de difusão ainda está no seu estágio inicial, diferentemente daquele iniciado no período da Revolução Verde, que já se encontra em consolidação ou adoção completa (FEDER; UMALI, 1993).

Adicionalmente, a adoção de AP é amplamente estudada sob o prisma da adoção de inovações por produtores rurais, tomando por base estudos iniciados entre as décadas de 1950 e 1960, tendo os trabalhos de Bryce e Gross (1950), Beal e Bohlen (1951) e Rogers (1962) como fundamentais para seu entendimento.

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. Essa tendência foi identificada nos trabalhos seminais de Bryce e Gross (1950), Beal e Bohlen (1951) e Rogers (1962).

Baseando-se nestes estudos, admite-se que a utilização de inovações segue a lógica e a dinâmica da adoção e difusão, sendo estas premissas fundamentais para esse estudo. Os estudos do comportamento de adoção focam os determinantes que afetam a decisão de um indivíduo utilizar ou não uma inovação e em que momento essa decisão é tomada. Embora a revisão de literatura sobre o tema seja mais detalhada em capítulo específico, destacam-se nesta seção alguns estudos como motivadores desse trabalho.

Souza Filho *et al.* (2011) 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'.

Tey e Brindal (2012) encontraram 34 fatores que influenciam a adoção de AP, os quais foram agrupados em condicionantes relacionados a: 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 em outras configurações.
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 AP.

Entretanto, os trabalhos analisados por Tey e Brindal (2012) e Pierpaolia *et al.* (2013) não contemplam estudos realizados no Brasil. Ademais, não se encontrou semelhante revisão de literatura relacionada ao tema de adoção de AP no País. Ainda que exista abordagem e revisão de

estudos brasileiros citados por Souza Filho *et al.* (2011), esse estudo não foca exclusivamente na identificação de condicionantes de adoção de AP. Sendo assim, vê-se que há uma lacuna na literatura e oportunidade de pesquisa sobre tema, 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 nacionais, percebe-se que os estudos relacionados à adoção de inovações e 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 (2004), 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.

Além dessa diversidade de abordagem, identificaram-se algumas lacunas na literatura sobre a adoção de AP:

- A revisão de literatura sobre o tema pode ser mais bem sistematizada e organizada, pois ainda não foi trabalhada de forma estruturada e replicável, não havendo comparação com os condicionantes de adoção de AP identificados por estudos em outros países com aqueles identificados no Brasil.

- Os estudos encontrados sobre adoção de AP por agricultores brasileiros do cultivo de grãos são pouco explorados. Não obstante a literatura internacional (principalmente os estudos realizados nos países desenvolvidos) foque intensamente na tentativa de entender a adoção de AP por produtores de grãos (ver Khanna, 2001; Daberkow e McBride, 1998 e Torbett *et al.* 2007), encontrou-se apenas um estudo focado nesses cultivos no Brasil (ver Anselmi, 2012).

Considerando a contextualização do tema e as lacunas da literatura supracitadas, foram elaboradas as seguintes perguntas de pesquisa, que direcionaram este estudo:

A questão central de pesquisa do estudo é: **Quais são os condicionantes de adoção de Agricultura de Precisão (AP) por produtores de grãos?**

As perguntas específicas que nortearam o desenvolvimento do estudo são:

- Qual é o grau de adoção e uso de Agricultura de Precisão (AP)?

- Quais são as características do produtor rural e da fazenda, as principais tecnologias utilizadas e os fatores de maior influência na adoção de Agricultura de Precisão (AP)?

- Qual é a influência das Características do Produtor, Características da Fazenda e Fontes de Informação na adoção de Agricultura de Precisão (AP)?

Tendo em vista esses aspectos, essa pesquisa torna-se relevante no sentido de identificar os condicionantes de adoção de Agricultura de Precisão no cultivo de grãos, bem como compreender a influência desses fatores no processo de adoção de AP e quais tecnologias e práticas de AP são adotadas. Na próxima seção, são destacados os objetivos gerais e específicos do trabalho.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho é identificar os condicionantes de adoção de Agricultura de Precisão (AP) por produtores de grãos.

Os objetivos específicos são:

- Mensurar o grau de adoção e uso de AP.
- Caracterizar o produtor rural e a fazenda, as principais tecnologias utilizadas e os fatores de maior influência na adoção de AP.
- Analisar a influência das características do produtor, características da fazenda e fontes de informação na adoção de Agricultura de Precisão.

Em seguida, a pesquisa seguiu para a fase de revisão de literatura. Na seção seguinte, buscou-se entender as características do produtor rural brasileiro e o contexto das suas decisões, definiu-se Agricultura de Precisão e suas principais ferramentas e identificaram-se estudos realizados com foco na adoção de AP, por meio de revisão sistemática de literatura, para analisar quais são os condicionantes relacionados a essa adoção e identificar quais deles poderiam auxiliar na construção do instrumento de coleta de dados da pesquisa.

3. ESTRUTURA DO TRABALHO

Para um entendimento mais preciso da estrutura do trabalho, construiu-se a Figura 1. Da esquerda para direita, tem-se o aprofundamento nos itens e subitens de cada tema relacionado com a construção do trabalho, sintetizados de acordo com o sumário deste documento.

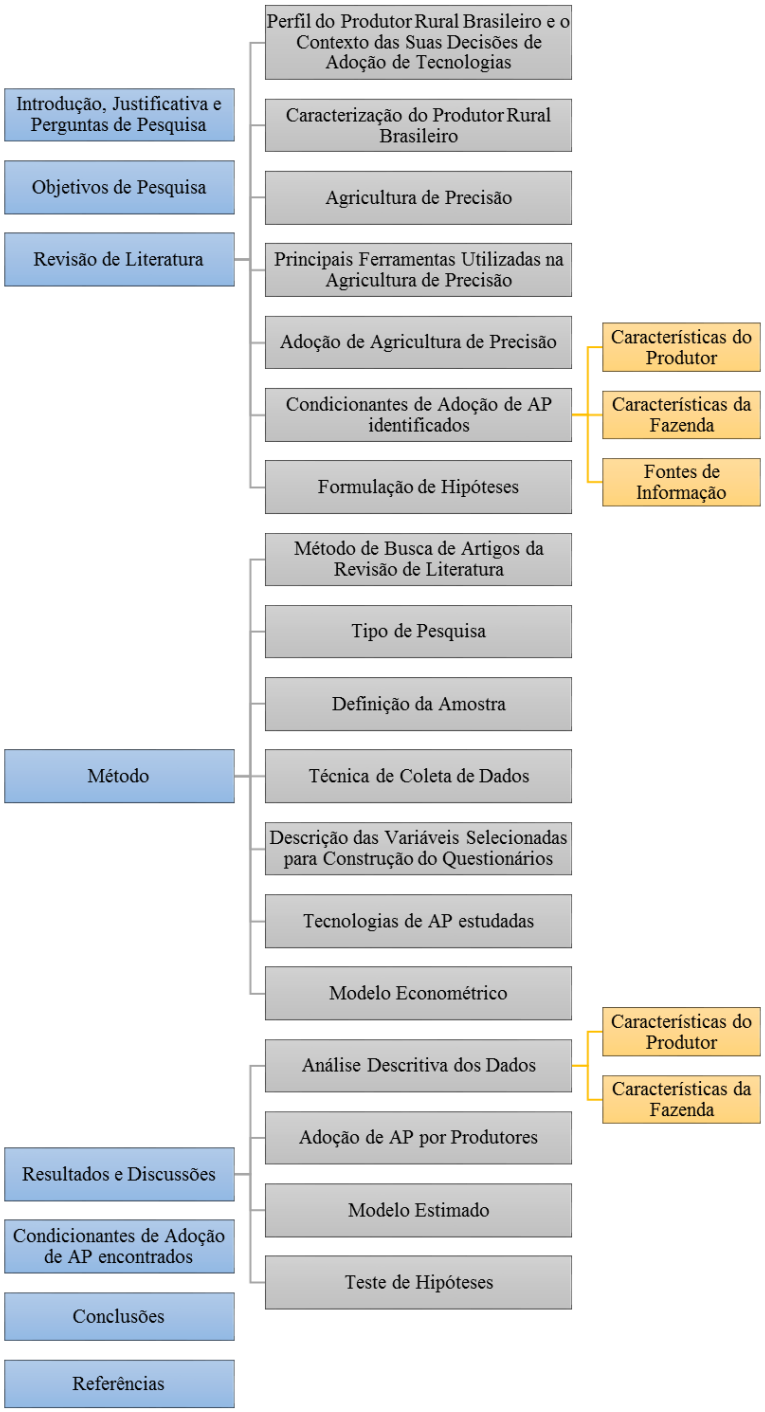

Figura 1 - Estrutura do Trabalho
Fonte: elaborado pelo próprio autor

4. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura buscou caracterizar o perfil do produtor rural brasileiro, definir o conceito de Agricultura de Precisão (AP) e identificar as principais ferramentas utilizadas. Adicionalmente, identificou-se os principais trabalhos relacionados a adoção de AP por produtores rurais dos últimos 15 anos, sendo esta a base para a construção do instrumento de coleta de dados fundamentando-se nos determinantes encontrados nos trabalhos analisados.

4.1. PERFIL DO PRODUTOR RURAL BRASILEIRO E O CONTEXTO DAS SUAS DECISÕES DE ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS

Segundo Kool (1994), durante o século XX, a produção das fazendas elevou-se dramaticamente devido à contínua pressão tecnológica (novas sementes, novos maquinários e novos métodos de produção), ao processo de mecanização das fazendas e à intensificação do uso de diversos insumos como defensivos, sementes e fertilizantes. Essas mudanças impactaram no ambiente de negócios do produtor rural demandando cada vez mais eficiência e consequentemente influenciando sua tomada de decisão com relação a insumos, máquinas, serviços financeiros, informação e tecnologia. Vê-se que o produtor rural aproxima-se cada vez mais do papel de um gestor do empreendimento rural (SCARE; ANTOLINI, 2015).

Ainda que existam especificidades relacionadas ao mundo rural, a comparação da fazenda com uma organização empresarial é verificada em estudos seminais como Funk e Tarte (1978) e Funk e Downey (1983), e em outros mais recentes, como Kool (1994; 1997), Gloy e Akridge (1999), Alexander, Wilson e Fole (2005), Roucan-Kane *et al*. (2010), Burgert (2011), Borchers *et al.* (2012), Antolini e Scare (2013), entre outros. Estes estudos, apesar de abordarem o comportamento de compra do produtor rural como objeto de estudo, fornecem uma definição fundamental para o entendimento do novo perfil do produtor rural: os ***Commercial Producers*****.** Estes produtores pensam a fazenda como um modelo de negócios, independente do seu tamanho e escala, cultivo, região ou nível tecnológico. Partindo desse princípio, a adoção de uma nova tecnologia ou prática produtiva somente acontecerá se a solução em questão se provar vantajosa e trouxer elevação da produtividade, redução de custo e a preservação ambiental, além do retorno sobre o investimento, o que podem acontecer de maneira não simultânea.

Ao entender a fazenda como um negócio, o produtor rural busca fontes de informações técnicas, de mercado e de gestão visando otimização de recursos e elevação da sua competitividade. Esse processo ocorre por meio de uma eficiente aquisição de insumos e maquinários, melhorias dos processos internos, acesso às linhas de financiamento adequadas, utilização de ferramentas de comercialização mais vantajosas e melhor gestão do risco.

Nesse contexto, o produtor rural é o gestor do negócio, responsável por todas as funções de administração, mesmo que ele não execute todas as atividades. Isto se dá em contraste com a função de gerente de fazenda, que é o responsável pelas atividades de produção agropecuária e que muitas vezes deve alcançar objetivos estabelecidos pelo próprio produtor. (SCARE; ANTOLINI, 2015).

O gerente da fazenda, por exemplo, não participa das definições de mercado, finanças, estratégia, entre outras. Como tecnologia, mercados e instituições mudam com o tempo, os requisitos da gestão das propriedades também têm mudado e no futuro será cada vez mais necessária a visão de um gestor de negócios do que de um gerente de fazenda. Além de habilidades técnicas de produção agropecuária, a alta gestão de negócios passa a ter preocupações e habilidades em finanças, mercados, marketing, gestão de pessoas, relações públicas e outras. O produtor rural pode contratar pessoas com estas habilidades, mas precisa entendê-las bem também, no intuito de atingir resultados satisfatórios em um ambiente com margens menores, pressões de custo e risco elevado, por meio da utilização de tecnologias e gestão de excelência. O Quadro 1 compara a nova função de Gestor de Negócios Rurais com o Gerente de Fazenda.

Função Gerencial	**Gerente de Fazenda**	**Gestor de Negócio Rural**
Planejamento	Desenvolvimento contínuo dos métodos de produção; Identificar as tarefas que devem ser realizadas durante o dia.	Determinar que produtos produzir; Desenvolver a estratégia de comercialização dos produtos; Desenvolver a estratégia para o crescimento da fazenda; Selecionar os investimentos.
Organização	Garantir que os insumos estão disponíveis quando necessários; Desenvolver um programa de manutenção de Máquinas e Implementos.	Selecionar as tecnologias que serão utilizadas na produção Desenvolver parcerias para compra de insumos a um custo menor; Contratar os empregados que são necessários.
Direção	Desenvolver um programa de treinamento para novos empregados; Desenvolver um programa de treinamento para motivar os empregados; Fazer atribuições diárias de trabalho.	Desenvolver e comunicar a visão do negócio; Desenvolver os colaboradores; Desenvolver práticas de gestão de recursos humanos.
Controle	Garantir que as despesas fiquem dentro do orçamento; Garantir que os padrões de qualidade sejam alcançados; Monitorar os vários estágios da produção a fim de garantir que o processo está acontecendo dentro dos níveis esperados.	Estabelecer o orçamento operacional; Determinar os itens críticos que precisam ser monitorados / indicadores de negócio; Monitorar os competidores.

Quadro 1 - Comparação entre as funções de Gestor de Negócios Rurais com a de Gerente de Fazenda
Fonte: Adaptado de Scare e Antolini (2015)

Os gestores de negócio rural encontram ainda outros desafios e transformações em seu ambiente de negócio. Segundo Kay, Edwards e Duffy (2012) a produção agrícola está passando por transformações que demandam novos níveis de produção, dos quais emerge um novo comportamento de gestão do produtor rural. O processo de concentração da produção é evidente e cada vez mais os produtores deverão se profissionalizar. Este processo é estimulado por:

1) Maior uso de tecnologias que economizam em uso mão de obra, como maquinários para a agricultura de larga escala, com sistemas de plantio e colheita mais eficientes, equipamentos automatizados, estruturas de criação e confinamento especializadas.

2) Oportunidades de emprego fora da agricultura tem sido mais atrativas e recompensadoras, encorajando os colaboradores a deixá-la.

3) O custo da mão de obra crescendo mais rápido do que o custo do capital, sendo lucrativo para os produtores substituir mão de obra pelo investimento em itens de capital, salvo em alguns cultivos e regiões do mundo.

4) Produtores rurais tem cada vez mais aspirado níveis maiores de renda e um padrão de consumo comparável às pessoas que exercem outras atividades.

5) Algumas tecnologias estão disponíveis somente a partir de uma determinada escala de produção, o que encoraja os produtores a expandir a produção e diluir o custo de tecnologia entre diferentes unidades de produção.

Desta forma, para pequenos e médios produtores, o desejo de melhorar o padrão de vida é a principal motivação para aumentar o tamanho da fazenda e as novas tecnologias têm sido o meio para este crescimento. A primeira alternativa para melhorar o padrão de vida dos produtores é produzir mais mantendo o custo de produção unitário ou mesmo reduzindo-o. Outra alternativa é aumentar a margem de lucro por unidade, mas mantendo o tamanho de sua propriedade. Por sua vez, produtores que não querem crescer seus negócios individuais estão em busca de alianças e parcerias com outros produtores que permitam que eles obtenham a escala semelhante às grandes operações. Por exemplo: aquisição de máquinas e equipamentos em conjunto com outros produtores, contratação (terceirização) de serviços como colheita e controle de plantio. (SCARE; ANTOLINI, 2015).

Nota-se no Brasil uma alteração do perfil do produtor rural, principalmente dos médios e grandes produtores que enxergam a fazenda como uma empresa. Estes produtores rurais estão se transformando em gestores do negócio rural, alterando a dinâmica da gestão do negócio e seu comportamento com relação a adoção de insumos, máquinas agrícolas e serviços financeiros.

Por fim, os produtores rurais têm enfrentado desafios crescentes na gestão do negócio. Estes desafios podem ser traduzidos em pontos-chave que impactam na maneira como administram o seu negócio, no processo de tomada de decisão e no comportamento de compra. Estes aspectos são exemplificados no Quadro 2.

Perguntas-Chave do Novo Perfil do Produtor
Demanda crescente por habilidades de Gestão Estratégica e Liderança
• Como estar aberto a novas ideias e ser capaz de desenvolver uma visão clara do que o negócio agrícola será no futuro? • Como aproveitar oportunidades e elevar o desempenho do negócio? • Como identificar as forças e fraquezas numa visão de longo prazo? • Como acessar novos mercados emergentes? Qual a estratégia dos competidores? • Como trazer as melhores práticas de fora para dentro da fazenda? • Como ajudar a motivar os outros a melhorar suas habilidades? • Como construir relacionamentos com colaboradores e associados? • Como monitorar o processo de implementação da estratégia?
Demanda crescente por habilidades de Produção
• As operações estão sendo completadas no prazo estipulado? • Qual é a melhor tecnologia para o ambiente de produção atual? O que há de novo? O que é popular e o que é realmente necessário realizar? • Busca pela elevação de produtividade • Como realizar uma análise comparativa com outros produtores? Como está a produtividade da região? • O processo de preparo, plantio, tratos, colheita e pós-colheita acontece naturalmente? • Quais são os gargalos? Existe transporte suficiente?
Demanda crescente por habilidades em Finanças e Gestão do Risco
• Existem sistemas de controle contábil e financeiro? Como estão os indicadores de lucratividade, liquidez e eficiência financeira? • Quais são as taxas de juros mais competitivas e adequadas à necessidade de capital do produtor? Quando usar capital próprio? Quando usar financiamento? • Qual o regime de tributação adequado? Ele está sendo seguido? • Como melhorar o relacionamento com instituições credoras e fornecedores? Como desenvolver planos de contingência? Quem pode assumir o lugar do produtor em caso de emergências? • Quais informações tendências na economia mundial e seu impacto no negócio? • O que fazer para entender o tamanho dos riscos financeiro, humano e legal que o negócio rural toma?
Demanda crescente por habilidades em Gestão dos Recursos Humanos
• Como estabelecer um canal de comunicação efetivo e bidirecional com os funcionários da propriedade e do escritório? • Como delegar autoridade e responsabilidade apropriadamente? • Quais são os programas de motivação de colaboradores para o alto desempenho? • Como reduzir o *turnover* e evitar possíveis passivos trabalhistas? Existem condições dignas de trabalho? • Existem avaliações de desempenho? Como é a estrutura de cargos? Os trabalhadores estão alocados de acordo com suas habilidades? • Existe treinamento da aplicação de produtos e operação de maquinário? O que o fornecedor de insumos e máquinas pode auxiliar neste processo? • Como está estruturado o sistema de remuneração do negócio rural?
Demanda crescente por habilidades em Compra e Venda
• Existem planos escritos para compra de insumos e venda de produtos? O que poderia entrar na elaboração destes planos? • A fazenda compra com a mentalidade de um comprador profissional? Realmente entende o valor dos atributos e serviços adicionais em cada oferta? • E na hora da venda da produção? O negócio rural provê o valor para o cliente? Existe valor além do especificado no preço do produto? • Como é a negociação dos preços com os fornecedores? Existem possibilidades de negociação sem perda de qualidade de entrega? • Existe oportunidade para reduzir o risco de volatilidade por um custo justo na compra? E na venda da produção? • Como é feita a venda do produto? Existem oportunidades para diferenciação de produto? E de serviços, entrega? Quais mercados podem ser acessados?

Quadro 2 Perguntas-Chave do Novo Perfil do Produtor
Fonte: Adaptado de BOEHLJE, ; DOBBINS; MILLER (2001)

É possível conhecer mais a adoção de tecnologias pelo produtor rural relacionando suas escolhas com o seu perfil. Variáveis que compõem este conjunto são as características do próprio produtor e da fazenda, a gestão do negócio e do risco, a tomada de decisão, fontes de informações e sua influência no processo de tomada de decisão, produtos e fornecedores escolhidos. A seguir, caracterizou-se o produtor rural no Brasil, exibindo-se os principais aspectos que caracterizam o produtor rural brasileiro.

4.2. CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTOR RURAL BRASILEIRO

Apesar de atuarem no mesmo ramo da economia, a produção agropecuária, existem diversos perfis de produtores rurais. As estratificações mais usuais levam em conta o tamanho da fazenda, região geográfica e o cultivo principal. Além dessa base de segmentação, outra segmentação possível é aquela baseada em perfis de negócio do produtor rural.

Pode-se supor que alguns produtores estão inseridos no perfil do **agrônomo moderno**: para eles, maximizar o rendimento é um fator-chave para as operações de direção de fazenda. Com produtividade acima da média e ensino superior, utilizam novos produtos e gostam de discutir e entender a opinião dos especialistas técnicos. Outros são **pessoas de negócio**: visam ao retorno sobre o investimento, tem ensino superior, utilizam novos produtos e têm uma relação muito próxima com os fabricantes de insumos, como um relacionamento de longo prazo *business-to-business*. Ainda existem aqueles que **focam na redução de custos**: mais céticos, são resistentes a mudanças, têm foco na redução dos custos, utilizam mais produtos genéricos e apresentam baixa lealdade ao fabricante. No entanto, nenhum estudo acadêmico realizado no Brasil até o momento comprova a existência destes segmentos, sendo sua discussão restrita a estudos de mercado confidenciais, encomendados pelos fabricantes do setor de insumos e máquinas agrícolas.

