

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**Canrobert Kumpfer Werlang**

**AGRICULTURA DE PRECISÃO NO BRASIL: FATORES  
CONDICIONANTES, PERFIL SÓCIO ECONÔMICO E PERSPECTIVAS**

**Santa Maria, RS  
2018**



**Canrobert Kumpfer Werlang**

**AGRICULTURA DE PRECISÃO NO BRASIL: FATORES CONDICIONANTES,  
PERFIL SÓCIO ECONÔMICO E PERSPECTIVAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de Mecanização Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Engenharia Agrícola**.

Orientador: Prof. Dr. Telmo Jorge Carneiro Amado

Santa Maria, RS  
2018

Werlang, Canrobert Kumpfer  
AGRICULTURA DE PRECISÃO NO BRASIL: FATORES  
CONDICIONANTES, PERFIL SÓCIO ECONÔMICO E PERSPECTIVAS /  
Canrobert Kumpfer Werlang.- 2018.  
150 p.; 30 cm

Orientador: Telmo Jorge Carneiro Amado  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2018

1. Inovação na agricultura 2. Manejo sitio-específico  
3. Modernização da agricultura I. Amado, Telmo Jorge  
Carneiro II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

---

© 2018

Todos os direitos autorais reservados a Canrobert Kumpfer Werlang. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Colégio Politécnico da UFSM, Prédio 70 - Campus UFSM. Av. Roraima, n. 1000, Bairro Camobi, Santa Maria, RS. CEP: 97000-000

Fone: (55) 3220.8273; E-mail: canrobert.ufsm@gmail.com

**Canrobert Kumpfer Werlang**

**AGRICULTURA DE PRECISÃO NO BRASIL: FATORES CONDICIONANTES,  
PERFIL SÓCIO ECONÔMICO E PERSPECTIVAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de Mecanização Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Engenharia Agrícola**.

**Aprovado em 25 de de junho de 2018.**

---

**Telmo Jorge Carneiro Amado, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Jackson Ernani Fiorin, Dr. (UNICRUZ/CCGL TEC)**

---

**Rafael Pivotto Bortolotto, Dr. (UNICRUZ)**

---

**Alan Acosta, Dr. (Drakkar)**

---

**Valmir Aita, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, RS  
2018



## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho ao meu Pai Selso Werlang, que está em outra dimensão, com quem aprendi os princípios da honestidade, da perseverança, da ética, que se ainda estivesse conosco ficaria feliz em participar deste momento; A minha Mãe Córdula Kumpfer Werlang que me conduziu nos primeiros passos de vida como mãe e professora nas séries iniciais; A minha companheira Ivana Blos e a minha filha Cassiana Müller Werlang, por entenderem as ausências para a dedicação ao trabalho.*



## **AGRADECIMENTOS**

Ao concluir este trabalho agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, que abriu os caminhos para que este trabalho fosse realizado.

Ao Prof. Dr. Telmo Jorge Carneiro Amado, que acolheu como orientando o que se transformou numa grande amizade e os encontros de orientação transformaram-se em agradáveis momentos.

Ao Colégio Politécnico da UFSM, que viabilizou as condições legais para a realização desta pesquisa e, especialmente, ao Prof. Valmir Aita que se tornou um conselheiro decisivo, nos momentos em que faltavam forças para continuar dada as condições de saúde.

À Profa. Dra. Cláudia das Neves Costa, sempre amiga, vigilante e otimista.

À Profa. Dra. Marlene Lovatto com uma palavra de estímulo.

Ao Prof. Luciano Zucuni Pes, como professor do Mestrado Profissional em Agricultura de Precisão do Colégio Politécnico pelas sugestões.

Aos respondentes dos questionários que espontaneamente deram sua participação sem a qual este trabalho não aconteceria.

As demais pessoas que de uma forma ou de outra contribuíram para que esta pesquisa fosse realizada.



*Primeiro foi necessário civilizar o homem em relação ao próprio homem. Agora é necessário civilizar o homem em relação à natureza e aos animais.*

*(Victor Hugo)*



## RESUMO

### AGRICULTURA DE PRECISÃO NO BRASIL: FATORES CONDICIONANTES, PERFIL SÓCIO ECONÔMICO E PERSPECTIVAS

AUTOR: Canrobert Kumpfer Werlang  
ORIENTADOR: Telmo Jorge Carneiro Amado

Esta pesquisa aborda o perfil sócio econômico dos agricultores brasileiros que adotam a Agricultura de Precisão (AP), seus níveis de satisfação com a tecnologia, as técnicas mais empregadas, os condicionantes para a adoção e difusão, os impactos sobre a produtividade e uso de insumos e grau de gerenciamento. Trata-se de uma pesquisa exploratória descritiva, de opinião, com amostragem aleatória, onde a amostra foi constituída por 47 agricultores do Rio Grande do Sul (RS), que cultivam soja, milho, trigo e arroz irrigado e 19 empresas Prestadoras de Serviço em AP, que atuam em 11 estados brasileiros. Na investigação, utilizaram-se dados quantitativos e qualitativos, analisados através de metodologia estatística univariada e bivariada. Os resultados reportados indicaram uma faixa etária predominante entre 40 e 50 anos com nível de escolaridade de ensino médio ou graduação. O tamanho da propriedade influencia na adoção da AP na medida que, percentualmente, a relação dos adotantes com a distribuição fundiária aumentada cresce, conforme aumenta o tamanho das áreas, indicando que as propriedades maiores favorecem a utilização da tecnologia. O tempo de adoção predominante da AP é de até 6 anos, com quase 50% dos usuários, embora já seja conhecida a mais de três décadas. As principais formas pelas quais os agricultores tomam conhecimento da tecnologia são feiras, exposições, visitas comerciais e outros agricultores que servem de referência. As cooperativas, universidades e os órgãos de pesquisa são citados como instituições mais confiáveis para informações, porém sua atuação é limitada. As técnicas mais utilizadas, exceto piloto automático, são as relacionadas à melhoria da fertilidade e correção da acidez. A semeadura precisa a taxa variável de sementes para ajuste de população de plantas por zonas de manejo ou ambiente é recente, porém possui potencial de grande expansão, em curto espaço de tempo. O tamanho da malha de amostragem de solo predominante no Brasil é 3 ha, enquanto no RS é de 1 ha. O incremento da produtividade, predominantemente, está na média em torno de 10%, porém muito influenciado pelas condições intrínsecas da área. Os agricultores demonstraram nível elevado de satisfação com a tecnologia e com os prestadores de serviço em AP, materializado pela intenção de aumentar as áreas. Entre os benefícios auferidos destacam-se a melhoria da gestão e da produtividade. Os principais fatores limitantes para a adoção da AP foi seu custo, a falta de mão de obra especializada e de informações de suporte, falta de políticas públicas específicas e a falta de infraestrutura de comunicação.

**Palavras-chave:** Inovação na agricultura. Manejo sitio-específico. Modernização da agricultura.



## ABSTRACT

### PRECISION AGRICULTURE IN BRAZIL: CONDITIONING FACTORS, SOCIOECONOMIC PROFILE AND PERSPECTIVES

AUTHOR: Canrobert Kumpfer Werlang  
ADVISOR: Telmo Jorge Carneiro Amado

This research deals with the socioeconomic profile of Brazilian producers that adopt Precision Agriculture (PA), their levels of satisfaction with technology, the most employed techniques, the constraints to the adoption and dissemination, impacts on productivity, use of inputs and levels of management. It is an exploratory descriptive research, of opinion, with random sampling, where the sample consisted of 47 farmers of Rio Grande do Sul (RS), who grow soy, corn, wheat and irrigated rice, and 19 companies that operate in 11 Brazilian states. In the research, quantitative and qualitative data were used, analyzed through univariate and bivariate statistical methodology. The results indicated a majority age group between 40 and 50 years old with pre-school graduation and high school. The size of the property influences the adoption of the PA to the extent that, the relation of the adopters with the increased land distribution grows, as the size of the areas increases, indicating that bigger properties favor the use of this technology. The time of PA adoption is usually up to 6 years, with almost 50% of users, although the practice is known for more than three decades. The main ways in which farmers get to know the technology are fairs, exhibitions, commercial visits and other producers that serve as a reference. The cooperatives, universities and research bodies are mentioned as information, but their reach is limited. The most used techniques, other than autopilot, are those related to the improvement of fertility and acidity correction. The precise sowing of plants population adjusted in management or environmental zones is recent and in clear expansion and has the potential to grow in a short time. The size of the sampling grid of predominant soil in Brazil is 3 ha, whereas in RS it is 1 ha. The increasing productivity, predominantly, is on the average around 10%, but very influenced by the intrinsic conditions of the area. The producers have shown a high level of satisfaction with the technology and service providers, materialized, on the intention to increase the areas. Among the benefits received are the improvement of the management and productivity. The main limiting factors for the adoption of PA are its cost, lack of skilled labor and support information, lack of specific public policies and the lack of communication infrastructure.

**Keywords:** Innovation in agriculture. Specific-site management. Modernization of agriculture.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fontes de informações sobre a agricultura de precisão no Estado de Goiás .....	46
Figura 2 - Curva de adoção de tecnologia .....	54
Figura 3 - Estados abrangidos pelas empresas prestadoras de serviços em agricultura de precisão.....	57
Figura 4 - Faixa etária dos agricultores que utilizam a agricultura de precisão no estado do Rio Grande do Sul.....	61
Figura 5 - Faixa etária dos agricultores que utilizam AP, em número de respondentes dos prestadores de serviço em agricultura de precisão .....	62
Figura 6 - Nível de escolaridade dos agricultores que adotam a agricultura de precisão no estado do Rio Grande do Sul .....	64
Figura 7 - Comparação da escolaridade dos usuários de AP em três pesquisas no estado do Rio Grande do Sul (Werlang, Anselmi, Artuzo) e uma em Rondônia (Batista) .....	65
Figura 8 - Escolaridade dos usuários de agricultura de precisão segundo estimativa dos prestadores de serviço (em número de respostas) .....	66
Figura 9 - Tamanho das propriedades segundo os agricultores entrevistados no estado do Rio Grande do Sul .....	68
Figura 10 - Predominância do tamanho das lavouras que utilizam a agricultura de precisão segundo os prestadores de serviço. ....	69
Figura 11 - Tempo de adoção da agricultura de precisão pelos agricultores do estado do Rio Grande do Sul.....	70
Figura 12 - Tempo de adoção da agricultura de precisão pelos agricultores segundo os prestadores de serviço .....	71
Figura 13 - Forma pela qual os agricultores tomaram conhecimento sobre a tecnologia .....	73
Figura 14 - Percentual de cultivo das culturas de soja, milho, trigo e arroz, entre os adotantes de agricultura de precisão no Rio Grande do Sul .....	75
Figura 15 - Fatores que dificultam a adoção e difusão da tecnologia, segundo os agricultores.....	76
Figura 16 - Fatores que dificultam a adoção e difusão da agricultura de precisão segundo levantamento realizado junto aos prestadores de serviço .....	77
Figura 17 - Efeitos da agricultura de precisão no uso de corretivos.....	78
Figura 18 - Impactos da agricultura de precisão no uso de fertilizantes.....	79
Figura 19 - Impacto da agricultura de precisão sobre o uso de fertilizantes foliares ..	81
Figura 20 - Nível de satisfação com a adoção da tecnologia de agricultura de precisão. ....	82
Figura 21 - Uniformização das lavouras pelo uso da agricultura de precisão .....	83
Figura 22 - Lucratividade da agricultura de precisão, segundo levantamento realizado junto a agricultores e prestadores de serviço.....	85
Figura 23 - Satisfação dos agricultores em relação aos investimentos/custos e os ganhos auferidos com a adoção da agricultura de precisão. ....	86
Figura 24 - Percepção dos agricultores quanto à qualidade dos serviços terceirizados de agricultura de precisão .....	86
Figura 25 - Troca de prestadora de serviço pelos agricultores .....	87
Figura 26 - Adaptações e busca de soluções próprias à tecnologia pelo agricultor ..	88

Figura 27 - As empresas que comercializam máquinas e equipamentos oferecem um serviço de pós-venda satisfatório? .....	89
Figura 28 - A falta de mão de obra especializada e a percepção do impacto na adoção da agricultura de precisão.....	91
Figura 29 - Incompatibilidade entre equipamentos, máquinas e softwares .....	92
Figura 30 - Os agricultores enfrentam dificuldades de uso dos equipamentos e softwares? Resultados de acordo com a percepção dos prestadores de serviço em agricultura de precisão.....	93
Figura 31 - Técnicas de agricultura de precisão mais utilizadas segundo o levantamento realizado junto aos agricultores que utilizam a tecnologia.....	94
Figura 32 - Técnicas da agricultura de precisão mais utilizadas segundo levantamento junto aos prestadores de serviço .....	95
Figura 33 - Tipos de sistemas de orientação utilizados pelos agricultores .....	97
Figura 34 - Realização de mapas de colheita.....	98
Figura 35 - Tamanho de malha de amostragem de solo mais utilizadas no Rio Grande do Sul.....	100
Figura 36 - Ajuste da população de plantas por zonas de manejo .....	101
Figura 37 - Entidades mais confiáveis para informações sobre agricultura de precisão, segundo a percepção dos agricultores. ....	102
Figura 38 - Motivos que levaram a adoção da agricultura de precisão segundo a percepção dos agricultores.....	103
Figura 39 - Motivos que levaram a adoção da agricultura de precisão segundo a percepção dos prestadores de serviço .....	104
Figura 40 - Possibilidade de influência da agricultura de precisão na gestão da propriedade e da produção.....	105
Figura 41 - Utilização da agricultura de precisão para a tomada de decisão, na percepção dos agricultores.....	106
Figura 42 - Técnicas que são influenciados pela adoção da agricultura de precisão, segundo a percepção dos agricultores .....	107
Figura 43 - Percentagem de incremento da produtividade com o uso da agricultura de precisão .....	108
Figura 44 - Caso ainda não estivessem adotando a tecnologia da AP teriam interesse futuro em utilizá-la? .....	109
Figura 45 - Intenção dos agricultores de abandonar a agricultura de precisão no futuro .....	110
Figura 46 - Intenção dos agricultores em aumentar a área cultivada com agricultura de precisão no futuro .....	111
Figura 47 - Projeção para a adoção da agricultura de precisão nos próximos anos, segundo a percepção dos prestadores de serviço .....	111

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fatores que influenciam a adoção da agricultura de precisão .....	51
Tabela 2 - Etapas do Processo de Adoção .....	52
Tabela 3 - Estrutura Fundiária do Brasil em 2009 .....	69



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Agricultura de Precisão
APsul	Congresso Sul-Americano de Agricultura de Precisão e Máquinas Precisas
CBAP	Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	Estados Unidos da América
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
GNSS	Sistema de Navegação Global por Satélite
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GRID	Malha Amostral de Solo
ha	Hectare
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
IRGA	Instituto Rio Grandense do Arroz
LAPsul	Laboratório de Agricultura de Precisão/UFSM
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
OCB	Organização das Cooperativas Brasileiras
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
ODEPA	Oficina de Estudos e políticas Agrarias, do Ministério da Agricultura do Chile
PSAP	Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão
RS	Rio Grande do Sul
RTK	Real Time Kinematic
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
USP/ESALQ	Universidade de São Paulo e Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
VANTS	Veículos Aéreos Não Tripulados



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>23</b>
1.1	APRESENTAÇÃO .....	23
1.2	ESTRUTURA DA TESE .....	24
1.3	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	25
1.4	OBJETIVOS .....	28
<b>1.4.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>28</b>
<b>1.4.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>28</b>
1.5	JUSTIFICATIVA.....	28
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>31</b>
2.1	CONTRIBUIÇÃO DAS TECNOLOGIAS PARA A SEGURANÇA ALIMENTAR DO PLANETA .....	31
2.2	UM POUCO DA HISTÓRIA DA AGRICULTURA DE PRECISÃO.....	34
2.3	QUESTÕES CONCEITUAIS DA AGRICULTURA DE PRECISÃO .....	36
<b>2.3.1</b>	<b>Técnicas mais utilizadas e fatores condicionantes para a adoção da...39</b>	
<b>2.3.2</b>	<b>Fatores limitantes para a adoção da.....</b>	<b>41</b>
2.3.2.1	<i>Correlação entre idade, escolaridade e tamanho da propriedade. ....</i>	<i>43</i>
2.3.2.2	<i>Fontes de Informações sobre a agricultura de precisão segundo literatura .</i>	<i>45</i>
2.4	TEORIAS, VARIÁVEIS E OS DESAFIOS DA ADOÇÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO ENCONTRADOS NA LITERATURA .....	47
<b>2.4.1</b>	<b>A teoria da difusão da agricultura de precisão .....</b>	<b>49</b>
2.5	PERSPECTIVAS PARA A AGRICULTURA DE PRECISÃO .....	54
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>57</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	57
3.2	MÉTODO DE AMOSTRAGEM / SELEÇÃO DA AMOSTRA.....	57
3.3	APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS .....	58
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	59
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>61</b>
4.1	PERFIL DOS AGRICULTORES QUE ADOTAM A AGRICULTURA DE PRECISÃO .....	61
<b>4.1.1</b>	<b>Faixa etária.....</b>	<b>61</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Nível de escolaridade .....</b>	<b>63</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Tamanho das propriedades.....</b>	<b>67</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Tempo de adoção da agricultura de precisão.....</b>	<b>69</b>
<b>4.1.5</b>	<b>Formas pelas quais os agricultores tomaram conhecimento da tecnologia e o que influenciou na sua adesão.....</b>	<b>72</b>
4.2	CULTURAS QUE MAIS ADOTAM A AGRICULTURA DE PRECISÃO NO RIO GRANDE DO SUL E NO BRASIL.....	74
4.3	FATORES QUE INTERFEREM NA ADOÇÃO E DIFUSÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO .....	75
<b>4.3.1</b>	<b>Uso de corretivos do solo a taxa variável .....</b>	<b>78</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Uso de fertilizantes a taxa variável .....</b>	<b>79</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Aplicação de nitrogênio a taxa variável em tempo real .....</b>	<b>80</b>
<b>4.3.4</b>	<b>Uso de fertilizantes foliares a taxa variável.....</b>	<b>80</b>
<b>4.3.5</b>	<b>Utilização de fungicidas, herbicidas e inseticidas a taxa variável .....</b>	<b>81</b>
4.4	NÍVEL DE SATISFAÇÃO COM A TECNOLOGIA DA AGRICULTURA DE PRECISÃO .....	82
<b>4.4.1</b>	<b>Uniformidade das lavouras com o uso da agricultura de precisão .....</b>	<b>83</b>

4.4.2	Lucratividade predominante com o uso da agricultura de precisão.....	84
4.4.3	Relação custo/benefício na agricultura de precisão.....	85
4.4.4	Nível de satisfação com a qualidade dos serviços terceirizados na agricultura de precisão.....	86
4.4.5	Fidelização das prestadoras de serviço pelos agricultores.....	87
4.4.6	Adaptações realizadas pelo produtor na tecnologia e produtos.....	87
4.4.7	Importância no pós-venda da indústria de máquinas e de prestadores de serviço em agricultura de precisão.....	89
4.4.8	Disponibilidade de profissionais qualificados para atuarem com agricultura de precisão.....	89
4.4.9	Incompatibilidade entre equipamentos, máquinas e softwares.....	91
4.5	TÉCNICAS MAIS UTILIZADAS NA AGRICULTURA DE PRECISÃO.....	93
4.5.1	Nacionalização das máquinas e equipamentos desenvolvidos para agricultura de precisão.....	96
4.5.2	Sistemas de orientação utilizados na agricultura de precisão brasileira . .....	97
4.5.3	Utilização do mapa de colheita.....	98
4.5.4	Malha amostral para fins de amostragem de solo.....	99
4.5.5	Ajuste de população de sementes por zonas de manejo.....	100
4.6	CARACTERÍSTICAS DA ADOÇÃO E DIFUSÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO.....	101
4.6.1	Entidades que os agricultores consideram mais confiáveis para obtenção de informações sobre agricultura de precisão.....	101
4.6.2	Motivos que levam a adoção da agricultura de precisão.....	102
4.6.3	Agricultura de precisão e o planejamento da produção.....	105
4.6.4	Processos que são mais influenciados pela adoção da agricultura de precisão.....	106
4.6.5	Incremento da produtividade pela adoção da agricultura de precisão.....	108
4.6.6	Intenção de agricultores usuários da agricultura de precisão que pretendem desistir no futuro.....	110
4.6.7	Intenção de ampliar a área com adoção da agricultura de precisão (projeção para o futuro).....	110
5	CONCLUSÕES.....	113
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	115
	REFERÊNCIAS.....	119
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS AGRICULTORES ....	127
	APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PRESTADORES DE SERVIÇOS EM AGRICULTURA DE PRECISÃO.....	135
	ANEXO A - INFORMATIVO N. 1 - AMPLIANDO HORIZONTES.....	145
	ANEXO B - INFORMATIVO N. 2 - AMPLIANDO HORIZONTES.....	147
	ANEXO C - INFORMATIVO N. 3 - AMPLIANDO HORIZONTES.....	149

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 APRESENTAÇÃO

O trabalho que originou esta tese buscou descrever o perfil sócio econômico cultural dos agricultores que utilizam a Agricultura de Precisão (AP) no Brasil, os condicionantes para adoção e difusão das técnicas, seus usos, resultados e perspectivas, em uma tentativa de contribuir para reduzir as lacunas existentes na literatura e avançar nas discussões que tratam desta temática. O documento está disposto em uma estrutura de texto, figuras e tabelas, buscando, dessa forma, representar os resultados por meio das diversas dimensões que caracterizam a problemática, o desenvolvimento da investigação, as discussões e os resultados, de forma que facilite o entendimento dos leitores.

Representa, sobretudo, um esforço consciente de superação dos obstáculos metodológicos, quando se trata de conduzir uma pesquisa exploratória, de opinião, pelas dificuldades em se construir uma amostra de uma população que não é conhecida.

Os dados foram coletados de agricultores e Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão (PSAP), para complementar e validar informações contatou-se com cooperativas, empresas e organizações que mantêm ações vinculadas à tecnologia, na literatura, especialmente em resultados de outras pesquisas, realizadas no Brasil e em outros países.

A literatura mostra que outras culturas usam a AP no Brasil, com destaque ao café (*Coffea sp.*) e cana de açúcar (*Saccharum officinarum L.*), entretanto a delimitação do problema quanto às culturas pesquisadas foi necessária para tornar viável a realização da pesquisa, a qual se restringiu a soja (*Glycine max (L.) Merr.*), milho (*Zea mays L.*), trigo (*Triticum aestivum L.*) e arroz irrigado (*Oryza sativa L.*) por serem culturas representativas da produção de grãos no Brasil, as quatro mais cultivadas, com destaque para a soja e o milho que, juntos, correspondem a 87,48% (CONAB, 2016) de toda a produção de grão do país, e que, sabidamente, utilizam alguma das técnicas da AP, uma vez que a tecnologia não se restringe às culturas elencadas nesta tese, nem a produção de grãos, sendo empregada em muitas outras culturas, tanto no Brasil como em outros países.

Neste sentido, este trabalho compromete-se não só a minimizar as lacunas e a carência de informações na literatura brasileira, como também estimular e fomentar discussões e reflexões que permitam analisar o seu percurso e apontar perspectivas e projeções futuras, sempre considerando que existem diferentes formas de interpretação da realidade e que as conclusões não são definitivas, especialmente na AP, que está em constante transformação, expansão, aperfeiçoamento e evolução, onde pesquisas deste gênero retratam um momento atual.

## 1.2 ESTRUTURA DA TESE

Esta tese está estruturada de forma clara, uma vez que, como diz Flick (2009), o texto não representa apenas um documento para registrar dados e interpretações, mas um instrumento para mediar e comunicar as descobertas e o conhecimento, de forma que possa contribuir para o desenvolvimento constante da ciência e da tecnologia em benefício da humanidade.

Desse modo, essa tese é composta pela introdução, constituída pela apresentação, estrutura do documento e considerações iniciais, que trata das questões referentes às demandas alimentares da população a nível mundial, da importância da agricultura em atender essa demanda, a necessidade de se obter um aumento da produção de alimentos no mundo através de um modelo agrícola que proporcione menores impactos ambientais. Aborda a função que a AP pode desempenhar através das suas inovações na agricultura, contribuindo no aumento da produção de alimentos de forma sustentável. O objetivo geral e os objetivos específicos, que regem esta investigação, descrevem o que se quer desvendar.

Na revisão da literatura, apresenta-se parte da história da AP, algumas questões conceituais, teorias, variáveis, os desafios da adoção e os novos rumos desta tecnologia.

Na sequência são apresentados os materiais e métodos utilizados na realização da investigação, descrevendo os instrumentos para a coleta dos dados, as regiões abrangidas com seus respectivos respondentes e as estratégias empregadas para obtenção das informações buscadas. Os resultados e discussões abordam as ferramentas mais empregadas pela AP, dificuldades, os fatores que podem motivar ou inibir o seu uso, os resultados obtidos pelos adotantes em relação à produtividade, lucratividade, uso de corretivos, fertilizantes, agroquímicos e água, a compatibilidade

entre as máquinas, equipamentos e softwares, a mão de obra e PSAP, relacionando com o tempo de adoção, nível instrucional, faixa etária e o tamanho das propriedades.

Nas conclusões são apresentados os principais aspectos encontrados, relacionando aos objetivos propostos para a realização da pesquisa e os resultados obtidos durante a investigação. Indicam o que se constatou durante a realização da pesquisa.

As considerações finais tratam de questões que se entende serem relevantes, tanto nos aspectos apurados pela pesquisa como indicação e sugestões que possam nortear ações futuras para o aperfeiçoamento e desenvolvimento da AP.

### 1.3 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A agricultura de precisão é um sistema amplo, diversificado e complexo, envolvendo várias áreas do conhecimento e congregando uma série de técnicas e/ou ferramentas<sup>1</sup> que estão em constante evolução e transformação. Um processo que não se restringe a utilizar tratamentos à taxa variável, mas um conjunto de procedimentos de gestão, que além do conhecimento técnico, da capacidade de operacionalização, está intimamente relacionada à heterogeneidade do solo e clima e a variações climáticas a que as culturas estão suscetíveis (LENCSES; TAKÁCS; TAKÁCS-GYÖRGY, 2014).

Portanto, a AP é uma forma de gestão dos processos de produção agrícola e sua essência está em determinar e considerar as condições espaciais e temporais do solo, água e planta, além de atentar para a sustentabilidade ambiental e econômica do sistema. Caracteriza-se como um conjunto de estratégias da produção agrícola, que podem ser utilizadas individualmente ou agrupadas e os resultados, na sua maioria relacionam-se ao número de técnicas utilizadas a partir da influência que cada uma acrescenta à produção, formando uma associação de técnicas.

Ao mesmo tempo, se faz necessário relativizar os efeitos do uso isolado de uma técnica na medida em que os resultados da produção podem variar em função das técnicas da AP e, também, em função de outros fatores que, segundo Tisdale et al. (1993 apud SANTI et al., 2012), são 52, divididos em 45 controláveis e 7

---

<sup>1</sup> Nesta pesquisa se adota os termos técnica ou prática para denominar cada uma das ferramentas utilizadas na AP, onde o termo Tecnologia caracteriza-se pelo conjunto de técnicas e/ou ferramentas, as quais podem ser empregadas de forma fracionada e cumulativa.

incontroláveis, além da influência que uma técnica pode provocar em outra. Exemplificando: os resultados da semeadura a taxa variável estão diretamente relacionados à fertilidade, assim sendo, essa técnica não é totalmente independente.

Este é um dos fatores limitantes para a definição do nível de adoção da AP, seja por um produtor, região ou país. Entretanto, existe uma grande dificuldade para classificar as técnicas, seja por uma escala que considere a cronologia de sua concepção ou complexidade operacional. O certo é que a interação das técnicas potencializa os resultados e tende a ser cada vez mais empregada.

Também existe uma lacuna de pesquisas que abordam o viés sociológico de seus adotantes, os condicionantes para adoção, os níveis de satisfação, as técnicas mais empregadas, em um país onde as características regionais são muito diversas e, portanto, não é uma tarefa fácil, descrever o cenário atual e fazer projeções.

Este tipo de pesquisa entra no campo das ciências sociais, na qual os conceitos são construídos ao invés de retirados da natureza como nas ciências naturais e exatas, onde a adoção envolve uma intencionalidade humana. Abiero (apud BRETANHA, 2015), considera a AP uma filosofia de trabalho que envolve conhecimento, informação e opção. Pinaki e Manisha (2009) também utilizam o termo filosofia ao referir-se a AP, o que é aceitável na sua definição como sabedoria. Entretanto, prefere-se considerar como sendo um conjunto de princípios que servem de base a um sistema ou a um agrupamento coerente de ideias fundamentais a serem transmitidas, ensinadas e utilizadas para a produção agrícola.

A AP envolve o conhecimento preciso da climatologia, da tecnologia da informação, da comunicação, do posicionamento geográfico, do solo, das máquinas e dos equipamentos para executar as tarefas, aumentar a eficiência, diminuir os erros e permitir a sua utilização em grandes áreas, potencializando o uso dos corretivos, fertilizantes, agroquímicos, sementes, combustíveis, água e força de trabalho, sem preterir a botânica e a biologia, que se relacionam ao metabolismo das plantas. Nessa premissa, o que vale é o conhecimento, o domínio da ciência e da tecnologia em sua essência, sendo a máquina a ferramenta de execução, que vai se modificando, adequando e aperfeiçoando segundo as necessidades e realidades.

A essência da ciência, “é entender e explicar os fenômenos” e, em relação a AP, não é diferente, por isso a necessidade dos envolvidos no processo dominarem a tecnologia. Precisam conhecer, para explicar os resultados e as opiniões às vezes diversas sobre a tecnologia e seus resultados. Segundo Lencsés, Takács e Takács-

György (2014) as vantagens e desvantagens no uso desta tecnologia dependem, de forma significativa, da heterogeneidade do solo, do conhecimento profundo e das atitudes do gerente e dos funcionários, por isso, as opiniões sobre a tecnologia são tão diversas e precisam ser consideradas ao se estudar os resultados da AP, seu processo de adoção e difusão.

Uma análise que contemple as diversidades da própria tecnologia e os inúmeros outros fatores com os quais se inter-relacionam se concretiza apenas com o transcorrer dos anos, com a repetição, com o aumento e aperfeiçoamento das pesquisas, gerando indicadores que possam responder às questões hoje postas, entre elas, o que faz com que um produtor adote e outro não? Quais são os fatores condicionantes para a adoção da AP e quais os resultados?

A resposta aos questionamentos citados acima, além de outros, virá na medida em que a AP for sendo adotada, difundida e aperfeiçoada para as diferentes realidades, isto é, quando as pesquisas passarem a ser realizadas com mais frequência e interligadas, de forma que se tenham resultados sistemáticos, pelos quais se possam formar um histórico de acompanhamento, comparações e projeções, em diferentes tempos, condições e regiões. Os resultados geralmente representam um momento, uma realidade, por isso é natural obter-se resultados diferentes entre uma safra e outra, mesmo se adotados procedimentos técnicos semelhantes relacionados à AP ou não, em função dos fatores externos, anteriormente mencionados, que interferem na produtividade.

Não há como desconsiderar que a AP faz parte de uma atividade essencial para a humanidade, uma vez que a produção de alimentos tem como função garantir a segurança alimentar e preservar as condições ambientais para a sobrevivência do planeta. Ao mesmo tempo, é uma atividade econômica com seus interesses e conflitos sociais, políticos e ideológicos, que interferem diretamente na geração e na difusão da tecnologia, como também, em todo o processo produtivo.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo geral

Descrever o perfil sócio econômico cultural dos produtores de soja, milho, trigo e arroz irrigado que utilizam a agricultura de precisão no Brasil, os condicionantes para adoção e difusão da tecnologia, técnicas, seus usos, resultados e perspectivas.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- a) descrever o perfil dos agricultores que adotam a agricultura de precisão na produção de grãos no Brasil, procurando estabelecer correlações com o uso da tecnologia;
- b) determinar os condicionantes que podem influenciar os agricultores a utilizar ou não a agricultura de precisão;
- c) avaliar o nível de satisfação dos agricultores que adotam agricultura de precisão em relação à resultados, custos, produtividade, operacionalização, ferramentas e equipamentos, dificuldades, uso de agroquímicos e água;
- d) caracterizar as propriedades onde a agricultura de precisão é utilizada e a relação com o emprego da tecnologia;
- e) analisar os caminhos da agricultura de precisão e apontar tendências para essa tecnologia no Brasil.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

Estudos que abordam a AP sob a ótica dos condicionantes, para sua adoção, difusão e resultados, são pouco realizados, especialmente no Brasil. Essa lacuna dificulta o entendimento de como este processo ocorre e quais razões podem levar a adoção ou rejeição da tecnologia.

Não existem respostas precisas a questões como: Qual o perfil sócio econômico cultural dos agricultores que optam por utilizar a AP? Como esta característica influencia na decisão, fazendo com que uns agricultores optem por adotar a tecnologia e outros não? Quais as expectativas e os fatores limitantes que influenciam na decisão de adotar ou não a tecnologia? Quais técnicas são as mais utilizadas e por quê? Qual a relação entre tamanho da lavoura e viabilidade da

tecnologia? Quais são as fontes de informação que o produtor dispõe? Quais os resultados obtidos por cada uma das técnicas da AP, quais as dificuldades e como os fatores externos podem influir nos resultados? Os equipamentos estão adequados? Existe conhecimento e profissionais suficientes para a aplicação da tecnologia? Quais são os impactos sobre o uso de insumos, água, agroquímicos, produtividade, lucro e questões ambientais?

Estas e outras questões continuam sem respostas, embora recentemente no Brasil começam a surgir pesquisas abordando esta temática.

Portanto, essa questão não tem sido pesquisada de forma sistemática e contínua, de forma que possam ser feitas comparações entre informações e projeções. Percebe-se que o tema começa a despertar maior atenção dado o número crescente de trabalhos recentes que tem abordado a AP em uma concepção dos usuários, da adoção e resultados. Entretanto, as respostas ainda são poucas e, de certa forma, desconectadas, uma vez que representam um momento e uma realidade, especialmente no Brasil, com sua diversidade e tamanho continental, o que torna ainda mais difícil obter estas respostas, sendo necessária uma rede de pesquisas contínua para que se possam estabelecer relações e conexões, entre universidades, laboratórios de AP, empresas privadas, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e outros organismos de pesquisa.

Talvez não exista resposta para todas essas questões, uma vez que a tecnologia e o mundo estão em constante evolução e transformação, assim, o aumento dos trabalhos em quantidade, qualidade e localização facilitará para que se entenda o processo de adoção e difusão, os fatores que influenciam a adoção ou rejeição da tecnologia, os resultados e suas perspectivas. Souza Filho et al. (2011) já tentavam explicar essas questões ao afirmarem que a AP no Brasil se apresentava heterogênea, estando isso relacionado à diversidade de contextos socioculturais no qual ela se insere.

O certo é que, na literatura existem lacunas consideráveis sobre os condicionantes da adoção e difusão da AP, da necessidade de informações das condições econômicas dos envolvidos, para o desenvolvimento da tecnologia de modo que possa proporcionar os ganhos sociais, ambientais e econômicos que a literatura afirma que a tecnologia tem potencial para proporcionar. Assim, apesar de existir grande número de publicações relacionadas ao tema, estas têm se concentrado

nos aspectos técnicos da aplicação das ferramentas da AP e pouco se tem feito para atender os resultados, a adoção e os condicionantes de tal atitude.

Entender os aspectos referentes à adoção e difusão da AP não é apenas uma questão econômica, de aumento de produtividade e condições de enfrentar a competitividade do mercado. Esta extrapola as questões meramente economicistas, assumindo uma importância maior, associada ao aumento da produção de alimentos, biocombustíveis, questões sociais e ambientais. Se o incremento da produtividade e da produção de alimentos pode potencializar o lucro do produtor, ao mesmo tempo, cumpre uma função social, de atuar na segurança alimentar da espécie humana, no uso de combustíveis renováveis, com a mitigação dos impactos ambientais.

A adoção de técnicas com maior precisão na distribuição dos insumos oportuniza um manejo mais adequado do ecossistema, mitigando o impacto ambiental de maneira significativa, a partir de uma aplicação eficiente, em doses diferenciadas em cada ponto da lavoura, o que é capaz de garantir a produtividade, portanto, o sucesso da agricultura (AMADO et al., 2011).

O uso de novas tecnologias, entre elas a AP, é uma forma para o estabelecimento do padrão de produção agrícola de qualidade e sustentável. Entretanto, a dinâmica de adoção de AP, pelos agricultores brasileiros, das diferentes regiões do país, difere por suas condições socioeconômicas e outros fatores que ainda necessitam de serem desvendados.

Neste sentido, este estudo destaca algumas questões relacionadas à difusão da AP, apontando os principais fatores restritivos e/ou favoráveis à adoção, motivando o uso de estratégias e mecanismos capazes de superar as dificuldades relacionadas ao processo de difusão da tecnologia. Essa é a razão pela qual esta pesquisa foi realizada, tendo como foco as culturas anuais de grãos: soja, milho e trigo e arroz, que adotam a tecnologia da AP, para que as informações obtidas possam ser utilizadas nas estratégias de aprimoramento e expansão desta tecnologia no Brasil.

Ao iniciar as atividades, tinha-se a consciência das dificuldades em realizar este tipo de pesquisa. Mesmo assim, acredita-se na contribuição que possa advir dela, que se associada a outras, permitirá a continuidade, sequência e articulação deste tipo de investigação.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 CONTRIBUIÇÃO DAS TECNOLOGIAS PARA A SEGURANÇA ALIMENTAR DO PLANETA

Aumentar a produção de alimentos no mundo, para atender as necessidades nutricionais dos povos que atualmente não tem uma alimentação adequada e, ao mesmo tempo, dar conta das necessidades alimentares resultantes da projeção do crescimento da população mundial, é um grande desafio para a humanidade.

Dentre as ações que tratam da segurança alimentar, a Assembléia da Organização das Nações Unidas (ONU), instalada em 23 de setembro de 2014, para estabelecer os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), apresentou dados que indicam que houve uma diminuição da fome e da desnutrição a nível mundial. Os estudos estimam que tenha ocorrido uma redução entre 8,7 e 11,3%, considerando o mundo todo e, 13,5 a 23,4%, nas regiões em desenvolvimento. No entanto, os dados apurados demonstram que a insegurança alimentar é ainda um problema para a humanidade e sua superação é um grande desafio a ser atingido, uma vez que existem, aproximadamente, 800 milhões de pessoas no mundo, que ainda não têm uma alimentação satisfatória; ou seja, uma, a cada nove pessoas não têm alimento suficiente para comer (FAO, 2016; ONU, 2014).

No mundo todo, os objetivos comuns da agricultura são satisfazer a demanda de alimentos e a produção de energia em menor área agrícola, a fim de evitar danos ambientais e obter produtos de alta qualidade e com lucro dos agricultores. Neste sentido, muitas tecnologias têm surgido objetivando reduzir os efeitos nocivos do uso de produtos químicos na agricultura. Uma dessas tecnologias é a AP (LENCSEŠ; TAKÁCS; TAKÁCS-GYÖRGY, 2014; PINAKI; MANISHA, 2009).

Os estudos da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura - FAO, projetam uma população mundial superior a 9 bilhões de pessoas no planeta terra até 2050. Nessa perspectiva, a produção mundial de alimentos precisará crescer em torno de 60 e 70%, para atender a demanda. O desafio se torna maior pela necessidade de atingir este aumento de maneira sustentável, ou seja, aumentar a produção mundial de alimentos, associada à redução dos impactos ambientais. Se, atualmente as atividades agropecuárias já são um dos fatores que interfere de forma significativa nas questões ambientais, o que esperar dos impactos para atingir as metas de crescimento apontadas pela FAO (2016).

Para atingir a exigência de 480 milhões de toneladas de grãos/ano em 2050, um dos principais desafios é aumentar a produtividade, especialmente em países pobres e em desenvolvimento, onde geralmente os agricultores dispõem de menor poder de investimento, como na Índia, onde 94% das áreas de cultivo têm menos de 4 hectares e, as maiores, em torno de 17 hectares (PINAKI; MANISHA, 2009). No Brasil, também se faz necessário aumentar a produtividade das propriedades, pela necessidade de produção de alimentos e o grande potencial agrícola, bem como evitar a sua expansão sobre as áreas de preservação e Amazônia.

A viabilidade da utilização da AP em pequenas áreas é demonstrada por Vidal (2016) em pesquisa na cultura de Tabaco (*Nicotina Tabacum*), em uma propriedade de 0,40ha em Agudo, RS, na qual são utilizados apenas instrumentos convencionais, apresentando um aumento de 35,24%, o que sinaliza para a viabilidade de aplicação da tecnologia nas atividades da agricultura familiar. Dentro desta mesma linha de trabalho, Pinaki e Manisha (2009) também entendem que a AP é uma tecnologia que pode contribuir para o aumento da produtividade em pequenas propriedades, incluindo a adequação dos equipamentos, o emparcelamento virtual e o associativismo.

Independente das formas de produção, do tamanho das propriedades e das diversidades no meio agrícola, conforme o relatório “Perspectivas Agrícolas (2014-2023)”, da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico - OCDE, FAO (2016), para a diminuição do número de pessoas que passam fome, combinado com o crescimento da população global, será necessário um aumento na produção de cereais superior a 15% até 2023 em relação ao período de 2011/2014. A mesma fonte projeta que a produção das oleaginosas deverá crescer 26% nos próximos 10 anos, por conta da forte demanda por biocombustíveis, especialmente nos países desenvolvidos e pelas necessidades crescentes de alimentação nas regiões em desenvolvimento.

Os estudos da FAO (2016) também indicam que 90% desse crescimento devem ocorrer por meio do aumento da produtividade e não pela expansão desordenada das fronteiras agrícolas, com isso, estaria minimizando os problemas ambientais. Cabe ressaltar que no mundo não existe muita disponibilidade de área para a expansão agrícola, sem considerar que o aumento demográfico também provoca ocupação do solo. O Brasil é um dos poucos países que ainda tem algumas possibilidades de ampliação da área agrícola; entretanto, vem comprometendo a

Amazônia e o que resta da mata atlântica, mesmo que Francisco e Gimenez (2015) afirmem que o país tem um enorme potencial para a agricultura e pecuária, possuindo área, água e mão de obra, sem a necessidade de interferir significativamente na floresta amazônica.

O continente Africano poderia ser uma alternativa de ampliação da área cultivada, no entanto, as condições climáticas, e de solo, não favorecem, além disso, esse continente tende a ser um dos mais afetados pelo aquecimento global diminuindo ainda mais o seu potencial agrícola (RICE, 2015).

O desafio é o aumento da produção dentro do que se denomina de um sistema de agricultura sustentável, ou seja, com capacidade de ao longo do tempo contribuir com a humanidade, fornecendo alimentos suficientes, outros bens e serviços de forma que seja economicamente eficiente e rentável, socialmente responsável, ao mesmo tempo, melhorando a qualidade do ambiente (ONU, 2014).

Não há como estimar se tal meta é possível de ser atingida, mas para que isto ocorra é necessário o desenvolvimento e adoção de tecnologias cada vez mais eficientes, onde a AP é apontada como uma das estratégias eficazes para alcançar este objetivo, uma vez que esta reúne um conjunto de técnicas que podem ser utilizadas para aumentar a produção, individualmente ou agregadas, sendo que os resultados melhoram na medida em que um número maior de técnicas inovadoras for utilizado, dando origem ao que se denomina “empilhamento de tecnologia”, incluindo as não relacionadas a AP.

Com relação à produtividade da soja, analisando-se o histórico da produtividade no Brasil, percebe-se um crescimento médio de uma saca/ha ano, atingido a produtividade média de 2.835kg/ha na safra 2014/2015 (CONAB, 2016). Em relação ao milho, ao analisar a evolução histórica, é possível constatar-se que também está ocorrendo aumento na produtividade em torno de 2 sacas/ano por hectare (CONAB, 2016). A área plantada em nível de Brasil manteve-se praticamente a mesma no período de 2000 a 2011, no entanto, a produção quase dobrou.

O resultado positivo, acima citado, vem ocorrendo após a correta adoção de algumas tecnologias, entre elas, o desenvolvimento de uma genética superior, cujos híbridos apresentam maior índice de respostas ao uso de tecnologias e práticas de manejo; a introdução de novas formas de controle de fitossanitário, manejo, irrigação, máquinas e equipamentos precisos, qualificação da mão de obra e a AP (PEIXOTO, 2011).

No que se refere ao arroz, o Brasil é o nono maior produtor mundial, sendo que, no levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2016), o Brasil, no ano de 2016, produziu em torno de 10 milhões de toneladas de arroz. A produção de arroz irrigado se concentra nos estados do Rio Grande do Sul, em Santa Catarina e Mato Grosso, contribuído com 54% da produção nacional, sendo que o Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional com 1,076 milhão hectares cultivados. Já a área plantada com arroz de sequeiro, em terras altas, fica concentrada na região Centro-Oeste (Mato Grosso e Goiás); Nordeste (Piauí e Maranhão) e Norte (Pará e Rondônia) (IRGA, 2014; MAPA, 2016).

O trigo é o segundo cereal mais produzido no mundo, com significativo peso na economia agrícola e alimentação global, sendo que o Brasil produziu na safra 2015/2016 5,53 milhões de toneladas de trigo, o que não atende o consumo interno estimado em 12,25 milhões de toneladas (RIVAS, 2015).

## 2.2 UM POUCO DA HISTÓRIA DA AGRICULTURA DE PRECISÃO

Etimologicamente, a denominação de AP deriva do inglês *site-specific crop management* (manejo sítio-específico das culturas), sendo definida como a gestão da variabilidade espacial e temporal, em nível de campo, para melhorar o retorno econômico e reduzir os impactos ambientais (BLACKMORE et al., 2003). Posteriormente, surgiu a denominação de *Precision Farming* ou *Precision Agriculture*, traduzido para o português como AP (FOUNTAS et al., 2007).

Não há unanimidade quanto às primeiras experiências com AP em propriedades maiores com o auxílio de equipamentos sofisticados, mas, majoritariamente, os Estados Unidos são apontados como precursores dessa tecnologia, fato ocorrido no final da década de 20. Porém, essa se tornou conhecida nos anos 80, em função dos avanços e difusão dos sistemas de informações geográficas, geoestatística, da tecnologia da informação, dos sistemas de comunicação e das informações espaciais, expandindo-se, especialmente, para a Alemanha, Dinamarca, Austrália, Inglaterra e Canadá (ANSELMINI, 2012; SILVA, 2009; FOUNTAS et al., 2007).

No Brasil, a AP foi introduzida na década de 1990, entre 1995 e 1996, com a participação efetiva da indústria de máquinas agrícolas. Em 1995, foram trazidas ao Brasil as primeiras colheitadeiras equipadas com monitor de produção e, no mesmo

ano, vieram os aviões agrícolas com barras de luz. No meio acadêmico, a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, organizou, em 1996, o primeiro Simpósio sobre AP e, em 1998, surgem às primeiras empresas prestadoras de serviços em AP (MOLIN, 2016).

No início dos anos 2000, surge o Projeto Aquarius, Experiência pioneira no sul do Brasil na forma e na amplitude da pesquisa da AP desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Maria em parceria com empresas privadas, que se mantém até hoje, como uma das principais e mais antiga organização que trata da AP no Brasil. O Projeto Aquarius, durante este período tem desempenhado importante papel na difusão da AP com a realização de pesquisas, experimentos, produção de artigos, resumos, dissertações e teses (MAPA, 2013).

Em 2007, O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) com apoio do setor da AP, criou o Comitê Brasileiro de Agricultura de Precisão, oficializado pelo MAPA em setembro de 2012, por meio da Portaria n. 852/2012 com a denominação de Comissão Brasileira de AP – CBAP. Em 2008, o Laboratório de AP (LAP) USP/ESALQ foi oficializado. Em novembro de 2010, é criado no Brasil, o 1º Curso de Pós-Graduação Stricto Senso através do Mestrado Profissional em AP, na estrutura organizacional do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria - RS.

O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR, juntou-se ao movimento para o desenvolvimento da AP, em 2011, através de capacitação de instrutores e, em 2012, lançou, durante à Rio +20, no Rio de Janeiro, uma série de seminários, os quais foram realizados ao longo do segundo semestre, em 10 municípios polos do agronegócio no país (SENAR, 2016).

Em 2013 a EMBRAPA inaugurou o Laboratório Nacional em AP em São Carlos; e, em 2014, lançou o livro: AGRICULTURA DE PRECISÃO: resultados de um novo olhar, abordando vários aspectos da AP. O Laboratório de AP - LAPSUL/UFSM, em 10 de março de 2010 é criado junto ao Campus da Universidade Federal de Santa Maria, em Frederico Westphalen e passa a desenvolver pesquisas e seminários.