Contudo, é possível analisar diversas características desses produtores. Compilou-se os resultados de algumas pesquisas realizadas no Brasil durante os últimos anos para exemplificar algumas variáveis que podem ser utilizadas para traçar o perfil do produtor rural brasileiro. As informações mais atuais sobre esse perfil são restritas a relatórios privados e estudos de mercado. Apesar de serem relativamente antigas, as informações abaixo fornecem visão adequada para o escopo desse trabalho.

Grande parte dos produtores rurais brasileiros têm mais de 35 anos e experiência no negócio. Segundo pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Marketing e Agronegócios (ABMR&A, 2009) 74% dos produtores rurais brasileiros têm mais 36 anos. A distribuição da faixa etária do produtor rural brasileiro é mostrada na Tabela 1.

Faixa Etária	**Safra 2008/09**
18 a 25 anos	6%
26 a 30 anos	9%
31 a 35 anos	10%
36 a 40 anos	13%
41 a 50 anos	26%
51 a 60 anos	19%
Mais de 60 anos	16%

Tabela 1 - Faixa Etária do Produtor Rural Brasileiro
Fonte: ABMR&A, 2009

Ademais, os resultados da pesquisa da ABMR&A (2009) mostram que a maioria dos produtores brasileiros tem experiência de mais de dez anos no negócio: cerca de 80% estão há mais de dez anos na atividade, 18% entre cinco e dez anos e 2% há menos de cinco anos. Para alguns produtores, o elevado nível de experiência pode criar certa resistência na busca de informações, aceitação de novos produtos e de AP.

Tempo na atividade	**Safra 08/09**
Exploram / Criam a mais de 10 anos	80%
Exploram / Criam entre 5 e 10 anos	18%
Exploram / Criam a menos de 5 anos	2%

Tabela 2 - Tempo na Atividade Produtor Rural Brasileiro
Fonte: ABMR&A, 2009

Os produtores estão se tornando cada vez mais informados sobre aspectos técnicos e de gestão, devido a aumento da competitividade no setor e a desafios de sucessão. A pesquisa da Fiesp (2013) revela que 42,8% dos produtores entrevistados têm ensino superior completo e, adicionalmente, revelou que 48% dos filhos dos produtores que participam do dia a dia da atividade tem formação superior em agronomia, o que sugere tendência de sucessão familiar nestes negócios rurais.

Grau de Escolaridade	Safra 2012/13
Analfabeto / Ensino Fundamental I Incompleto	10,1%
Ensino Fundamental I Completo	10,1%
Ensino Fundamento II Completo	13,2%
Ensino Médio Completo	19,2%
Superior Incompleto	4,7%
Superior Completo	42,8%

Tabela 3 - Grau de Escolaridade do Produtor Rural Brasileiro
Fonte: Fiesp, 2013

Grande parte dos produtores tem a condição de propriedade da terra, mas o número de terras arrendadas segue crescendo em determinadas regiões, devido à expansão horizontal de algumas propriedades. Resultados da pesquisa da ABMR&A (2009) mostram que a estrutura de propriedade da terra tem 78% de produtores proprietários, 11% arrendatários e 11% em condição de proprietário e arrendatário. Os tamanhos das propriedades variam de acordo com o tipo de cultivo ou rebanho e estão relacionados com região de atuação. Adicionalmente, a estratificação das amostras das pesquisas da ABMR&A (2009) e Fiesp (2013) sugerem estratos de tamanho por cultivo e regiões do Brasil. O tipo de cultivo e o tamanho da propriedade têm relação com a adoção de AP (DABERKOW; MCBRIDE, 2003).

Cultura / Rebanho Hectare ou N. Cabeças - Safra 2008/09	Pequeno Produtor	Médio Produtor	Grandes Produtores
Algodão	10 < 20	20 a 50	> 50
Arroz Irrigado	< 50	50 a 100	> 100
Batata	< 20	20 a 100	> 100
Café	< 20	20 a 50	> 50
Cana-de-Açúcar	< 200	200 a 2000	> 2000
Citros	< 50	50 a 100	> 100
Feijão	< 20	20 a 50	> 50
Milho (RS SC PR BA MA PI TO RO)	< 10	10 a 20	> 20
Milho (SP MG MT MS)	< 20	20 a 50	> 50
Soja (RS PR SP SC)	< 50	50 a 200	> 200
Soja (MG MS MT GO BA MA PI TO)	< 200	200 a 500	> 500
Tomate	< 20	20 a 50	> 50
Avicultura de Corte	< 100 mil	100 mil a 150 mil	> 150 mil
Gado de Corte	< 500	500 a 2000	> 2000
Gado Leiteiro	< 50	50 a 100	> 100
Suinocultura	< 1 mil	1 mil a 5 mil	> 5 mil

Tabela 4 - Faixas de Tamanho da Pesquisa ABMR&A, 2009. Em hectares e n° cabeças
Fonte: ABMR&A, 2009

Estado (UF)	Pequeno	Médio	Grande
PR, SC, RS, SP, MG, ES, PE, AL	< 100	101 a 500	>500
GO, MS	< 500	501 a 3.000	> 3.000
PA, MT, MA, PI, TO, Oeste BA	<1.000	1001 a 5.000	> 5.000

Tabela 5 - Faixas de Tamanho da Amostra da Pesquisa (em hectares)
Fonte: Fiesp, 2013

Com relação às fontes de financiamento da produção, a pesquisa da Fiesp (2013) revelou que cerca de 65% dos produtores utiliza capital próprio como principal forma de financiamento. No entanto, outras fontes de financiamento citados são bancos oficiais e privados, cooperativas, indústrias de insumos e máquinas, revendas de insumos e empresas compradoras da produção agrícolas. Em adição, a mesma pesquisa mostra que 64% dos produtores entrevistados estão associados a uma cooperativa. Outras opções de financiamento são citadas na pesquisa da ABMR&A (2009): troca por insumos (11%), Cédula do Produtor Rural-CPR (10%), venda antecipada para tradings (6%) e empréstimo pessoal com amigos ou família (3%).

Fontes de Financiamento da Produção	Resposta Múltipla em %
Capital Próprio	65,6%
Bancos Oficiais	39,8%
Bancos Privados	22%
Cooperativas	17,4%
Empresas vendedores de insumos	13%
Empresas compradoras de minha produção	6,5%
Revendedores de produtos agrícolas	1,4%
Empresas vendedoras de máquinas	0,9%

Tabela 6- Fontes de Financiamento da Produção (resposta múltipla)
Fonte: Fiesp, 2013

Com relação às fontes de financiamento para decisões de investimento, a pesquisa da ABMR&A (2009) mostra que os recursos próprios e linhas de financiamento fomentadas pelo governo são fundamentais para as despesas de investimento e demonstra, também, que o tipo de linha influencia na decisão do produtor. As fontes de financiamento são fundamentais para a aquisição e adoção de maquinário e melhorias relacionadas a novas práticas de manejo na propriedade, tendo assim relação com a adoção de AP.

Fontes de Recursos Utilizadas	Safra 2008/09
Recursos próprios	72%
Recursos de crédito rural	35%
Finame	17%
Pronaf	13%
Moderfrota	7%
Cédula do Produtor Rural (CPR)	6%
Consórcio	6%
Outras fontes	3%

Tabela 7- Fontes de Financiamento de Investimentos (resposta múltipla)
Fonte: ABMR&A, 2009

No tocante às fontes de informações relacionadas ao negócio, as duas pesquisas (ABMR&A, 2009 e Fiesp, 2013) revelam que a operação do negócio rural conta com auxílio e influência de terceiros, como agrônomos, zootecnistas e veterinários, empresas de consultoria, gerentes e administradores.

A influência também ocorre por meio de empresas fornecedoras de insumos, representantes técnicos de venda das indústrias, balconistas das revendas, entre outros. Isto torna a decisão do produtor rural cada vez mais informada e complexa, com a presença de diversos agentes influenciadores.

A operação do negócio conta com...	**Resposta Múltipla, em %**
Agrônomos, Zootecnistas e Veterinários	39,7%
Empresas de Consultoria	25,0%
Gerentes	22,3%
Administradores	19,8%

Tabela 8 - Participação de Terceiros na Operação do Negócio (resposta múltipla)
Fonte: Fiesp, 2013

Utilização de Orientações e Informações da Atividade	**Resposta Múltipla, em %**
Agrônomo/Veterinário/Particular	62%
Cooperativas	53%
Vizinhos/Amigos	41%
Sindicato Rural	37%
Órgão do Governo - Casa da Agricultura, EMATER/ACARPA	27%
Balconista / Vendedor da Revenda	24%
Internet	24%
Representantes Técnicos do Fabricante / Laboratório	14%

Tabela 9- Utilização de Orientações e Fontes ligadas a Atividade. (Resposta Múltipla)
Fonte: ABMR&A, 2009

Para os produtores, os melhores meios de divulgação de mensagem sobre novos lançamentos, usos, características de produtos, máquinas e equipamentos são os meios de comunicação de massa, seguidos de palestras, internet e reuniões técnicas e demonstrações. A Tabela 10 mostra os hábitos de mídia do produtor rural, relativizando a importância de cada mídia/canal de comunicação para o produtor. A seleção do canal de comunicação é cada vez mais importante no relacionamento com os produtores e pode otimizar os recursos destinados para a comunicação de marketing.

Hábitos de Mídia	Resposta Múltipla, em %
Televisão	64%
Rádio	43%
Dias de Campo	37%
Palestras	30%
Internet	20%
Reuniões Técnicas	18%
Jornal	18%
Jornais de cooperativa	14%
Demonstração de Produtos em feiras/exposições	14%
Mala direta	12%
Folhetos	12%
Revistas agropecuárias	10%
Painéis de estrada	9%
Boletim técnico de empresas	5%
Revistas de assuntos gerais	4%
Seção/Suplemento Agropecuário	2%

Tabela 10 Hábitos de Mídia do Produtor Rural (Resposta Múltipla)
Fonte: ABMR&A, 2009

Em publicação mais recente, sintetizada abaixo, a ABMR&A (2014) mostra que os produtores estão mais conectados à tecnologia:

- 84% têm residência própria
- 95% assistem televisão e 87% têm antena parabólica
- 40% acessam a Internet
- 47% vivem na propriedade rural, 23% na cidade e 30%, nos dois ambientes
- 85% dos produtores usam o plantio direto
- 76% das grandes propriedades usam ordenha mecânica, e entre as pequenas, a porcentagem aumentou para 59%
- 86% das propriedades realizam de forma correta o descarte de embalagens
- 33% usam o financiamento do Finame ou Crédito Rural

Com base nas informações acima, entende-se que o produtor rural brasileiro está cada vez mais profissionalizado, em processo de intensificação do uso da tecnologia, acessando diversas fontes de informações e linhas de financiamento e buscando a perpetuidade do seu negócio. Uma das maneiras de alcançar estes objetivos é a utilização de Agricultura de Precisão, pois, segundo Silva (2009), a empresa agrícola busca novas tecnologias, tais como a Agricultura de Precisão – AP, no sentido de promover a elevação da produtividade, redução de custo e a preservação ambiental.

A análise das características demográficas do produtor, bem como daquelas relacionadas a características da fazenda e fontes de informação são fundamentais na identificação dos principais condicionantes de adoção de AP e as informações acima servem de apoio para a construção do instrumento de coleta da pesquisa.

Ressalta-se que ainda existem algumas distorções apontadas por estudos, como o de Delgado (2005), de que essa tendência pode não estar acontecendo em todas as regiões do País, o que torna relevante este presente estudo do tema. Na próxima seção, realizou-se revisão de literatura sobre Agricultura de Precisão, identificando seu contexto histórico, principais conceitos e ferramentas utilizadas.

4.3. AGRICULTURA DE PRECISÃO

Existem algumas diferenças entre a Agricultura de Precisão e a tradicional. A primeira delas é o conceito de que a agricultura tradicional é feita pela média dos resultados do campo, tratando a fazenda como uma área homogênea. Dessa forma, as decisões são baseadas em médias de campo e os insumos são aplicados de maneira uniforme. Todavia, com a AP, a área da fazenda é dividida em zonas de gestão, com base no pH do solo, taxas de produtividade, infestação de pragas e outros fatores que afetam a produção agrícola. As decisões de gestão são baseadas nas necessidades de cada zona e ferramentas como GPS e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são usadas para controlar as aplicações de insumos em cada zona (GRISSO *et al.* 2009).

Para Antuniassi, Baio e Sharp (2007), a Agricultura de Precisão é uma tecnologia moderna para o manejo do solo, insumos e cultivos de modo adequado, considerando as variações espaciais e temporais dos fatores que alteram a produtividade. A AP visa o gerenciamento detalhado destes fatores, não somente das aplicações dos insumos ou mapeamentos, mas de todos os processos envolvidos na produção, desde a sua operação mais inicial.

A AP é um tema amplo, sistêmico e multidisciplinar, indo além da aquisição de maquinário e/ou ferramentas, compondo um sistema de manejo integrado de informações e tecnologias, fundamentado na premissa de que as variabilidades de espaço e tempo influenciam nos rendimentos dos cultivos. As tecnologias de AP visam ao 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 (BERNARDI; FRAGALLE; INAMASU, 2011).

Tschiedell e Ferreira (2002) sintetizam a visão de diversos autores exibindo conceitos fundamentais da AP. Para os autores, a AP é um conceito abrangente, englobando tecnologias e conhecimentos inovadores de tecnologia da informação, eletrônico e geoprocessamento, dentre outros. O conceito incorpora grande número de conhecimentos técnico-científicos e tecnologia intensiva, proporcionando ao produtor rural novas formas de manejo e produção, equipamentos e pacotes tecnológicos.

Ademais, Grisso *et al.* (2009) ressaltam que o processo de aprendizagem na Agricultura de Precisão é contínuo, iniciando-se na interpretação dos dados coletados, que são utilizados para estabelecer-se as melhores estratégias de manejo. Após, existem reinterpretações e ajustes planejados, revisão de dados e coleta de novas informações. O principal resultado deste ciclo é a análise dos dados de produtividade dos campos de colheita, que servem de *inputs* para a realização de um novo ciclo. A Figura 2 exibe o ciclo de aprendizagem contínuo da Agricultura de Precisão.

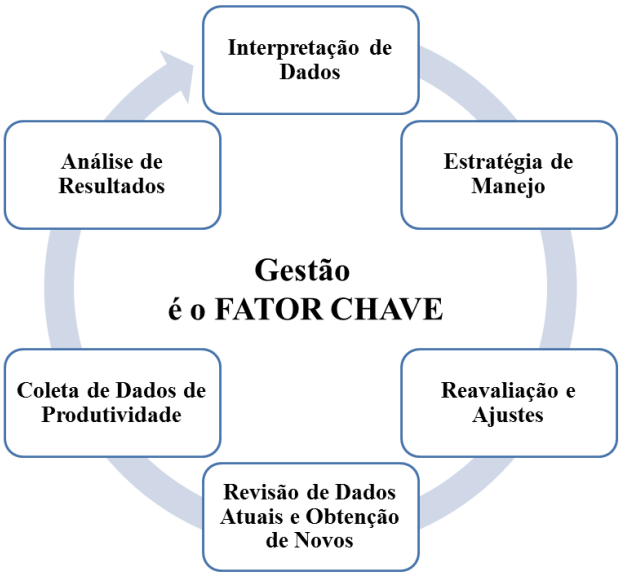

Figura 2 – Ciclo de Aprendizado da Agricultura de Precisão
Fonte: Traduzido de Grisso *et al.* 2009

Adicionalmente, vê-se que a AP é utilizada 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. Agricultores de todo o mundo tentam combinar as melhores práticas de cultivo de acordo com o tipo de solo, microclima e características do relevo; contudo, 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. Entretanto, enquanto há um grande número de pesquisas relacionadas às práticas agronômicas e econômicas da AP, pesquisas relacionadas à adoção da AP não seguem o mesmo ritmo de pesquisa (LOWENBERG-DEBOER, 1996).

Segundo McBratney *et al.* (2005), a agricultura de precisão tem como objetivo otimizar a gestão em nível de campo no que diz respeito a:

- **Ciência da colheita:** combinando práticas agrícolas direcionadas para as necessidades das culturas (por exemplo, aplicação variável de fertilizantes);
- **Proteção do meio ambiente:** reduzindo os riscos ambientais e a pegada da agricultura (por exemplo, limitando lixiviação de nitrogênio);
- **Economia**: ao aumentar a competitividade mediante a adoção de práticas mais eficientes (por exemplo, a melhoria da gestão do uso de fertilizantes e outros insumos).

McBratney *et al.* (2005) também destacam que a AP fornece aos agricultores riqueza de informações para:

- Construir um registro de sua fazenda;
- Melhorar a tomada de decisão;
- Fomentar maior rastreabilidade
- Aumentar a comercialização de produtos agrícolas
- Melhorar contratos de arrendamento e de relacionamento com os proprietários
- Melhorar a qualidade inerente aos produtos agrícolas (por exemplo, o nível de proteína da soja)

No entanto, ressalta-se que no Brasil, apesar de todos os ganhos e economias relacionadas, a adoção da AP no Brasil está acontecendo em velocidade mais lenta do que a prevista inicialmente (BERNARDI; FRAGALLE; INAMASU, 2011). Sendo assim, o estudo da adoção de AP no País ainda pode ser melhor explorado. Não é objetivo da seção exaurir a literatura sobre AP, mas sim entender a principal visão e conceitos sobre o tema e estudos realizados por alguns pesquisadores expoentes da área. Com base nesta contextualização de estudos fundamentais sobre o tema, utilizar-se-á a seguinte definição de Agricultura de Precisão:

- Agricultura de Precisão é um conjunto de práticas e ferramentas aplicadas à agricultura que proporcionam o gerenciamento da produção agrícola, contemplando a variedade espacial e temporal dos campos de cultivos, para incrementar a produção, melhorar o retorno sobre o investimento e reduzir os impactos ambientais. A AP utiliza-se intensivamente da

geotecnologia, do sistema Global Precision System (GPS) e da eletrônica, principalmente sensores (SWINTON; LOWENBERG-DEBOER, 1998; MOLIN, 2001; BLACMORE *et al.* 2003 apud ANSELMI 2012).

Após essas definições, a próxima seção identifica as principais ferramentas utilizadas na Agricultura de Precisão dos cultivos de soja e milho, foco desse trabalho.

4.4. PRINCIPAIS FERRAMENTAS UTILIZADAS NA AGRICULTURA DE PRECISÃO

Utilizou-se a visão de Grisso *et al.* (2009), e de maneira compreensiva, construiu-se um glossário sobre diversas práticas e ferramentas utilizados na Agricultura de Precisão, como:

- **Mapa de aplicação**: Mapa que mostra as taxas de aplicação diferentes sobre um campo. O controlador de taxa variável utiliza o mapa de aplicação para medir a aplicação adequada de produtos químicos em áreas específicas. A categorização das informações é feita utilizando-se de cores, indo de uma intensidade mais forte para uma menos intensa. É utilizado principalmente na adubação, correção de solos e nos pulverizadores de defensivos. O objetivo dessa ferramenta é eliminar áreas de sobreposição nas passadas e/ou falta de aplicação de determinado insumo.

- **Georreferenciamento:** Associa um grupo de informações (produtividade, pH, teor de nitrogênio no solo), com a posição bidimensional de uma área, utilizando latitude e longitude. Sua representação gráfica é semelhante aos mapas de aplicação.

- **GIS:** (Sistema de Informação Geográfica): *Software* que importa, exporta e processa dados que são distribuídos temporal e espacialmente.

- **GPS:** (*Global Positioning Systems*): Conjunto de 24 satélites em órbita da Terra que enviam sinais de rádio que podem ser processados por um receptor para identificar a sua posição no solo. Existem sistemas alternativos, sem erros de localização propositalmente adicionados, como o GLONASS, GALILEO, DGPS e o Beidou.

- Piloto Automático: O piloto automático é um dispositivo hidráulico acoplado ao sistema de esterçamento das máquinas. Esse dispositivo geralmente é orientado pelos sistemas de direcionamento (GPS com barra de luz ou RTK). D'Antoni, Mishra e Joo (2012) afirmam que esse dispositivo pode reduzir a fadiga do operador e aumentar a precisão das passadas.

- Base RTK: A navegação por correção RTK (*Real Time Kinematic*) funciona em conjunto com GPS, porém, a sua precisão é elevada por meio de uma base móvel colocada próxima ao local de operação do maquinário, que corrige o sinal GPS em tempo real, chegando a níveis de precisão 0,1 a 2,5 cm em 95% do tempo de operação (DEERE AND CO., 2014).

- Amostragem em Grade: Método de divisão de um campo em áreas que tem entre 0,25 a 1 hectares, com o objetivo de mapear o solo e determinar taxas de aplicação adequadas.

- *Krigging* ou **'Krigagem'**: baseada em geoestatística, é um método de suavização, estimativa e interpolação de dados coletados nas amostragens em grade.

- Sensoriamento Remoto: Medição das características de um campo sem contato com elas. Incluem ferramentas como fotos aéreas, imagens de satélites e outros métodos não intrusivos.

- *Scouting*: Realização de observações de campo, documentando impactos e coletando dados para determinar níveis de infestações e/ou desenvolvimento do cultivo. Utiliza sensores de clorofila, sensores de *stress* de nitrogênio, entre outros.

- VRT (*Variable Rate Technology*): equipamento de aplicação que inclui controles utilizados para variar a quantidade de fertilizante, corretivos e defensivos de acordo com a prescrição feita pelo mapa de aplicação ou medição feita instantaneamente pelo sensor.

- Mapa de Produtividade: Mapa criado utilizando monitor de colheita e GPS para identificar variações na produtividade em uma área de colheita.

- Monitor de colheita: Dispositivo acoplado na colheitadeira utilizado para mapear a produtividade e posição no campo durante a colheita.

- Irrigação de Precisão: Sistema de irrigação que permite aplicar a quantidade exata de água em pontos específicos da área, utilizando-se de sensores, painéis de controle, *pivots* ou gotejamento (VALMONT, 2015).