Em 2013 o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), lançou o Boletim Técnico, AP. Em 2016, foi lançado, em Montevideu, Uruguai, pelo Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur - PROCISUR, envolvendo Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Paraguai e Uruguai, o Livro “Manual de Agricultura de Precisão”.

Durante o período aqui mencionado, várias outras instituições buscaram estudar a AP; entre elas, a Universidade Federal de Viçosa–MG. Vale aqui ressaltar que atualmente, estão ocorrendo no país, diversos eventos específicos ou vinculados a outros simpósios e exposições com a finalidade de discutir a AP. Essas iniciativas estão se multiplicando, na medida em que a referida tecnologia vem sendo cada vez mais difundida.

## 2.3 QUESTÕES CONCEITUAIS DA AGRICULTURA DE PRECISÃO

A literatura consultada traz vários conceitos para AP, porém, todos eles fundamentam-se numa estratégia de gestão da produção, que considera a variabilidade espacial e temporal dos atributos de solo e da planta, possibilitando o manejo de sítio-específico, de forma a permitir aplicação de fertilizantes, corretivos, sementes, agroquímicos e água a taxa variável, além de possibilitar acompanhamento do desenvolvimento das culturas e monitorar a produtividade (AMADO et al., 2011; SANTI, 2007; MOLIN, 2001).

Já o Conselho Brasileiro de AP formulou um conceito sendo: agricultura de precisão.

Um conjunto de ferramentas e tecnologias aplicadas para permitir um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variabilidade espacial e temporal da unidade produtiva e visa ao aumento de retorno econômico, à sustentabilidade e à minimização do efeito ao ambiente (LANDGRAF, 2015, p. 558).

Constata-se que os primeiros conceitos de AP utilizados, destacavam termos como georreferenciamento e a automação. Hoje, o destaque está na informação e no gerenciamento. Portanto, atualmente o conceito de AP é visto numa concepção holística, que se desprende da simples utilização de máquinas e equipamentos sofisticados, do georreferenciamento, da geo-estatística e da automação. Com isto, passa-se a valorizar o conhecimento, os fundamentos científicos e tecnológicos da técnica, dando menos importância a máquina, num deslocamento conceitual do objeto para o sujeito. Nessa perspectiva, o homem busca alternativas para uma agricultura que respeite as diferenças espaciais e temporais, onde a máquina terá que ser ajustada a diversidade de realidades existentes.

Ferguson (2015) reforça a premissa acima ao considerar que os preceitos de manejo da cultura, segundo o local e as características, são anteriores a tecnologia moderna sustentada por equipamentos e maquinários sofisticados. Segundo ele, nossos avós e seus antepassados, ao fazer o cultivo à mão, tinham uma relação mais íntima com a terra e sua produtividade variável. Posteriormente, pela mecanização, o agricultor passou a cultivar em áreas de terra maiores e, com isso, esse conhecimento íntimo tornou-se difícil de ser mantido.

Esta feita é confirmada por Molin (2001), ao afirmar que AP é fazer o que os pequenos agricultores sempre fizeram: dar um tratamento diferenciado, considerando as diferenças de cada talhão que, com o auxílio das novas e modernas tecnologias, tornou possível expandir este tratamento a grandes áreas. Essa posição é reforçada por Santi (2007) ao mencionar que entre os diversos adventos tecnológicos que a agricultura tem vivenciado e, incorporado no ciclo produtivo como um todo nos últimos anos, talvez um dos aspectos mais importantes seja a redescoberta de alguns fundamentos ligados ao manejo e ao gerenciamento das áreas produtivas.

Por sua vez, Abiero (apud BRETANHA, 2015), considera que AP não é sinônimo de tecnologias sofisticadas, mas uma estratégia de produção que envolve conhecimento e informação, onde, quanto mais informação se tiver, menos energia se vai gastar para produzir.

Tentando sistematizar os vários conceitos, pode-se descrever a AP como uma forma de gestão da produção agrícola, utilizando estratégias de manejo localizado da lavoura. Ou seja, a AP pode ser definida como um conjunto de procedimentos utilizados para aperfeiçoar os sistemas de produção, tendo como elemento fundamental o gerenciamento da variabilidade espacial da produção e dos fatores nela envolvidos. Assim, o conceito central de AP é a identificação e o tratamento diferencial da variabilidade espacial e temporal existente no solo e nas plantas (AMADO et al., 2006).

A variabilidade espacial de uma parcela da lavoura está associada ao tipo de solo, clima e paisagem, repercutindo na capacidade de armazenamento de água, do teor e da mobilidade dos nutrientes e água, do pH e da matéria orgânica, entre outros. Entre as condições de variabilidade, existem algumas que pouco se alteram no decurso do tempo, porém, há outras que se alteram muito rapidamente e as que são mais suscetíveis à intervenção do homem e, ainda, outras que são classificadas como variáveis incontroladas. Em suma, a avaliação e a gestão da variabilidade é que

constituem a base da AP. É por isso que todo o processo de monitoramento das características de uma parcela precisa sempre obedecer a sua variabilidade espacial e temporal (AMADO et al., 2006; COELHO; DA SILVA, 2009).

Do ponto de vista prático, no manejo da lavoura por zonas, a questão fundamental é identificar quais os fatores causadores da variabilidade que sejam possíveis de serem alterados pelo agricultor (SANTI, 2007).

Na medida em que a variação da produtividade está relacionada a um conjunto de fatores, as atividades de produção devem levar em conta as peculiaridades de cada espaço. Portanto, na AP, supera-se e substitui-se o cultivo pela média, por um cultivo diferenciado para cada gleba segundo suas características (MOLIN, 2001).

Como já mencionado, aumentar a produtividade, melhorar o retorno econômico e reduzir os impactos ambientais da produção agrícola, não pode ser considerada uma tarefa fácil e ainda, há muito a evoluir em tecnologias para se chegar a estes resultados. Para Reetz (2010), as tecnologias não podem ser apenas vantajosas economicamente, ao aumentar a produtividade, mas também, devem contribuir para reduzir os *footprints*, as “pegadas ambientais” dos sistemas de produção agrícola. Trata-se então da agricultura reduzir os erros de aplicação que incrementam os impactos ambientais, abrandando seus efeitos. A AP, por definição, é uma forma mais detalhada e criteriosa na gestão espacial e temporal do potencial e dos fatores de produção agrícola, portanto, pode proporcionar uma significativa redução dos efeitos dos impactos ambientais da atividade agrícola, como o caso da distribuição de fertilizantes a taxa variável (COELHO; DA SILVA, 2009).

Assim, é reforçada a tese de que a adoção de técnicas de gerenciamento da produção com maior precisão na distribuição de insumos e das sementes; no tráfego da maquinaria agrícola; na aplicação eficiente dos produtos agroquímicos e utilização da água, oportuniza ganhos para a produtividade e para o ecossistema, minimizando o impacto ambiental de maneira significativa, onde a redução dos efeitos ambientais é tão ou mais importante que os ganhos econômicos relativos ao aumento da produtividade e produção.

No entanto, este fator não tem aparecido entre os principais motivadores para a adoção da AP nos resultados de pesquisas até então realizadas, cunhadas na literatura que trata dos condicionantes para a adoção da tecnologia. O que se constata é que, na visão dos agricultores, os ganhos ambientais não estão entre os principais motivos para adotar a tecnologia de precisão. A redução dos impactos ambientais

aparece sempre depois dos outros fatores motivadores para a adoção, que citam o aumento da produtividade, do lucro, redução na aplicação de insumos e maior uniformidade do plantio, como resultados almejados para adoção da tecnologia. Na pesquisa “Percepção dos agricultores que usam AP”, realizada por Lencsés, Takács e Takács-György (2014), a redução dos impactos ambientais aparece em 8º lugar como condicionante, entre os agricultores húngaros.

### **2.3.1 Técnicas mais utilizadas e fatores condicionantes para a adoção da agricultura de precisão**

As condições para a produção agrícola apresentam variações significativas entre países e regiões. Algumas peculiaridades agricultura de precisão podem interferir na adoção e difusão da AP. Ao se analisar os trabalhos publicados, percebe-se que a adoção, ou não, nas diferentes regiões, apresenta correlações com as diversidades regionais, mas, ao mesmo tempo, as técnicas mais empregadas são comuns na maioria dos casos nas diferentes condições. Os resultados dos trabalhos realizados por Fountas, Pedersen e Blackmore (2007), Anselmi (2012), Lencsés, Takács e Takács-György (2014), Antolini (2015), Ferguson (2015), Molin (2016) e Batista (2016) mostram muita semelhança entre os condicionantes e as técnicas mais e menos empregadas. O sistema de orientação como barra de luz e piloto automático aparecem como instrumentos altamente utilizados, inclusive por agricultores que não utilizam outras técnicas da AP.

A literatura aponta que a amostra georreferenciada é utilizada pela quase totalidade dos adotantes da AP, geralmente, com malha amostral previamente definido, variando entre 01ha e 05ha, com predominância de 05ha, não esclarecendo se esse é o ideal ou se está relacionado a questões operacionais e econômicas, sendo que Lencsés, Takács e Takács-György (2014) afirmam que o custo da análise influencia no tamanho da malha amostral utilizada.

O incremento na produção em quantidade e qualidade, refletindo diretamente no lucro, é o que aparece frequentemente como principal expectativa para a adoção da tecnologia. Os dados encontrados na literatura indicam uma redução estimada que varia entre 20 e 60% na aplicação de corretivos e, ocorra em alguns casos uma economia de até 30% no uso de fertilizantes, dependendo muito da homogeneidade

ou heterogeneidade da área (ANSEMI, 2012; LENCSÉS; TAKÁCS; TAKÁCS-GYÖRGY, 2014; ANTOLINI, 2015; BATISTA, 2016).

A realização dos mapas de fertilidade, a aplicação de corretivos e fertilizantes, a taxa variável, também apareceram entre as técnicas mais usadas, sendo adotadas, por praticamente, todos os usuários da tecnologia e é considerada por vários autores, juntamente com a amostra georreferenciada, como a porta de entrada para a AP (ANSEMI, 2012; LENCSÉS; TAKÁCS; TAKÁCS-GYÖRGY, 2014; ANTOLINI, 2015; BATISTA, 2016; MOLIN, 2016).

A semeadura precisa, e por zonas de manejo, está em ampla expansão, já sendo empregada por um grande número de agricultores, principalmente, nos dois últimos anos (MOLIN, 2016). Além disso, 11% dos agricultores pretendem adquirir semeadoras que proporcionem este tipo de técnica, segundo pesquisa de Batista (2016).

A realização de mapas de colheita que já foi uma das técnicas mais difundidas nos EUA está perdendo força, segundo Fountas et al. (2007), deixando de ser uma prática comum entre os agricultores, cuja média de uso situa-se na faixa de 30%, mesmo que, atualmente, um grande número de colhedoras ofereça o sensor de colheita como item de série. Nos EUA, o uso de monitores de produção sem GPS, é uma prática bastante comum na maioria dos estados. Pedersen et al. (2001) estimam que apenas um terço dos monitores de colheita estão ligados a um receptor GPS. Situação semelhante foi constatada no Brasil por Anselmi (2012), Antolini (2015) e Batista (2016).

Os sensores de condutividade elétrica para identificar os níveis de nutrientes no solo e suas características físicas, os sensores de umidade para irrigação a taxa variável, os sensores e imagens que permitem identificar o stress hídrico e realizar análise foliares para detectar deficiências nutricionais das plantas, permitindo adubação em cobertura à taxa variável em tempo real, o uso de drones e vants, a telemetria que permite que as informações sejam enviadas em tempo real com nível exato de precisão e o tráfego controlado, aparecem nas publicações como técnicas pouco usadas, bem como, a aplicação de agroquímicos a taxa variada. Soares Filho e Da Cunha (2015) mencionam que, aproximadamente, 68,18% dos agricultores pesquisados entendem que a AP promove a redução dos impactos ambientais com o uso mais racional de insumos. Pesquisa realizada por Aita (2013), evidencia uma redução de 60% no uso de inseticidas no controle das lagartas na cultura da soja.

Trabalhos relacionados às culturas canavieira e cafeeira mostram o crescimento tanto do uso dos sensores de humidade do solo, como a aplicação de defensivos agrícolas a taxa variável (MOLIN, 2016).

### **2.3.2 Fatores limitantes para a adoção da agricultura de precisão**

As pesquisas indicam os custos operacionais e de investimento como principais limitadores para adoção da tecnologia, seguido da qualificação humana, do tempo de trabalho na manipulação dos dados e da maquinaria, que precisa ser adequada (ANSELMINI, 2012; ANTOLINI, 2015; BATISTA, 2016).

O requisito tempo é apontado por Smith (2002) e Pedersen et al. (2007), como um dos grandes problemas para adoção da tecnologia. Levantamento feito por esses autores mostra que 74% dos dinamarqueses e 69% dos norte-americanos entrevistados, mencionaram que a manipulação de dados é muito demorada. Pesquisas adicionais têm mencionado o requisito tempo como um dos principais impedimentos para a adoção da AP.

Sobre o uso da tecnologia da informação, Fountas et al. (2007), apontam as dificuldades de compatibilidade entre hardware e software, mencionando que um agricultor expressou o desejo de que o software da AP fosse tão rápido e fácil quanto os "Programas da Microsoft Windows".

Fatores como a falta de confiabilidade nos mapas, deficiência na assistência técnica, além da topografia do terreno, são encontrados nos trabalhos publicados como fatores limitantes, porém, com menor importância. Alguns agricultores clamam por maior eficiência da AP, especialmente nas aplicações a taxa variável de corretivos e fertilizantes. Esses agricultores consideram que fatores como tipo de solo, clima e topografia, influenciam de maneira significativa nos resultados da produtividade e, de certa forma, não permitindo que se avalie com fidedignidade os resultados da tecnologia. Por exemplo, em longas extensões planas a mobilidade da água e nutrientes tende a ser menor do que em solos com maior alteração em sua topografia pelo fato das zonas de transição se tornarem menores e influenciarem de forma significativa, na mobilidade dos nutrientes e água. Locais onde se consegue uma boa fertilidade pode, em curto espaço de tempo, ter essa situação alterada, principalmente em reação ao nitrogênio (SCHIMMELPFENNIG; EBEL, 2011).

Sobre a adoção da AP e as estratégias para sua difusão, Antolini (2015) salienta ser importante considerar que a questão não se relaciona apenas com aspectos ambientais, econômicos, na agregação de valor, no aumento da produtividade, na qualidade e volume a ser produzido, na redução dos custos de produção para enfrentar as competições do mercado. A dinâmica de adoção e difusão da tecnologia, pelos agricultores, é um processo complexo e dinâmico e, no Brasil, somam-se as diferentes condições, regionais, sociais, culturais e econômicas.

Os aspectos psicológicos exercem forte influência na adoção de uma tecnologia, é o que traz o relatório sobre “*Adoção de Tecnologias para Sistemas Agrícolas Sustentáveis*” organizado pelo Ministério da Agricultura, Gestão da Natureza e Pescas dos Países Baixos, apresentado em Wageningen, em julho de 2000, apontam que se ocorrer falhas no reconhecimento desse fator, poderá haver um comprometimento no sucesso do trabalho (INTA MANFREDI, 2000).

Nos trabalhos publicados utilizados como fonte de informação, fica evidente o entendimento de que a adoção de uma tecnologia depende de vários fatores, porque não basta que esteja disponível, seja eficiente e viável economicamente. A sua adoção está condicionada a uma opção, a uma escolha. Faz parte de um processo decisório complexo. Ao longo desse processo, o produtor passa por diversas fases onde adquire o conhecimento inicial sobre a inovação, faz suas análises e conjecturas e, por fim, decide por adotar ou rejeitar a tecnologia, consolidando a sua atitude. Os estudos do comportamento para adoção de tecnologias focam nos fatores determinantes que afetam a decisão de um indivíduo a utilizar ou não uma técnica, tendo referência à teoria da difusão da inovação, que aborda a persuasão e seus elementos como essenciais e definidores das taxas de adoção de uma inovação (ROGERS, 2003).

O tema de estudo era quase que exclusivo dos profissionais das ciências agrárias, mas constata-se que os estudos referentes à adoção e difusão da AP estão incorporando profissionais da área das ciências sociais, na medida em que a questão envolve aspectos referentes ao comportamento humano e não somente à tecnologia (Antolini, 2015).

### *2.3.2.1 Correlação entre idade, escolaridade e tamanho da propriedade.*

Segundo pesquisas realizadas por Anselmi (2012), Antolini (2015) e Batista (2016), existe uma relação entre o índice de adoção da tecnologia, a idade dos agricultores, o tamanho da propriedade e o nível econômico e instrucional. Pesquisas feitas por esses autores apontam no sentido que a adoção da tecnologia, geralmente, se dá por agricultores mais jovens, com escolaridade acima da média e nas propriedades maiores da região. Francisco e Pino (2004), Daberkow e McBride (2003) e D'Antoni, Mishra e Joo (2012), identificaram que, quanto maior a idade, menor a probabilidade de adoção da AP. Pedersen, Ferguson e Lark (2001) e Smith (2002), confirmam que os usuários da AP tendem a pertencer a uma geração mais jovem.

Pesquisa realizada sobre adotantes da tecnologia apontou que na Dinamarca a idade predominante dos adotantes é de 43 anos e, nos Estados Unidos situa-se em 46 anos de idade (FOUNTAS et al., 2007). Em pesquisa com agricultores produtores de algodão no Brasil, a idade é de 49 anos e 14 anos de escolaridade (MOLIN, 2016). Entretanto, existem publicações que se opõem a estas generalizações. Por exemplo, em relação à idade, Torbett et al. (2007) e Oliveira, Khan e Lima (2005) afirmam que quanto maior a idade, maior a adoção de AP. Desse modo surgem contrapontos nos resultados encontrados, ou seja, agricultores mais jovens podem ser mais propensos a testar e adotar uma nova tecnologia, o que os traria mais probabilidades de adoção da AP. Por outro lado, agricultores mais velhos podem ter mais experiências de sucesso com a tecnologia por terem realizado mais testes durante sua vida como agricultor, já que a idade tem relação com a experiência na atividade.

Buscando respostas a sobre a influência do tamanho da área na adoção da AP Daberkow e McBride (2001), em pesquisa realizada nos EUA, concluíram que a adoção da AP está relacionada ao tamanho da propriedade, onde os grandes agricultores são os primeiros a adotar. Os resultados apontam, ainda, que a área média de cultivo usando a tecnologia na Dinamarca e no Corn Belt, EUA, foi de 422ha e 790ha, respectivamente. Portanto, média superior ao tamanho das propriedades que na Dinamarca que é de cerca de 50ha, segundo o Conselho Agrícola Dinamarquês e, nos EUA que é em torno de 178ha, sendo que no Estado de Indiana a média reduz para cerca de 102ha (FOUNTAS et al., 2007).

As pesquisas da ABMR&A (2014) e Fiesp (2013) consideram que o tipo de cultivo e o tamanho da propriedade interfere na adoção de tecnologias, onde os

grandes agricultores são os primeiros a adotar, o que também converge com os resultados de Daberkow e McBride (2003). O mesmo ocorre com Lencsés, Takács e Takács-György (2014), que consideram que a AP é utilizada, principalmente, por fazendas de mais de 300 hectares, de jovens agricultores. Ao mesmo tempo, consideram ser rentável acima de 250 hectares e que na visão de alguns agricultores é necessário um mínimo de 1.500 hectares (LENCSES; TAKACS; TAKACS-GYÖRGY, 2014).

Pesquisas de Fountas et al. (2005), Anselmi (2012), Antolini (2015), Soares Filho e Da Cunha et al. (2015) e Batista (2016), indicam que a tecnologia de precisão é adotada, principalmente, em propriedades com tamanho acima da média regional, entretanto, cabe ressaltar que, exceto Lencsés, Takács e Takács-György (2014), as demais pesquisas não estabelecem relações entre a área, com a distribuição fundiária nacional e um tamanho para viabilidade da tecnologia e, considerando a existência de variações significativas, conforme informações constantes nas próprias publicações, fica comprometida a possibilidade de formar posição ao relacionar a tecnologia ao tamanho da área, na medida em que as maiores propriedades em uma determinada região, podem ter área inferior que as consideradas menores em outras. Esta situação não se caracteriza como um erro, e sim como uma limitação metodológica para responder a uma questão muito frequente quando se discute AP.

Neste sentido, Lencsés, Takács e Takács-György (2014), também mencionam que o tamanho viável para a zona de manejo é difícil de responder, pois essa depende da heterogeneidade, da densidade do solo, tipo de cultura, invasoras, tamanho da fazenda e, em muitos casos, das condições financeiras.

A questão referente à relação entre o nível de escolaridade e a adoção da AP aparece na maioria das pesquisas que abordam o perfil do usuário, sendo que a quase totalidade dos trabalhos indicam que existe relação entre o nível instrucional a adoção, principalmente considerando a complexidade da tecnologia.

Com o objetivo de traçar o perfil do produtor brasileiro, a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), através da Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB), realizou uma pesquisa em 16 estados, com 645 produtores de diversas culturas, onde um dos aspectos pesquisados refere-se à escolaridade, cujos resultados podem servir de parâmetro de comparação com os trabalhos relativos a AP. Os resultados encontrados nessa pesquisa, mostraram que 43% dos agricultores possuem nível superior completo, 64% são cooperados, 75% não gostam de correr

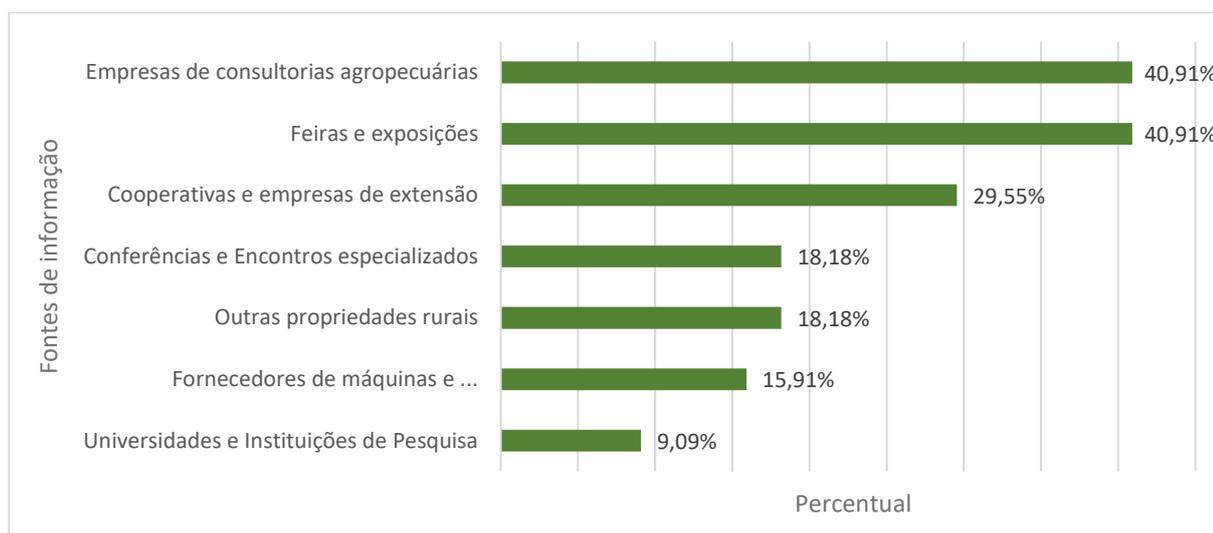
riscos; 14% pretendem investir em máquinas, mais de 60% tem idade superior a 35 anos e 28% dos filhos participam da gestão da propriedade (FIESP e OCB, 2015). Pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Marketing e Agronegócios (ABMR&A, 2014), aponta que 74% dos produtores rurais brasileiros têm mais 36 anos, com uma predominância entre 51 e 60 anos (26%).

Esta distribuição contrasta com o nível de escolaridade da população em geral, onde segundo Pesquisa de Amostragem Domiciliar divulgada pelo IBGE (2015), 7,20% da população é analfabeta ou possui ensino fundamental incompleto, 51% dos brasileiros com 25 anos ou mais só cursaram o ensino fundamental, e apenas 14,7% com idade superior a 25 anos possui ensino superior.

#### *2.3.2.2 Fontes de Informações sobre a agricultura de precisão segundo literatura*

Segundo o que consta na literatura, as fontes de informação sobre as práticas da AP e suas influências na adoção, são muito variadas, tanto no Brasil, como em outros países. No Brasil a indústria de máquinas e empresas de consultoria e prestação de serviço são fontes que se destacam na difusão de informações e na influência na adoção da AP. Esse cenário é acentuado em eventos como feiras e exposições, além do trabalho de divulgação realizado pelas cooperativas (ANSEMI, 2012; ANTOLINI, 2015; BATISTA, 2016). Soares Filho e da Cunha (2015) ressaltam o baixo índice de influência das Universidades, uma vez que, no trabalho realizado no Sudoeste de Goiás, essas aparecem com 9,09%, de influência (Figura 1). Batista (2016) confirma no Estado de Rondônia essa influência, correspondendo a 13,5%.

Figura 1 - Fontes de informações sobre a agricultura de precisão no Estado de Goiás



Fonte: Soares Filhos e Da Cunha (2015).

No Reino Unido, os agricultores adquirem informações sobre AP do seu agrônomo privado ou de fabricantes de máquinas. Na Dinamarca, os fabricantes de máquinas e consultores locais também são as principais fontes motivadoras do uso da tecnologia (FOUNTAS et al., 2005).

Nos Estados Unidos, no chamado Cinturão do Milho (Corn Belt), as fontes que mais incentivam a adoção da AP são empresas de fertilizantes, informações de outros agricultores, consultores agrícolas e a imprensa agrícola, onde os varejistas de produtos agrícolas têm sido agressivos na oferta de produtos e serviços. A contribuição da Internet na divulgação das informações é baixa, tanto na Dinamarca quanto no Corn Belt EUA (FOUNTAS et al., 2005).

Pesquisa realizada pela Universidade de Purdue em 1995, com especialistas do agronegócio e com agricultores da região do Corn Belt, mostrou que as fontes mais importantes, de informação, sobre AP, eram a imprensa, especialistas e consultores agrícolas universitários (LOWENBERG-DEBOER; BOEHLJE, 1996). Esse dado mostra uma mudança nas fontes de informação nos EUA, a partir de fontes públicas, tais como imprensa e pesquisadores universitários e especialistas (FOUNTAS et al., 2007).

Ao se analisar os dados das diversas pesquisas que reúnem fontes de informação, ao agrupar eventos, empresas de consultoria, de serviço e a indústria de máquinas e equipamentos precisos, permite projetar-se que os três últimos

segmentos são extremamente influentes, uma vez que esses geralmente estão presentes nos eventos, com estandes, mostruários e como conferencistas. Molin (2016) reforça que um dos principais intervenientes da AP é a indústria de máquinas.

#### 2.4 TEORIAS, VARIÁVEIS E OS DESAFIOS DA ADOÇÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO ENCONTRADOS NA LITERATURA

Se o aumento da produção de alimentos é indispensável para a segurança alimentar e, se isso deve ocorrer de forma sustentável através de tecnologias inovadoras na agricultura, é fundamental o conhecimento referente à dinâmica da adoção e rejeição das tecnologias pelos agricultores. Além disso, é importante conhecer também como e quais fatores interferem no processo nos diferentes contextos regionais, para que essas não sejam apenas concebidas, mas adotadas e difundidas.

A agricultura de precisão é apontada como uma alternativa capaz de aumentar a produção e reduzir os impactos ambientais. Entretanto, sistematicamente, é mencionado que sua adoção está ocorrendo em velocidade mais lenta do que a prevista inicialmente, já que algumas das técnicas estão disponíveis comercialmente desde o final dos anos 1980 (BERNARDI et al., 2014). Esta afirmação é recorrente na literatura, na qual pesquisadores propõem-se a identificar os motivos deste intervalo entre a geração e a difusão, é objetivo frequente nas pesquisas que tratam da AP sob o viés dos condicionantes da adoção. O Brasil, nos últimos quatro anos, vem aumentando os estudos sobre esta temática, o que pode representar um maior interesse sobre o tema, consequência ou coincidência com o período em que houve maior expansão da tecnologia no país.

Ao mesmo tempo, não se encontra na literatura parâmetros que possam ser utilizados para avaliar cientificamente o ritmo de adoção e difusão adequado ao tipo de usuário, tecnologia e contexto. Pode-se, a *priore*, considerar moroso se comparado com a adoção de outras tecnologias, como o uso de sementes híbridas e o plantio direto. Mas há de se considerar suas características e complexidade. Também, é mais lenta do que quais outras tecnologias que se utiliza dos princípios da teoria de Rogers (2003) para entender e avaliar a sua adoção e difusão.

Cabe ainda ressaltar que não existem no Brasil, informações que permitam quantificar os níveis de adoção da tecnologia e de cada uma de suas práticas, assim,

as estimativas são empíricas e dificultam uma análise mais profunda de como o processo de adoção e difusão vem ocorrendo.

Os estudos para determinar os fatores que interferem para adesão, difusão, ou rejeição, tornam-se mais complexos na AP na medida em que cada uma das estratégias, às quais se denomina de técnica ou prática, tem determinada independência, ou seja, permitem que os agricultores possam adotar uma ou mais técnicas, avaliando os resultados antes de adotar novas práticas (BYERLEE; POLANCO, 1986). Desta forma, cada uma das técnicas pode ter caminhos e tempos de adoção distinta.

A independência das técnicas cria uma situação inusitada na medida em que existem técnicas fins e técnicas meio e, mesmo que os autores afirmem que existam finalidades específicas e características próprias, há uma maior ou menor interação entre elas, dependendo de suas características. Para exemplificar, cita-se a coleta georreferenciada com análise química do solo, a elaboração dos mapas de fertilidade e, por fim, a aplicação de corretivos e fertilizantes a taxa variável, que são três atividades distintas, mas importantes coletivamente nos resultados.

Esse cenário pode ser considerado o grande “nó” no desafio de determinar o nível de adoção da tecnologia em uma determinada região. Qual tem um maior nível de adoção? Onde mais agricultores em uma região usam uma das técnicas ou em outra, onde menos agricultores aplicam maior número delas? Entende-se que estas questões estão longe de serem respondidas, mesmo que se encontrem na literatura, publicações divulgando em percentual o nível de adoção da AP em determinada região.

Outro entendimento é o de que as técnicas que compõem a AP vêm surgindo em tempos distintos, ou se modificando, aperfeiçoando, como tem acontecido com a amostragem georreferenciada, a elaboração de mapas de fertilidade e a aplicação de corretivos e fertilizantes a taxa variável, que denota de data muito anterior ao Real Time Kinematic (RTK) e os veículos aéreos não tripulados (VANTS), por exemplo. Assim, ao se fazer a analogia com a adoção de outras tecnologias não agrícolas, como a telefonia móvel ou internet, percebe-se que o usuário não tem apresentado o mesmo comportamento.

Por sua vez, algumas das técnicas podem ser consideradas mais ou menos complexas, existindo aquelas cujos resultados são mais rápidos e visíveis e, para tanto, cita-se dois exemplos: o piloto automático e a semeadura por zonas de manejo,

onde a primeira é uma das mais adotadas e, a segunda, em algumas regiões no Brasil já atinge índices elevados de adoção (MOLIN, 2016).

#### **2.4.1 A teoria da difusão da agricultura de precisão**

Para Rogers (2003), o número de adotantes de uma nova tecnologia vai aumentando lentamente até atingir o que se chama de “decolagem da nova tecnologia” e vai acelerando significativamente até que em torno da metade dos possíveis usuários a estejam utilizando. A partir de então, a adoção aumenta numa taxa mais lenta. Segundo o autor, existe um período crítico nessa curva, formada quando 10 a 20% dos usuários passam a adotar, e uma vez ultrapassado esse período, a possibilidade da inovação se difundir pela maioria dos usuários do sistema é muito grande.

Rogers (2003), inicialmente divide o processo em dois estágios: a iniciação, na qual acontece o primeiro contato com a tecnologia, onde ela é conhecida, identificada e adaptada às necessidades do usuário e; o segundo estágio, quando passa a ser utilizada, denominada de implementação. Esses dois estágios, Rogers (2003) divide em cinco fases, que são: conhecer a nova tecnologia, decidir por aceitar ou rejeitar, passar a utilizar e, finalmente, confirmar a decisão de adotar. Cabe ressaltar que a adoção e a difusão são processos distintos, onde a difusão caracteriza-se como a adoção generalizada de uma nova tecnologia entre os usuários.

A grande incógnita é saber como esses processos ocorrem, quais fatores influenciam para que aconteça a adoção e o que proporciona uma ampla e bem-sucedida difusão? Sabe-se que fatores técnicos e econômicos têm um impacto direto sobre a difusão, mas as questões vão além dos aspectos materiais, relacionam-se com a subjetividade do comportamento humano, com sua forma de interpretar os fatos, de adquirir o conhecimento e formar seu convencimento. Estudos têm demonstrado que a complexidade de uma inovação pode influenciar na velocidade de difusão e adoção, bem como nos resultados que geram sobre a produtividade, onde, quanto mais rápido for o retorno econômico, menor o custo e risco, maior é a probabilidade de adoção e difusão.

A dinâmica da adoção e difusão de inovações tem como princípio que a adoção da tecnologia, ou prática produtiva, acontecerá mais facilmente se mostrar-se vantajosa, seja pela elevação da produtividade, redução de custo e a preservação

ambiental, além de possibilitar o retorno do investimento num prazo aceitável economicamente. Nessa perspectiva, terá maior possibilidade de ser adotada quando os benefícios são rapidamente percebidos, principalmente se for um ou dois anos, o que pode não acontecer uma vez que existem os demais fatores que interferem na produtividade.

Nas discussões realizadas por Souza Filho et al. (2011) sobre os fatores que interferem na adoção e difusão de tecnologias na agricultura, os autores apontam as condições socioeconômicas dos agricultores, as características da produção e da propriedade rural e as características da tecnologia. Reforçam ser o processo de adoção e difusão de uma tecnologia, complexo e inerente às normas sociais e econômicas.

Por sua vez, Tey e Brindal (2012) encontraram trinta e quatro fatores que influenciam a adoção da AP os quais agruparam em condicionantes relacionados a fatores socioeconômicos, agroecológicos, institucionais, fontes de informação, percepção do agricultor, comportamentais e tecnológicos (Tabela 1).

Estudos sobre a incorporação de novo produtos mostram que existe intervalo significativo entre o lançamento de uma tecnologia no mercado até a sua ampla utilização, exatamente como prevê a teoria da difusão de Rogers (2003). Portanto, a adoção não é imediata. Sendo assim, a AP segue a lógica e a dinâmica da adoção e difusão de inovações.

Não se tem resposta ainda porque no Brasil este intervalo a que Rogers (2003) chama de iniciação tem sido tão longo, uma vez que pesquisas sobre a adoção mostram que a maioria dos usuários de AP adotam a tecnologia até cinco e seis anos, dependendo da região, como no sudoeste do Estado de Goiás, ao mesmo tempo em que existem agricultores que utilizam algumas das técnicas há mais de 10 anos (ANSELMI, 2012; ANTOLINI, 2015; SOARES FILHO; DA CUNHA, 2015; BATISTA, 2016).

O que se pode perceber é que o comportamento da adoção converge com a teoria de Rogers (2003). Entretanto, existem alguns indicadores que apontam lentidão inicial na adoção e, posteriormente na difusão, ao mesmo tempo não existem indicadores da quantidade de agricultores que adotam esta tecnologia, nem da área total em que a AP é utilizada no Brasil.

Tabela 1 - Fatores que influenciam a adoção da agricultura de precisão

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

Fonte: Tey e Brindal (2012).

O modelo de Roger (2003) classifica os indivíduos em cinco grupos com base no tempo relativo que levam para adotar uma inovação (Tabela 2):

- a) **inovadores ou entusiastas** - grupo pequeno e seletivo de pessoas que tendem a adotar novas tecnologias nos seus primeiros estágios de desenvolvimento, mesmo correndo riscos maiores. Geralmente são formadores de opinião e lançadores de tendências para os grupos em que eles são uma referência. Representam, geralmente, 2,5% dos adotantes;

Tabela 2 - Etapas do Processo de Adoção

<b>Categorias</b>	<b>Variáveis</b>
Vantagem relativa	Relacionam-se as vantagens evidentes em relação ao que existe atualmente, sendo que a possibilidade de adoção aumenta na medida em que a inovação apresenta em relação outros produtos e serviços existentes.
Compatibilidade com sistemas e valores	Quanto mais a inovação for compatível com a situação preexistente maior a probabilidade de sua adoção.
Complexidade - Facilidade da transição	Quanto mais complexa as mudanças envolvidas na inovação menores as possibilidades de adoção.
Possibilidade de testar	A possibilidade de experimentar uma inovação antes de adota-la definitivamente aumenta muito a probabilidade de adoção em função de minimizar os riscos.
Visibilidade da mudança e seus benefícios, observabilidade	A adoção de uma inovação tem maiores possibilidades de ser adotada quanto mais evidente estiverem as vantagens que pode trazer.

Fonte: Rogers (2003).

- b) **primeiros a adotar** - representam um grupo maior que os Inovadores, em torno de 13,5% dos consumidores e ainda possuem alguns traços de inovação, embora não tenham a mesma disposição para assumir os riscos associados às inovações em seus estágios preliminares de desenvolvimento. Os inovadores caracterizam-se como um grupo que procura utilizar a inovação como fonte de vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes;
- c) **inicial ou pragmáticos** - são os consumidores que representam os primeiros 34%, adotantes da inovação, somente depois de ser comprovado que a tecnologia possui um histórico de sucesso. É um primeiro sinal de que uma determinada tecnologia entrou em fase de difusão. Normalmente, quando o processo de inovação atinge este ponto sua difusão pelo restante dos consumidores é bem mais fácil, tanto que interromper o processo de difusão neste estágio é tão custoso quanto o esforço inicial para difundi-lo;
- d) **conservadores** - representam em torno de 34%, também classificados como maioria tardia, é um segmento amplo, mas que revela maior resistência às

inovações e; portanto, tende a retardar a sua adoção até o ponto em que ela já demonstrou claramente suas vantagens. Estes valorizam a funcionalidade e a praticidade do produto, sendo também sensíveis ao custo;

- e) **retardatários ou sépticos** - é o último segmento a adotar uma inovação, quando ela já se encontra em uma fase madura de implantação e os riscos envolvidos na sua adoção são bem menores. Representam 16% dos usuários, são tradicionais, não gostam de experimentar coisas novas e não seguem modismos, e só adotam a inovação quando não existe alternativa disponível.

Assim, a taxa de adoção, o que Roger (2003) considera como a velocidade relativa com que uma inovação é adotada pelos membros de um sistema social, se estabelece em forma de curva, com poucos adotantes na fase inicial, seguida de um intenso aumento no número de adotantes na fase de crescimento, até que a quantidade de adotantes se estabilize na fase de maturidade e acabe por se reduzir na fase de declínio. Quanto mais nova e estranha à inovação, mais tempo se leva para adotá-la. Este processo ele representa como a curva de sino (*Bell curve*) como na Figura 2.

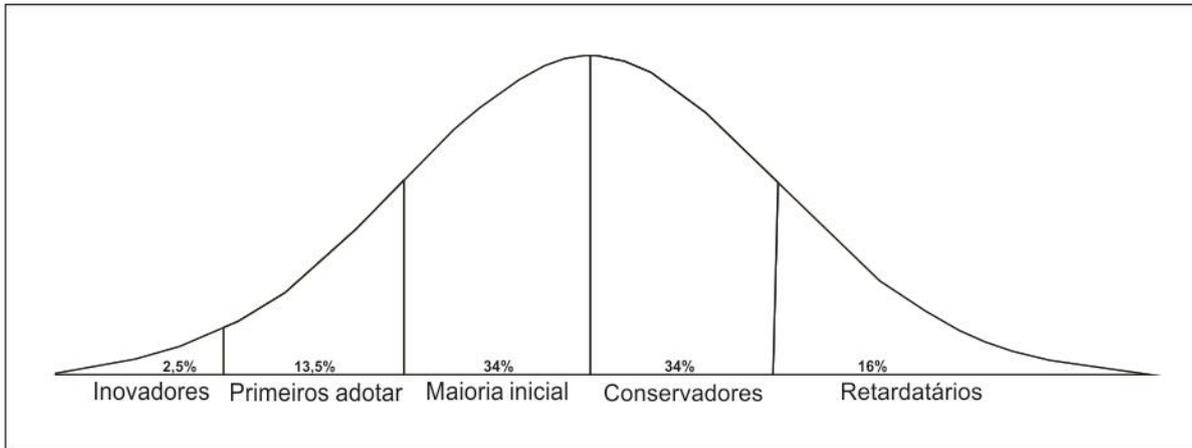
Assim sendo, os estudos que se encontram disponíveis mostram que a AP no Brasil tende a seguir a referida curva, o que parece transcorrer de forma lenta é a linha do tempo, por condicionantes da adoção com destaque ao custo e a falta de mão de obra qualificada.

Também tratando da teoria da difusão de tecnologias, Davies (1979), desenvolveu um modelo que trata de dois tipos diferentes de inovação. Um referente a tecnologias consideradas como relativamente simples, nas quais o uso é inicialmente muito alto, mas depois de algum tempo os ganhos de produtividade da tecnologia serão limitados, o que implica que a curva cai e estabiliza a um determinado nível.

O modelo de Davies (1979) se aplica perfeitamente na teoria de Rogers (2003), pois, para ele, a difusão de uma tecnologia também segue um processo de adoção mais lenta e na medida em que for testada e aprovada, sua difusão se torna mais rápida. Sua teoria busca mostrar, principalmente, que uma tecnologia mais sofisticada segue um caminho diferente. No início, tem uma adoção mais lenta, começando a subir gradativamente até que seus resultados, ou níveis de adoção, ultrapassem em algum momento a tecnologia simples, continuando a subir até atingir o nível de

estabilidade acima da tecnologia considerada simples. Pode-se dizer que os tempos e o crescimento estarão relacionados a cada tipo de tecnologia.

Figura 2 - Curva de adoção de tecnologia



Fonte: Rogers (2003).

Este modelo talvez possa trazer respostas para a velocidade de difusão da AP quando as técnicas utilizadas empregam a tecnologia da informação, a geoestatística e máquinas e equipamentos sofisticados, o que colocaria a AP entre as tecnologias avançadas. Portanto, a sua adoção inicial é lenta, não é uma ação instantânea, mas consiste em uma série de ações que constituem o processo de tomada de decisão sobre uma inovação que requer a avaliação do indivíduo em relação à inovação e a formação de atitudes em torno da mesma (KARAHANNA; STRAUB; CHERVANY, 1999).

## 2.5 PERSPECTIVAS PARA A AGRICULTURA DE PRECISÃO

Grande parte da literatura associa AP a equipamentos caros e sofisticados e como tecnologia restrita a grandes propriedades e usuários de elevado índice de escolaridade (VIDAL, 2016). Entretanto, percebe-se que é cada vez maior o número de pesquisadores que entendem estar superada esta concepção, propondo alternativas para a adoção da tecnologia em pequenas propriedades, na medida em que AP nada mais é do que identificar os locais onde ocorrem diferentes produtividades e utilizar estratégias para administrar estas diferenças, fazendo o que muitos agricultores fazem por intuição, pelo conhecimento que têm da área ao fazer o

cultivo à mão. Nesse cenário, as ferramentas sofisticadas vieram para viabilizar o uso em grandes áreas (MOLIN, 2001; SANTI, 2007; PINAKI; MANISHA, 2009; ABIERO apud BRETANHA, 2015; FERGUSON, 2015).

A agricultura de precisão tomou outra dimensão ao ser utilizada em extensas áreas, pelos instrumentos, máquinas e softwares, a geoestatística, a tecnologia da informação, os sistemas de comunicação, as informações espaciais, o georreferenciamento, as ferramentas e as imagens cada vez mais disponíveis. Os avanços tecnológicos permitiram a automação de operações com máquinas, equipamentos, sistemas de orientação e tratamento com diferencial de cada técnica.

Nesse contexto, o Global Position Systems - GPS<sup>2</sup> o mais utilizado, foi fundamental para impulsionar as técnicas da AP, uma vez que o GPS pode ser associado a quase todas elas na medida em que as áreas vão sendo aumentadas. Para determinar a variabilidade espacial é indispensável o sistema de localização, pois é importante conhecer, com precisão, a localização geográfica de cada um dos pontos.

Assim, a AP passa a ser vista sob dois vieses: primeiro, como uma tecnologia com equipamentos sofisticados e, segundo, na perspectiva de adequação e uso em propriedades de pequeno porte, sem a utilização de equipamentos sofisticados (PINAKI; MANISHA, 2009; VIDAL, 2016).

---

<sup>2</sup> O Sistema de Navegação Global por Satélite – GNSS é composto por diversos sistemas de navegação: o sistema de navegação GPS, pertencente aos Estados Unidos da América, o sistema GLONASS, pertencente à Rússia, e outros sistemas como o Galileo (União Europeia) e Compass (China).



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa exploratória descritiva de opinião, que teve início em novembro de 2014 e término em abril de 2017.

#### 3.2 MÉTODO DE AMOSTRAGEM / SELEÇÃO DA AMOSTRA

A amostra foi constituída por 47 agricultores do Rio Grande do Sul (RS), que cultivam soja, milho, trigo e arroz irrigado e 19 empresas PSAP, que atuam em 11 estados brasileiros, indicados pelo círculo branco no mapa, onde no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul foram entrevistadas 4 empresas em cada estado, três no Paraná, três no Mato Grosso e uma em cada um dos demais estados.

Figura 3 - Estados abrangidos pelas empresas prestadoras de serviços em agricultura de precisão



Fonte: Elaborado pelo autor

Para a composição da amostragem foi utilizado o método não probabilístico, com amostra não estratificada, que se caracteriza fundamentalmente em fazer de forma aleatória a seleção dos indivíduos a serem entrevistados, diferente do método probabilístico, estratificado, onde as pessoas ou grupos são selecionados, seguindo um critério de sua representação na população total da pesquisa.

A aplicação dos questionários e realização das entrevistas, na versão de amostras na estratégia probabilística estratificada com repartição proporcional, com objetivo de atribuir uma mesma representatividade a grupos semelhantes, na coleta e tratamento dos dados, mostrou-se inviável, por dois motivos: Primeiro, porque não existe nenhum banco de dados dos agricultores usuários de AP no Brasil para ser utilizado na construção de uma amostra estratificada. Segundo, pela dificuldade de entrevistar ou fazer chegar questionários aos agricultores dentro da proposta da amostra e receber retorno proporcional a cada uma das categorias da amostra.

### 3.3 APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

Uma das características das pesquisas com entrevistas não presenciais é o baixo retorno de formulários. Numa tentativa para minimizar este problema, criou-se junto ao Projeto Aquarius uma ação denominada de “Ampliando Horizontes”, onde, pela Internet, se buscou endereços de empresas PSAP de todo o país. Foram elaborados informativos e enviados a estas empresas estabelecendo um canal de comunicação, de forma que as empresas recebessem resultados de pesquisas em AP, realizadas no Projeto Aquarius e, em contrapartida, passassem a auxiliar na elaboração desta pesquisa, na condição de prestadora de serviço e na aproximação com agricultores.

Não funcionando esta estratégia, optou-se pela aplicação de 2 modelos de questionários presenciais, constituídos por questões fechadas, semiabertas e uma aberta, aplicados a agricultores entre novembro de 2014 e abril de 2017 em eventos (1º Workshop Laboratório de AP - Lapsul, realizado em Frederico Westphalen, RS, 16ª e 18ª Feira de Tecnologia e Negócios - EXPODIRETO COTRIJAL, realizada em Não-Me-Toque, RS, 3º Congresso Sul-Americano de AP e Máquinas Precisas - APSul América, realizado em Não-Me-Toque, RS) e as empresas PSAP no II Encontro Nacional da categoria, ocorrido nos dias 13 e 14 de janeiro de 2016, em Curitiba, Paraná.

O questionário elaborado para ser utilizado junto aos agricultores (Apêndice A), foi respondido por quarenta e sete agricultores oriundos de vinte e nove municípios do Rio Grande do Sul, tendo representantes dos municípios de Victor Graeff, Getúlio Vargas, Passo Fundo, Pinhal Grande, Barra Funda, Vacaria, Carazinho, André da Rocha, São Luiz Gonzaga, Rolador, Garruchos, Bossoroca, Selbach, Redentora, Júlio de Castilhos, São Gabriel, Boa Vista do Cadeado, Estrela Velha, Cachoeira do Sul, Horizontina, Santo Antônio do Paraíso, Palmeira das Missões, Augusto Pestana, Tupanciretã, Não-Me-Toque, Lagoa vermelha, Ibiraiaras, Ronda Alta e Rosário do Sul.