Após a identificação das principais ferramentas utilizadas no cultivo de grãos, buscou-se entender mais sobre os estudos sobre adoção de inovações e tecnologias pelos produtores rurais, buscando desde os estudos seminais até aqueles que estão no estado da arte.

4.5.ADOÇÃO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO

O estudo da adoção de inovações na agricultura iniciou-se na década de 1950 e 1960. Apesar de representarem estudos antigos se considerados em relação à literatura em estado da arte, a formação dos conceitos teóricos dos estudos mais modernos baseou-se em alguns autores dessa época, sendo seus expoentes Bryce e Gross (1950), Beal e Bohlen (1951) e Rogers (1962).

Bryce e Gross (1950) e Beal e Bohlen (1951) realizaram estudos sobre a difusão de sementes de milho híbrido no estado americano de Iowa e compararam taxas de difusão e seus condicionantes da adoção em diferentes municípios. Os autores descobriram que na maioria dos municípios a curva de adoção e difusão da inovação em função do tempo tinha formato de ‘S’ e, adicionalmente, observaram que o padrão de difusão era composto por três períodos: (1) um longo período de crescimento inicial lento, (2) aumento rápido da adoção e (3) um breve declínio, quando os adotantes mais resistentes passavam a adotar a inovação. Por fim, diversos fatores condicionantes da adoção da inovação em questão foram descritos, como tamanho da empresa agrícola, educação, idade, participação social em círculos externos a comunidade, fontes de informação, influência de fornecedores e vendedores, presença de agências de extensão, tipo de tecnologia a ser adotada e distância da principal cidade.

Rogers (1962) mostra que fazendas em regiões que se encontram mais longe de um ponto focal (por exemplo, as principais cidades do estado) têm uma taxa de difusão menor, na maior parte do tempo, assemelhando-se com os resultados de Bryce e Gross (1950) e Beal e Bohlen (1951).

O trabalho de Rogers (2003) evoluiu no sentido da sua extrapolação para outros setores da economia e na caracterização de perfis de adoção, que seguem o modelo da curva em ’S‘ definida por Beal e Bohlen (1951). Segundo Rogers (2003), nessa curva, distribuem-se cinco perfis de consumidores: Inovadores, Pioneiros, Maioria Inicial, Maioria Final e Retardatários. Cada segmento representa respectivamente 2,5%, 13,5%, 34%, 34% e 16% da curva. Em adição, Rogers (2003) afirma que até 87% da variância da adoção de uma inovação pode ser explicada por cinco fatores tecnológicos: vantagem relativa, compatibilidade, complexidade, experimentação e visibilidade do resultado. Ademais, outros fatores podem exercer influência na adoção. Estes fatores foram agrupados por Anselmi (2012), com base em Rogers (2003), na Figura 3, a seguir.

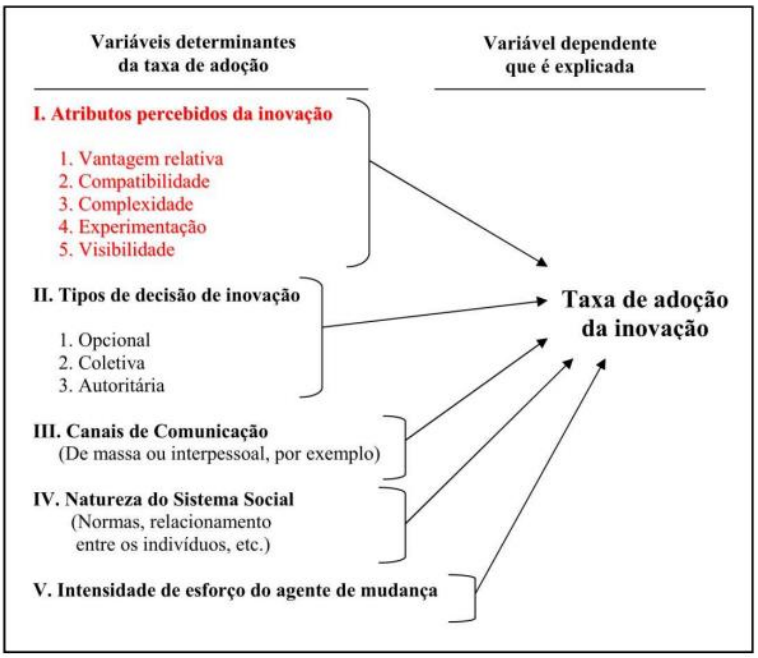

Figura 3 - Variáveis Determinantes na Adoção de Inovação
Fonte: Anselmi (2012)

Após a contextualização da origem dos estudos de adoção de inovações na agricultura, avança-se para a análise de trabalhos realizados por trabalhos mais recentes.

Segundo Feder e Umali (1993), a Revolução Verde, que ocorreu desde década de 1960 até o início de 1980, motivou numerosos estudos no intuito de identificar os determinantes da adoção de novas tecnologias pelos produtores rurais, durante as fases iniciais do processo de difusão. Todavia, até o início dos anos 1990, a maioria das tecnologias de ’primeira onda‘ da Revolução Verde já havia alcançado ou estava perto da fase final do ciclo de difusãoDeste modo, para os autores há uma clara

diferença entre os estudos realizados em 1970 e 1980 e aqueles realizados em tempos mais recentes. Essa diferença diz respeito ao estágio do ciclo de adoção e difusão das tecnologias atuais. Por conseguinte, assumiu-se que os estudos de AP estão em estágio introdutório da curva ’S‘ definida por Beal e Bohlen (1951) e Bryce e Gross (1950).

Segundo Silva (2009), os primeiros estudos sobre Agricultura de Precisão iniciaram-se na década de 1980 na Europa e nos EUA. No Brasil, algumas tecnologias de AP foram trazidas entre 1995 e 1996. Partindo-se dessa premissa e baseando-se nos conceitos e métricas de difusão e adoção de Sunding e Zilberman (2011), supõe-se que a dinâmica de adoção de tecnologias ocorrida na época da Revolução Verde seja semelhante à atual. Contudo, atualmente o estágio do ciclo de difusão de AP é inicial, sendo fundamental a análise dos estudos realizados nos últimos 15 anos, com menor foco àquelas realizados entre 1960 e 1990, uma vez que a difusão desse pacote tecnológico esteja perto da sua consolidação, segundo Feder e Umali (1993).

Para analisar-se trabalhos mais recentes, é necessário assumir a premissa de que as práticas e tecnologias utilizadas na agricultura atual 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 é extensa e diversa, abordando temas relacionados a fertilizantes, defensivos agrícolas, práticas de conservação e sustentabilidade, inovações agroflorestais, máquinas agrícolas, novas sementes, entre outras tecnologias. Foram analisados 32 trabalhos empíricos e o seu processo de busca é detalhada na seção 5.1. Método de Busca de Artigos da Revisão de Literatura. Os estudos estão ordenados segundo o país em que se realizou 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. A próxima seção exibe os condicionantes de adoção de AP identificados nos 32 trabalhos analisados. .

Tabela 11 – Estudos Analisados pela Revisão de Literatura da Pesquisa

País	Autores e Ano	Cultivo	Tecnologia Estudada	Método de Análise	Amostra	Condicionantes de Adoção de AP e Influência na Adoção (+ ou -)
Alemanha	Reichardt e Jurgens (2009)	-	Diversas práticas e tecnologias de AP	Cross Tab	6.183	ısto de Investimento da Tecnologia AP (-); Utilização de Fontes de Informação (+); Percepção dos benefícios de adotar AP (+)
Austrália	Robertson *et al.* (2012)	Grãos	Taxa Variável e Mapas de Produtividade	Logit	1.170	% da Área Cultivada (+); Área Cultivada (+); Escolaridade (+); Uso de Consultores Externos (+)
Brasil	Anselmi (2012)	Grãos	Diversas práticas e tecnologias de AP	Análise Fatorial e Correlação Linear	75	Área Cultivada (+); Percepção dos Atributos Tecnológicos (+); Utilização de Fontes de Informação (+); % Participação da Renda Agrícola (+); Utilização de Serviços de AP de Terceiros (+)
Brasil	Lanna *et al.* (2011)	Café	Tecnologia de Despolpamento	Logit	59	Associativismo (+), Utilização de capital próprio (+), Escolaridade (+), Rentabilidade (+) e Treinamento (+)
Brasil	Machado e Nantes (2011)	Pecuária Corte	Internet e Tecnologia da Informação	Estudos de Caso	10	O perfil do produtor, com base em Rogers (2003) influencia a adoção, assim como variáveis de personalidade e fontes de informação.
Brasil	Araújo *et al.* (2010)	Mamão	Diversas práticas e tecnologias de AP	Regressão múltipla	113	Escolaridade (+); Crédito (+); Experiência do Produtor (+)
Brasil	Melo (2008)	Alho	Alho-Semente Livre de Vírus	Estatística Descritiva	33	Associativismo (+); Experiência do produtor (+); Renda Familiar Diversificada (+); Fonte de Informação (+);
Brasil	Monte e Teixeira (2006)	Café	Tecnologia de Despolpamento	Logit	56	Associativismo (+), Utilização de capital próprio (+), Escolaridade (+), Rentabilidade (+) e Treinamento (+)
Brasil	Oliveira, Khan e Lima (2005)	Banana	Diversas práticas e tecnologias de AP	Probit	N/D	Assistência técnica (+), Importância do Cultivo Analisado para o Produtor (+); Crédito (+), Escolaridade (+); Idade (+), F22Renda (+) Local de Residência (+)
Brasil	Segovia (2004)	Cana	Sistemas Agroflorestais	Estatística Descritiva	25	Fontes de Informação (+); Assistência Técnica (+); Características da Tecnologia e Adaptabilidade ao Modelo de Produção da Região
Brasil	Perz (2003)	Diversas	Diversas práticas e tecnologias de AP	Logit	261	Presença de Mão de Obra Disponível (+); Capital (+); Posse da terra (+)
Brasil	Silva e Carvalho (2002)	-	Diversas práticas e tecnologias de AP	Contagem	120	Associativismo (+); Escolaridade (+); Área da fazenda (-)Posse da Terra (-); Renda obtida fora da propriedade (-)
Brasil	Vicente (2002)	Diversas	Herbicidas e Fertilizantes	Probit	~7000	Área Total do Imóvel (+); % da Área Cultivada (+); Trabalho Não Residente (+); Acesso ao Crédito (+)
Brasil	Franscisco e Pino (2002)	Diversas	Tecnologia da Informação	Logit	3.204	Caráter empresarial (+); Maior nível tecnológico (+); Idade (-), Escolaridade (+); Atividade Não Agrícola (+); Cooperativismo (+); Pretensão de aumentar a área nos próximos cinco anos (+).
Chile	Rojas et al (2013)	Frutas	Conservação de Solos e Água	Probit	319	Área da Fazenda (+); Acesso ao Crédito (+); Incentivos do Governo (+)
Congo	Lambrecht *et al.* (2014)	Diversas	Fertilizante Mineral	Probit	412	Educação (+); Capital Social (+)
Etiópia	Abebe *et al.* (2013)	Batata	Variedades de batata melhoradas	Probit	334	Assistência técnica (+);Acesso ao Crédito (+); Educação (+); Fontes de Informação (+); Meios de Comunicação (TV/Radio) (+)

EUA	D'Antoni, Mishra, Joo (2012)	Algodão	Tecnologia de Auto-esterçamento	Logit	1.692	Percepção da Importância de AP (+); Orientação para Redução de Custos (+); Tamanho da Colheitadeira (+); Tamanho da Fazenda (+); Idade (-)
EUA	Walton *et al.* (2008)	Algodão	Amostragem de Solos	Probit	827	Idade (-); Área Cultivada (+); Posse da Terra (+); Utilização de Computador na Gestão da Fazenda (+); Utilização de Palm Top no campo (+)
EUA	Larson *et al.* (2008)	Algodão	Sensoriamento Remoto	Logit	1.125	Idade (-); Escolaridade (+); Área Cultivada (+); Irrigação (+)
EUA	Isgin *et al.* (2008)	N/D	Diversas práticas e tecnologias de AP	Logit	491	Idade (+); Tamanho da Fazenda (+), Qualidade do Solo (+); Influência Urbana (+); Dívidas/Restrições do Produtor (-); Localização da Fazenda (+); Utilização de Computador na Gestão (+); Faturamento (+)
EUA	Torbett *et al.* (2007)	Grãos	Melhoria de Eficiência de Minerais	Logit	1.131	Idade (+); Arrendamento (+); Utilização de Computador na Gestão da Fazenda (+)
EUA	Roberts *et al.* (2004)	Algodão	Diversas práticas e tecnologias de AP	Probit	1.131	Área da Fazenda (+)
EUA	Daberkow e McBride (2003)	Diversos	Diversas práticas e tecnologias de AP	Logit	8.429	Tamanho da Fazenda (+); Educação (+); Conhecimento de Informática (+); Idade (-); Dedicação a Atividade Agrícola (+)
EUA	Fernandez-Cornejo, Daberkow e McBride (2002)	Diversos	Diversas práticas e tecnologias de AP	Tobit	4.040	Tamanho da Fazenda (+);
EUA	Roberts, English e Larson (2002)	Algodão	Diversas práticas e tecnologias de AP	Logit	284	Área Cultivada (+); Tamanho da Fazenda (+); Posse da terra (+);
EUA	Khanna (2001)	Grãos	Amostragem de Solos e Taxa Variável	Logit	650	Tamanho da Fazenda (+); Educação (+), colocada como capital humano nesse trabalho; Utilização de Computador (+) Grau de Inovação do Produtor (+)
EUA	Daberkow e McBride (1998)	Grãos	Agricultura de Precisão	Logit	950	Tamanho da Fazenda (+); Educação (+); Utilização de Computador (+); Exclusividade na Atividade Agrícola (+); Percepção sobre a Tecnologia (+)
EUA	Hadrich e Van Winkle (2013)	Pecuária	Melhores Práticas na Gestão da Água	Probit	150	Práticas de Planejamento e Gestão (+); Diversificação de Cultivos (+)
EUA	Manson *et al.* (2014)	Pecuária	Rotação de Pastagens	Social Networks	N/D	Número de Nós na Rede do Produtor, além de simulações feitas com o número de produtores vizinhos, elos fracos e idade do relacionamento se mostraram influentes na adoção de rotação de pastagens
EUA	Ramirez (2013)	Diversas	Irrigação de Precisão	Social Networks	26	Participação em organizações de produtores é um fator chave na adoção de irrigação de precisão
Filipinas	Mariano, Villano e Fleming (2012)	Arroz	Tecnologias e Melhores Práticas	Logit	3.164	Educação (+), Propriedade de Máquinas (+), Irrigação (+), Atividades de aperfeiçoamento do Produtor (+) e Comportamento Orientado para o Lucro (+).

4.6. CONDICIONANTES DE ADOÇÃO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO IDENTIFICADOS

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 métodos de análise de regressão logística, Logit e Probit. Outro ponto observado é que a variável dependente é a adoção de uma determinada tecnologia de AP ou um conjunto de tecnologias. A seguir, descreve-se cada conjunto de variáveis identificadas na revisão de literatura, agrupando-as em Características do Produtor, Características da Fazenda e Fontes de Informação. A principal saída desta seção é a construção das bases teóricas para a elaboração das hipóteses do trabalho.

4.6.1. CARACTERÍSTICAS DO PRODUTOR

As características do produtor 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).

Com relação as características do produtor, identificou-se que os condicionantes de adoção de AP mais recorrentes encontrados nos trabalhos analisados foram idade, educação, presença em associações e cooperativas, a experiência do agricultor e a importância da agricultura na renda total do produtor.

Com relação à idade, Oliveira, Khan e Lima (2005) e Torbett *et al.* (2007) encontraram relação positiva entre idade e adoção de Agricultura de Precisão: quanto maior a idade, maior a adoção de certa tecnologia. Visão contrária foi encontrada por Francisco e Pino (2004), Daberkow e McBride (2003) e D'Antoni, Mishra e Joo (2012): nestes trabalhos, os autores identificaram que quanto maior a idade, menor a probabilidade de adoção da Agricultura de Precisão, sendo a idade um condicionante detrator da adoção de AP.

Surgem alguns pontos de discussão dos resultados encontrados por tais autores: produtores mais jovens podem ser mais propensos a testar e adotar uma nova tecnologia, o que os traria mais probabilidades de adoção de AP. Por outro lado, produtores mais velhos podem ter mais

experiências de sucesso com AP por terem realizado mais testes durante sua vida como agricultor, já que a idade tem relação com a experiência na atividade.

Encontrou-se que a educação do produtor é um fator que influencia positivamente a adoção de AP. Nos trabalhos de Daberkow e McBride (1998), Khanna (2001), Daberkow e McBride (2003), D'Antoni *et al.* (2012), Mariano, Villano e Fleming (2012), Abebe *et al.* (2013) e Lambrecht *et al.* (2014) esta relação foi observada. Entende-se que a escolaridade auxilia na busca de novas alternativas de produção e tecnologias, facilitando o entendimento de novos processos, utilização de novos produtos e a mensuração de seus resultados.

Com relação à participação do produtor em organizações, como associações e cooperativas de produtores, verifica-se que sua influência é positiva na adoção de Agricultura de Precisão, conforme Francisco e Pino (2004), Silva e Carvalho (2002), Monte e Teixeira (2006), Melo (2008), Manson *et al.* (2014) e Ramirez (2013). A troca de experiências entre os produtores é condicionante para a difusão de inovação (Rogers, 2003) e o ambiente promovido por estas organizações influencia positivamente na adoção de AP.

A experiência do produtor tem relação positiva com a adoção de Agricultura de Precisão, conforme demonstram Khanna (2001), Rogers (2003), Melo (2008) e Araújo et al (2010). A experiência do produtor possibilita maior entendimento das melhores decisões a serem tomadas para o seu negócio e ademais, propicia o tempo necessário para que uma nova adoção de tecnologia se prove.

Por fim, a importância da agricultura na renda total do produtor foi identificada como um dos determinantes de adoção de novas tecnologias. Os trabalhos de Oliveira, Khan e Lima (2005), Melo (2008) e Francisco e Pino (2004) evidenciam relação positiva entre renda obtida na propriedade e a adoção de AP. Já Silva e Carvalho (2002) mostram que se o produtor obtém renda fora da atividade agrícola, este tem menor tendência de adoção a determinada tecnologia.

Novamente, surgem alguns pontos de discussão dos resultados encontrados pelos autores citados acima: para o produtor que tem renda mais dependente da agricultura, a adoção de AP é uma das maneiras de elevar sua produtividade. No entanto, a decisão de adoção de AP pode ser arriscada o suficiente para inibir sua adoção, porque elevar a produtividade pode não necessariamente garantir o retorno sobre o investimento em um novo maquinário, por exemplo.

Por outro lado, produtores que têm outras fontes de renda apresentam menor risco associado ao investimento em AP e a seu provável insucesso, mas se a sua atividade principal não é a agricultura, o custo de oportunidade de investimento nesta atividade pode ser elevado. Vê-se que a origem da renda (se é advinda da agricultura ou outra atividade), como mostrada pelos estudos citados, é importante determinante na adoção de Agricultura de Precisão e deve ser mais estudada, pois seus efeitos encontrados na literatura ainda são passíveis de discussão.

Também foram encontrados outros determinantes como o tamanho da família, local de residência, papel na tomada de decisão, capacidade de obter e processar informações, rede de relacionamento e aversão ao risco, mas estes tiveram efeitos menores ou irrelevantes estatisticamente do que os principais supracitados e não foram considerados na construção de hipóteses e instrumento de coleta do trabalho.

4.6.2. CARATERÍSTICAS DA FAZENDA

Os dois determinantes relacionados as características da fazenda mais recorrentes encontrados na revisão de literatura são área da fazenda e domínio sobre a terra (tipo de posse).

O tamanho da fazenda refere-se ao total de terras disponíveis a um agricultor para a produção agrícola. Na revisão de literatura, identificou-se que há maior tendência de adoção de Agricultura de Precisão conforme a área da fazenda se eleva, conforme Daberkow e McBride (1998), Khanna (2001), Roberts, English e Larson (2002), Fernandez-Cornejo, Daberkow e McBride(2002), Francisco e Pino (2004), Silva e Carvalho (2002), Vicente (2002), Daberkow e McBride (2003), Roberts *et al.* (2004), Isgin *et al.* (2008), Larson *et al.* (2008), Walton *et al.* (2008), Robertson *et al.* (2012) e Rojas *et al*. (2013).

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 AP. Embora este fator tenha sido insignificante em alguns casos, o seu impacto sobre a adoção tem sido geralmente consistente, como nos estudos Roberts, English e Larson (2002), Silva e Carvalho (2002), Perz (2003), Walton *et al.* (2008), Isgin *et al.* (2008).

Outros determinantes encontrados são: a especialização da fazenda por cultivo, relação ativos/passivos, valor da produção, produtividade, lucratividade, qualidade do solo, percentagem da cultura da principal sobre a área total, percentagem de área colhida na área total. Todos estes, entretanto, apresentam força influenciadora pequena ou irrelevante estatisticamente e não foram considerados na construção de hipóteses e do instrumento de coleta deste trabalho.

4.6.3. FONTES DE INFORMAÇÃO

A informação é a chave para a difusão de inovações (ROGERS, 2003). Dada a dificuldade de quantificar informação, esta 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 têm maior probabilidade de adotar novas tecnologias, pois estas elevam o conhecimento sobre o impacto da adoção no negócio do produtor.

Percebe-se que quanto maior o número e a qualidade das fontes de informações, os produtores rurais tendem a adotar mais Agricultura de Precisão conforme os estudos de Daberkow e McBride (1998), Khanna (2001), Segovia (2004), Monte e Teixeira (2006), Walton *et al.* (2008), Melo (2008), Reichardt e Jurgens (2009), Lanna *et al.* (2011), Robertson *et al.* (2012), Anselmi (2012), Abebe *et al.* (2013) e Manson *et al.* (2014) e até mesmo nos estudos seminais de Bryce e Gross (1950), Beal e Bohlen (1951) e Rogers (1962), estes últimos não com relação à AP, mas sim a inovações como sementes híbridas. Vê-se que a utilização de órgãos de extensão, consultores externos, mídia especializada, congressos, palestras, vendedores dos fabricantes e outros canais de comunicação são importantes difusores de inovação na agricultura.