O questionário elaborado para as empresas PSAP (Apêndice B) teve como finalidade obter informações similares aquelas colhidas junto aos agricultores, porém representando um universo coletivo, o que tecnicamente seria impossível entrevistando-se estes individualmente, considerando que cada empresa PSAP atende um grande número de agricultores e propriedades, distribuídas em vários estados. Devido ao sigilo comercial, algumas destas empresas não permitiram a divulgação desses números, por este motivo os mesmos não serão aqui apresentados.

Assim, os resultados de cada empresa referem-se a um conjunto de agricultores aos quais estas prestam serviço, as informações foram tratadas de forma conjectural, independentemente das variações quanto ao número de clientes ou tamanho das propriedades atendidas, ou seja, cada uma delas foi valorada com o mesmo coeficiente, uma vez que foi impossível categorizá-las.

### 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Nesta investigação foram utilizados dados quantitativos e qualitativos tratados de forma dialética, dada às características da tecnologia, com suas diversidades, realidades, as constantes mudanças e evoluções, e pelo fato de ser uma pesquisa de opinião, cuja validação de muitos resultados não pode ser feita experimentalmente.

Os dados da tese foram explorados, inicialmente, de forma univariada pela estatística descritiva. De forma complementar, foi realizada a análise bivariada, por meio do cruzamento entre variáveis de interesse, utilizando planilha eletrônica para o tratamento dos dados.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste Capítulo são apresentadas e discutidas as informações obtidas na pesquisa, onde os resultados objetivam responder as questões que levaram a realização deste trabalho. A organização retrata itens e subitens relacionados às categorias trabalhadas conforme os objetivos da investigação.

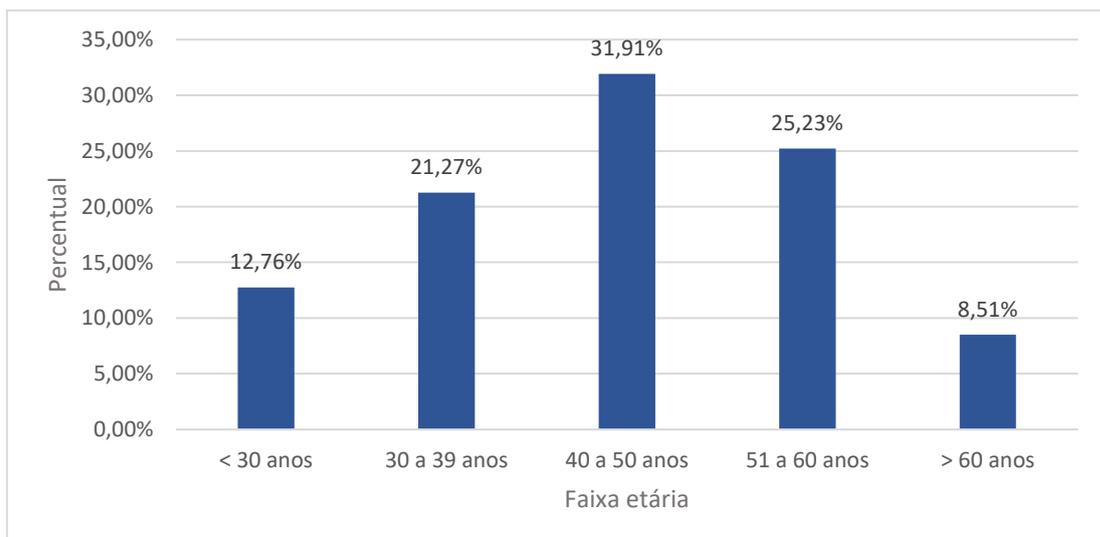
As análises e interpretações dos resultados destinam-se a dar respostas para as questões constantes nos objetivos.

### 4.1 PERFIL DOS AGRICULTORES QUE ADOTAM A AGRICULTURA DE PRECISÃO

#### 4.1.1 Faixa etária

O levantamento junto aos agricultores que utilizam AP no Rio Grande do Sul, demonstrou que a faixa etária se situa, predominantemente entre 40 e 50 anos, conforme distribuição constante na figura abaixo.

Figura 4 - Faixa etária dos agricultores que utilizam a agricultura de precisão no estado do Rio Grande do Sul.



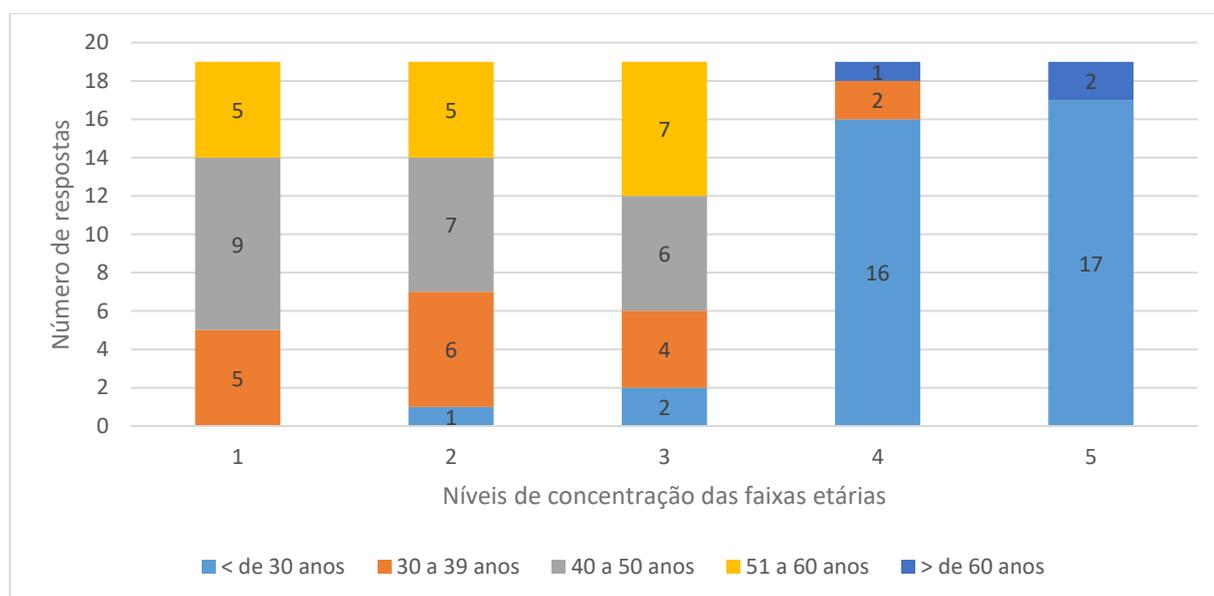
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados junto a agricultores na pesquisa.

Como já mencionado, os dados obtidos junto aos PSAP foram tratados em grupos, em função das respostas referirem-se a uma amostragem feita da região de

abrangência da empresa. Aos respondentes, foi apresentada uma sequência de 5 opções de faixa etária para que esses a numerassem segundo sua percepção: de 1 a 5 onde o nº 1 representava maior concentração e 5 onde haviam menos pessoas. As faixas etárias foram às mesmas utilizadas nos questionários das entrevistas com agricultores.

Através da análise da Figura 5, percebe-se que entre os adotantes com idade entre 40 e 50 anos predomina nos dois primeiros grupos, com 9 e 7 respostas, sendo apenas superada no terceiro grupo pelos agricultores com idades entre 51 e 60 anos, que no gráfico mostra indicadores muito semelhantes aos que estão na faixa entre 30 e 39 anos, onde estes últimos apresentam uma pequena elevação em relação aos que possuem entre 51 e 60 anos.

Figura 5 - Faixa etária dos agricultores que utilizam AP, em número de respondentes dos prestadores de serviço em agricultura de precisão



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

Os dados referentes às faixas etárias obtidas junto aos agricultores e com os PSAP apresentam convergência com predominância dos agricultores com idade entre 40 a 50 anos, seguido daqueles que possuem entre 51 a 60 anos e dos que possuem entre 30 a 39 anos. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por outros trabalhos de pesquisa, como é caso da realizada por Anselmi (2012) com agricultores do Rio Grande do Sul, onde a idade dos adotantes de AP variou entre 19 e 63 anos,

sendo que a média foi 41 anos e a maior concentração entre 40 e 50 anos. No estudo realizado por Artuzo (2015) a idade média também ficou em 41 anos e, Batista (2016), em levantamento junto a agricultores do estado de Rondônia, apurou que 51% dos agricultores estão entre 35 e 48 anos, portanto, os resultados obtidos nesta pesquisa convergem aos de outros estudos mostrando que os adotantes da tecnologia são agricultores que se encontram majoritariamente na faixa dos 40 a 50 anos.

Os resultados desta pesquisa, também, estão em consonância com a média de idade dos adotantes de AP dinamarqueses e norte-americanos, que, segundo Fountas et al. (2005), está na faixa de 43 a 46 anos, respectivamente.

Ao mesmo tempo, a faixa etária dos usuários de AP, são semelhantes aos do estudo da FIESP e OCB (2015) que apurou que 26% dos agricultores brasileiros que utilizam tecnologias têm entre 41 e 50 anos e 25% entre 51 e 60 anos.

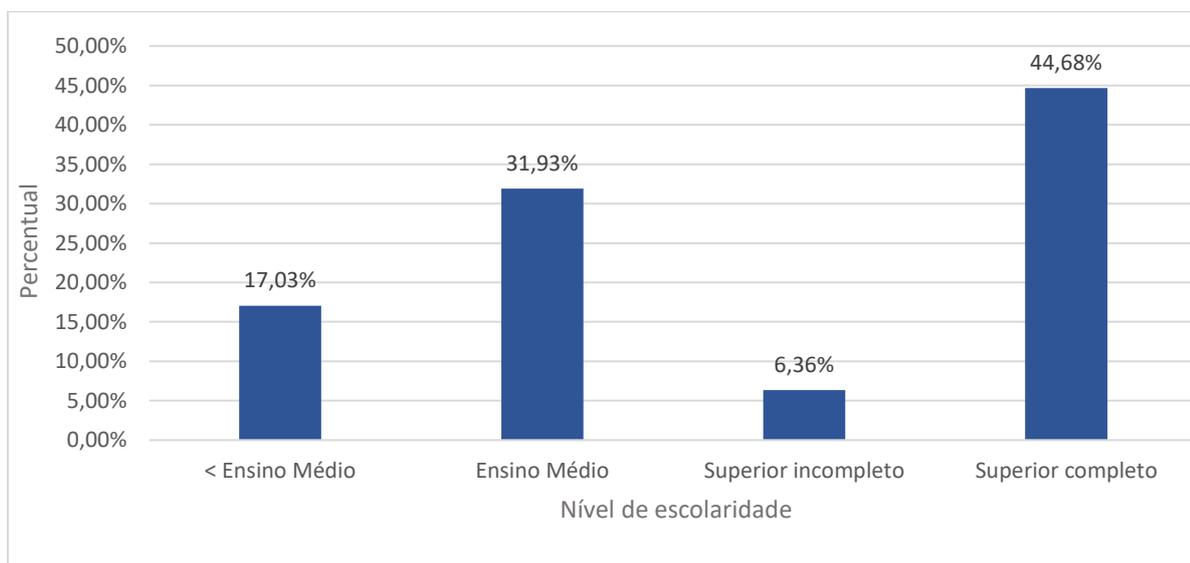
Ainda a FIESP e OCB (2015) obteve o resultado de 25% na faixa de 26 a 40 anos, enquanto que neste estudo, de 30 a 39 anos foi encontrado 21,27%.

Não ficou evidenciada a relação entre a faixa etária e a adoção da AP.

#### **4.1.2 Nível de escolaridade**

Os resultados desta pesquisa evidenciaram um nível instrucional mais elevado quando considerados exclusivamente os dados obtidos diretamente com os agricultores no Rio Grande do Sul. Dos agricultores gaúchos que utilizam AP, entrevistados nesta pesquisa, 44,68% possuem formação superior e 31,93% concluíram o Ensino Médio (Figura 6). Este nível de escolaridade está bem acima da média de escolaridade no Estado do Rio Grande do Sul, que, segundo dados de IBGE, reportou que 51,50% dos habitantes, tem 8 ou menos anos de estudos. Os que possuem 11 ou mais anos de estudos cai para 34,00% e, aqueles que têm 15 ou mais anos de estudo representam 8,50% da população do estado, assim, 48,50% têm menos de oito anos de escolaridade. Pesquisa recentemente divulgada sobre a escolaridade no Brasil, no levantamento Nacional de Domicílios IBGE (2015) reportou um quadro semelhante ao da pesquisa de 2012 do RS, validando a utilização dos dados desta última pesquisa.

Figura 6 - Nível de escolaridade dos agricultores que adotam a agricultura de precisão no estado do Rio Grande do Sul



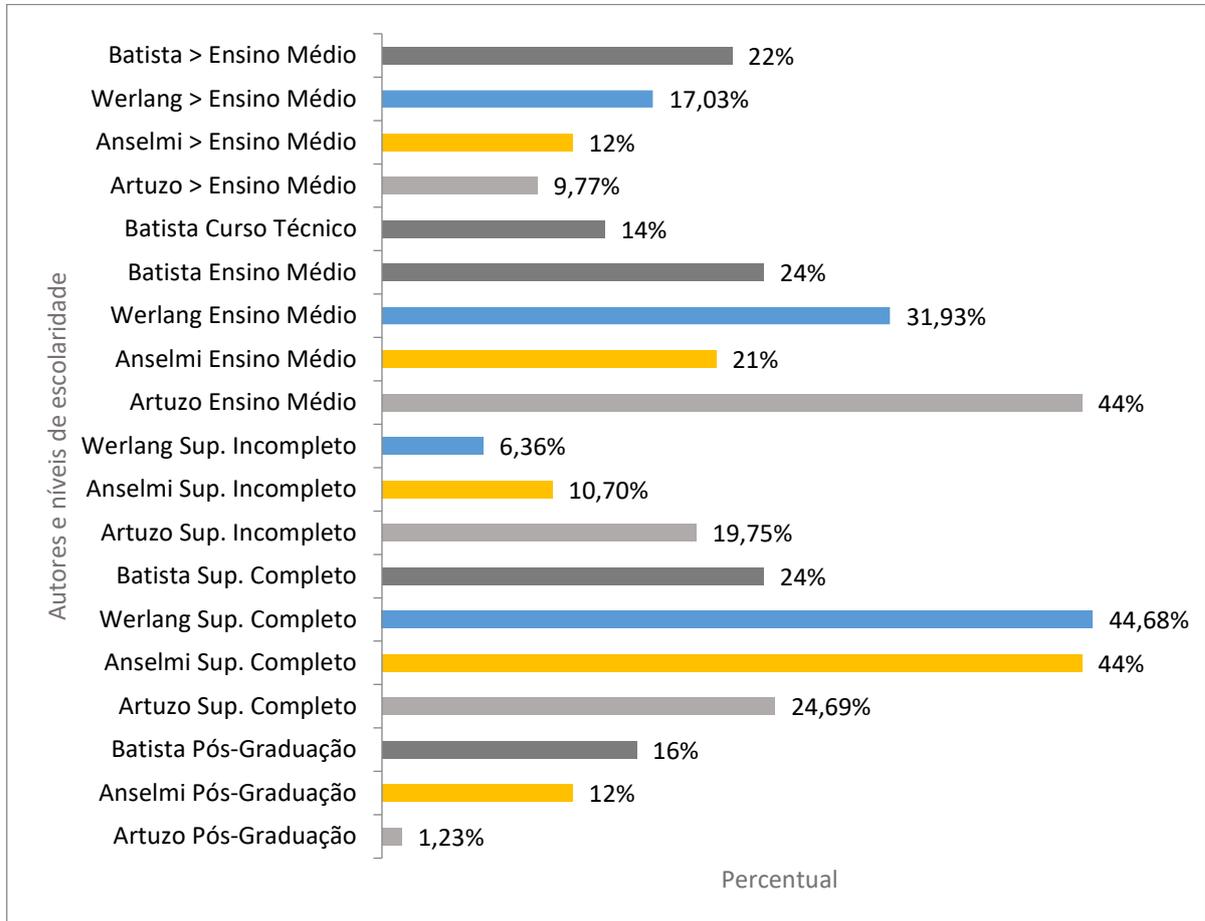
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

O resultado vem ao encontro de outros trabalhos realizados (Figura 7), os quais apresentam os usuários de AP como sendo pessoas com satisfatório nível de escolaridade, relacionando positivamente o nível de escolaridade com a adoção da tecnologia pelo seu grau de sofisticação; por possuírem maiores possibilidades de compreendê-la; de acesso às novas informações e participação em eventos, confirmando a teoria da adoção de Roger (2003), segundo a qual, os que possuem maior formação instrucional, na maioria das vezes, compõem a categoria dos inovadores e dos primeiros a adotar uma nova tecnologia.

Sobre o grau de instrução dos entrevistados, convergem com a pesquisa de Bernardi et al. (2014), na qual os autores reportaram que 42% dos adotantes de AP possuem curso superior. Os resultados também são muito próximos aos obtidos por Anselmi (2012) que apurou que dos agricultores adotantes de AP no Rio Grande do Sul, 44% possuem Curso Superior Completo, bem como, por Batista (2016) em pesquisa no estado de Rondônia, onde 40% possuem Curso Superior.

Os resultados apurados por Artuzo (2015), abrangendo basicamente a mesma região do estado do Rio Grande do Sul, apresentam escolaridade um pouco inferior às encontradas em outras pesquisas, com 24,69% possuindo formação superior completa e 19,75% incompleto.

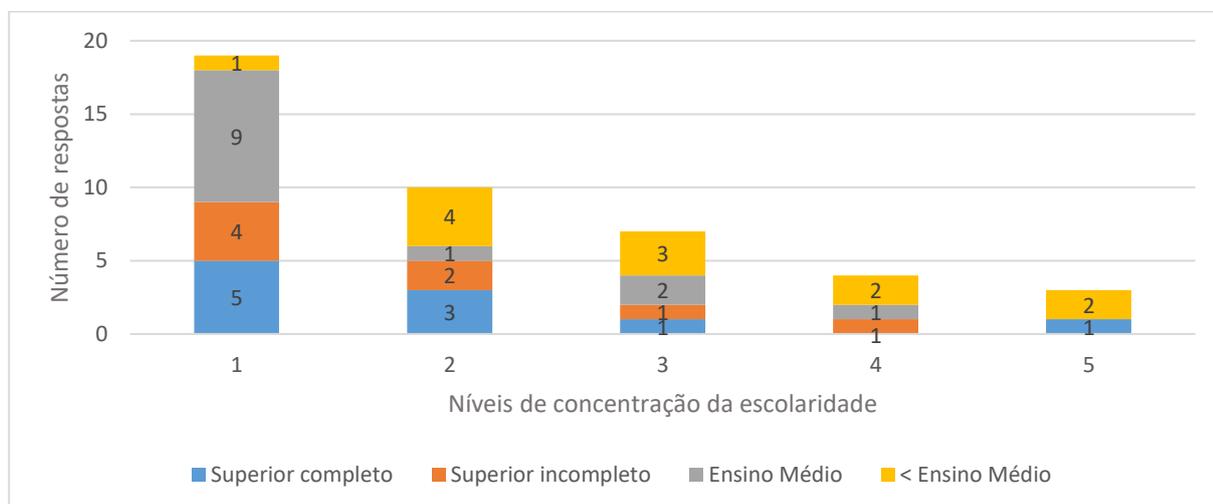
Figura 7 - Comparação da escolaridade dos usuários de AP em três pesquisas no estado do Rio Grande do Sul (Werlang, Anselmi, Artuzo) e uma em Rondônia (Batista)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Aos PSAP foi apresentada uma sequência de 5 opções de escolarização para que estes a numerassem de 1 a 5 onde o nº 1 representava maior concentração (grupo 1) e 5 onde haviam menos pessoas (grupo 5). As escolaridades foram às mesmas utilizadas nos formulários das entrevistas com agricultores. O resultado evidenciou uma pequena redução no nível de escolaridade, em relação ao obtido junto a agricultores entrevistados no Estado do Rio Grande do Sul e em relação às demais pesquisas, na medida em que no grupo 1 há predominância dos que possuem ensino médio com 9 respostas, seguido pelos com formação superior com 5 respostas, os que possuem curso superior incompleto com 4 respostas e inferior ao ensino médio com 1 resposta (Figura 8).

Figura 8 - Escolaridade dos usuários de agricultura de precisão segundo estimativa dos prestadores de serviço (em número de respostas)



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

A partir dos resultados apurados em cada grupo, é possível concluir que na visão dos PSAP, a maioria dos usuários da tecnologia possui ensino médio, com uma pequena margem de diferença quando comparados àqueles que possuem formação superior.

Quanto aos que possuem formação inferior ao ensino médio e superior incompleto, a percepção dos PSAP indica a mesma ordem apurada junto aos agricultores, havendo concordância entre o levantamento direto e indireto.

Os resultados apresentados possibilitam concluir que o nível instrucional é um fator que corrobora para a adoção da tecnologia, porque a escolaridade auxilia na busca de novas alternativas de produção e tecnologias, facilitando o entendimento de novos processos na utilização de novos produtos e na mensuração de seus resultados, o que se confirma quando o levantamento reporta grande concentração de usuários da AP com curso superior, confirmando a teoria de Rogers (2003), onde a formação instrucional facilita a adoção de uma nova tecnologia, proporcionalmente ao seu nível de sofisticação.

Entretanto, a soma dos agricultores sem ensino superior, nesta e em outras pesquisas realizadas, é maior do que o número dos detentores deste grau, o que indica que a formação superior não é condição *sine qua non* para o uso da tecnologia.

Ao mesmo tempo, o levantamento feito pela FIESP e OCB (2015) reportou que 42,8% dos agricultores brasileiros possui formação superior. Portanto, muito próximo ao encontrado nas pesquisas envolvendo unicamente usuários de AP, o que torna natural que em pesquisas focadas em um grupo distinto de agricultores acompanhe esta realidade, o que leva a crer que os primeiros agricultores que estão dispostos a assumir os riscos das novas tecnologias são os de maior instrução.

#### **4.1.3 Tamanho das propriedades**

A pesquisa mostrou que o tamanho das propriedades que utilizam AP varia muito em função da região, resultado confirma o que consta na literatura em pesquisas realizadas dentro e fora do Brasil.

Conforme dados obtidos na investigação no Rio Grande do Sul, a predominância do uso da AP está em propriedades menores de 200 hectares, representando 42,63% (Figura 9), ficando abaixo dos indicadores da distribuição fundiária do estado, que segundo o IBGE (2009), 94,4% das propriedades têm esta dimensão.

As propriedades que estão entre 201 a menos de 500 hectares são 2,40%, IBGE (2009), enquanto o levantamento de adoção da tecnologia reportou 19,14% de usuários na faixa entre 201 a 400 hectares. Estes valores representam um incremento de aproximadamente de 8 vezes.

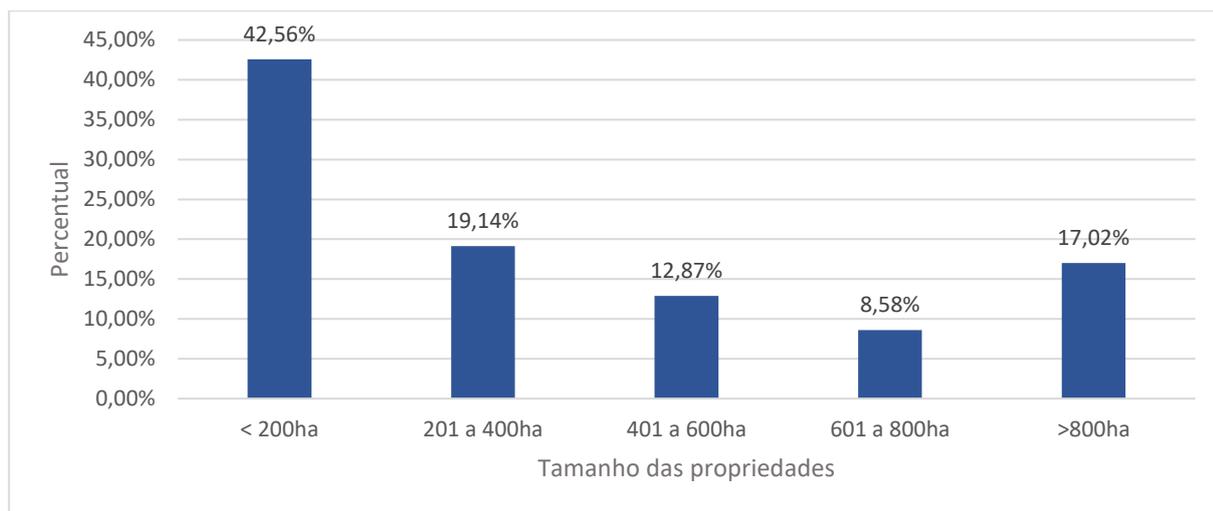
Pela distribuição fundiária, 1% das propriedades tem tamanho entre 500 e menos de 1000 hectares, e os dados desta pesquisa apontam 12,87% dos usuários de AP com propriedades entre 401 a 600 hectares.

As propriedades maiores do que 1000 hectares são 2,20%, e segundo esta pesquisa, os usuários da tecnologia cujas áreas estão entre 601 a 800 são 8,58% e com mais de 800 hectares, 17,02%. Estes valores representam um incremento de agricultores que utilizam AP em áreas de maior tamanho.

Na medida em que se compara os dados da distribuição fundiária IBGE (2009) com os resultados desta pesquisa, constata-se que embora haja predominância de usuários nas propriedades até 200 ha, na medida em que as propriedades aumentam de tamanho, o percentual de usuários supera em muito o percentual das propriedades segundo a distribuição fundiária, o que demonstra estatisticamente, que nas maiores

propriedades o uso da tecnologia é favorecido, confirmando o que se encontra na literatura.

Figura 9 - Tamanho das propriedades segundo os agricultores entrevistados no estado do Rio Grande do Sul

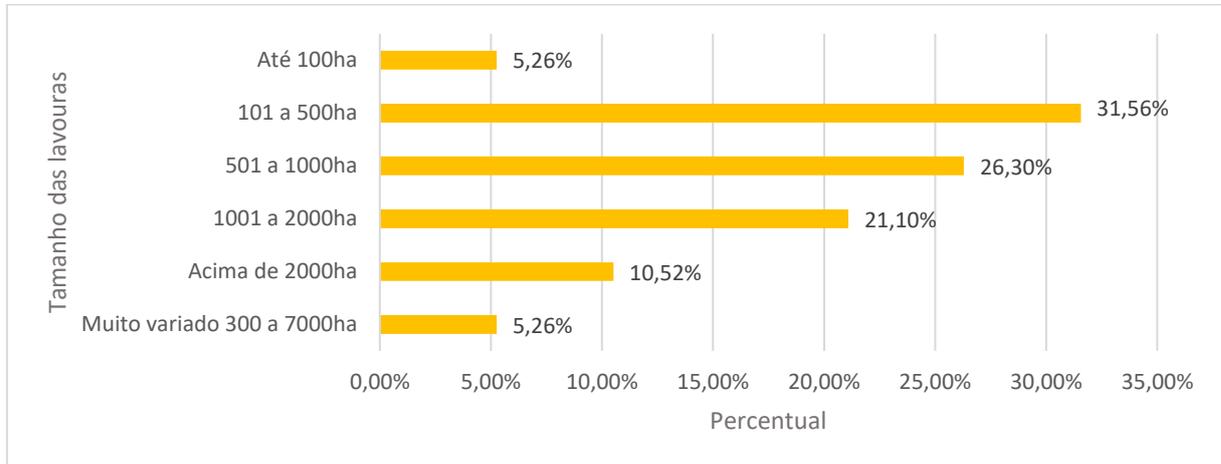


Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados com agricultores.

Por sua vez, no Brasil, segundo informações obtidas junto aos PSAP, o tamanho médio das propriedades é maior, onde 31,56% dos respondentes apontaram que a maioria dos adotantes está entre 101 e 500 hectares, 26,30% indicam predominância entre 501 a 1000 hectares, 21,10% entre 1001 e 2000 hectares e, 10,52% que em suas regiões de atuação predominam lavouras com mais de 2000 hectares (Figura 10). Portanto, em ambos os levantamentos se observa que o maior tamanho de propriedade favorece a adoção da tecnologia, provavelmente em função dos custos envolvidos e da capacidade de pagar a consultoria especializada.

Percebe-se que em nível nacional, ocorre um aumento significativo do tamanho das propriedades em relação ao Rio Grande do Sul (Tabela 3). Resultados obtidos seguem a mesma tendência de outras pesquisas, mostrando que no Sul há predominância de propriedades menores do que a média nacional, que tem o impacto do centro-oeste e dos estados do Maranhão, Piauí e Bahia, cujo tamanho das propriedades é maior.

Figura 10 - Predominância do tamanho das lavouras que utilizam a agricultura de precisão segundo os prestadores de serviço.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

Tabela 3 - Estrutura Fundiária do Brasil em 2009

Área (ha)	Nº hectares	% da área	Nº estabelecimentos	% estabelecimentos
Até 10	8.215.337	1,40	1.744.540	33,70
10 a 100	62.893.979	18,85	2.709.158	52,30
100 a 500	563.346	10,90	116.156.530	20,30
500 a 1000	59.299.370	10,40	85.305	1,6
1000 a 2000	55.269.002	9,70	40.046	0,8
mais de 2000	242.795.919	42,50	39.250	0,8
Total	571.740,919	100	5.181.645	100

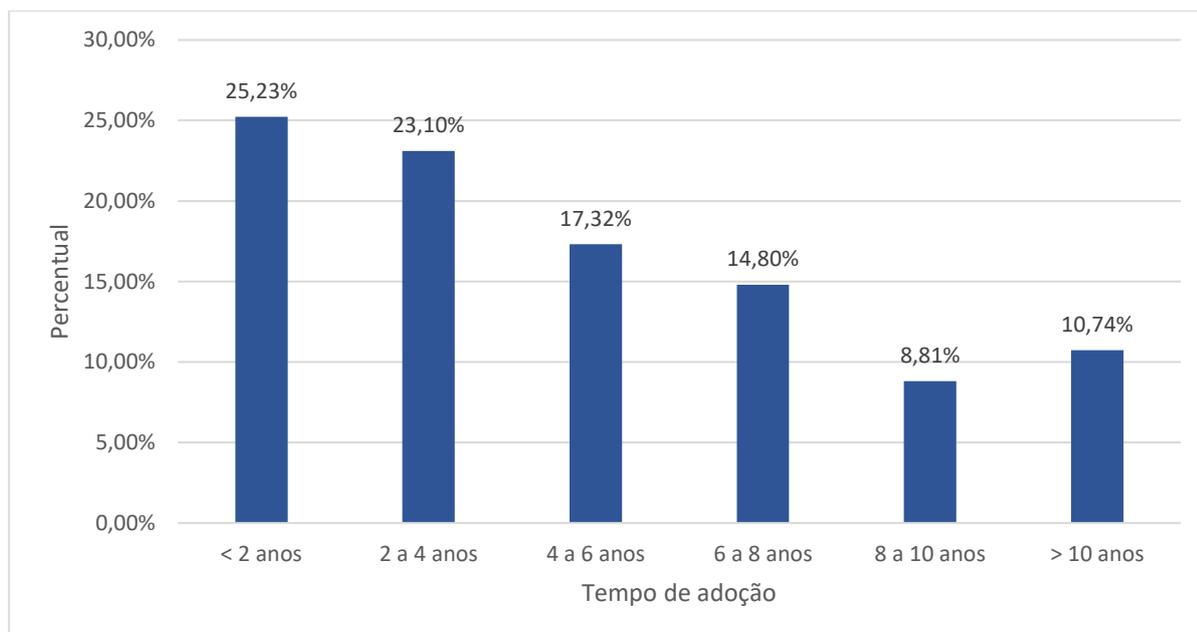
Fonte: INCRA (2009).

#### 4.1.4 Tempo de adoção da agricultura de precisão

Dos agricultores entrevistados no RS, 10,74% utiliza há mais de 10 anos; 8,81% entre 8 e 10 anos; 14,80% entre 6 e 8 anos; 17,32% dos entrevistados utiliza a tecnologia entre 4 e 6 anos. Os que adotam a AP de 2 e 4 anos são 23,10% e os que utilizam a menos de 2 anos são 25,23% (Figura 11). Estes percentuais mostram que 65,65% dos usuários passaram adotar a AP nos últimos 6 anos, sugerindo que a

tecnologia cada vez se torna mais conhecida dos agricultores e que os resultados positivos dos pioneiros na adoção suportam a expansão na área.

Figura 11 - Tempo de adoção da agricultura de precisão pelos agricultores do estado do Rio Grande do Sul

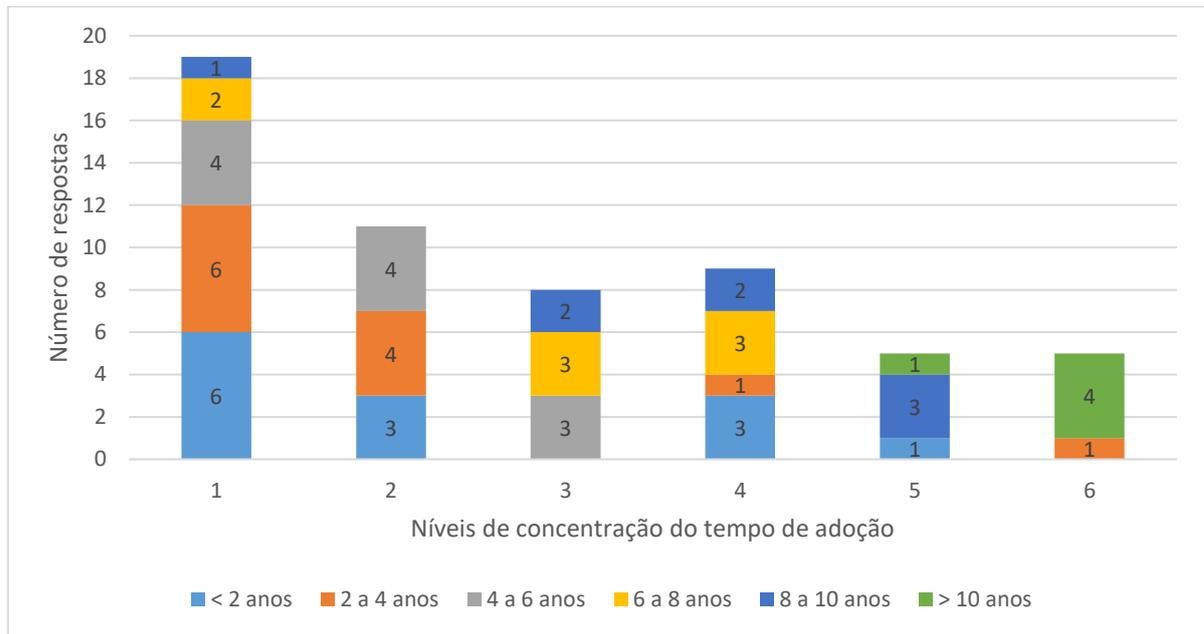


Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

As informações obtidas junto aos PSAP apresentam resultados semelhantes ao levantamento anterior, onde 63,00% dos entrevistados consideram que o maior número de usuários da tecnologia, em suas regiões de atuação, estão entre 1 e 2 anos e de 2 a 4 anos, distribuídos de forma equitativa, em torno de 31,50% cada. Os que o fazem de 4 até 6 anos, vêm a seguir, situando-se em torno de 21,05%. Os que utilizam há mais de 6 anos têm uma concentração menor e poucos são usuários há mais de 10 anos.

A Figura 12 reporta os resultados referentes ao tempo de adoção da AP segundo os PSAP, onde o eixo x representa os grupos na sequência da predominância, sendo que 1 significa maior número de usuários e 6, menor, e no eixo y representa o número de respondentes.

Figura 12 - Tempo de adoção da agricultura de precisão pelos agricultores segundo os prestadores de serviço



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

A implantação de AP ocorre de forma gradual, em função das repetições, interferências climáticas, período necessário para elaborar mapas de fertilidade de colheita, realizar práticas respeitando a variabilidade, familiarizar-se com a tecnologia, corrigir o funcionamento e sincronia entre máquinas, domínio de equipamentos e softwares, efetuar comparações com a agricultura convencional, correções, monitoramento georreferenciado da lavoura, sobrepor e comparar os mapas de colheita e fertilidade, acumular informações e tendências. Além de que, o processo está em constante aperfeiçoamento, transformação e evolução. Anselmi (2012), Bernardi e Inamasu (2014) já haviam constatado este fator em seus estudos.

São considerados adotantes iniciais aqueles que adotam a tecnologia até dois anos. Anselmi (2012), Bernardi e Inamasu (2014) dentro desta perspectiva, grande parte dos agricultores brasileiros ainda são adotantes iniciais, com menos de dois anos, o que converge com pesquisa realizada por Batista (2016), no Estado de Rondônia, onde 68% dos respondentes utilizam a AP há menos de 4 anos. Esta mesma pesquisa reportou que 22% usam a tecnologia entre 5 e 7 anos e 11% há mais de 7 anos. Portanto, conclui-se que a AP está em sua maior fase de expansão, consolidada pela manifestação dos entrevistados nesta pesquisa, onde 52%

demonstraram a intenção de aumentar a área com a tecnologia, e 73,5% dos PSAP preveem que aumentará significativamente nos próximos anos, e, os outros 26,50%, também consideram que ocorrerá um crescimento, porém, num ritmo menos intenso e Anselmi (2012) em seus estudos estimou que a taxa de adoção da AP cresça a níveis superiores a 10% ao ano.

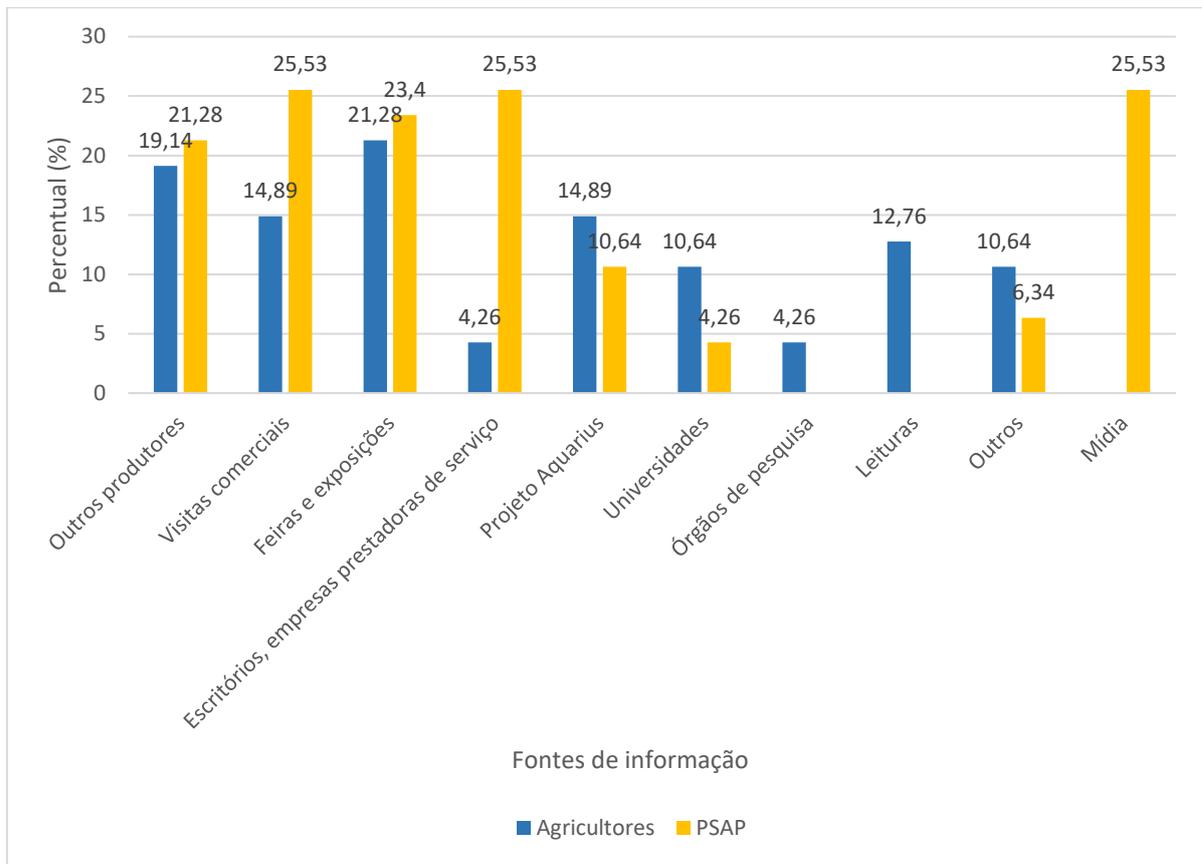
#### **4.1.5 Formas pelas quais os agricultores tomaram conhecimento da tecnologia e o que influenciou na sua adesão**

A pesquisa reportou que os agricultores tomam conhecimento da tecnologia e são influenciados em optar pela adoção por diversas fontes, o que, segundo a teoria da difusão da inovação, é comum que o adotante busque minimizar as incertezas de várias formas. Ao mesmo tempo, os resultados demonstram a importância das empresas de consultoria e serviço e a indústria de máquinas e implementos agrícolas como difusoras da AP no Brasil, uma vez que essas estão presentes em eventos, como feiras e exposições, que, juntamente com as visitas comerciais dos PSAP estão entre as principais fontes de informação inicial, tanto quando utilizados resultados obtidos diretamente de agricultores ou dos PSAP, o que vem confirmar o que foi constatado por Anselmi (2012), Bernardi e Inamasu (2014) e Batista (2016).

A influência de outros agricultores também aparece com destaque nos dois grupos de respondentes, indo ao encontro ao que menciona Rogers (2003), que uma tecnologia tende a se difundir depois de testada e aprovada, e esta etapa, para muitos adotantes, ocorre nas propriedades vizinhas, onde os agricultores baseiam-se nas experiências ali ocorridas, mesmo que possam ser respostas subjetivas. A mídia aparece como uma das principais fontes de informação para os agricultores.

As instituições de pesquisas aparecem, no geral, com indicadores médios/baixos, ao se isolar as citações específicas ao projeto Aquarius (Figura 13), assim como às universidades reportam que a pesquisa é importante para dar suporte ao processo de expansão. Resultado semelhante também foi constatado nos trabalhos de Anselmi (2012) e Batista (2016), sendo que nesta pesquisa mesmo dentro da diversidade existe uma relação positiva entre as respostas dos agricultores e PSAP conforme figura a seguir.

Figura 13 - Forma pela qual os agricultores tomaram conhecimento sobre a tecnologia



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.  
PSAP: Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão.

Fountas et al. (2005) e Molin (2016), também consideram que as fontes de informação sobre as práticas da AP são muito variadas, tanto no Brasil, quanto em outros países. No Reino Unido e na Dinamarca, por exemplo, as informações são adquiridas junto ao agrônomo ou com os fabricantes de máquinas. No Brasil, embora a pesquisa tenha apontado as Cooperativas como sendo as mais confiáveis na prestação de informações, Anselmi (2012), Antolini (2015) e Batista (2016), citam a indústria de máquinas e empresas de consultoria e prestação de serviço como as mais importantes fontes de difusão de informações e de tomada de decisão quanto a adoção da AP. Além desses, Soares Filho e da Cunha (2015) também reportaram a limitada influência das Universidades, o que também foi comprovado por Batista (2016). Assim, a criação da disciplina de AP e trabalhos de extensão e pesquisa nas propriedades agrícolas, pode contribuir para uma maior influência destas instituições.

#### 4.2 CULTURAS QUE MAIS ADOTAM A AGRICULTURA DE PRECISÃO NO RIO GRANDE DO SUL E NO BRASIL

Os resultados da pesquisa reportaram que as culturas anuais de grãos que mais adotam a AP são soja e milho, respectivamente. O trigo aparece como terceira cultura na escala de utilização da tecnologia, devendo-se considerar que é cultivado apenas em algumas regiões do país.

O arroz irrigado, outra cultura pesquisada, tem seu cultivo com irrigação por inundação, com seu desenvolvimento, na maior parte do tempo, dentro de uma lâmina de água, especialmente quando utilizada semeadura pré-germinada. Assim, tem suas práticas culturais diferenciada das demais culturas pesquisadas, o que deve interferir na menor utilização das técnicas da AP que necessitariam ser adequadas a estas condições, o que justifica em parte o baixo índice que aparece o arroz na pesquisa, mesmo sendo uma cultura de expressão no Rio Grande do Sul<sup>3</sup>.

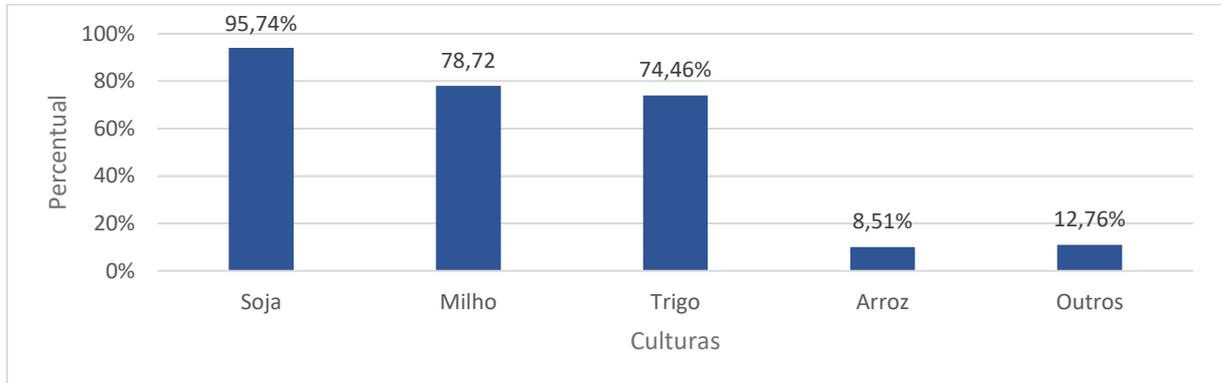
Em algumas propriedades do Estado do Rio Grande do Sul verifica-se a utilização da tecnologia de AP no uso de corretivos e fertilizantes a taxa variável, onde, inclusive, a calagem tem se destacado pela resposta positiva, melhorando o desenvolvimento e perfilhamento das plantas de arroz até que se efetue a primeira rega, quando a água regula o pH. Também, têm sido utilizadas imagens aéreas para acompanhar o desenvolvimento da cultura, fundamentalmente, para solução de problemas na irrigação, uma vez que as aplicações de adubação em cobertura e agroquímicos, geralmente, são feitas via aérea. O sistema de orientação e sensores de colheita se destacam entre as ferramentas mais usadas, mesmo que na maioria dos casos não sejam gerados mapas de colheita.

Na Figura 14, o número de respostas dos agricultores está em percentual e, como o respondente pode assinalar mais de uma alternativa, independentemente do tamanho da área cultivada, o somatório é maior do que 100%. As culturas, tabuladas como outras, correspondem a aveia, nabo forrageiro, canola e alfafa, que foram citadas por alguns agricultores.

---

<sup>3</sup> Segundo dados do Instituto Rio Grandense do Arroz – IRGA, de 12/02/2017, a área Plantada com arroz no Rio Grande do Sul na safra 2016/2017 é em torno de 1.086.851 hectares. <<http://www.irga.rs.gov.br>>.

Figura 14 - Percentual de cultivo das culturas de soja, milho, trigo e arroz, entre os adotantes de agricultura de precisão no Rio Grande do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados com agricultores.

Os resultados obtidos neste levantamento aproximam-se com os de Anselmi (2012) e Bernardi (2014), em relação às culturas que mais utilizam AP. A pesquisa incluiu a cultura do arroz, que apontou 8,51%, percentual este que se distribuído nas culturas de soja, milho e arroz, chega-se muito próximo a 99% de uso na soja, 82% no milho e 79% no trigo, dados reportados por Anselmi (2012).

Os resultados obtidos junto aos PSAP reportaram resultados semelhantes em relação ao uso da AP nas culturas da soja e milho obtidos no levantamento realizado junto aos agricultores. Isto demonstra que a tecnologia é aplicada em todo o Brasil, portanto, não se limita a clima, tipo de solo e relevo.