Baseando-se nestes estudos e no relacionamento das variáveis influenciadoras encontradas na adoção de AP, partiu-se para a construção de hipóteses da pesquisa, tendo essas relação intrínseca com as características do produtor, da fazenda e fontes de informação.

4.7. FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES

Com base na revisão de literatura e no intuito de atingirem-se os objetivos do trabalho, construíram-se as seguintes hipóteses de pesquisa:

- H1 – Idade: **H_0**: A idade dos produtores é um fator limitante na adoção de AP.
- H2 – Educação: **H_0**: Produtores com maior nível de educação têm maior probabilidade de adotar AP.
- H3 – Presença em associações e cooperativas: **H_0**: a participação em associações e cooperativas de produtores permite maior adoção de AP.
- H4 – Experiência: **H_0**: A experiência do produtor possibilita permite maior adoção de AP.
- H5 – Importância da agricultura na renda total do produtor: **H_0**: Agricultores que têm outras fontes geradoras de renda além da agricultura têm maior probabilidade de adotar AP.
- H6 – Área: **H_0**: Produtores que cultivam áreas maiores de soja, milho verão e safrinha têm maior probabilidade de adotar AP.
    - Nesse trabalho, esta hipótese divide-se em três, uma para o cultivo de soja **$H_{0\ soja}$**, outra para milho safra **$H_{0\ milho}$**, e outra para o milho safrinha **$H_{0\ safrinha}$**, mas a lógica de validação é a mesma para os três cultivos.
- H7 – Fontes de Informação: **H_0**: Os produtores que acessam fontes de informação sobre AP têm maior probabilidade de adotar AP.
- H8 – Meios de Comunicação: **H_0**: Os produtores que acessam meios de comunicação sobre AP têm maior probabilidade de adotar AP.

A Tabela 12 resume a discussão supracitada, agrupando as características analisadas, suas variáveis, o sinal esperado na construção das hipóteses e os estudos nos quais este trabalho baseou-se para elaboração das hipóteses de pesquisa.

	Variáveis	Sinal Esperado	Referencial
Características do Produtor	H1 – Idade	-	Francisco e Pino (2004); Daberkow e McBride (2003); D'Antoni *et al.* (2012).
	H2 – Educação	+	Daberkow e McBride (1998), Khanna (2001), Daberkow e McBride (2003), D'Antoni *et al.* (2012), Mariano, Villano e Fleming (2012), Abebe *et al*. (2013) e Lambrecht *et al.* (2014)
	H3 - Presença em associações e cooperativas	+	Francisco e Pino (2004), Silva e Carvalho (2002), Monte e Teixeira (2006), Melo (2008), Manson *et al.* (2014) e Ramirez (2013).
	H4 – Experiência	+	Khanna (2001), Rogers (2003), Melo (2008) e Araújo *et al.* (2010).
	H5- Importância da agricultura na renda total do produtor	-	Oliveira, Khan e Lima (2005), Melo (2008) e Francisco e Pino (2004)
Características da Fazenda	H6 – Área	+	Daberkow e McBride (1998), Khanna (2001), Roberts *et al.* (2002), Fernandez-Cornejo, Daberkow e McBride (2002), Francisco e Pino (2004), Silva e Carvalho (2002), Vicente (2002), Daberkow e McBride (2003), Roberts *et al.* (2004), Isgin *et al.* (2008), Larson *et al.* (2008), Walton *et al.* (2008), Robertson *et al.* (2012) e Rojas et al (2013).
Fontes de Informação	H7 - Fontes de Informação	+	Daberkow e McBride (1998), Khanna (2001), Segovia (2004), Monte e Teixeira (2006), Walton *et al.* (2008), Melo (2008), Reichardt e Jurgens (2009), Lanna *et al.* (2011), Robertson *et al.* (2012), Anselmi (2012), Abebe et al (2013) e Manson *et al.* (2014)
	H8 – Meios de Comunicação	+	

Tabela 12 – Sinais Esperados na Construção de Hipóteses da Pesquisa
Fonte: elaborado pelo autor

A próxima seção evidencia o método utilizado no trabalho, exibindo a sistemática de busca de artigos para revisão de literatura, o tipo de pesquisa, a definição da amostra, a técnica de coleta de dados, a descrição das variáveis selecionadas e o modelo econométrico utilizado.

5. MÉTODO

5.1. MÉTODO DE BUSCA DE ARTIGOS DA REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção resume o que foi feito para identificar os estudos relevantes e de estado da arte para a revisão, com o objetivo de apoiar o cumprimento dos objetivos do trabalho. O processo exigiu ferramentas abrangentes 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, todos acessados em 2014.

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 mil 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 mil 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. Os trabalhos de teses e dissertações que foram publicados não foram analisados, mas sim os artigos gerados por esses trabalhos, a fim de se evitar redundância na análise. Desta maneira, foram selecionados estudos relacionados ao tema central da revisão, ou seja, adoção de AP. Na fase de leitura, uma abordagem ‘bola de neve’ foi adotada, permitindo a busca de outros documentos pertinentes. Foram analisados trabalhos publicados nos últimos 15 anos, incluindo o ano de 2014. Essa abordagem baseou-se na realizada por Knowler e Bradshaw (2007) e Pierpaolia *et al.* (2013). Dessa forma, foram analisados 32 trabalhos empíricos. Esses estudos são apresentados na Tabela 11.

5.2. TIPO DE PESQUISA

Essa pesquisa é caracterizada como estudo exploratório e descritivo, com aplicação de técnicas de análise quantitativas. Gil (1999) afirma que a pesquisa exploratória possibilita maior familiaridade com o problema, visando analisar os aspectos envolvidos com o tema em questão e contribuir para a formulação de hipóteses.

5.3. DEFINIÇÃO DA AMOSTRA

As informações sobre o número e universo dos produtores rurais do Brasil são defasadas. A informação mais recente é do último Censo Agropecuário, realizado em 2006: Este informa que existiam 135.078 estabelecimentos agropecuários produtores de soja Brasil. Já o milho em grão contava com 2.030.122.Assim, considerou-se o número de estabelecimentos agropecuários produtores de soja e milho somados como o número total de indivíduos na população, sendo 2.165.200 estabelecimentos (IBGE, 2006).

Ressalta-se, contudo, que o número de estabelecimentos rurais pode não refletir o número de produtores, porque um produtor pode deter mais de um estabelecimento registrado, e um produtor de soja pode também ser um produtor de milho, provavelmente diminuindo o tamanho do universo de produtores estudado. Com base nessas informações, considerou-se a população de 2.165.200 produtores de grãos (soja e milho) do Brasil. Com intervalo de confiança de 95% e erro amostral de 5%, o valor estimado para amostragem foi de 387 produtores.

5.4. TÉCNICA DE COLETA DE DADOS

A pesquisa envolveu a coleta de dados primários, por meio de questionário estruturado. O trabalho de campo foi realizado por meio de entrevistas presenciais com produtores de soja e/ou milho durante a 22ª *Agrishow* - Feira Internacional de Tecnologia Agrícola em Ação, que aconteceu entre 27 de abril e 1 de maio de 2015, na cidade de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. As entrevistas ocorreram dentro dos *stands* de empresas parceiras da pesquisa: John Deere, Massey Ferguson, Trimble, Kuhn, Agres e Arvus.

Após o trabalho de campo e a tabulação dos dados, verificou-se 412 entrevistas realizadas. Destas, oito foram descartadas, por não se tratarem de produtores de soja e/ou milho. Sendo assim, utilizou-se 403 entrevistas para análise do trabalho. Porém, ao realizar-se a construção do modelo logístico, utilizaram-se 356 respostas válidas, pois houve 48 respostas expurgadas

devido a valores faltantes (*missing values*). Ressalta-se que uma das limitações do trabalho é a coleta de dados realizada num ambiente específico e a falta de amostragem por cotas, podendo conter vieses. Portanto, não se considerou a amostra como representativa.

5.5. DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS SELECIONADAS PARA CONSTRUÇÃO DO QUESTIONÁRIO

As variáveis selecionadas determinam o modelo de regressão logística da seguinte forma:
ADO = f (ID, EDU, ASSO, COOP, EXPC, RENDA, ÁREA_SOJA, ÁREA_MILHO, INFO, COMM, ε_i) , onde:

A**DO** Adoção de AP é a variável dependente, sendo 1 se o produtor adota Agricultura de Precisão e 0 se não adota e o termo ε_i é um erro aleatório.

As **variáveis explicativas** foram selecionadas de acordo com a revisão de literatura e são as seguintes:

V1. ID é a idade do produtor, medida em anos.

V2. EDU é nível de escolaridade do produtor, medido nas opções de resposta Fundamental Incompleto, Fundamental Completo, Médio Incompleto, Médio Completo, Ensino Técnico Incompleto, Ensino Técnico Completo, Graduação Incompleta, Graduação Completa, Pós Graduação Incompleta ou Pós Graduação Completa.

V3. ASSO é a participação do produtor em associações, sendo 1 se o produtor participa e 0 se não participa.

V4. COOP é a participação do produtor em cooperativas, sendo 1 se o produtor participa e 0 se não participa.

V5. EXPC é a experiência do produtor, medida em quanto tempo que os respondentes atuam na agricultura, nas categorias Menos de 1 ano, Entre 1 e 5 anos, Entre 6 e 10 anos, Entre 11 e 15 anos, Entre 16 e 20 anos e Mais de 20 anos.

V6. RENDA é a importância da agricultura para a renda total do produtor, medida na porcentagem da renda total que é advinda da agricultura.

V7. ÁREA_SOJA é o tamanho da área dedicada ao cultivo da soja, na safra 14/15, medida em hectares.

V8. ÁREA_MILHO é o tamanho da área dedicada ao cultivo do milho, na safra 14/15, medida em hectares.

V9. ÁREA_SAFRINHA é o tamanho da área dedicada ao cultivo milho safrinha, na safra 14/15, medida em hectares.

V10. INFO são as fontes de informação externas que o produtor utiliza para obter informações sobre Agricultura de Precisão, sendo 1 quando utiliza, e 0 quando não utiliza determinada fonte. Consideraram-se as seguintes fontes de informação: V10.1 Agrônomo, consultor ou técnico contratado; V10.2 Representante técnico de vendas do fabricante; V10.3 Vendedor do distribuidor de insumos; V10.4 Associação de produtores; V10.5 Cooperativa de produtores; V10.6 Assistência técnica e extensão rural (Emater, CATI); V10.7 Órgãos do governo (Embrapa) e V10.8 Outros produtores.

V11. COMM são os meios de comunicação que o produtor utiliza para obter informações de Agricultura de Precisão, sendo 1 quando utiliza, e 0 quando não utiliza determinado meio de comunicação. Considerou-se os seguintes meios de comunicação: V.11.1 Correio; V.11.2 Dia de Campo; V.11.3 Internet; V.11.4 E-mail; V.11.5 Feiras e Eventos; V.11.6 Palestras; V.11.7 Televisão; V.11.8 Publicações de Universidades; V.11.9 Redes Sociais (*Facebook*/outras); V.11.10 Revista ou Jornal Especializado em Agricultura/Agronegócios; V.11.11 Site dos Fornecedores; V.11.12 Smartphone e Aplicativos.

5.6. TECNOLOGIAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO ESTUDADAS

Com base na revisão de literatura e em informações de fabricantes de equipamentos, selecionaram-se as seguintes tecnologias de Agricultura de Precisão para estudo de sua adoção, e o seu valor é 1 se o produtor adota e 0, se o produtor não adota:

- V12.1 Análise de Solos
- V12.2 Amostragem de Solo em Grade (Georreferenciada)
- V12.3 Aplicação de Corretivos e Fertilizantes em Taxa Variável
- V12.4 Aplicação de Defensivos em Taxa Variável
- V12.5 Semeadura em Taxa Variável
- V12.6 GPS com Barra de Luz
- V12.7 GPS com correção RTK
- V12.8 Piloto Automático
- V12.9 Monitor de Colheita
- V12.10 Mapa de Produtividade
- V12.11 Mapa de Aplicação
- V12.12 Sensoriamento Remoto (Aéreo/Satélite/Outros)
- V12.13 Sensores de Plantas Daninhas, Pragas e Doenças
- V12.14 Irrigação de Precisão

A Figura 4 consolida a visão supracitada em uma única estrutura, oferecendo uma análise mais ampla e simultânea das variáveis inseridas no modelo proposto. Ressalta-se que esta visão foi feita a priori da análise estatística. A seguir, descreve-se o modelo econométrico utilizado na pesquisa.

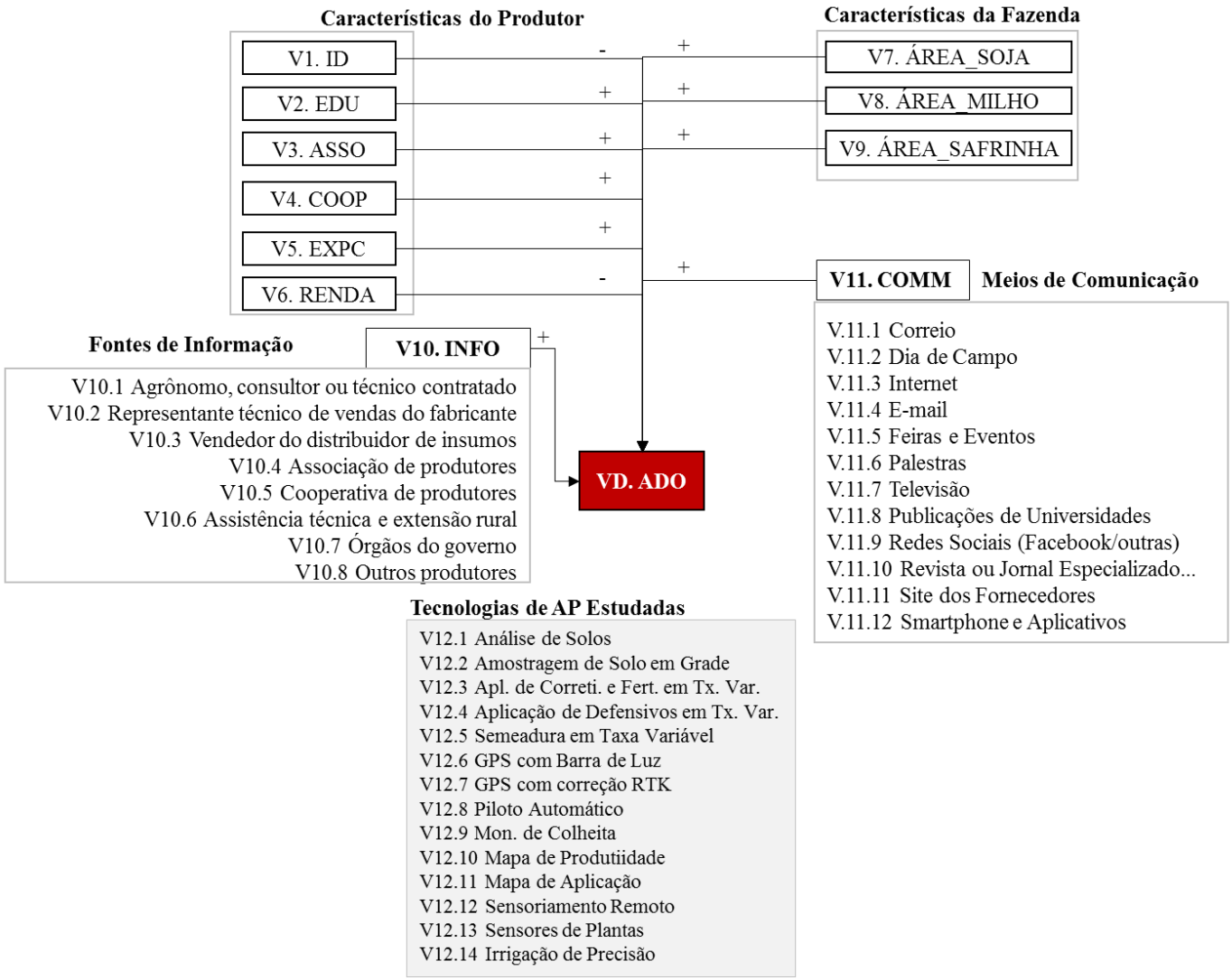

Figura 4 - Visão das Variáveis do Modelo e Sinais Esperado
Fonte: elaborado pelo autor

5.7. MODELO ECONOMÉTRICO

A maioria das decisões dos agricultores relacionadas adoção de tecnologia é de natureza binária. Basicamente, as escolhas dos agricultores são do tipo 'utilizar' ou 'não utilizar' determinada tecnologia. Conforme revisão de literatura apresentada nas Tabela 11, utiliza-se o modelo lógite ou *probit* de forma mais frequente nesse tipo de estudo, cuja variável dependente é binária, indicando uma ocorrência ou não de um evento. O modelo econométrico e representações usadas neste projeto derivam de Greene (2005) e foram utilizados nesa pesquisa. Dessa forma, a escolha de cada produtor é representada por uma variável *dummy*:

$$y_i = \begin{cases} 1, \text{ se o produtor adota determinada tecnologia} \\ 0, \text{ se o produtor não adota essa tecnologia} \end{cases}$$

Cumpre destacar que a decisão dos produtores de adotarem uma tecnologia tem base na maximização da sua utilidade, podendo ser representando por $U_i^*(\pi)$, onde π é a renda da fazenda. Assim, se a utilidade esperada da adoção de uma tecnologia (A) é maior que a utilidade da não adoção (NA), o indivíduo escolhe o resultado que maximiza a renda resultante de uma decisão de adoção, ou seja, $U_A^*(\pi) > U_{NA}^*(\pi)$.

Os parâmetros da decisão do produtor rural geralmente podem ser definidos como uma variável latente podendo ser relacionada a um conjunto de variáveis socioeconômicas, institucionais e agroecológicas, baseadas na revisão de literatura apresentada (x_i):

$$U_i = X_i\beta + \varepsilon_i \qquad i = 1, 2, \ldots, N \qquad (1)$$

Onde β é um vetor de parâmetros de adoção e ε_i é um erro aleatório. Dessa forma:

$$y_i = 1, se\ U_A^*(\pi) > U_{NA}^*(\pi) \qquad (2)$$

$$y_i = 0, caso\ contrário$$

Logo, a probabilidade da adoção de tecnologia pode ser expressa por:

$$P[y_i = 1] = P(\varepsilon_i > -X_i\beta) = 1 - F(-X_i\beta) = F(X_i\beta) \qquad (3)$$

Em que F é a função de distribuição acumulada e o parâmetro pode ser estimado usando o método de máxima verossimilhança. Modelos binários de escolha diferem apenas na suposição sobre a forma funcional da distribuição; por conseguinte, o modelo lógite pode ser expresso por: $P_i = P[y_i = 1] = \frac{\varepsilon^{x_i\beta}}{1+\varepsilon^{x_i\beta}}$ (4)

No modelo logístico os parâmetros podem não ser necessariamente os efeitos marginais, como no modelo linear clássico. Dadas estimações de funções não-lineares, o efeito marginal de uma variável explicativa na variável dependente não é o coeficiente β e deve ser calculado para cada ocorrência visando fornecer inferências sobre a sua influência explicativa na probabilidade de $y_i = 1$. O efeito marginal que uma mudança x_i causa na probabilidade de adoção de determinada tecnologia pode ser expresso por:

$$\frac{\partial E[y|\boldsymbol{x}]}{\partial \boldsymbol{x}} = \left\lfloor \frac{\partial F(\boldsymbol{\beta}'\boldsymbol{x})}{\partial(\boldsymbol{\beta}'\boldsymbol{x})} \right\rfloor \boldsymbol{\beta} = f(\boldsymbol{\beta}'\boldsymbol{x})\boldsymbol{\beta} \quad (5)$$

onde F é a função de distribuição logística e f é a função densidade de probabilidade.

Escolheu-se o modelo *logit*, ou modelo logístico, que segundo Corrar, Paulo e Dias Filho (2007) tem pequeno número de suposições, podendo-se desviar de restrições de outros modelos multivariados, como homogeneidade da variância e normalidade na distribuição dos erros. Entretanto, ainda segundo estes autores, o modelo apresenta os seguintes requisitos:

- Inclusão de todas as variáveis preditoras no modelo para que ele obtenha maior estabilidade.
- O valor esperado do erro deve ser zero
- Inexistência de correlação entre os erros
- Inexistência de correlação entre os erros e as variáveis independentes
- Ausência de multicolinearidade perfeita entre as variáveis independentes.

A próxima seção apresenta a análise descritiva dos resultados da pesquisa, trazendo informações sobre as características dos produtores rurais analisados e de suas fazendas.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, buscou-se atingir os objetivos da pesquisa por meio da análise dos resultados encontrados no trabalho de campo. Estes resultados e discussões possibilitaram a identificação dos condicionantes de adoção de Agricultura de Precisão (AP) pelos produtores de grãos estudados, a mensuração do grau de adoção e uso de AP, a caraterização do produtor rural e da fazenda, das principais tecnologias utilizadas e dos fatores de maior influência na adoção de AP, bem como a análise da influência das (i) características do produtor rural, (ii) características da fazenda e (iii) fontes de informação na adoção de AP.

6.1. ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS

Nesta seção realizou-se a análise descritiva da amostra no sentido de atingir os objetivos de caracterizar o produtor rural e a fazenda e as principais tecnologias de Agricultura de Precisão utilizadas.

6.1.1. CARACTERÍSTICAS DO PRODUTOR

Considerando-se os produtores entrevistados que responderam a questão sobre sua idade, vê-se que a sua média é de aproximadamente 43 anos, aproximando-se dos resultados obtidos nas pesquisas divulgadas ABMR&A (2009) e Fiesp (2013). O desvio padrão considerado é de aproximadamente 13 anos, conforme observado na Tabela 13.