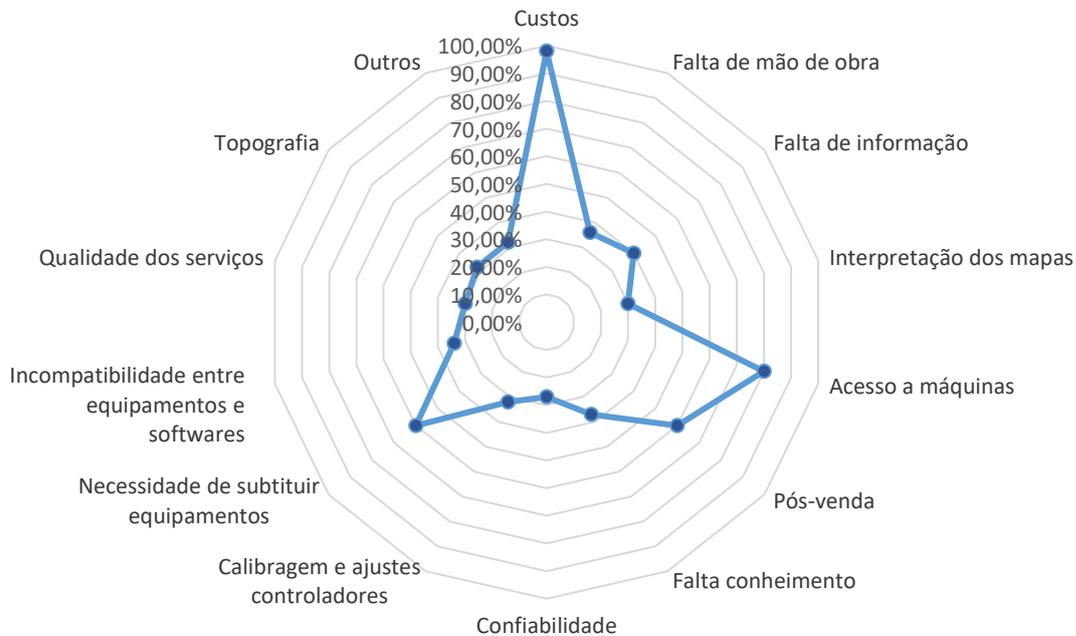
#### 4.3 FATORES QUE INTERFEREM NA ADOÇÃO E DIFUSÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO

As questões econômicas, interpretadas pelos respondentes agricultores como custos, são apontadas por 98% como o principal fator que dificulta a adoção da tecnologia. Custos estes relacionados a atividades operacionais referentes à mão de obra para coleta de dados, elaboração e interpretação de mapas, configuração de equipamentos, análises químicas dos solos e custos relativos à aquisição e substituição de máquinas, equipamentos e programas computacionais.

Os agricultores também reportaram a falta de mão de obra especializada, e de informações sobre novos produtos e práticas, assistência técnica ineficiente por parte das empresas comercializadoras de equipamentos e máquinas precisas, como

principais motivos que dificultam à adoção da AP. A topografia e características do solo são apontadas por muitos agricultores como fator que torna o processo mais difícil e oneroso na medida em que dificulta a mecanização, aumenta a zona de transição e pode interferir nos resultados em função de provocar maior risco de erosão e de perda de nutrientes e corretivos. Com menor importância, mas que também dificultam a adoção os agricultores, a falta de confiabilidade nos mapas, o fator tempo e a dificuldade em reposição de peças foram citadas (Figura 15).

Figura 15 - Fatores que dificultam a adoção e difusão da tecnologia, segundo os agricultores.

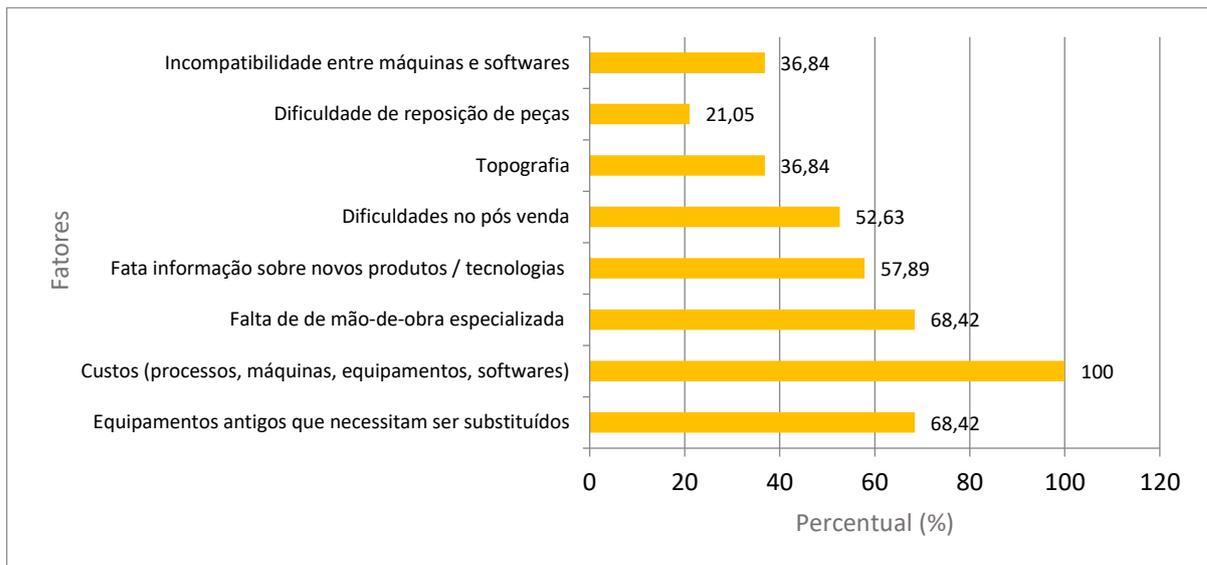


Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

Segundo os PSAP, entre os fatores que interferem na adoção da AP, a totalidade apontou o custo com o principal fator, a semelhança do levantamento realizado junto aos agricultores. A falta de mão de obra especializada também foi citada por um grande número de respondentes (68,42%), igualmente a existência de equipamentos antigos que necessitam ser substituídos. Ainda, a falta de informações sobre novos produtos e tecnologias foi apontada por 57,89% dos PSAP.

Dos respondentes, especialmente os agricultores citaram a falta de publicações acessíveis, como prospectos, jornais de cooperativas entre outros, como veículos de comunicação (Figura 16).

Figura 16 - Fatores que dificultam a adoção e difusão da agricultura de precisão segundo levantamento realizado junto aos prestadores de serviço



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

Os resultados obtidos mostram que os fatores relacionados a custos e a falta de mão de obra especializada são, respectivamente, os principais fatores limitantes para a adoção e difusão da AP no Brasil. Os outros aspectos mencionados pelos agricultores e PSAP, apesar de interferirem negativamente, não podem ser considerados como impeditivos para que a tecnologia seja adotada e difundida em um ritmo maior do que vem acontecendo. Essas constatações coadunam com o reportado por Anselmi (2012), Antolini (2015) e Batista (2016), os quais indicam os custos operacionais e de investimento como os principais limitadores para adoção da tecnologia, seguido da qualificação da mão de obra, do tempo de trabalho demandado na manipulação dos dados e da regulação da maquinaria. Além desses, o fator tempo é apontado por Smith (2002) e Pedersen et al. (2007), como um dos grandes problemas a ser superado para a adoção da tecnologia em larga escala, o que é confirmado pelos agricultores brasileiros. Falta de confiabilidade nos mapas,

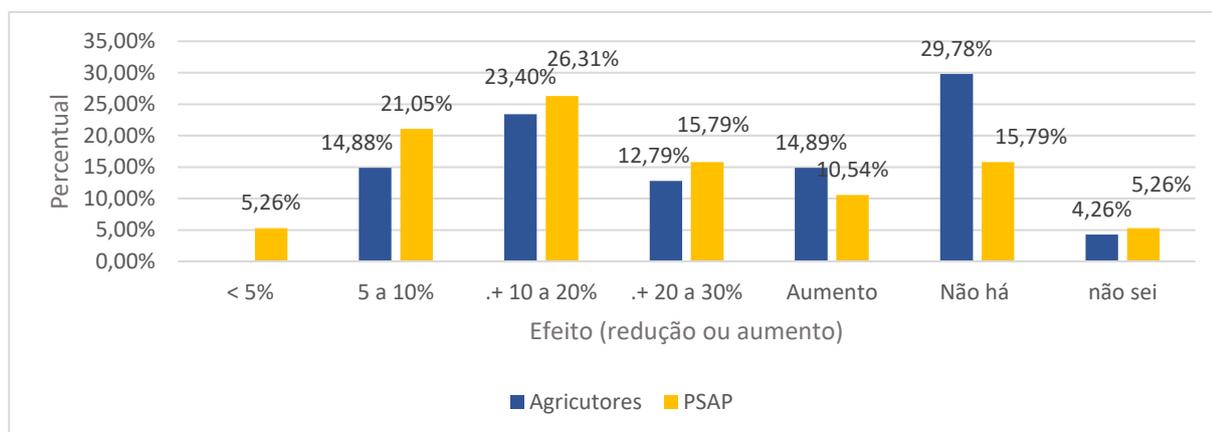
deficiência na assistência técnica e topografia do terreno também figuram entre os fatores condicionantes, tal qual foi apontado pelos agricultores e PSAP entrevistados.

#### 4.3.1 Uso de corretivos do solo a taxa variável

Como a utilização de corretivos do solo insere-se entre os aspectos relacionados à fertilidade que são as estratégias mais empregadas da AP, o seu uso a taxa variável é adotado pela quase totalidade dos agricultores que utilizam a tecnologia.

A maioria dos agricultores, 29,78%, informou que não houve redução na quantidade de corretivos demandada, pelo contrário, 14,89 dos respondentes afirmaram ter ocorrido aumento (Figura 17), mas também consideram que houve uma melhor distribuição.

Figura 17 - Efeitos da agricultura de precisão no uso de corretivos.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.  
PSAP: Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão.

Na percepção de 26,31% dos PSAP, o maior nível de redução na dose de corretivo está entre 10 e 20%, seguida da redução de 5 a 10% segundo 21,05% dos respondentes, sendo que 15,79% entende que a redução está na média de mais de 20 até 30%. 10,54% dos PSAP consideram que a AP promoveu aumento no uso de insumos.

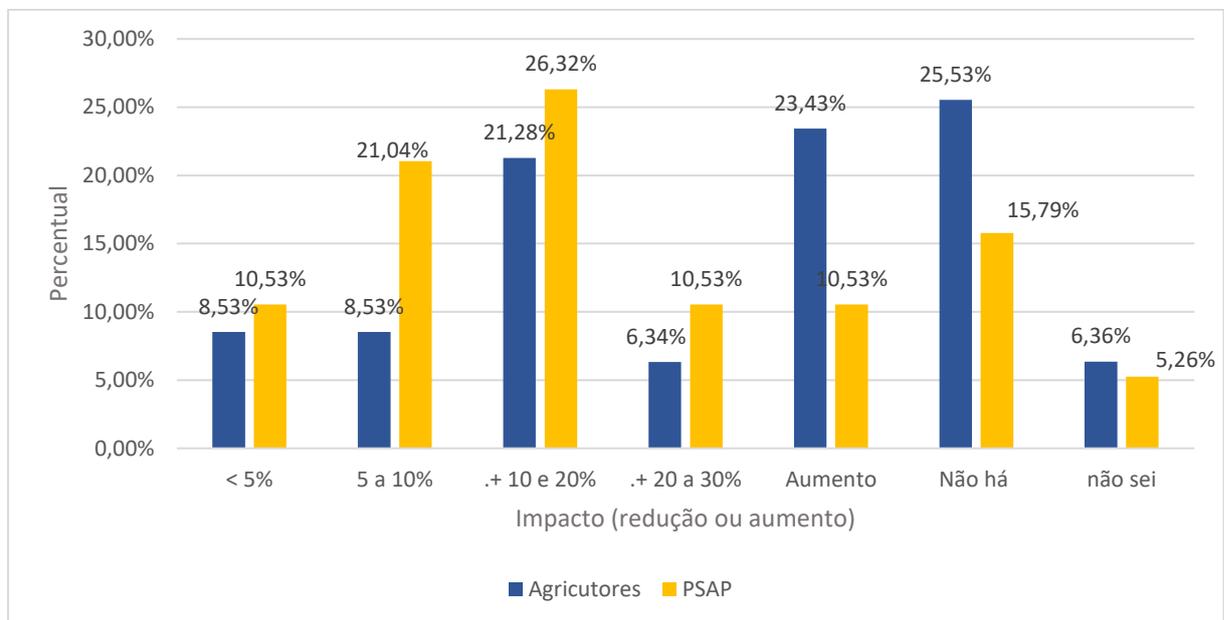
Os percentuais encontrados nesta pesquisa estão um pouco abaixo da média constante na literatura, a qual indica uma redução maior entre 20 e 60% na aplicação

de corretivos. Porém, deve-se considerar que no Brasil muitas áreas se encontram em fase de abertura que demanda maior quantidade de calcário.

#### 4.3.2 Uso de fertilizantes a taxa variável

Com relação à quantidade de fertilizantes utilizados, 23,43% dos agricultores entrevistados consideram que houve aumento, 25,53% que não houve alteração na quantidade e 21,28% consideram ter reduzido entre 10 e 20%.

Figura 18 - Impactos da agricultura de precisão no uso de fertilizantes



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.  
PSAP: Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão.

Segundo os PSAP, 26,32% dos entrevistados estimam uma redução entre 10 e 20%, e 21,04% consideram que a redução se dá entre 5% a 10%, enquanto que para 15,79% não há redução no uso de fertilizantes.

Os dados mostram uma clara convergência entre as informações dos agricultores e dos PSAP, exceto nos itens relativos a aumento de fertilizantes, que não houve redução ou que esta ficou na escala entre 5 a 10%.

Pesquisas anteriores de Anselmi (2012), Lencsés, Takács e Takács-György (2014); Antolini (2015) e Batista (2016) encontraram uma economia de até 30% no uso de fertilizantes e Lencsés, Takács e Takács-György (2014), apuraram em

pesquisa, que na Hungria, a redução no uso de fertilizantes, ficou entre zero e 30%, dependendo da homogeneidade da área, o que converge com os dados desta pesquisa, tendo como maior frequência entre 10 e 20%.

#### **4.3.3 Aplicação de nitrogênio a taxa variável em tempo real**

A aplicação de nitrogênio a taxa variada em tempo real através de ferramentas disponíveis como sensores ópticos e imagens de satélite, que identificam as deficiências nutricionais em tempo real, segundo o que se apurou na pesquisa, ainda é pouco utilizado entre os agricultores entrevistados, não havendo respostas que indicassem o uso efetivo desta prática. Na cultura do arroz irrigado, mesmo identificadas zonas com deficiência através de imagens de satélite ou de vants equipados com câmaras multiespectrais, a aplicação de fertilizante é prejudicada por ocorrer muitas vezes por via aérea. O levantamento junto aos PSAP indica que 57,89% não é usado e 42,11% que é pouco empregado.

Amado et al. (2006) sugeriram que a AP permite a identificação e o tratamento diferencial da variabilidade espacial e temporal existente no solo e nas plantas, ou seja, a variabilidade espacial de uma parcela da lavoura está associada ao tipo de solo, clima e paisagem, repercutindo na capacidade de armazenamento de água, do teor e da mobilidade dos nutrientes e água, do pH e da matéria orgânica, entre outros. Para a prescrição da taxa variável de nitrogênio estes atributos deveriam ser considerados.

#### **4.3.4 Uso de fertilizantes foliares a taxa variável**

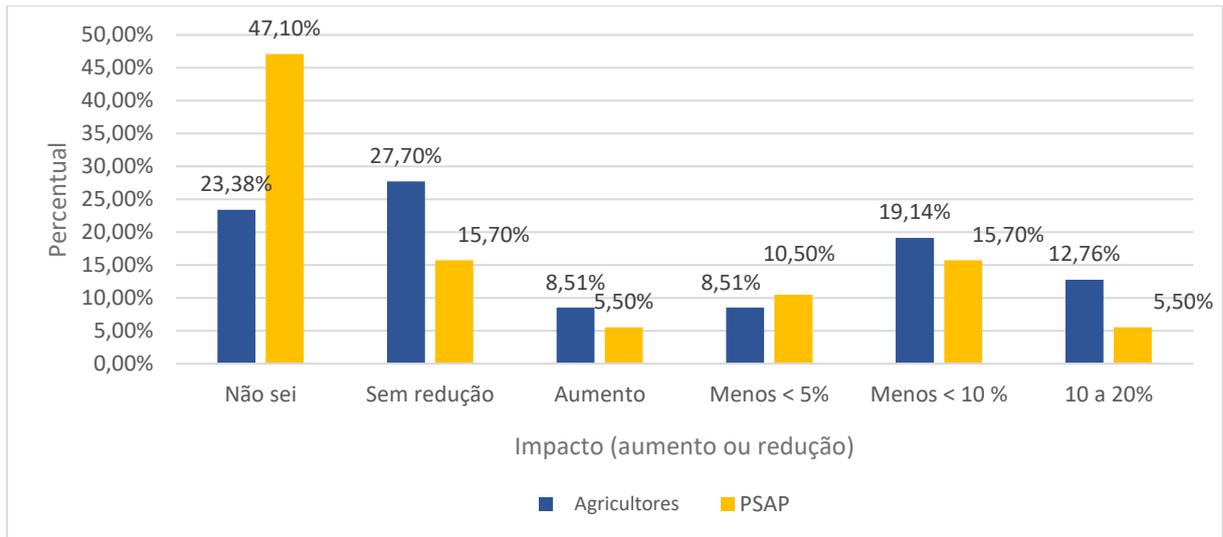
Dos agricultores entrevistados, 23,38% não fez menção ao uso de fertilizantes foliares a taxa variável e 27,70% consideram que não houve redução e a maior taxa de redução foi de menos de 10 %, segundo 19,14% dos agricultores.

Já entre os PSAP, 47,10% afirmaram não saber e 15,70% afirmaram que não houve redução e a maior redução concentra-se em menos de 10% podendo-se concluir que exceto aqueles que não sabem ou que consideram que não houve os demais apresentam similaridade quanto a informação prestada (Figura 19).

Os dados coletados indicaram que a redução variou muito, situando-se entre menos de 5% a 20%, superado por aqueles que consideram não haver redução e por

aqueles que não sabem mensurar. Essa variação e a falta de segurança nas informações podem estar relacionadas ao fato desta técnica não ser utilizada por um número expressivo de agricultores.

Figura 19 - Impacto da agricultura de precisão sobre o uso de fertilizantes foliares



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.  
PSAP: Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão.

Ao tratar do uso de fertilizantes a taxa variável com o uso de mapa de prescrição, Milics et al. (2012) consideraram que sua eficiência implica em algumas alterações, entre elas, a eficiência do atuador que regula o tempo necessário para alterar a quantidade de insumo a ser aplicada havendo em alguns casos a necessidade de redução da velocidade, de deslocamento da máquina nas zonas de transição de diferentes taxas de fertilizantes.

#### 4.3.5 Utilização de fungicidas, herbicidas e inseticidas a taxa variável

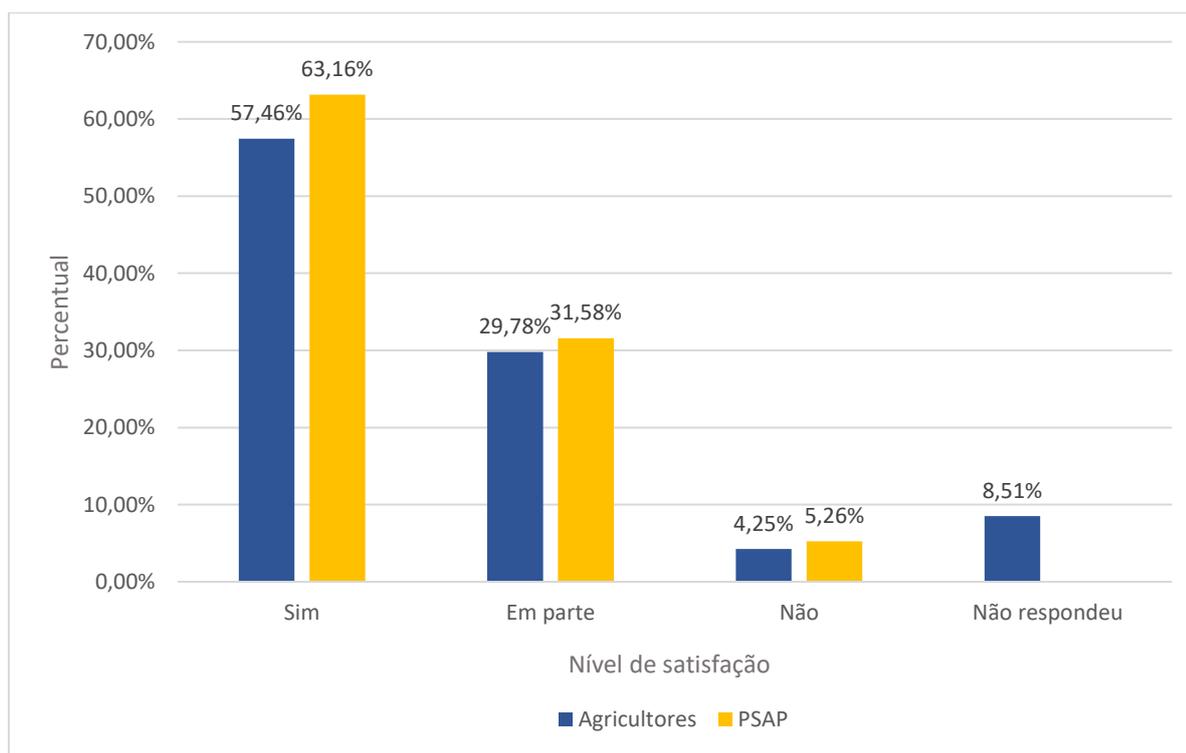
Com a utilização da taxa variada de inseticida foi possível obter uma redução expressiva na quantidade de produto aplicada, de acordo com Aita (2013) houve uma diminuição de 60% no uso de inseticidas no controle das lagartas na cultura da soja. Embora o resultado seja estimulador, a utilização dos agrotóxicos a taxa variável é incipiente tanto pelas respostas dos agricultores como dos PSAP, onde destes últimos, 57,87% não conseguem estimar números de usuários nem das reduções de produto aplicado. Segundo os agricultores, apesar da aplicação a taxa variada ser

pouco usada, é plausível que ela promova reduções ao diminuir a sobreposição em função do sistema de orientação adotado e o desligamento de secções ou bico a bico nas áreas de manobra ou de sobrepasse.

#### 4.4 NÍVEL DE SATISFAÇÃO COM A TECNOLOGIA DA AGRICULTURA DE PRECISÃO

Dos agricultores entrevistados, 57,46% consideraram que os resultados obtidos atenderam às expectativas quando da adoção da AP, 29,78% afirmaram ter atingido em parte os resultados esperados e, 4,25% consideram insatisfatórios os resultados. Dentre os PSAP, 63,16% afirmaram que os agricultores consideraram que a tecnologia atendeu ao que almejavam e 31,58% que suas expectativas foram parcialmente atingidas (Figura 20).

Figura 20 - Nível de satisfação com a adoção da tecnologia de agricultura de precisão.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.  
PSAP: Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão.

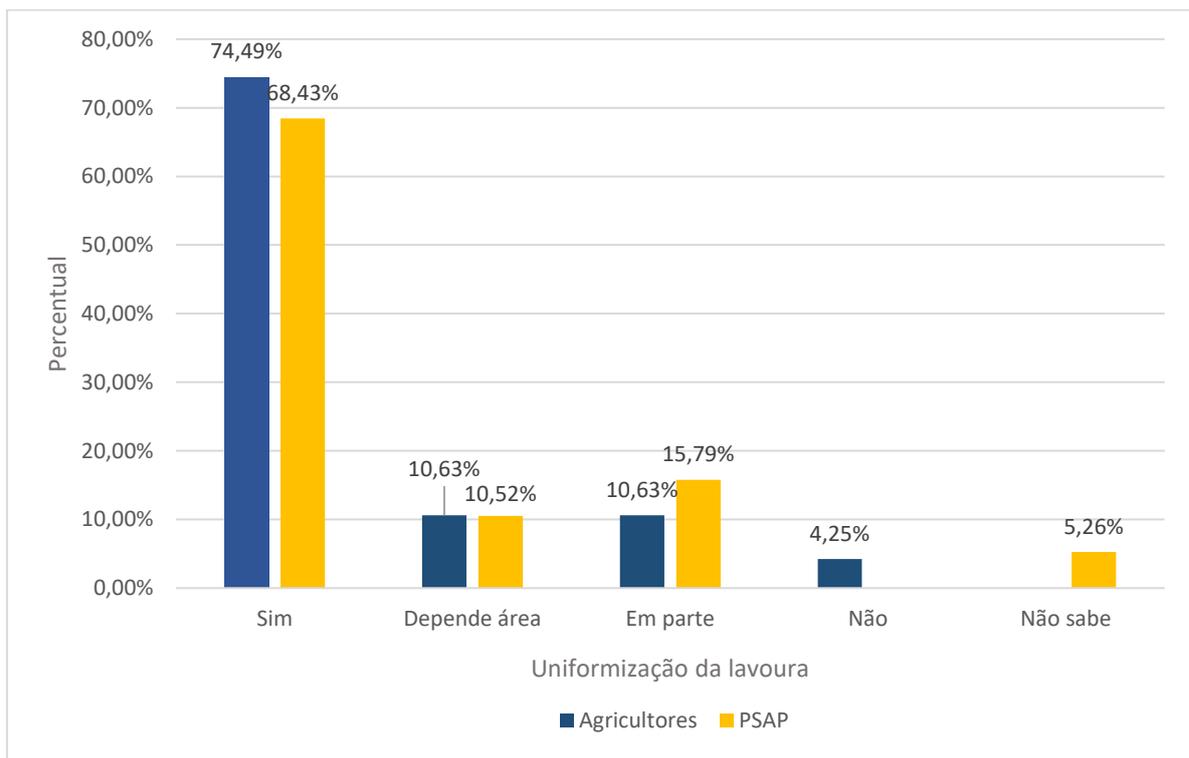
O elevado nível de satisfação com a adoção da AP, esta em consonância com outros itens pesquisados como os ganhos de produtividade, a lucratividade, homogeneidade das lavouras e o fato de não terem intenção de abandonar a

tecnologia, mas sim, de aumentar as áreas onde é empregada. Também estão de acordo com os reportados por Batista (2016), o qual constatou que os agricultores pretendiam aumentar sua área manejada com AP e que tinham a intenção de continuar investindo nessas tecnologias.