Safra 14/15	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade	360	17	80	42,7	12,9

Tabela 13 – Idade dos Produtores
Fonte: elaborado pelo autor

Vê-se que a participação da agricultura na renda total dos produtores entrevistados é relevante, tendo média de 87% e desvio padrão de 24%. Provavelmente deve-se considerar que a agricultura é a principal fonte de renda dos produtores entrevistados, podendo impactar no teste da hipótese H5, que preconiza que agricultores que têm outras fontes geradoras de renda, além da agricultura, têm maior probabilidade de adotar AP.

Safra 14/15	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Participação da Agricultura no Total da Renda do Produtor	402	1%	100%	87%	24%

Tabela 14 – Importância da Agricultura na Renda Total do Produtor
Fonte: elaborado pelo autor

A Tabela 15 mostra o nível de escolaridade dos produtores entrevistados. Vê-se que 23% têm até o ensino fundamental completo e que a participação dos que tem ensino médio completo e incompleto é de 38%. Aproximadamente 22% tem graduação completa e apenas 3% tem Pós Graduação Completa.

Nível de Escolaridade	Observações	Participação em %	Acumulado em %
Fundamental Incompleto	46	11%	11%
Fundamental Completo	46	11%	23%
Médio Incompleto	21	5%	28%
Médio Completo	133	33%	61%
Técnico Incompleto	1	0%	61%
Técnico Completo	29	7%	68%
Graduação Incompleta	26	6%	75%
Graduação Completa	89	22%	97%
Pós-Graduação Incompleta	3	1%	98%
Pós-Graduação Completa	10	3%	100%
Total	404	100%	

Tabela 15 – Nível de Escolaridade
Fonte: elaborado pelo autor

Vê-se que estes resultados diferem dos encontrados pela Fiesp (2013), nos quais 42,8% dos produtores tinham ensino superior completo na safra 12/13, e 19,2% tinham ensino médio completo. Verifica-se diferenças com relação ao Censo Agropecuário (IBGE, 2006), que aponta que apenas 2,8% dos produtores rurais tinham nível superior, 7,3% nível médio ou técnico completo, 8,4% fundamental completo e 81,4% tinham fundamental incompleto ou menos.

A Tabela 16 mostra a experiência dos entrevistados como agricultor. Vê-se que 57% da amostra atua na agricultura há mais de 20 anos e que 76% deles estão na agricultura há mais de dez anos. Estes resultados são semelhantes àqueles encontrados na pesquisa da ABMR&A (2009), em que 80% dos produtores estão na atividade há mais de dez anos.

Experiência como Agricultor	Observações	Participação em %	Acumulado em %
Menos de 1 ano	2	1%	1%
Entre 1 e 5 anos	39	10%	10%
Entre 6 e 10 anos	55	14%	24%
Entre 11 e 15 anos	47	12%	35%
Entre 16 e 20 anos	29	7%	43%
Mais de 20 anos	232	57%	100%
Total	404	100%	

Tabela 16 – Experiência do Agricultor
Fonte: elaborado pelo autor

Com relação a participação em cooperativas e associações de produtores, na Tabela 17 vê-se que 55% da amostra participa de cooperativas e na Tabela 18 vê-se que 22% dos produtores

participa de associações. O papel destas organizações na difusão de informações relacionadas a novas tecnologias como a Agricultura de Precisão mostra-se fundamental, conforme identificado na revisão de literatura desse trabalho e a participação do produtor em cooperativas e associações pode ser um dos determinantes de adoção de AP.

Participação em Cooperativa de Produtores	**Observações**	**Participação em %**
Não Participa	182	45%
Participa	222	55%
Total	404	100%

Tabela 17 – Participação em Cooperativas de Produtores
Fonte: elaborado pelo autor

Participação em Associação de Produtores	**Observações**	**Participação em %**
Não Participa	314	78%
Participa	90	22%
Total	404	100%

Tabela 18 – Participação em Associações de Produtores
Fonte: elaborado pelo autor

A Tabela 19 mostra o nível tecnológico declarado dos produtores com relação aos outros produtores da região. Vê-se que a maioria dos produtores percebe-se com nível tecnológico médio com relação aos outros produtores, enquanto 22% percebe-se com nível alto e 14%, com nível baixo.

*** NA SUA VISÃO, se comparado aos PRODUTORES DA SUA REGIÃO, qual é o NÍVEL TECNOLÓGICO praticado na SUA FAZENDA?**	**Observações**	**Participação em %**	**Acumulado em %**
Baixo	58	14%	14%
Médio	255	63%	78%
Alto	91	22%	100%
Total	404	100%	

Tabela 19 – Nível Tecnológico Declarado com Relação aos Produtores da Região
Fonte: elaborado pelo autor

6.1.2. CARACTERÍSTICAS DA FAZENDA

Esta seção tem objetivo de caracterizar a fazenda dos produtores analisados e a descrição da Tabela 20 é feita a seguir, identificando a área dos cultivos, produtividade e tipo do domínio sobre a terra.

Safra 14/15	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Área de Milho na Safra (em ha)	404	-	56.000	306	2.886
Área de Soja na Safra (em ha)	404	-	173.000	1.289	9.212
Área de Milho Safrinha (em ha)	404	-	56.000	394	2.992
Produtividade de Milho (sc/ha)	197	10	400	134	53
Produtividade de Soja (sc/ha)	282	20	200	56	18
Área Arrendada (em ha)	404	-	15.000	212	925
Área Própria (em ha)	404	-	116.000	1.139	6.860

Tabela 20 – Características da Fazenda: Área, Produtividade e Domínio sobre a Terra
Fonte: elaborado pelo autor

No tocante à área de milho plantada na safra 14/15, vê-se que a média foi de 306 ha, com desvio padrão de 2.886 ha, o que mostra heterogeneidade da amostra com relação a este cultivo. A máxima área encontrada foi de 56.000 ha. Já com relação à área de soja plantada na safra 14/15, vê-se que a média foi de 1.289 ha, com desvio padrão de 9.212 ha, o que também mostra heterogeneidade da amostra com relação a este cultivo. A máxima área encontrada foi de 173.000 ha. No que se refere à área de milho safrinha plantada na safra 14/15, vê-se que a média foi de 394 ha, com desvio padrão de 2.992 ha, o que novamente mostra heterogeneidade da amostra com relação a este cultivo. A máxima área encontrada foi de 56.000 ha.

Espera-se que a relação do cultivo de safrinha com o nível de adoção de Agricultura de Precisão pelo produtor seja positiva, ou seja, quanto maior a área de safrinha, maior a adoção de AP. Esta relação ocorre devido ao risco associado a esta prática, uma vez que a janela de plantio deste cultivo é crítica, o que faz com que os produtores necessitem de maior velocidade de colheita de soja (que antecede a safrinha) e nas operações de aplicação de insumos, sendo estes alguns benefícios que a AP pode trazer a seus adotantes.

A produtividade da soja teve média de 56 sacas por hectare e desvio padrão de 18 sacas. Novamente, tem-se heterogeneidade na amostra e em seus níveis de produtividade. No entanto, a produtividade encontrada é semelhante à média nacional de 56 sacas na safra 13/14, segundo dados da Embrapa Soja (2014).

A produtividade do milho teve média de 134 sacas por hectare e desvio padrão de 53 sacas. Novamente, tem-se heterogeneidade na amostra. A média de produtividade de milho safra no Brasil foi de 108 sacas em 2013/14, segundo a Pioneer Sementes (2014). Esta diferença de 26 sacas com relação a amostra tem a provável explicação: segundo a Embrapa Milho e Sorgo (2014), no Brasil, há diferentes formas de plantio de milho e isso influencia as estatísticas de

produtividade. A produção de milho comercial tem produtividade acima da média brasileira e a produção da pequena agricultura e da agricultura urbana, no Norte e Nordeste do Brasil, também são consideradas no cálculo da produtividade média, o que faz com que a produtividade média brasileira seja baixa. Acredita-se que, como os produtores entrevistados foram abordados em uma feira de negócios, estes cultivem milho com finalidades comerciais, o que faz com que a produtividade seja consideravelmente mais alta do que a média brasileira.

Com relação ao domínio sobre a terra, a média de terras próprias da amostra foi de 1.139 hectares, com desvio padrão de 6.860 ha e máximo de 116.000 ha. Já terras arrendadas tem média de 212 hectares, com desvio padrão de 925 ha e máximo de 15.000 ha. Percebe-se que as terras próprias somam maior parte das terras utilizadas pelos produtores rurais, assim como nos resultados do Censo Agropecuário 2006.

A Tabela 21 mostra a distribuição dos produtores entrevistados conforme o seu Estado. Vê-se que 53% da amostra é proveniente do Estado de São Paulo e 23% de Minas Gerais, somando 75% nestes dois estados. Aqui ressalta-se uma limitação da pesquisa, porque sabe-se que a produção de soja e milho concentra-se nos estados do Centro-Oeste e Sul do Brasil, com o Sudeste tendo sua contribuição em menor importância. Logo, a amostra não pode ser interpretada como significativa. Sugere-se que em estudos futuros realize-se uma amostragem por cotas por estado proporcional à sua contribuição na produção brasileira de grãos.

Estado	**Observações**	**Participação em %**	**Acumulado em %**
São Paulo	212	53%	53%
Minas Gerais	92	23%	75%
Mato Grosso	30	7%	83%
Paraná	25	6%	89%
Goiás	19	5%	94%
Mato Grosso do Sul	11	3%	96%
Rio Grande do Sul	4	1%	97%
Santa Catarina	2	1%	98%
Tocantins	2	1%	98%
Bahia	1	0%	99%
Ceará	1	0%	99%
Espírito Santo	1	0%	99%
Pará	1	0%	99%
Pernambuco	1	0%	99%
Piauí	1	0%	100%
Rio Grande do Norte	1	0%	100%
Total	404	100%	

Tabela 21 – Estado dos Produtores Estudados
Fonte: elaborado pelo autor

Após a análise descritiva da área dos cultivos, produtividade e tipo do domínio sobre a terra dos produtores da amostra, segue-se para a análise de adoção de AP por esses agricultores.

6.2. ADOÇÃO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO POR PRODUTORES

A Tabela 22 mostra as tecnologias de Agricultura de Precisão que os produtores da amostra adotam. As tecnologias avaliadas pelo instrumento de coleta foram: análise de solos, aplicação de corretivos e fertilizantes em taxa variável, amostragem de solo em grade (georreferenciada), mapa de aplicação, piloto automático, aplicação de defensivos em taxa variável, GPS com barra de luz, monitor de colheita, mapa de produtividade, semeadura em taxa variável, GPS com correção RTK, sensoriamento remoto e sensores de plantas daninhas, pragas e doenças. Ademais, categorizou-se a adoção das ferramentas utilizadas de acordo com a curva de adoção de tecnologia de Rogers (2003), agrupando as tecnologias em estratos de adoção sendo aquelas adotadas pela maioria inicial, pelos pioneiros e pelos inovadores. Ressalta-se que não se encontrou alguma tecnologia que fosse adotada pela maioria tardia.

Situação na Curva de Rogers (2003)	Tecnologia Analisada	Não Utiliza		Utiliza		Total
		Observações	%	Observações	%	
Adotadas pela Maioria Inicial (Até 50%)	**Utiliza Alguma Tecnologia de Agricultura de Precisão**	**231**	**57%**	**172**	**43%**	**403**
	Análise de Solos	238	59%	165	41%	403
	Aplicação de Corretivos e Fertilizantes em Taxa Variável	280	69%	123	31%	403
	Amostragem de Solo Em Grade (Georreferenciada)	301	75%	102	25%	403
	Mapa de Aplicação	302	75%	101	25%	403
	Piloto Automático	314	78%	89	22%	403
	Aplicação de Defensivos em Taxa Variável	321	80%	82	20%	403
	GPS com Barra de Luz	322	80%	80	20%	402
	Monitor de Colheita	323	80%	80	20%	403
	Mapa de Produtividade	328	81%	75	19%	403
Adotadas pelos Pioneiros (Até 16%)	Semeadura em Taxa Variável	337	84%	66	16%	403
	GPS com correção RTK	358	89%	45	11%	403
	Sensoriamento Remoto (Aéreo/Satélite/Outros)	375	93%	28	7%	403
	Irrigação de Precisão	374	93%	29	7%	403
Adotadas pelos Inovadores (~2,5%)	Sensores de Plantas Daninhas, Pragas e Doenças	391	97%	12	2,9%	403

Tabela 22 – Tecnologias Adotadas pelos Produtores da Amostra
Fonte: elaborado pelo autor

Vê-se que 43% da amostra declara utilizar alguma tecnologia de AP. As tecnologias mais adotadas são a Análise de Solos, com 41% de adoção, aplicação de corretivos e fertilizantes em taxa variável, com 31% amostragem de solo em grande (georreferenciada) e mapa de aplicação,

ambos com 25%. Por outro lado, as tecnologias menos adotadas são sensores de plantas daninhas e doenças, com 3%, irrigação de precisão e sensoriamento remoto, ambos com 7% e GPS com correção RTK, com 11% de adoção.

Levando-se em conta o estudos de Rogers (2003), realizou-se uma classificação de cada tecnologia segundo o seu grau de adoção e os perfis de adotantes. Vê-se que a adoção de Sensores de Plantas Daninhas, Pragas e Doenças é realizada apenas pelo grupo de produtores Inovadores. Tecnologias adotadas pelo grupo dos Pioneiros são semeadura em taxa variável, GPS com correção RTK, sensoriamento remoto e irrigação de precisão. O restante das tecnologias estudadas podem ser consideradas adotadas pelo grupo de Maioria Inicial. Vê-se que nenhuma tecnologia se enquadra nos grupos de Maioria Tardia e Retardatários, o que confirma a discussão realizada na revisão de literatura, sobre a precocidade da adoção de diversas ferramentas de Agricultura de Precisão.

Após a análise de adoção de AP pelos produtores estudados, seguiu-se para a estimativa do modelo e análise estatística dos dados com base no modelo *logit.*

6.3. MODELO ESTIMADO

Para realizar-se análise dos resultados utilizou-se a ferramenta de análise regressão logística binária no *software* IBM SPSS *Statistics* 20®. Destaca-se que a análise foi feita considerando-se um intervalo de confiança de 95%, com 500 iterações e utilizou-se o método ’Enter‘, que obriga à inclusão de todas as variáveis independentes no modelo, sejam ou não significativas. Verificou-se que 356 casos foram incluídos na análise, tendo-se 48 *missing values*: estas perdas são devidas aos produtores que não quiseram dizer sua idade na pesquisa e foram excluídos da análise estatística.

Considerou-se o seguinte modelo: ADO = f (ID, EDU, ASSO, COOP, EXPC, RENDA, ÁREA_SOJA, ÁREA_MILHO, , INFO, COMM, ε_i) . A seleção de variáveis foi baseada na revisão de literatura e a descrição de cada variável pode ser encontrada na seção 5.5 - Descrição das Variáveis Selecionadas para Construção do Questionário.

Para testar a capacidade preditiva do modelo, utilizou-se o *Model Chi-Square*, o *Likelihood Value* e os pseudo-R^2, *Cox* e *Snell R Square* e *Nagelkerke R Square*. Também se utilizou o teste de Hosmer e Lemeshow, conforme sugerido por Corrar, Paulo e Dias Filho (2007).

O *Model Chi-Square* testa a hipótese de que todos os coeficientes da equação logística são nulos. Verifica-se que com 41 graus de liberdade, pode-se concluir que ao menos um dos coeficientes da regressão é diferente de zero. Desse modo, rejeita-se a hipótese de que todos os parâmetros estimados são nulos, ou seja, o modelo estimado contribui para melhorar a qualidade das predições sobre a adoção de Agricultura de Precisão

Omnibus Tests of Model Coefficients				
		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	79,122	41	,000
	Block	79,122	41	,000
	Model	79,122	41	,000

Tabela 23 – *Teste Model Chi-Square*
Fonter: elaborado pelo autor

Segundo Corrar, Paulo e Dias Filho (2007), os testes de *Cox e Snell R Square* e *Nagelkerke R* indicam a proporção das variações ocorridas no *log* da razão de chance que é explicada pelas variações ocorridas nas variáveis independentes. No modelo estimado, os pseudo R^2 *Cox e Snell R Square* e *Nagelkerke R* têm, respectivamente, valores de 0,199 e 0,268. Nesse caso, o *Cox e Snell R Square* indica que 19,9% das variações ocorridas no l*og* das razões de chance são explicadas pelo conjunto de variáveis independentes. No caso do *Nagelkerke R*, esse valor é de 26,8%, conforme mostra a Tabela 24.

Model Summary			
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	406,176	,199	,268

Tabela 24 – Testes -2LL Cox e Snell R Square e Nagelkerke R Square
Fonte: elaborado pelo autor

O teste de Hosmer e Lemeshow exibido na Tabela 25 testa a hipótese de que não há diferenças significativas entre os resultados preditos pelo modelo e os observados (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). Neste método, dividem-se os casos em dez grupos aproximadamente iguais e comparam-se os valores observados com os esperados, apresentados na tabela de contingência, na Tabela 26

Em uma distribuição Qui-quadrado, o cálculo apresenta uma estatística de 9,503 e um nível de significância de 0,233, indicando que os valores preditos não são significativamente diferentes dos observados, o que indica que o modelo pode ser utilizado para estimar a probabilidade de um determinado produtor adotar AP em função das variáveis independentes.

Hosmer and Lemeshow Test			
Step	Chi-square	df	Sig.
1	11,006	8	,201

Tabela 25 – Teste de Hosmer e Lemeshow
Fonte: elaborado pelo autor

		11.1 Considerando a SAFRA 14/15, o sr. utilizou alguma TECNOLOGIA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO = Não		11.1 Considerando a SAFRA 14/15, o sr. utilizou alguma TECNOLOGIA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO = Sim		Total
		Observed	Expected	Observed	Expected	
Step 1	1	33	33,067	3	2,933	36
	2	27	29,027	9	6,973	36
	3	27	26,997	9	9,003	36
	4	23	24,640	13	11,360	36
	5	22	22,064	14	13,936	36
	6	25	19,931	11	16,069	36
	7	14	17,629	22	18,371	36
	8	15	14,857	21	21,143	36
	9	17	11,783	19	24,217	36
	10	2	5,005	30	26,995	32

Tabela 26 – Tabela de Contingência do Teste de Hosmer e Lemeshow
Fonte: elaborado pelo autor

Vale destacar que, considerando-se apenas a maioria dos casos observados (205 que não adotam AP e 151 que adotam AP), e sem a inclusão das variáveis independentes, obteve-se uma tabela de classificação de 57,6% de acerto, o que significa que o modelo sem as variáveis determinantes classificaria todos os produtores em não adotantes de Agricultura de Precisão, acertando 57,6% das vezes, uma vez que o número de não adotantes é maior do que o de adotantes. Esta porcentagem indica uma referência para avaliar a eficácia do modelo quando passa a operar com as variáveis independentes (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007).

A Tabela 27 mostra o Quadro de Classificação Final, em que percebe-se que o modelo estimado eleva para 70,8% as chances de acerto na predição de adoção ou não de agricultura de precisão pelos produtores da amostra.

Classification Table[a]					
Observed		Predicted			
		11.1 Considerando a SAFRA 14/15, o sr. utilizou alguma TECNOLOGIA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO			Percentage Correct
		Não		Sim	
Step 1	11.1 Considerando a SAFRA 14/15, o sr. utilizou alguma TECNOLOGIA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO	Não	165	40	80,5
		Sim	64	87	57,6
	Overall Percentage				70,8

Tabela 27 – Quadro de Classificação Final
Fonte: elaborado pelo autor

A Tabela 28 exibe o modelo estimado e as variáveis que apresentaram significância estatística e efeito marginal foram destacadas em cinza. Após o modelo estimado, fez-se o teste de hipóteses para confrontação dos resultados encontrados versus esperados.

Grupo	Codificação	Variável	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B) – Efeito Marginal	Lower	Upper
Características do Produtor	V1	Idade	-,002	,012	,024	1	,876	,998	,975	1,022
	V2	Nível de Escolaridade			13,240	9	,152			
	V2	Fundamental Completo	,643	,573	1,259	1	,262	1,902	,619	5,845
	V2	Ensino Médio Incompleto	1,049	,678	2,393	1	,122	2,855	,756	10,787
	V2	Ensino Médio Completo	1,112	,495	5,047	1	**,025***	3,039	1,152	8,017
	V2	Técnico Incompleto	16,976	40192,970	,000	1	1,000	23592819,984	0,000	
	V2	Técnico Completo	,472	,666	,501	1	,479	1,603	,434	5,915
	V2	Graduação Incompleta	1,915	,685	7,810	1	**,005***	6,787	1,772	25,997
	V2	Graduação Completa	1,585	,561	7,990	1	**,005***	4,879	1,626	14,644
	V2	Pós-Graduação Incompleta	1,947	1,616	1,453	1	,228	7,011	,295	166,338
	V2	Pós-Graduação Completa	1,756	,917	3,669	1	**,055****	5,787	,960	34,880
	V3	Participação em Associações	,188	,331	,322	1	,570	1,206	,631	2,306
	V4	Participação em Cooperativas	,128	,330	,152	1	,697	1,137	,596	2,170
	V5	Experiência			,863	5	,973			
	V5	Entre 1 e 5 anos	,047	1,932	,001	1	,981	1,048	,024	46,193
	V5	Entre 6 e 10 anos	-,203	1,922	,011	1	,916	,816	,019	35,281
	V5	Entre 11 e 15 anos	,055	1,938	,001	1	,978	1,056	,024	47,102
	V5	Entre 16 e 20 anos	-,129	1,957	,004	1	,948	,879	,019	40,761
	V5	Mais de 20 anos	,148	1,905	,006	1	,938	1,160	,028	48,527
	V6	Importância da Agricultura na Renda Total do Agricultor	,015	,006	7,644	1	**,006***	1,015	1,004	1,026
Características da Fazenda	V7	Área de Safra de Soja	,000	,000	1,195	1	,274	1,000	1,000	1,000
	V8	Área de Safra de Milho	,000	,000	,088	1	,767	1,000	,999	1,001
	V9	Área de Safrinha de Milho	,001	,000	4,555	1	**,033***	1,001	1,000	1,002
Fontes de Informação	V11.1	Utiliza Agrônomo, consultor ou técnico contratado	,569	,374	2,312	1	,128	1,766	,848	3,675
	V11.2	Utiliza Representante técnico de vendas do fabricante	-,171	,348	,242	1	,623	,843	,426	1,666
	V11.3	Utiliza Balconista/Vendedor do distribuidor de insumos	-,276	,284	,948	1	,330	,759	,435	1,323
	V11.4	Utiliza Associação de produtores	-,038	,345	,012	1	,912	,962	,489	1,894
	V11.5	Utiliza Cooperativa de produtores	-,536	,347	2,382	1	,123	,585	,296	1,156
	V11.6	Utiliza Assistência técnica e extensão rural - Emater/CATI	,689	,271	6,442	1	**,011***	1,991	1,170	3,389
	V11.7	Utiliza Órgãos do governo/Embrapa	-,340	,297	1,309	1	,253	,712	,398	1,274
	V11.8	Utiliza Outros produtores	,050	,337	,022	1	,881	1,052	,543	2,037
Meios de Comunicação	V12.1	Utiliza Correio/Correspondência	,205	,261	,614	1	,433	1,227	,735	2,049
	V12.2	Utiliza Dia de Campo	-,471	,502	,881	1	,348	,625	,234	1,669

	V12.3	Utiliza Internet	,243	,527	,212	1	,645	1,275	,454	3,581
	V12.4	Utiliza Email	,134	,448	,089	1	,765	1,143	,475	2,752
	V12.5	Utiliza Feiras e Eventos	19,556	15401,457	,000	1	,999	311308774,677	0,000	
	V12.6	Utiliza Palestras	1,094	,572	3,657	1	**,056****	2,985	,973	9,157
	V12.7	Utiliza Televisão	,140	,358	,152	1	,697	1,150	,570	2,320
	V12.8	Utiliza Publicações de Universidades	,619	,308	4,035	1	**,045***	1,856	1,015	3,395
	V12.9	Utiliza Redes Sociais/Facebook/outras	-,045	,301	,023	1	,880	,956	,530	1,724
	V12.10	Utiliza Revista ou Jornal Especializado em Agricultura e Agronegócios	,040	,288	,019	1	,890	1,041	,592	1,828
	V12.11	Utiliza Site dos Fornecedores	,221	,292	,572	1	,449	1,247	,704	2,209
	V12.12	Utiliza Smartphone e Aplicativos	,214	,288	,550	1	,458	1,238	,704	2,179
Constante		Constant	-24,078	15401,457	,000	1	,999	,000		

*Ao nível de 5% de significância; **Ao nível de 10% de significância.

Tabela 28 – Modelo Estimado
Fonte: elaborado pelo autor

6.4. TESTE DE HIPÓTESES

Nesta seção, fez-se o teste de hipótese baseando-se nos resultados do modelo estimado. A seguir, discute-se os resultados e implicações em cada uma delas.

6.4.1. TESTE DE HIPÓTESE 1 – IDADE

H_0: A idade dos produtores é um fator limitante na adoção de AP.

O modelo descrito na Tabela 28 mostra que a um intervalo de confiança de 95% a influência da idade não é significativa, apresentando significância de 0,876, com nenhuma ou pouca influência na adoção de Agricultura de Precisão. Considerando estas informações, **rejeita-se H_0:** "A idade dos produtores é um fator limitante na adoção de AP."

Este resultado difere daqueles encontrados nos trabalhos de Oliveira, Khan e Lima (2005), Torbett *et al.* (2007), Francisco e Pino (2004), Daberkow e McBride (2003) e D'Antoni, Mishra e Joo (2012), nos quais encontrou-se relação negativa entre idade e adoção de AP.

6.4.2. TESTE DE HIPÓTESE 2 – EDUCAÇÃO

H_0: Produtores com maior nível de educação tem maior probabilidade de adotar AP.

Para testar esta hipótese, perguntou-se aos produtores qual era o seu nível educacional, dentre as seguintes opções: Fundamental Incompleto, Fundamental Completo, Ensino Médio Incompleto, Ensino Médio Completo, Técnico Incompleto, Técnico Completo, Graduação Incompleta, Graduação Completa, Pós-Graduação Incompleta e Pós-Graduação Completa.

Antes de avaliar o resultado dessas variáveis no modelo, pontua-se que as respostas dos níveis Técnico Incompleto e Pós Graduação Incompleta obtiveram tamanho de amostra reduzido, conforme exibido na Tabela 29, o que pode ter comprometido a influência dessas variáveis no modelo.

Nível Educacional	Respostas
Fundamental Incompleto	40
Fundamental Completo	43
Médio Incompleto	21
Médio Completo	115
Técnico Incompleto	1
Técnico Completo	24
Graduação Incompleta	24
Graduação Completa	76
Pós-Graduação Incompleta	3
Pós-Graduação Completa	9
Total	**356**

Tabela 29 – Distribuição da Amostra por Nível de Educação
Fonte: elaborado pelo autor

O modelo da Tabela 28 mostra que a um intervalo de confiança de 95% há significância dos seguintes níveis educacionais e seus efeitos marginais – Exp (B):

- Ensino Médio Completo, com significância de 0,025 e efeito marginal de 3,039
- Graduação Incompleta, com significância de 0,025 e efeito marginal de 6,787
- Graduação Completa, com significância de 0,005 e efeito marginal de 4,879

A um intervalo de confiança de 90%, a Pós Graduação Completa apresenta significância de 0,055 e efeito marginal de 5,787.

Considerando estas informações, **não se pode rejeitar H_0:** Produtores com maior nível de educação têm maior probabilidade de adotar AP. Uma explicação plausível para a influência desse condicionante é a de que o maior nível de educação proporciona maior conhecimento sobre as melhores práticas produtivas, pacotes tecnológicos, técnicas de manejo e sua implantação no sistema de produção agrícola tendo relação com a adoção de AP.

Cumpre destacar que estes efeitos não são cumulativos. Em outras palavras, o fato de um produtor obrigatoriamente ter ensino médio completo para cursar graduação não faz com que os efeitos marginais de ensino médio completo sejam somados aos de graduação completa.

Em quase em todos os níveis analisados, quanto maior o nível educacional do produtor, maior o efeito marginal na probabilidade de adoção de Agricultura de Precisão. Vê-se que produtores com Graduação Completa apresentam praticamente duas vezes mais chances de adoção do que produtores com Ensino Médio Completo e Graduação Incompleta. Em comparação à

Graduação Completa, a Pós Graduação Completa tem efeito marginal menor, mas que ainda é quase 70% maior com relação ao Ensino Médio Completo.

A influência do nível de educação é semelhante àqueles encontrados por Silva e Carvalho (2002), Daberkow e McBride (2003), Oliveira, Khan e Lima (2005), Monte e Teixeira (2006), Larson *et al.* (2008), Araújo *et al.* (2010), Lanna *et al.* (2011), Mariano *et al.* (2012) e outros trabalhos citados na revisão de literatura.

6.4.3. TESTE DE HIPÓTESE 3 – PRESENÇA EM ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS

H_0: A participação em associações e cooperativas de produtores permite maior adoção de AP.

Com relação à participação em associações, 84 produtores afirmaram que participam e 272 afirmaram que não participamNo tocante à participação em cooperativas, 161 produtores afirmaram que participam e 195 afirmaram que não participam. Vê-se que a participação em cooperativas é mais intensa do que a de associações. Após análise descritiva, prosseguiu-se para a estimativa do efeito das variáveis nesse modelo.

O modelo descrito na Tabela 28 mostra que a um intervalo de confiança de 95% a influência da participação em associações e cooperativas não é significativa, apresentando significância de 0,570 para associações e 0,697 para cooperativas, com nenhuma ou pouca influência na adoção de Agricultura de Precisão. Considerando estas informações, rejeita-se H0: A participação em associações e cooperativas de produtores permite maior adoção de AP.

Este resultado difere daqueles encontrados nos trabalhos de Francisco e Pino (2004), Silva e Carvalho (2002), Monte e Teixeira (2006), Melo (2008) e Lanna *et al.* (2011), nos quais se encontrou relação positiva entre a participação em associações e cooperativas e adoção de AP.

6.4.4. TESTE DE HIPÓTESE 4 – EXPERIÊNCIA

H_0: A experiência do produtor possibilita permite maior adoção de AP.

Para testar esta hipótese, perguntou-se aos produtores qual era a sua experiência, dentre as seguintes opções: Entre 1 e 5 anos, Entre 6 e 10 anos, Entre 11 e 15 anos Entre 16 e 20 anos e

Mais de 20 anos. Conforme apresentado na Tabela 16, cerca de 57% dos respondentes tem Mais de 20 anos de experiência. Ressalta-se que esta concentração das respostas da amostra pode ter influenciado os resultados do modelo, uma vez que a maioria das respostas encontra-se em apenas um estrato de idade.

O modelo descrito na Tabela 28 mostra que a um intervalo de confiança de 95% a influência da experiência do produtor não é significativa em nenhuma das categorias, apresentando significância de 0,981 para produtores com 1 e 5 anos de experiência, 0,916 para 6 e 10 anos, 0,978 para 11 e 15 anos, 0,948 para 16 e 20 anos e 0,938 para mais de 20 anos, com nenhuma ou pouca influência na adoção de Agricultura de Precisão. Considerando estas informações, **rejeita-se H_0:** A experiência do produtor possibilita permite maior adoção de AP. Este resultado difere daqueles encontrados nos trabalhos de Melo (2008) e Araújo et al (2010).

6.4.5. TESTE DE HIPÓTESE 5 - IMPORTÂNCIA DA AGRICULTURA NA RENDA TOTAL DO PRODUTOR

H_0: Agricultores que tem outras fontes geradoras de renda além da agricultura tem maior probabilidade de adotar AP.

O modelo descrito na Tabela 28 mostra que a um intervalo de confiança de 95% a influência da importância da renda na renda total do produtor é significativa, apresentando significância de 0,006 e efeito marginal de 1,015. Como a variável de importância da agricultura na renda do produtor é medida em porcentagem, identifica-se que a cada 1% incremental da importância da agricultura na renda do produtor sua chance de adotar AP aumenta em 1,015 ou 1,5%.

Considerando estas informações, **rejeita-se H_0:** Agricultores que tem outras fontes geradoras de renda além da agricultura tem maior probabilidade de adotar AP. Este resultado tem semelhança com aquele encontrados por Silva e Carvalho (2002) e Anselmi (2012), porém difere-se dos encontrados por Melo (2008), em que esta variável tem efeito negativo.

6.4.6. TESTE DE HIPÓTESE 6 - ÁREA

$H_{0\ Soja}$: Produtores que cultivam áreas de soja maiores tem maior probabilidade de adotar AP.

$H_{0\ Milho}$: Produtores que cultivam áreas de milho maiores tem maior probabilidade de adotar AP.

$H_{0\ Safrinha}$: Produtores que cultivam áreas de milho safrinha maiores tem maior probabilidade de adotar AP.

Para testar estas hipóteses, mediu-se a área em hectares de soja, milho verão e safrinha da amostra. O modelo descrito na Tabela 28 mostra que a um intervalo de confiança de 95% a área de soja e a área de milho verão não tem influência significante, com estatística de 0,274 e 0,767, respectivamente. Sendo assim, rejeita-se as hipóteses relacionadas a áreas de soja e milho, a seguir:

$H_{0\ Soja}$: Produtores que cultivam áreas de soja maiores tem maior probabilidade de adotar AP.

$H_{0\ Milho}$: Produtores que cultivam áreas de milho maiores tem maior probabilidade de adotar AP.

Por outro lado, a área de safrinha de milho é significativamente influente, com estatística de 0,033 e efeito marginal de 1,001, sendo um determinante de adoção de AP nesse estudo. Como a área de safrinha é medida em hectares, vê-se que o efeito marginal a cada 1 hectare cultivado de safrinha eleva a chance de adoção em 1,001, ou 0,1%. Sendo assim, não se pode rejeitar **$H_{0\ Safrinha}$: Produtores que cultivam áreas de milho safrinha maiores tem maior probabilidade de adotar AP.**

No caso das hipóteses relacionadas a áreas de soja e do milho, tem-se resultado diferente daqueles encontrados nos estudos de Francisco e Pino (2004), Roberts *et al.* (2002), Silva e Carvalho (2002), Vicente (2002), Roberts *et al.* (2004), Larson *et al.* (2008), Anselmi (2012), Robertson *et al.* (2012), Walton *et al.* (2008), Rojas et al (2013) em que a área plantada do cultivo analisado é um dos determinantes de adoção de tecnologias identificados. A influência da área de milho safrinha vai de encontro com os resultados estudos supracitados.

Explicação plausível para esta relação é a de que o cultivo da safrinha eleva consideravelmente o risco para o produtor, se considerarem-se fatores como preço, tempo para colheita de soja e plantio de milho, tempo para aplicação de defensivos e tratos culturais, tempo para colheita, armazenagem de grãos, disponibilidade de maquinário e mão de obra, entre outros fatores que tornam complexa a tomada de decisão do produtor rural com relação a este cultivo.

McBratney *et al.* (2005) ressalta que a AP fornece aos agricultores riqueza de informações para construir um registro de sua fazenda e melhorar a tomada de decisão da fazenda. Estas práticas

são essenciais para o sucesso do produtor que tem altos níveis de complexidade na tomada de decisão, como no caso da escolha pelo cultivo de safrinha de milho.

6.4.7. TESTE DE HIPÓTESE 7 - FONTES DE INFORMAÇÃO

H_0 Os produtores que acessam fontes de informação sobre AP tem maior probabilidade de adotar AP.

Para testar esta hipótese, perguntou-se aos produtores se os mesmos utilizavam ou não seguintes fontes de informações sobre Agricultura de Precisão:

- Agrônomo, consultor ou técnico contratado
- Representante técnico de vendas do fabricante
- Balconista/Vendedor do distribuidor de insumos
- Associação de produtores
- Cooperativa de produtores
- Assistência técnica e extensão rural - Emater/CATI
- Órgãos do governo/Embrapa
- Outros produtores

O modelo descrito na Tabela 28 mostra que, a um intervalo de confiança de 95%, significância de 0,011 e efeito marginal de 1,991, os produtores que utilizam Assistência técnica e extensão rural - Emater/CATI tem quase 100% de chance a mais de serem adotantes de AP do que aqueles que não utilizam esta fonte de informação.

Embora esta fonte de informação mostre-se como um determinante expressivo na adoção de AP, o restante das fontes avaliadas não obtiveram o mesmo efeito no modelo, com influência muito fraca ou inexistente, conforme apresentado na Tabela 28.

Dessa forma, não se pode rejeitar **H_0 Os produtores que têm acesso a fontes de informação sobre AP tem maior probabilidade de adotar AP.**

A relação positiva entre fontes de informação e adoção de tecnologias também foi encontrada nos estudos de Daberkow e McBride (2003), Melo (2008), Reichardt e Jurgens (2009), Machado e Nantes (2011), Anselmi (2012), Abebe et al (2013).

6.4.8. TESTE DE HIPÓTESE 8 - MEIOS DE COMUNICAÇÃO

H_0: Os produtores que acessam meios de comunicação sobre AP tem maior probabilidade de adotar AP

Para testar esta hipótese, perguntou-se aos produtores se os mesmos utilizavam ou não seguintes meios de comunicação sobre Agricultura de Precisão:

- Utiliza Correio/Correspondência
- Utiliza Dia de Campo
- Utiliza Internet
- Utiliza *Email*
- Utiliza Feiras e Eventos
- Utiliza Palestras
- Utiliza Televisão
- Utiliza Publicações de Universidades
- Utiliza Redes Sociais/*Facebook*/outras
- Utiliza Revista ou Jornal Especializado em Agricultura e Agronegócios
- Utiliza *Site* dos Fornecedores
- Utiliza Smartphone e Aplicativos

O modelo descrito na Tabela 28 mostra que a um intervalo de confiança de 90% a influência da utilização de Palestras pelo produtor apresenta influência positiva com significância de 0,056, com efeito marginal de 2,985. A influência da utilização de publicações de universidades também é significativa a 95% de intervalo de confiança, com influência positiva, nível de significância de 0,045 e efeito marginal de 1,856.

Novamente, embora estes meios de comunicação mostrem-se como determinantes expressivos na adoção de AP, o restante das fontes avaliadas não obtiveram o mesmo efeito no modelo, com influência muito fraca ou inexistente, conforme apresentado na Tabela 28.

Logo, não se pode rejeitar **H_0: Os produtores que acessam meios de comunicação sobre AP tem maior probabilidade de adotar AP.**

A relação positiva entre meios de comunicação e adoção de tecnologias também foi encontrada nos estudos de Daberkow e McBride (2003), Melo (2008), Reichardt e Jurgens (2009), Machado e Nantes (2011), Anselmi (2012), Abebe et al (2013).

A próxima seção refere-se aos condicionantes de adoção de AP encontrados. Dentre todas as variáveis do modelo, selecionou-se apenas aqueles que obtiveram significância estatística e efeito marginal relevantes, no sentido de proporcionar uma visão consolidada dos resultados do trabalho.

7. CONDICIONANTES DE ADOÇÃO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO ENCONTRADOS

Com base nos resultados supracitados, identificaram-se os condicionantes de adoção de Agricultura de Precisão (AP) por produtores de grãos, seu nível de influência e efeito marginal no modelo estimado. Constata-se que os condicionantes encontrados são relacionados a características do produtor, como educação e importância da renda da agricultura, a características da fazenda, como área de safrinha de milho, a fontes de informação, como assistência técnica e extensão rural - Emater/Cati, e aos meios de comunicação, como palestras e publicações de universidades. A educação do produtor aparece como um dos determinantes mais fortes de adoção, tendo como maior influenciadores os níveis de Ensino Médio Completo, Graduação Incompleta, Graduação Completa, e Pós Graduação Completa, conforme exibido na Tabela 30.

	Grupo	**Variável**	**Sig.**	**Exp(B) – Efeito Marginal**
Características do Produtor	Educação	Ensino Médio Completo	,025*	3,039
		Graduação Incompleta	,005*	6,787
		Graduação Completa	,005*	4,879
		Pós-Graduação Completa	,055**	5,787
	Importância da Agricultura na Renda Total do Agricultor	Importância da Agricultura na Renda Total do Agricultor	,006*	1,015
Características da Fazenda	Área	Área de Safrinha de Milho	,033*	1,001
Fontes de informação e Meios de Comunicação	Fontes de Informação	Assistência técnica e extensão rural - Emater/CATI	,011*	1,991
	Meios de Comunicação	Palestras	,056**	2,985
	Meios de Comunicação	Publicações de Universidades	,045*	1,856

*** Significante a 0,05; ** Significante a 0,10. N=356.**

Tabela 30 – Condicionantes de Adoção de Agricultura de Precisão
Fonte: elaborado pelo autor

Após o estabelecimento dessa visão, construiu-se a Figura 5, que mostra os condicionantes de adoção de Agricultura de Precisão e seus efeitos marginais, assim como a sua relação com a adoção de AP pelos produtores estudados. Novamente, ressalta-se que os efeitos marginais das variáveis relacionadas à educação não tem efeito cumulativo: em caso de um produtor possuir graduação completa, logicamente ele tem o ensino médio completo. Todavia, as respostas foram dadas apenas a um item e o efeito marginal esperado na adoção é apenas resultado da variável Graduação Completa, no exemplo citado.

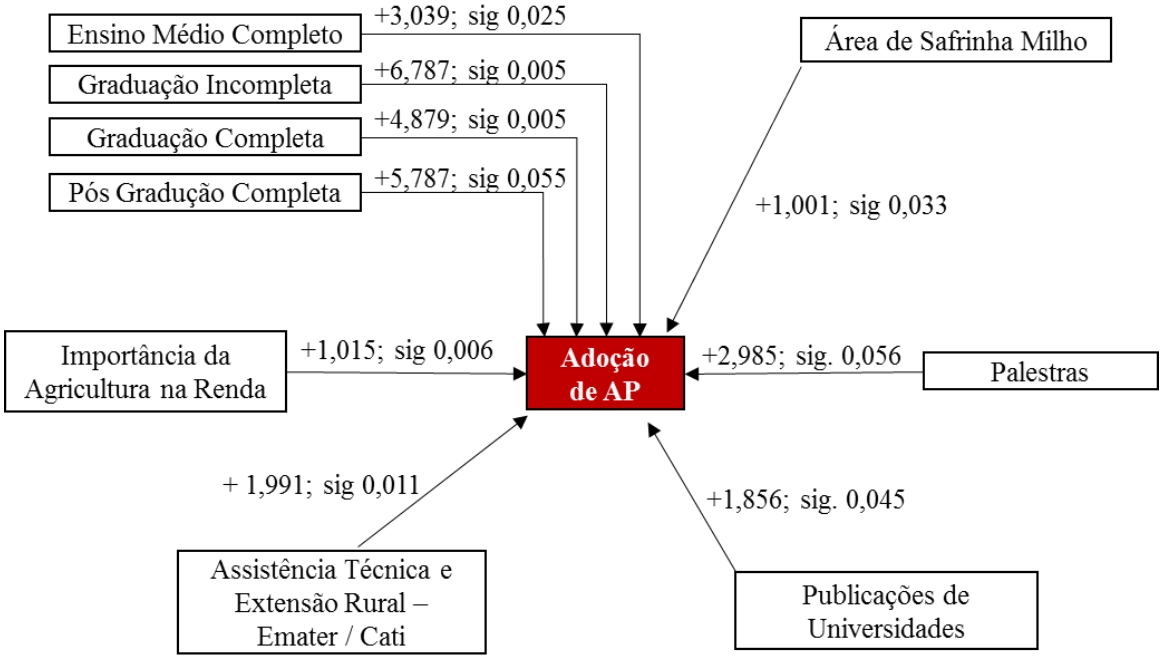

Figura 5 – Condicionantes de Adoção de Agricultura de Precisão e seus Efeitos Marginais
Fonte: elaborado pelo autor

Também foi construída uma tabela de efeito esperado e a sua relação com o efeito encontrado para cada grupo de variável, no sentido de resumir a análise realizada pelo trabalho. Dadas as hipóteses da pesquisa, não foram significativas aquelas relacionadas a idade, presença em associações e cooperativas e a experiência do produtor, conforme Tabela 31, a seguir.

	Variáveis	Efeito Esperado	Efeito Encontrado
Características do Produtor	H1 – Idade	-	Não Significativo
	H2 – Educação	+	+
	H3 - Presença em associações e cooperativas	+	Não Significativo
	H4 – Experiência	+	Não Significativo
	H5- Importância da agricultura na renda total do produtor	-	+
Características da Fazenda	H6 – Área	+	+
Fontes de Informação	H7 - Fontes de Informação	+	+
	H8 – Meios de Comunicação	+	+

Tabela 31 – Efeito Esperado x Encontrado das Hipóteses da Pesquisa
Fonte: elaborado pelo autor

A próxima seção mostra as conclusões, limitações e sugestões para estudos futuros.

8. CONCLUSÕES

Como objetivo geral, este trabalho identificou os condicionantes de adoção de Agricultura de Precisão por produtores de grãos. Concluiu-se que os condicionantes de adoção de AP são nível de educação, importância da agricultura na renda total do agricultor, área de safrinha de milho e a utilização de assistência técnica e extensão rural - Emater/CATI, palestras e publicações de universidades como fontes de informação e meios de comunicação sobre Agricultura de Precisão. Todos estes condicionantes têm influência positiva na adoção de AP.

Estes resultados assemelham-se aos encontrados na revisão de literatura e em cada teste de hipótese ressalta-se a comparação com os resultados esperados e os encontrados. Este trabalho contribui para a literatura confirmando, em um cenário até então inexplorado como o cultivo de grãos no Brasil, a influência destes condicionantes. No entanto, esperava-se influência significativa da área de soja e milho, da participação em associações e cooperativas e da experiência do produtor, porém, as hipóteses construídas relacionadas a estes condicionantes foram refutadas.

Com relação à ausência de influência da área de soja e de milho, retoma-se a discussão iniciada na introdução do trabalho: um grande produtor não necessariamente será um adotante de AP, pois talvez aquele obtenha o nível ótimo da sua produção e rentabilidade sem necessariamente utilizar AP. Baseando-se no nível de investimento em AP e na escala necessária para que algumas máquinas e equipamentos tornem-se rentáveis, não seria trivial que os grandes produtores se aproveitassem dos benefícios gerados pela AP utilizando-se da sua capacidade de investimento e economias de escala? Se tal fato não acontece nos cultivos de soja e de milho verão por que, então, um produtor com maior área de safrinha tem maior chance de adotar AP, conforme identificado na pesquisa?

Para estes cultivos, talvez a probabilidade de utilização de AP não se dê pelo tamanho da fazenda, mas sim pelo risco associado aos cultivos que o produtor deseja trabalhar, por exemplo, o risco associado ao cultivo de milho safrinha. A influência do risco relativo ao negócio e a seus cultivos na adoção de AP pode ser um condicionante a ser analisado e inserido no modelo, resultando em uma alternativa para responder estas perguntas.

No que concerne à não influência de associações e cooperativas, supôs-se que estas não desempenhem um papel de fornecedoras de informação sobre AP. Pergunta-se, portanto: Seria interessante realizar tal função, a fim de elevar a competitividade dos seus produtores associados/sócios? Qual é realmente o papel da cooperativa e da associação de produtores com relação a AP?

Como objetivos específicos, o trabalho mensurou o grau de adoção e uso de AP, caracterizou o produtor rural e a fazenda, as principais tecnologias utilizadas e os fatores de maior influência na adoção de AP. Os produtores entrevistados têm áreas de grãos e produtividade aderentes à realidade da produção comercial de grãos brasileira. No tocante à adoção de AP, ainda se encontram na Maioria Inicial (até 50% da população), segundo os critérios da curva de Rogers (2003).

As tecnologias no estágio de Maioria Inicial (Até 50% da população) são análise de solos, aplicação de corretivos e fertilizantes em taxa variável, amostragem de solo em grade (Georreferenciada), mapa de aplicação, piloto automático, aplicação de defensivos em taxa variável, GPS com barra de luz, monitor de colheita e mapa de produtividade. As tecnologias adotadas pelos Pioneiros (Até 16% da população) são semeadura em taxa variável, GPS com correção RTK, sensoriamento remoto (aéreo/satélite/outros) e irrigação de precisão. A única tecnologia somente adotada pelos Inovadores (até 2,5%) foram os sensores de plantas daninhas, pragas e doenças.

Como sugestões para estudos futuros tem-se:

- Realização de pesquisas sobre adoção de AP para os cultivos de cana de açúcar, laranja e algodão no Brasil.
- Nas pesquisas futuras, realizar esforços para se obter amostragem por cotas de acordo com a produção de cada região analisada.
- Estudos sobre a adoção de tecnologias ainda pioneiras até a data da confecção da dissertação (2015), como drones, defensivos biológicos, fertilizantes foliares, sementes e novas moléculas de proteção de cultivos, inoculantes e soluções integradoras de tecnologias de AP.

- Mensuração do resultado econômico dos produtores que adotam AP *versus* aqueles que não adotam. Qual estratégia é mais efetiva no fim do dia? O quanto investido em AP retorna economicamente para o produtor?
- Identificar canais de comunicação e fontes de informação mais efetivas para a divulgação e difusão de práticas de AP, seja por parte dos fabricantes e fornecedores, bem como dos distribuidores e agentes governamentais.

A principal limitação do trabalho é a sua amostra não representativa, obtida em condições específicas, como uma feira de negócios.

9. REFERÊNCIAS

ABEBE, G. K.; BIJMAN, J.; PASCUCCI, 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

ABMR&A (2009). Associação Brasileira de Marketing Rural e Agronegócios. **Perfil Comportamental e Hábitos de Mídia do Produtor Rural Brasileiro**. Disponível em : <<http://www.abmra.org.br/pesquisa.htm>>. Acesso em 03 jul.2014

ABMR&A (2014). Associação Brasileira de Marketing Rural e Agronegócios. **Sexta pesquisa da ABMR&A mostra que produtores estão mais conectados à tecnologia.** Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/sexta-pesquisa-abmra-mostra-que-produtores-estao-mais-conectados-tecnologia-9674>>. Acesso em 02 nov.2015.

ALEXANDER, C. E., WILSON C.A; FOLE, D. H. (Fall 2005) Agricultural Input Market Segments: Who Is Buying What? **Journal of Agribusiness**, 232, p. 113-132 © 2005 Agricultural Economics Association of Georgia.

ANSELMI, 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.

ANTOLINI, L. S. ; SCARE, R. F. . Determinantes do Comportamento de Compra dos Produtores de Grãos: Um Estudo Multicasos com Médios e Grandes Produtores do Estado do Mato Grosso. **Revista UNIARA**, v. 16, p. 9-25, 2013.

ANTUNIASSI, U. R; BAIO, F. H. R.; SHARP, T. C. **Agricultura de Precisão.** In: FREIRE, E. C. (Org). Algodão no Cerrado do Brasil. Brasília, DF: Abrapa, 2007. 918 p.

ARAÚJO, A. C.; SILVA, L. M. R.; KHAN, A. S.; ARAUJO, L. V. A Cultura do Mamão em Municípios Selecionados 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.

ARAUJO, A. C.; SILVA, L. M. R.; KHAN, A. S.; L. V. ARAÚJO. A Cultura do Mamão em Municípios Selecionados 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.

BIBLIOTECA digital de teses e dissertações da USP. Disponível em: <<http://goo.gl/WEuEiz>>. Acesso em 03 jul.2014.

BOEHLJE, M; DOBBINS, C; MILLER, A;. **Are your Farm Business Management Skills Ready for the 21st Century?** ID 244 Purdue Extension, Purdue University, West Lafayette, Indiana, 2001.

BORCHERS, B., ROUCAN-KANE, M., ALEXANDER, C., BOEHLJE, W.; DOWNEY, S., GRAY, A. W. How Large Commercial Producers Choose Input Suppliers: Expendable Products from Seed do Animal Health. **International Food and Agribusiness Management Review.** Volume 15, Issue 2, 2012

BRYCE, R. GROSS, N. Acceptance and Diffusion of Hybrid Corn Seed in Two Iowa Communities Agricultural. Agricultural Experiment Station Iowa State College Of Agriculture And Mechanic Arts Sociology Subsection Economics and Sociology section **Research Bulletin 372**. Jan. 1950.

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.

BURGERT, G, W. Agricultural Large Commercial Producers in Argentina and the United States of America: a Comparative Study. **Master of Science Thesis.** Purdue University, 2011.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados Em Economia Aplicada - ESALQ/USP. **PIB Agro**. Disponível em <<http://cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em 03 jul.2014.

CORRAR, L. J. ; PAULO, E. ; DIAS FILHO, J. M. **Análise multivariada para os cursos de administração, ciências contábeis e economia.** Ed. Atlas, 2007.

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

DEERE AND COMPANY. **Base RTK**. 2014. Disponível em:<< www.deere.com.br/pt_BR/products/equipment/agriculture_management_solutions/displays_and_receivers/rtk_base/rtk_base.page#viewTabs>>. Acesso em 26 jan. 2015.

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.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Variação da produtividade do milho no Brasil.** 2014. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/grao/14_edicao/grao_em_grao_materia_02.htm>>. Acesso em 29 jul.2015.

EMBRAPA SOJA. **Soja.** 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>>. Acesso em 29 jul.2015.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014. Disponível em <<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>> Acesso em 02 jul.2014.

FEDER, G.; UMALI, D. L. The Adoption of Agricultural Innovations: A Review. **Technological Forecasting And Social Change** . 43, 215-239, 1993

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

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.

FUNK, T. F.; TARTE, F. C**.** The Farmer Decision Process in Purchasing Broiler Feed. **American Journal of Agricultural Economics**, Vol. 60, No. 4 (Nov., 1978), pp. 678. Oxford University Press on behalf of the Agricultural & Applied Economics Association. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1240255>>. Acesso em 01 dez.2011.

FUNK, T. F; DOWNEY, W. D;. Fertilizer Purchasing Behavior of Indiana. **North Central Journal of Agricultural Economics,** Vol. 5, No. 2 (Jul., 1983), pp. 123-137. Oxford University Press on behalf of Agricultural & Applied Economics Association Stable Disponível em:<<: http://www.jstor.org/stable/1349147>>. Acesso em: 01 dez.2011.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 1999.

GLOY, B. A.;. AKRIDGE, J. T. Segmenting the Commercial Producer Marketplace for Agricultural Inputs. **International Food and Agribusiness Management Review** 2, 1 45-163, 1999.

GREENE, W. H. **Econometric Analysis**, 5 ed. Pearson Education, Inc., New Jersey; 2005.

GRISSO, R.; ALLEY, M.; MCCLELLAN, P.; BRANN, D.; DONOHUE, S.; Precision Farming: A Comprehensive Approach. **Virginia Cooperative Extension**: Publication 442-500. Communications and Marketing, College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University, 2009.

HADRICH J.C., VAN WINKLE, A. Awareness and pro-active adoption of surface water BMPs. **Journal of Environmental Management** 127 (2013) 221-227.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário**, 2006. Disponível em: <<www.ibge.gov.br>>. Acesso em 03 jul.2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Produção Agrícola Municipal,** 2012. Disponível em:<<http://goo.gl/YhUluJ>>. Acesso em 03 jul.2014.

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.

KAY, R. D.; EDWARDS, W. M.; DUFFY, P. A. **Farm Management**. P. 466 Mc Graw Hill. New York. 2012.

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.

KOOL, M. Buying behavior of Farmers. D**octor of Philosophy Thesis.** Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands, 1994.

KOOL, M; MEULENBERG, M; DOUWNE-FRITS, B; Extensiveness of Farmers' Buying Processes. **Agribusiness**, 13, p. 301-318, 1997.

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

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 & Agroindustriai**s, 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

MACHADO, J. G. C. F.; NANTES, 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

MANSON, S. M.; JORDAN, N. R.; NELSON, K. C.; BRUMMEL, R. F. Modeling the effect of social networks on adoption of multifunctional agriculture. **Environmental Modelling & Software** (2014). (No prelo)

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

McBRATNEY, A; WHELAN, B; ANCEV, T; BOUMA, T. Future Directions of Precision Agriculture. **Precision Agriculture**, 6, 7–23, 2005.

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.

MOLIN, J. P. **Agricultura de Precisão:** Gerenciamento da variabilidade. Piracicaba: O Autor, 2001. 83 p.

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.

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.

ONU. **2015 Revision of World Population Prospects.** Disponível em <<http://esa.un.org/unpd/wpp/.>> Acesso em 02 nov. de 2015.

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.

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 2014.

PIONEER SEMENTES. **O milho no Brasil, sua importância e evolução.**. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/media-center/artigos/165/o-milho-no-brasil-sua-importancia-e-evolucao>>. Acesso em 29 jul. 2015.

PORTAL de periódicos CAPES. Disponível em: <<http://goo.gl/241lMu>>. Acesso em 03 jul. 2014.

RAMIREZ, A. The Influence of Social Networks on Agricultural Technology Adoption. 9th Conference on Applications of Social Network Analysis (ASNA). **Procedia - Social and Behavioral Sciences.** 79. (2013) 101–116.

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.

ROGERS, E. M. **The Diffusion of Innovations**. 5 ed. New York: The Free Press. 451 p. 2003.

ROJAS, R. J.; URETA, B. E. B.; ENGLER, A. DIAZ, J. An analysis of the joint adoption of water conservation and soil conservation in Central Chile. **Land Use Policy.** 32 292-301. 2013.

ROUCAN-KANE, M; ALEXANDER, C; BOEHLJE, M D.; DOWNEY, S W.; GRAY, A W. Agricultural financial market segments. **Agriculture Finance Review**, vol. 70, nº 2, p. 231-244, 2010.

SCARE, R. F; ANTOLINI, L. S. Entendendo a tomada de decisão e o comportamento de compra do produtor rural. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F; CALEMAN, S. M. Q. (Orgs). **Gestão de Sistemas de Agronegócios**. Atlas. Cap. 11. p.223-251. (1), 2015.

SCIENCE DIRECT. Disponível em: <<http://goo.gl/pp4oye>>. Acesso em 03 jul. 2014.

SCOPUS. Disponível em <<http://goo.gl/Of9F9W>> Acesso em 03 jul.2014.

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. **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.

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, 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.

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.

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

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).

SWINTON, S. M.; LOWENBERG-DEBOER, J. Evaluating the profitability of site specific farming. **Journal of Production Agriculture**. 11:439-446, 1998:

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

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, 2007.

TSCHIEDEL1, M.; FERREIRA, M. F. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.1, p.159-163, 2002

VALMONT, 2015. **Irrigação de Precisão**. Disponível em: <<http://www.pivotvalley.com.br/sitenovo/ValleyIrrigacaoDePrecisao>>. Acesso em 10 fev.2015.

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.

APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA

USP AgroFEA Ribeirão Preto fea·RP

Em caso de dúvidas e sugestões, entre em contato com leonardo.antolini@gmail.com

1º Pesquisa sobre a Adoção de Agricultura de Precisão por Produtores de Soja
AGROFEA – FEA-RP - Universidade De São Paulo
Por Favor responda esta pesquisa, apoie a USP de Ribeirão Preto e faça parte deste estudo pioneiro!

Box de Explicação do Questionário

Olá, bom dia/boa tarde, tudo bem? Sou **pesquisador(a) da USP de Ribeirão Preto,** do Centro de Pesquisas de Agronegócios – Agrol *(detalhar se necessário).* Estamos realizando o **1° Estudo sobre Adoção de Agricultura de Precisão por Produtores de Grãos (**Soja, Mi e Algodão**).** O sr. gostaria de **participar deste estudo pioneiro da USP Ribeirão Preto**? Nossa conversa durará aproximadamente **minutos**.

VERIFICAÇÃO: O sr. Produz SOJA, MILHO OU ALGODÃO como CULTIVOS PRINCIPAIS da SUA PRODUÇÃO?

Sim☐ Não☐ (Se sim, continuar a entrevista. Se não, agradecer a atenção e procurar outro produtor)

Entrevistador:	**Hora Início:**
Data:	**Hora Término:**
Nome do Produtor:	
Cidade:	**Estado:**
Telefone:	**E-mail:**

CARACTERÍSTICAS DA FAZENDA

1. Considerando **SAFRA 14/15**, qual foi a **ÁREA PLANTADA** de soja, milho e/ou algodão? E quanto o sr. plantou na **SAFRINHA 20**

Cultivo	**Safra 14/15** (em hectares)	**Safrinha 2015** (em hectares)
Soja		
Milho		
Algodão		

2. Considerando a **SAFRA 14/15**, qual foi a **PRODUTIVIDADE MÉDIA** por hectare? **SE FEZ SAFRINHA**, qual é a **EXPECTATIVA FUTUR DE PRODUTIVIDADE** para a **SAFRINHA 2015**? *(Nesta época do ano, a safrinha ainda não foi colhida. Perguntar qual é a EXPECTATIVA que a safrinha terá de produtividade. Se não souber seguir para próxima pergunta)*

Cultivo	**Safra 14/15** *(produtividade)*	**Safrinha 2015** *(produtividade)*
.Soja		
Milho		
Algodão		

3. Considerando a **SAFRA 14/15**, quantos **HECTARES** foram cultivados em **TERRAS PRÓPRIAS?** E em **TERRAS ARRENDADAS?**

Área (em hectares)		
	Área Cultivada em Terras Próprias	
	Área Cultivada em Terras Arrendadas	

PERFIL DO PRODUTOR

4. Experiência - Há **QUANTO TEMPO** o sr. atua como produtor rural?
Menos de 1 ano☐ Entre 1 e 5 anos☐ Entre 6 e 10 anos☐ Entre 11 e 15 anos☐ Entre 16 e 20 anos☐ Mais de 20 anos☐

5. Cooperativismo: Você **PARTICIPA** de alguma **COOPERATIVA** de produtores?
Sim☐ Não☐

6. Associativismo: Você **PARTICIPA** de alguma **ASSOCIAÇÃO** d produtores?
Sim☐ Não☐

7. Fontes de Renda: Considerando o **TOTAL DA SUA RENDA**, quantos % dela vem da agricultura?

8. QUAL É A QTD. DE COLHEITADEIRAS que o sr. **UTILIZA**?
9.1 QUAL É A MARCA PREDOMINANTE das **COLHEITADEIRAS**?

Qtd.	**Marca Predominante**

9. QUAL É A QTD. DE TRATORES que o sr. **UTILIZA**?
10.1 QUAL É A MARCA PREDOMINANTE dos **TRATORES**?

Qtd.	**Marca Predominante**

ADOÇÃO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO

1. NA SUA VISÃO, se comparado aos **PRODUTORES DA SUA REGIÃO,** qual é o **NÍVEL TECNOLÓGICO** praticado na **SUA FAZENDA**?

Baixo ☐ Médio ☐ Alto ☐

11.1 Considerando a **SAFRA 14/15**, o sr. utilizou alguma **TECNOLOGIA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO**?

Não ☐ *Se o produtor disser NÃO, seguir para a pergunta 12.*
Sim ☐

11.2 SE SIM, EM QUANTOS % DA ÁREA CULTIVADA o utilizou alguma **TECNOLOGIA DE AGRICULTURA DE PRECISÃ**

11.3. QUAIS TECNOLOGIAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO o senhor utiliza?

11.4 Das que o sr. **UTILIZA**, quais são **PRÓPRIAS** e quais são **CONTRATADAS DE TERCEIROS/OUTRAS EMPRESAS?**

Tecnologia de Agricultura de Precisão	11.3 Utiliza?		11.4 Se sim, qual tipo? Própria ou Contratada?	
	Sim	Não	Própria	Contratada
Utiliza **Análise de Solos?**				
Utiliza **Amostragem de Solo Em Grade** (*Georreferenciada)?*				
Utiliza **Aplicação de Corretivos e Fertilizantes em Taxa Variável**?				
Utiliza **Aplicação de Defensivos em Taxa Variável**?				
Utiliza **Semeadura em Taxa Variável**?				
Utiliza **GPS com Barra de Luz**?				
Utiliza **GPS com correção RTK?**				
Utiliza **Piloto Automático**?				
Utiliza **Monitor de Colheita**?				
Utiliza **Mapa de Produtividade**?				
Utiliza **Mapa de Aplicação?**				
Utiliza **Sensoriamento Remoto**? (Aéreo/Satélite/Outros)				
Utiliza **Sensores de Plantas Daninhas, Pragas e Doenças**?				
Utiliza **Irrigação de Precisão?**				

11.5 HÁ QUANTO TEMPO o sr. **UTILIZA** alguma **TECNOLOGIA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO**?

Menos de 1 ano ☐ Entre 1 e 5 anos ☐ Entre 6 e 10 anos ☐ Entre 11 e 15 anos ☐ Entre 16 e 20 anos ☐ Mais de 20 anos ☐

11.6 NOS PRÓXIMOS 5 ANOS, quais são suas **INTENÇÕES** com **RELAÇÃO** a **ÁREA CULTIVADA COM AGRICULTURA DE PRECISÃO?**

Aumentar ☐ Manter ☐ Diminuir ☐

12. Numa escala de 1 a 5, sendo **1- SEM IMPORTÂNCIA** e **5- MUITO IMPORTANTE**, **QUAL É A IMPORTÂNCIA** da **AGRICULTURA PRECISÃO** para sua **PRODUÇÃO HOJE**?

1	2	3	4	5

13. SE NÃO UTILIZA, o sr. **PRETENDE** utilizar alguma **TECNOLOGIA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO** nos **PRÓXIMOS 5 ANOS?**

Sim ☐
Não ☐

14. DIGA SE VOCÊ CONCORDA, É NEUTRO OU DISCORDA com as seguintes **AFIRMAÇÕES** com **RELAÇÃO AS TECNOLOGIAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO**

FACILIDADE DE USO	Discordo	Neutro	Concordo
Somente especialistas entendem como a as tecnologias de agricultura de precisão funciona			
É **difícil aprender** a usar as tecnologias de agricultura de precisão			
COMPATIBILIDADE	**Discordo**	**Neutro**	**Concordo**
Eu **gosto de trabalhar** com **equipamentos modernos**			
A **agricultura de precisão** é compatível com o **nível tecnológico** praticado na minha fazenda			
As **máquinas e equipamentos** utilizados pela agricultura de precisão **"não conversam entre si".**			
VIABILIDADE	**Discordo**	**Neutro**	**Concordo**
É **fácil observar** os **resultados da agricultura de precisão**			
O produtor que utiliza Agricultura de Precisão tem **bons resultados**			
Adotar tecnologias de agricultura de precisão exige **muito esforço da minha parte**			
EXPERIMENTAÇÃO	**Discordo**	**Neutro**	**Concordo**
Tive oportunidade de testar **tecnologias de agricultura de precisão**			
Minhas experiências com tecnologia de agricultura de precisão são **positivas**			

UTILIZAÇÃO DAS FONTES DE INFORMAÇÃO SOBRE TECNOLOGIAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO		
12. PENSANDO SOMENTE NA ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, QUAIS das FONTES DE INFORMAÇÃO EXTERNAS a seguir o sr. **UTILIZA**?	**Não**	**Sim**
Agrônomo, consultor ou técnico contratado		
Representante técnico de vendas do fabricante		
Balconista / vendedor do distribuidor de insumos		
Associação de produtores		
Cooperativa de produtores		
Assistência técnica e extensão rural (Emater, CATI)		
Órgãos do governo (Embrapa)		
Outros produtores		

UTILIZAÇÃO DOS CANAIS DE COMUNICAÇÃO SOBRE TECNOLOGIAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO		
13. PENSANDO SOMENTE ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, QUAIS dos **CANAIS DE COMUNICAÇÃO** a seguir o sr. **UTILIZA**? *(sim ou não)*	**Não**	**Sim**
Correio / Correspondência		
Dia de Campo		
Internet		
E-mail		
Feiras e Eventos		
Palestras		
Televisão		
Publicações de Universidades		
Redes Sociais (Facebook/outras)		
Revista ou Jornal Especializado em Agricultura/Agronegócios		
Site dos Fornecedores		
Smartphone e Aplicativos		

UTILIZAÇÃO FONTES DE FINANCIAMENTO PARA AQUISIÇÃO EQUIPAMENTOS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO		
14. PENSANDO SOMENTE NA AQUISIÇÃO DE TECNOLOGIAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, QUAIS DAS FONTES DE FINANCIAMENTO o sr. **UTILIZA**?	**Sim**	**Não**
Recursos próprios		
Banco Comercial / Privado		
Linhas de Financiamento do Governo		
Financiamento de Banco do Fornecedor		
Cooperativas de Produtores		

PRINCIPAIS BARREIRAS NA ADOÇÃO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO

15. QUAIS SÃO AS PRINCIPAIS BARREIRAS DE ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO?

Desafios na Adoção de Tecnologias de Agricultura de Precisão	Sim	Não
Custo de Aquisição dos **Equipamentos**		
Custo de Aquisição de **Serviços Externos**		
Manutenção dos **Equipamentos**		
Fontes de Financiamento		
Mão de Obra		
Compatibilidade entre os Equipamentos		
Informação sobre as **Tecnologias de Agricultura de Precisão**		
Viabilidade de Tecnologias de Agricultura de Precisão		

PERFIL DO PRODUTOR

12. QUAL É O SEU PAPEL NA TOMADA DE DECISÃO DA FAZENDA?	**Marcar um X**
Principal Tomador de Decisão	
Filho do Principal Tomador de Decisão	
Funcionário contratado	
Outro. Qual?	

13. CLASSIFIQUE os seguintes **ATRIBUTOS** de acordo com sua **IMPORTÂNCIA** quando você **COMPRA MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS (MOSTRAR QUADRO)**	**Ordenar Atributos de 1 a 6**
Desempenho do Produto (rendimento, durabilidade)	
Localização / Conveniência	
Relacionamento com o fornecedor	
Fornecimento de Informações (acompanhamento, conselhos)	
Serviço de Suporte (entrega, reparos, instalação)	
Preço	

14. Como a sua PRODUÇÃO deverá se ALTERAR em 5 anos (2020)?

☐ Deverá **PERMANECER** como está agora.
☐ Deverá se tornar **MAIS DIVERSIFICADA**, distribuindo recursos em diversas culturas ou pecuária.
☐ Deverá se tornar **MAIS ESPECIALIZADA**, concentrando-se em algumas culturas ou pecuária.
☐ **NÃO TERÁ MAIS** ter produção agrícola.

15. Nível de Escolaridade - Qual é o seu **NÍVEL DE ESCOLARIDADE**?

Fundamental Incompleto ☐
Fundamental Completo ☐
Médio Incompleto ☐
Médio Completo ☐
Ensino Técnico Incompleto ☐
Ensino Técnico Completo ☐
Graduação Incompleta ☐
Graduação Completa ☐
Pós Graduação Incompleta ☐
Pós Graduação Completa ☐

16. Banco/ Banco/**Local de Residência**: A sua **RESIDÊNCIA PRINCIPAL** é localizada na **FAZENDA** ou na **CIDADE**?

Fazenda ☐ Cidade ☐

17. QUAL é o seu **ANO DE NASCIMENTO?** *Se não quiser responder siga para a solicitação de contatos de produtores.*

O sr. poderia nos indicar outros Produtores para entrarmos em contato?

Produtor:	Telefone:
Produtor:	Telefone:
Produtor:	Telefone:
Produtor:	Telefone:
Produtor:	Telefone:
Produtor:	Telefone:

APÊNDICE II – TABELAS ESTATÍSTICAS DO MODELO ESTIMADO

```
LOGISTIC REGRESSION VARIABLES
@11.1ConsiderandoaSAFRA1415osr.utilizoualgumaTECNOLOGIADEAGRICUL
 /METHOD=ENTER ÁREA_SAFRA_MILHO ÁREA_SAFRA_SOJA ÁREA_SAFRINHA_MILHO
@22.NíveldeEscolaridadeQualéoseuNÍVELDEESCOLARIDADE @24_Idade
@4.ExperiênciaHáQUANTOTEMPOosr.atuacomoprodutorrural
@5.CooperativismoVocêPARTICIPAdealgumaCOOPERATIVAdeprodutores
@6.AssociativismoVocêPARTICIPAdealgumaASSOCIAÇÃOdeprodutores
@7.FontesdeRendaConsiderandooTOTALDASUARENDAquantosdelavemdaagri
Fontinfo_Agrônomoconsultoroutécnicocontratado Fontinfo_Representantetécnicodevendasdofabricante
Fontinfo_Balconistavendedordodistribuidordeinsumos Fontinfo_Associaçãodeprodutores
Fontinfo_Cooperativadeprodutores Fontinfo_AssistênciatécnicaeextensãoruralEmaterCATI
Fontinfo_ÓrgãosdogovernoEmbrapa Fontinfo_Outrosprodutores Comm_CorreioCorrespondência
Comm_DiadeCampo Comm_Internet Comm_Email Comm_FeiraseEventos Comm_Palestras Comm_Televisão
Comm_PublicaçõesdeUniversidades Comm_RedesSociaisFacebookoutras
Comm_RevistaouJornalEspecializadoemAgriculturaAgronegócios Comm_SitedosFornecedores
Comm_SmartphoneeAplicativos
 /CONTRAST (Fontinfo_Agrônomoconsultoroutécnicocontratado)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Fontinfo_AssistênciatécnicaeextensãoruralEmaterCATI)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Fontinfo_Cooperativadeprodutores)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Comm_Palestras)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Comm_PublicaçõesdeUniversidades)=Indicator(1)
 /CONTRAST (@4.ExperiênciaHáQUANTOTEMPOosr.atuacomoprodutorrural)=Indicator(1)
 /CONTRAST (@5.CooperativismoVocêPARTICIPAdealgumaCOOPERATIVAdeprodutores)=Indicator(1)
 /CONTRAST (@6.AssociativismoVocêPARTICIPAdealgumaASSOCIAÇÃOdeprodutores)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Fontinfo_Representantetécnicodevendasdofabricante)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Fontinfo_Balconistavendedordodistribuidordeinsumos)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Fontinfo_Associaçãodeprodutores)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Fontinfo_ÓrgãosdogovernoEmbrapa)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Fontinfo_Outrosprodutores)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Comm_CorreioCorrespondência)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Comm_DiadeCampo)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Comm_Internet)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Comm_Email)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Comm_FeiraseEventos)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Comm_Televisão)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Comm_RedesSociaisFacebookoutras)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Comm_RevistaouJornalEspecializadoemAgriculturaAgronegócios)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Comm_SitedosFornecedores)=Indicator(1)
 /CONTRAST (Comm_SmartphoneeAplicativos)=Indicator(1)
 /CONTRAST (@22.NíveldeEscolaridadeQualéoseuNÍVELDEESCOLARIDADE)=Indicator(1)
 /SAVE=PRED
 /PRINT=GOODFIT CI(95)
 /CRITERIA=PIN(0.05) POUT(0.10) ITERATE(20) CUT(0.5).
```

Logistic Regression

Notes

Output Created		21-JUL-2015 00:44:42
Comments		
Input	Data	C:\Users\Leonardo\Desktop\Mestrado\Mestrado\DISSERTAÇÃO\Pesquisa de Campo\BASE FINAL\BASE SPSS 09-07_VMarlon_com_zero_area.sav
	Active Dataset	Conjunto_de_dados1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	404
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing

Case Processing Summary

Unweighted Cases		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	356	88,1
	Missing Cases	48	11,9
	Total	404	100,0
Unselected Cases		0	,0
Total		404	100,0

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
Não	0
Sim	1

Categorical Variables Codings

		Frequency	Parameter coding		
			(1)	(2)	(3)
22. Nível de Escolaridade - Qual é o seu NÍVEL DE ESCOLARIDADE?	Fundamental Incompleto	40	,000	,000	,000
	Fundamental Completo	43	1,000	,000	,000
	Médio Incompleto	21	,000	1,000	,000
	Médio Completo	115	,000	,000	1,000
	Técnico Incompleto	1	,000	,000	,000
	Técnico Completo	24	,000	,000	,000
	Graduação Incompleta	24	,000	,000	,000
	Graduação Completa	76	,000	,000	,000
	Pós-Graduação Incompleta	3	,000	,000	,000
	Pós-Graduação Completa	9	,000	,000	,000
4. Experiência - Há QUANTO TEMPO o sr. atua como produtor rural?	Menos de 1 ano	2	,000	,000	,000
	Entre 1 e 5 anos	34	1,000	,000	,000
	Entre 6 e 10 anos	50	,000	1,000	,000
	Entre 11 e 15 anos	40	,000	,000	1,000
	Entre 16 e 20 anos	26	,000	,000	,000
	Mais de 20 anos	204	,000	,000	,000
Fontinfo_Órgãos do governo (Embrapa)	Não	297	1,000		
	Sim	106	1,000		
Fontinfo_Representante técnico de vendas do fabricante	Não	70	,000		
	Sim	286	1,000		
6. Associativismo: Você PARTICIPA de alguma ASSOCIAÇÃO de produtores?	Não	272	,000		
	Sim	84	1,000		
5. Cooperativismo: Você PARTICIPA de alguma COOPERATIVA de produtores?	Não	161	,000		
	Sim	195	1,000		
Comm_Smartphone e Aplicativos	Não	190	,000		
	Sim	166	1,000		
Comm_Correio / Correspondência	Não	184	,000		
	Sim	172	1,000		
Comm_Site dos Fornecedores	Não	160	,000		
	Sim	196	1,000		

Categorical Variables Codings

		Parameter coding			
		(4)	(5)	(6)	(7)
22. Nível de Escolaridade - Qual é o seu NÍVEL DE ESCOLARIDADE?	Fundamental Incompleto	,000	,000	,000	,000
	Fundamental Completo	,000	,000	,000	,000
	Médio Incompleto	,000	,000	,000	,000
	Médio Completo	,000	,000	,000	,000
	Técnico Incompleto	1,000	,000	,000	,000
	Técnico Completo	,000	1,000	,000	,000
	Graduação Incompleta	,000	,000	1,000	,000
	Graduação Completa	,000	,000	,000	1,000
	Pós-Graduação Incompleta	,000	,000	,000	,000
	Pós-Graduação Completa	,000	,000	,000	,000
4. Experiência - Há QUANTO TEMPO o sr. atua como produtor rural?	Menos de 1 ano	,000	,000		
	Entre 1 e 5 anos	,000	,000		
	Entre 6 e 10 anos	,000	,000		
	Entre 11 e 15 anos	,000	,000		
	Entre 16 e 20 anos	1,000	,000		
	Mais de 20 anos	,000	1,000		
Fontinfo_Órgãos do governo (Embrapa)	Não				
	Sim				
Fontinfo_Representante técnico de vendas do fabricante	Não				
	Sim				
6. Associativismo: Você PARTICIPA de alguma ASSOCIAÇÃO de produtores?	Não				
	Sim				
5. Cooperativismo: Você PARTICIPA de alguma COOPERATIVA de produtores?	Não				
	Sim				
Comm_Smartphone e Aplicativos	Não				
	Sim				
Comm_Correio / Correspondência	Não				
	Sim				
Comm_Site dos Fornecedores	Não				
	Sim				

Categorical Variables Codings

		Parameter coding	
		(8)	(9)
22. Nível de Escolaridade - Qual é o seu NÍVEL DE ESCOLARIDADE?	Fundamental Incompleto	,000	,000
	Fundamental Completo	,000	,000
	Médio Incompleto	,000	,000
	Médio Completo	,000	,000
	Técnico Incompleto	,000	,000
	Técnico Completo	,000	,000
	Graduação Incompleta	,000	,000
	Graduação Completa	,000	,000
	Pós-Graduação Incompleta	1,000	,000
	Pós-Graduação Completa	,000	1,000
4. Experiência - Há QUANTO TEMPO o sr. atua como produtor rural?	Menos de 1 ano		
	Entre 1 e 5 anos		
	Entre 6 e 10 anos		
	Entre 11 e 15 anos		
	Entre 16 e 20 anos		
	Mais de 20 anos		
Fontinfo_Órgãos do governo (Embrapa)	Não		
	Sim		
Fontinfo_Representante técnico de vendas do fabricante	Não		
	Sim		
6. Associativismo: Você PARTICIPA de alguma ASSOCIAÇÃO de produtores?	Não		
	Sim		
5. Cooperativismo: Você PARTICIPA de alguma COOPERATIVA de produtores?	Não		
	Sim		
Comm_Smartphone e Aplicativos	Não		
	Sim		
Comm_Correio / Correspondência	Não		
	Sim		
Comm_Site dos Fornecedores	Não		
	Sim		

Categorical Variables Codings

		Frequency	Parameter coding		
			(1)	(2)	(3)
Comm_Revista ou Jornal Especializado em Agricultura/Agronegócios	Não	114	,000		
	Sim	242	1,000		
Comm_Redes Sociais (Facebook/outras)	Não	196	,000		
	Sim	160	1,000		
Comm_Publicações de Universidades	Não	247	,000		
	Sim	109	1,000		
Comm_Televisão	Não	57	,000		
	Sim	299	1,000		
Comm_Palestras	Não	29	,000		
	Sim	327	1,000		
Comm_Dia de Campo	Não	32	,000		
	Sim	324	1,000		
Comm_Internet	Não	67	,000		
	Sim	289	1,000		
Comm_E-mail	Não	98	,000		
	Sim	258	1,000		
Comm_Feiras e Eventos	Não	6	,000		
	Sim	350	1,000		
Fontinfo_Outros produtores	Não	66	,000		
	Sim	290	1,000		

Block 0: Beginning Block

Classification Table

Observed			Predicted		
			11.1 Considerando a SAFRA 14/15, o sr. utilizou alguma TECNOLOGIA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO		Percentage Correct
			Não	Sim	
Step 0	11.1 Considerando a SAFRA 14/15, o sr. utilizou alguma TECNOLOGIA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO	Não	205	0	100,0
		Sim	151	0	,0
	Overall Percentage				57,6

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0	Constant	-,306	,107	8,128	1	,004	,737

Variables not in the Equation

			Score	df	Sig.
Step 0	Variables	ÁREA_SAFRA_MILHO	1,309	1	,253
		ÁREA_SAFRA_SOJA	2,406	1	,121
		ÁREA_SAFRINHA_MILHO	10,273	1	,001
		@22.NíveldeEscolaridadeQualéoseuNÍVELDEESCOLARIDADE	26,006	9	,002
		@22.NíveldeEscolaridadeQualéoseuNÍVELDEESCOLARIDADE(1)	1,946	1	,163
		@22.NíveldeEscolaridadeQualéoseuNÍVELDEESCOLARIDADE(2)	,754	1	,385
		@22.NíveldeEscolaridadeQualéoseuNÍVELDEESCOLARIDADE(3)	,003	1	,959
		@22.NíveldeEscolaridadeQualéoseuNÍVELDEESCOLARIDADE(4)	1,361	1	,243
		@22.NíveldeEscolaridadeQualéoseuNÍVELDEESCOLARIDADE(5)	1,850	1	,174
		@22.NíveldeEscolaridadeQualéoseuNÍVELDEESCOLARIDADE(6)	6,197	1	,013
		@22.NíveldeEscolaridadeQualéoseuNÍVELDEESCOLARIDADE(7)	6,530	1	,011
		@22.NíveldeEscolaridadeQualéoseuNÍVELDEESCOLARIDADE(8)	,728	1	,393
		@22.NíveldeEscolaridadeQualéoseuNÍVELDEESCOLARIDADE(9)	,653	1	,419

Variables not in the Equation

			Score	df	Sig.
Step 0	Variables	@24_Idade	3,194	1	,074
		@4.ExperiênciaHáQUANTOTEMPOosr.atuacomoprodutorrural	1,808	5	,875
		@4.ExperiênciaHáQUANTOTEMPOosr.atuacomoprodutorrural(1)	,332	1	,565
		@4.ExperiênciaHáQUANTOTEMPOosr.atuacomoprodutorrural(2)	,980	1	,322
		@4.ExperiênciaHáQUANTOTEMPOosr.atuacomoprodutorrural(3)	,000	1	,991
		@4.ExperiênciaHáQUANTOTEMPOosr.atuacomoprodutorrural(4)	,661	1	,416
		@4.ExperiênciaHáQUANTOTEMPOosr.atuacomoprodutorrural(5)	,013	1	,909
		@5.CooperativismoVocêPARTICIPAdealgumaCOOPERATIVAdeprodutores(1)	,136	1	,712
		@6.AssociativismoVocêPARTICIPAdealgumaASSOCIAÇÃOdeprodutores(1)	1,219	1	,270
		@7.FontesdeRendaConsiderandooTOTALDASUARENDAquantosdelavemdaagri	4,954	1	,026
		Fontinfo_Agrônomoconsultoroutécnicocontratado(1)	3,020	1	,082
		Fontinfo_Representantetécnicodevendasdofabricante(1)	,035	1	,852

Variables not in the Equation

			Score	df	Sig.
Step 0	Variables	Fontinfo_Balconistavendedordodistribuidordeinsumos(1)	,973	1	,324
		Fontinfo_Associaçãodeprodutores(1)	,264	1	,607
		Fontinfo_Cooperativadeprodutores(1)	2,303	1	,129
		Fontinfo_AssistênciatécnicaeextensãoruralEmaterCATI(1)	3,082	1	,079
		Fontinfo_ÓrgãosdogovernoEmbrapa(1)	,508	1	,476
		Fontinfo_Outrosprodutores(1)	,075	1	,784
		Comm_CorreioCorrespondência(1)	,427	1	,513
		Comm_DiadeCampo(1)	,931	1	,335
		Comm_Internet(1)	9,814	1	,002
		Comm_Email(1)	9,105	1	,003
		Comm_FeiraseEventos(1)	4,495	1	,034
		Comm_Palestras(1)	6,101	1	,014
		Comm_Televisão(1)	,405	1	,524
		Comm_PublicaçõesdeUniversidades(1)	11,805	1	,001
		Comm_RedesSociaisFaceboookoutras(1)	3,076	1	,079
		Comm_RevistaouJornalEspecializadoemAgriculturaAgronegócios(1)	1,514	1	,218
		Comm_SitedosFornecedores(1)	6,543	1	,011
		Comm_SmartphoneeAplicativos(1)	9,837	1	,002

Block 1: Method = Enter

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	79,122	41	,000
	Block	79,122	41	,000
	Model	79,122	41	,000

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	406,176	,199	,268

Hosmer and Lemeshow Test

Step	Chi-square	df	Sig.
1	11,006	8	,201

Contingency Table for Hosmer and Lemeshow Test

		11.1 Considerando a SAFRA 14/15, o sr. utilizou alguma TECNOLOGIA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO = Não		11.1 Considerando a SAFRA 14/15, o sr. utilizou alguma TECNOLOGIA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO = Sim		Total
		Observed	Expected	Observed	Expected	
Step 1	1	33	33,067	3	2,933	36
	2	27	29,027	9	6,973	36
	3	27	26,997	9	9,003	36
	4	23	24,640	13	11,360	36
	5	22	22,064	14	13,936	36
	6	25	19,931	11	16,069	36
	7	14	17,629	22	18,371	36
	8	15	14,857	21	21,143	36
	9	17	11,783	19	24,217	36
	10	2	5,005	30	26,995	32

Classification Table

	Observed		Predicted		
			11.1 Considerando a SAFRA 14/15, o sr. utilizou alguma TECNOLOGIA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO		Percentage Correct
			Não	Sim	
Step 1	11.1 Considerando a SAFRA 14/15, o sr. utilizou alguma TECNOLOGIA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO	Não	165	40	80,5
		Sim	64	87	57,6
	Overall Percentage				70,8