#### 4.4.1 Uniformidade das lavouras com o uso da agricultura de precisão

Durantes as entrevistas, 74,49% dos respondentes afirmaram que com a correção e adubação se ajustando as reais necessidades dos talhões, se constata visualmente uma lavoura mais uniforme e este tem sido considerado pelos agricultores como um dos ganhos na utilização da AP (Figura 21).

Figura 21 - Uniformização das lavouras pelo uso da agricultura de precisão



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.  
PSAP: Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão.

Segundo os PSAP, a uniformidade das lavouras é facilmente percebível, sendo que os indicadores por eles reportados tem elevada similaridade com os dados dos agricultores, com 68,43% de satisfação.

#### 4.4.2 Lucratividade<sup>4</sup> predominante com o uso da agricultura de precisão

Segundo os PSAP, a lucratividade proporcionada pelo uso da tecnologia pode variar em razão de diversos fatores, sendo esta, a razão pela qual 31,58% dos entrevistados optaram por não citar um percentual de lucratividade. Desta forma, 68,42% estimaram o nível de lucratividade com níveis distribuídos: 21,05% apontaram uma lucratividade entre 7 a 8%, 47,47% consideram que a lucratividade se situou entre 10 a 20% e 15,70% estimaram um ganho acima de 20%.

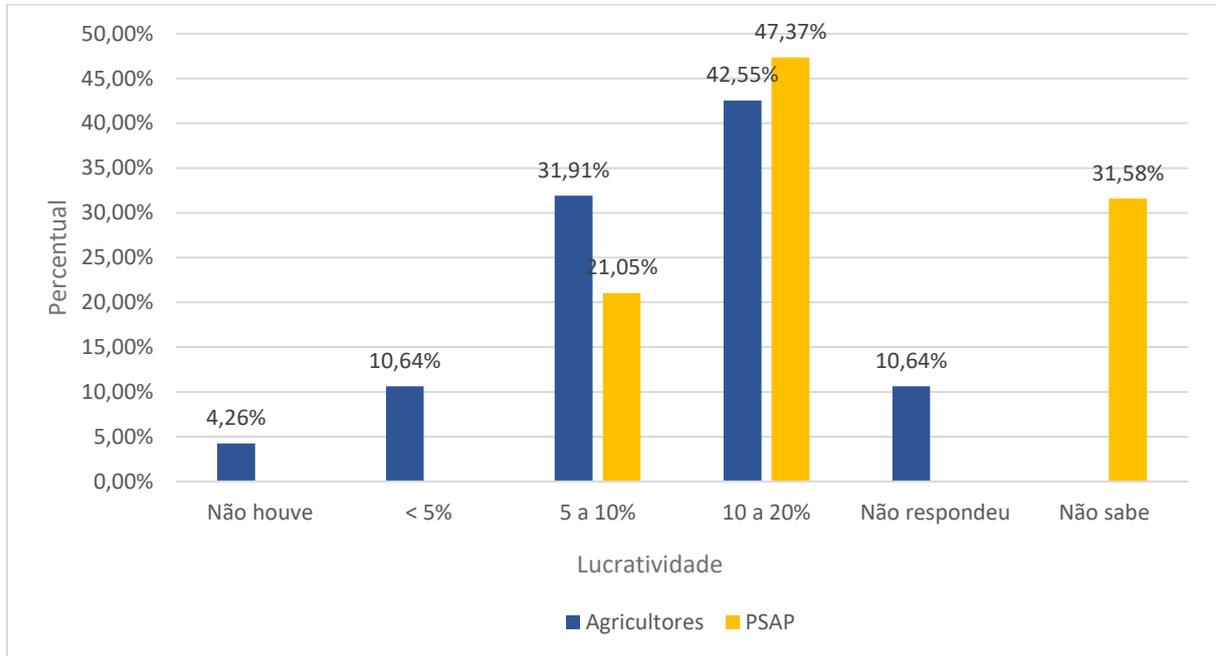
Os agricultores demonstraram maior convicção sobre os efeitos aferidos pelo uso da tecnologia, provavelmente por conhecerem suas áreas, ter um controle maior sobre custos e receitas e possuírem parâmetros de safras anteriores. Desta forma, apenas 10,64% não responderam, já 42,55% consideraram que os ganhos foram entre 10 a 20%, e 31,91% afirmaram que está na faixa dos 5 a 10%. Os que consideram que a lucratividade é inferior a 5% são 10,64% dos entrevistados e 4,26% consideraram que não aconteceram ganhos financeiros (Figura 22).

Ao se comparar os resultados apontados pelos agricultores, referentes ao aumento da lucratividade, a maior frequência está entre mais de 10 até 20%, segundo 42,55% dos agricultores e 47,37% dos PSAP. Estes indicadores podem ser considerados satisfatórios para as condições atuais, uma vez que o número de tecnologias da AP adotadas ainda é pequeno, concentradas na fertilidade e gestão, sendo que a medida que outras práticas como semeadura precisa, população de plantas ajustada de acordo com o ambiente, pulverização precisa entre outras passem a ser adotadas, estes indicadores tendem a crescer.

---

<sup>4</sup> A lucratividade é utilizada referindo ao retorno econômico aparente.

Figura 22 - Lucratividade da agricultura de precisão, segundo levantamento realizado junto a agricultores e prestadores de serviço.



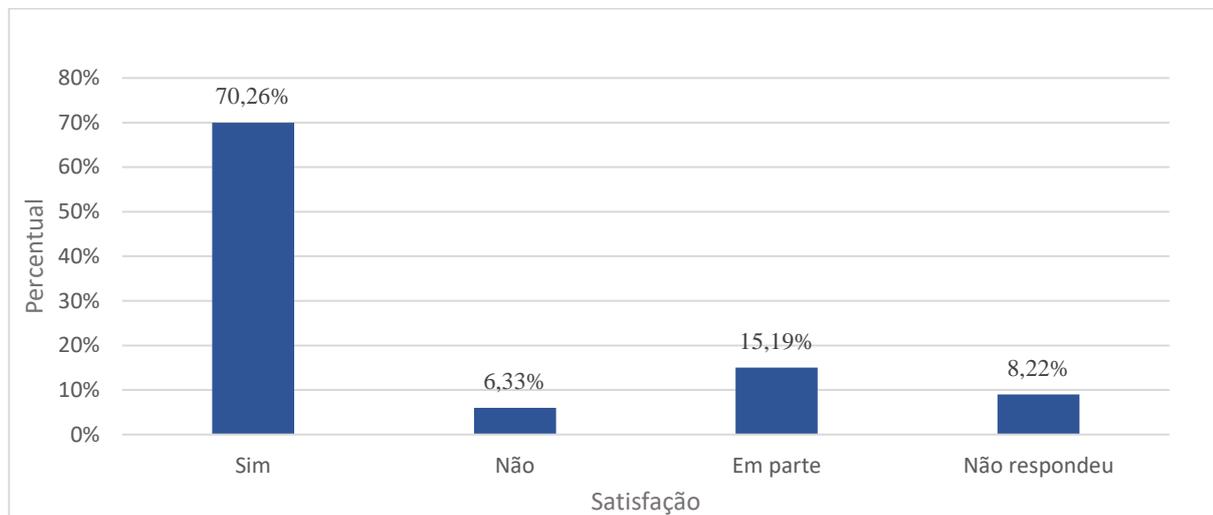
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.  
PSAP: Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão.

#### 4.4.3 Relação custo/benefício na agricultura de precisão

A maioria expressiva dos agricultores entrevistados (70,26%) considerou que os ganhos auferidos com a adoção da tecnologia compensaram os investimentos que foram feitos com AP (Figura 23). Estes dados concordam com os resultados obtidos em relação à lucratividade e a produtividade. Esta questão não foi apresentada aos PSAP por ser de cunho estritamente relacionado aos agricultores.

A percepção dos agricultores que adotaram a AP é de que os ganhos compensaram os investimentos. O resultado é concordante com o obtido anteriormente por Artuzo (2015) o qual registrou que, por meio do mapeamento da fertilidade do solo e de um plano de ação na propriedade, ocorreu uma otimização no uso de fertilizantes e corretivos, ocasionando um aumento de produtividade das culturas de grãos investigadas.

Figura 23 - Satisfação dos agricultores em relação aos investimentos/custos e os ganhos auferidos com a adoção da agricultura de precisão.

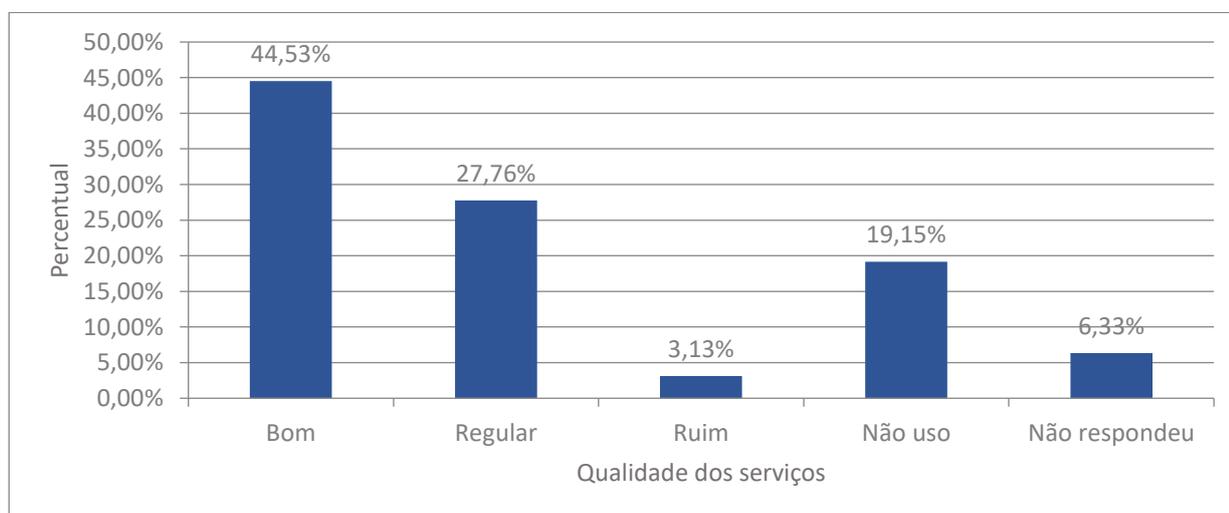


Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

#### 4.4.4 Nível de satisfação com a qualidade dos serviços terceirizados na agricultura de precisão

A qualidade dos serviços prestados foi considerada satisfatória por 44,53% dos agricultores entrevistados, regular por 27,76% e ruim por 3,13%. (Figura 24). Os resultados demonstraram um bom nível de satisfação com os serviços prestados.

Figura 24 - Percepção dos agricultores quanto à qualidade dos serviços terceirizados de agricultura de precisão



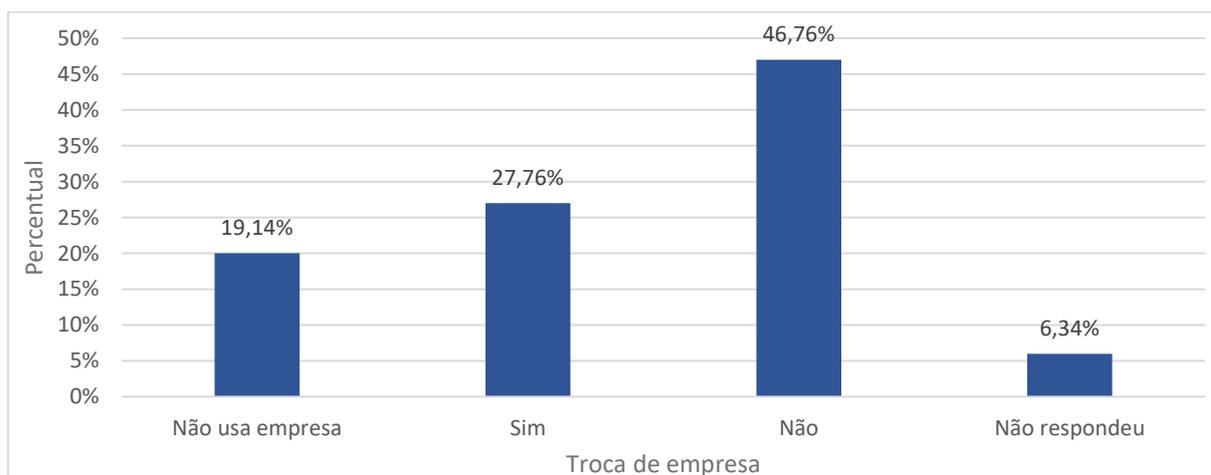
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

Destaca-se que uma pesquisa mais regionalizada pode revelar resultados distintos. Assim, é possível que em algumas regiões o nível de satisfação seja elevado e em outras seja deficitário, em função de não haver uma padronização na prestação de serviços em AP.

#### 4.4.5 Fidelização das prestadoras de serviço pelos agricultores

Como demonstrado anteriormente, as empresas prestadoras de serviço exercem um papel importante na adoção e difusão da AP. Neste contexto 46,76% dos agricultores não trocaram recentemente de empresa prestadora de serviço e 27,76% substituíram o seu prestador (Figura 25).

Figura 25 - Troca de prestadora de serviço pelos agricultores



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

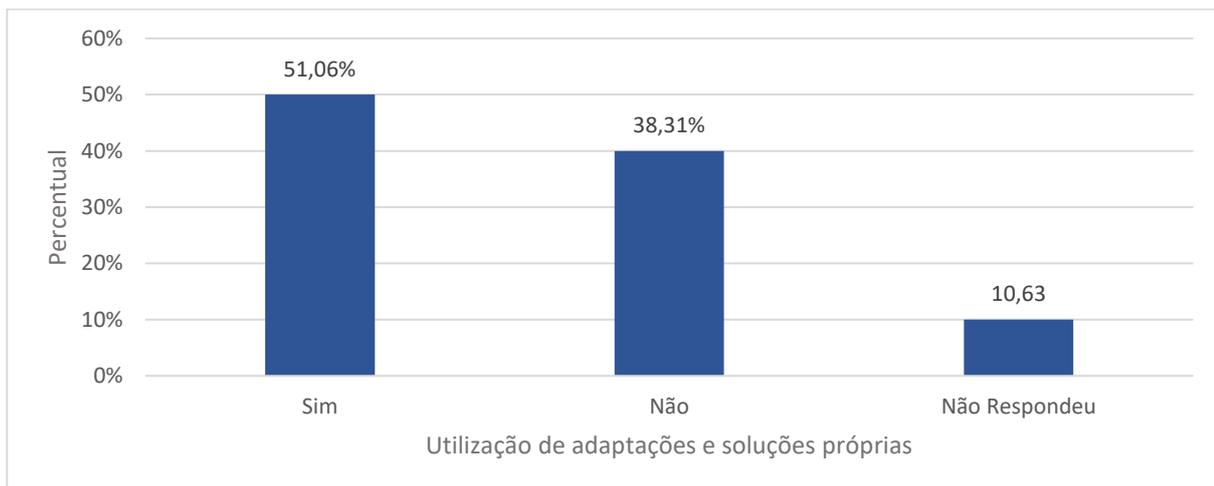
Os números referentes à troca de prestadora de serviço foram concordantes com o número de agricultores que classificaram a qualidade dos serviços como regular (Figura 24), o que evidencia convergência entre os resultados.

#### 4.4.6 Adaptações realizadas pelo produtor na tecnologia e produtos

No levantamento realizado junto aos agricultores, 51,06% afirmam que em algum momento do processo de adoção tiveram de usar seu conhecimento e criatividade para soluções próprias de problemas com máquinas e equipamentos

(Figura 26). Este resultado demonstra que existem deficiências conceituais e técnicas ainda a serem superadas e reforça-se o anteriormente mencionado relativo a necessidade do conhecimento do produtor sobre os equipamentos e o processo das técnicas da AP, pois a maquinaria é mera ferramenta de atividades programadas. Durante a coleta de dados, um produtor relatou que por falta de equipamentos e recursos para sua aquisição, durante a colheita distribuía semente de aveia nos locais de pouca produtividade, assim depois de germinadas, indicavam os locais de baixa, sem que necessitasse de ferramentas sofisticadas. Este procedimento, indica o conhecimento sobre o processo relativo a correção e adubação do solo a taxa variável.

Figura 26 - Adaptações e busca de soluções próprias à tecnologia pelo agricultor



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

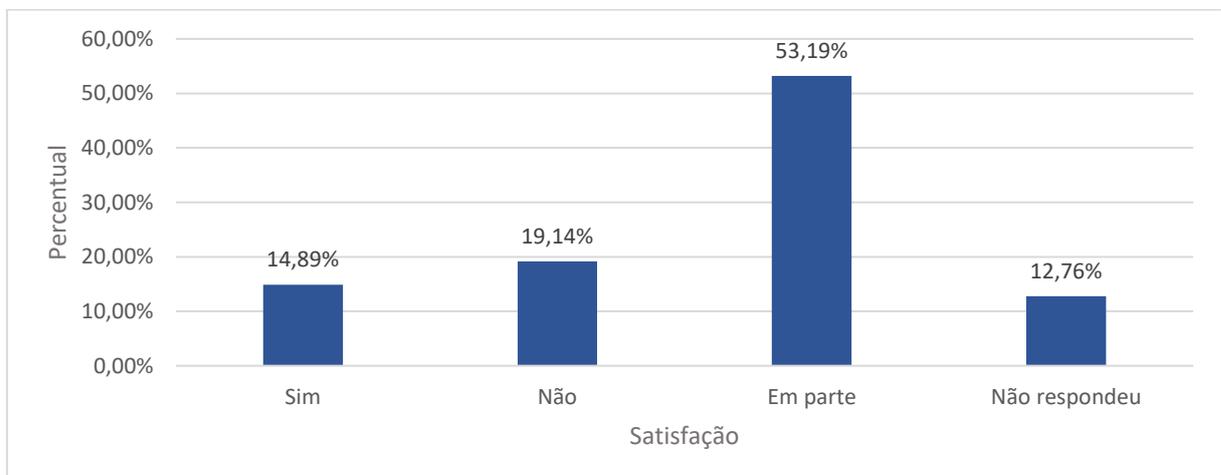
Inicialmente a AP foi impulsionada pelas máquinas agrícolas, mas a medida que o seu conceito vai sendo conhecido, entende-se que ela é muito mais complexa e que possibilita uma melhor gestão. A participação do produtor para adaptar e transformar a tecnologia é muito importante. Mais de 50% dos usuários reportou a necessidade de realizar adaptações e transformações, indicando que esta é uma das características da inovação tecnológica em que o processo está em constante evolução, fazendo com que o domínio da tecnologia influencie diretamente no processo de adoção e difusão.

#### 4.4.7 Importância no pós-venda da indústria de máquinas e de prestadores de serviço em agricultura de precisão

Nesta pesquisa ficaram evidentes as deficiências referentes ao atendimento pós-venda, onde 53,19% dos agricultores considerou satisfatório em parte este serviço e 19,14% entenderam como insatisfatório (Figura 27). Neste sentido, Batista (2016) concluiu que as empresas revendedoras de máquinas carecem de estratégias que lhes permitam oferecer um atendimento especializado a seus clientes.

Estas questões necessitam ser observadas para um bom desempenho das máquinas e equipamentos, pois é comum acontecerem problemas no seu uso e adequação as diferentes realidades, exigindo uma ação eficaz do serviço de suporte técnico em caso de falhas ou necessidade de manutenção.

Figura 27 - As empresas que comercializam máquinas e equipamentos oferecem um serviço de pós-venda satisfatório?



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

#### 4.4.8 Disponibilidade de profissionais qualificados para atuarem com agricultura de precisão

Entre os agricultores entrevistados, 36,17% declararam que existe falta de profissionais qualificados para atuarem com AP no mercado e igual número afirmou não ter tido dificuldades neste sentido, sendo que, 19,15% consideram que a dificuldade é parcial.

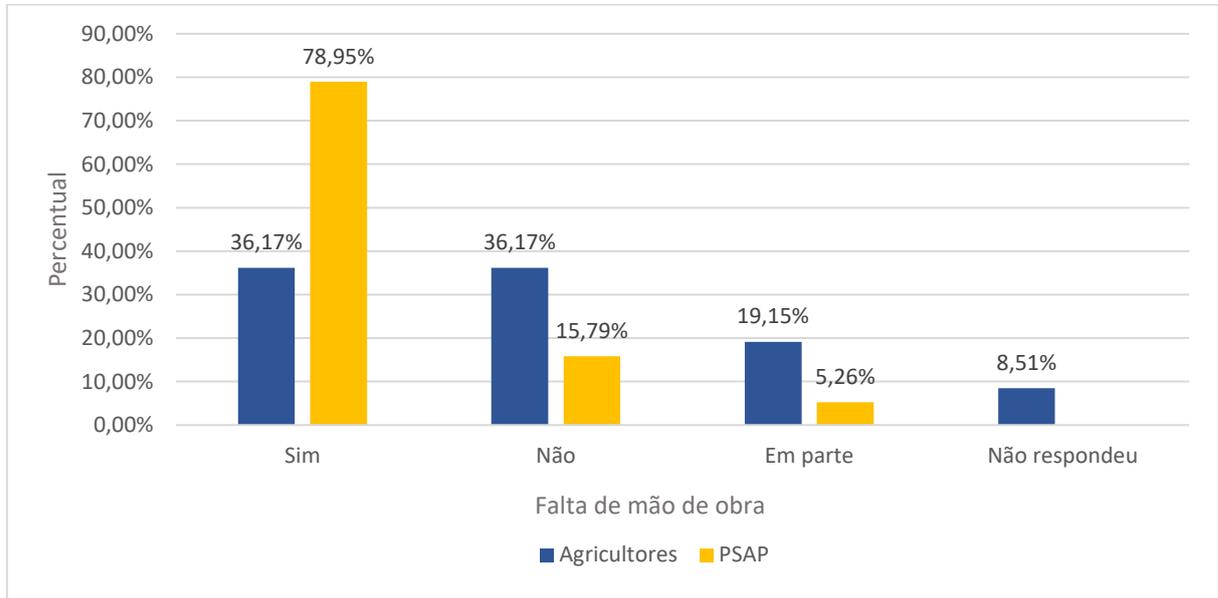
Já entre os PSAP, 78,95% afirmaram ter dificuldade de encontrar mão de obra especializada, 15,79% consideram que não tem esta dificuldade e 5,26% concordam em parte (Figura 28).

Este resultado do levantamento ratifica o que foi diagnosticado quanto aos fatores que dificultam a adoção e difusão da tecnologia, demonstrando uma elevada falta de profissionais qualificados para atuarem na AP.

Os resultados reportados evidenciam que os PSAP consideraram maior a falta de mão de obra que os agricultores, em número significativo. Atribui-se esta diferença pelo fato das empresas necessitarem buscar profissionais com qualificação mais elevada para constituírem suas equipes, diferente dos agricultores que contratam a empresa de PSAP ou operadores que demandam um nível de qualificação menor, mas capaz de operar as máquinas e fazer a manutenção de sensores e atuadores. Assim, a ausência de pessoas aptas a empregarem a AP não se torna tão visível e determinante na opinião dos agricultores. Destaca-se ainda, o esforço da indústria de máquinas agrícolas e mesmo dos agricultores em promover a qualificação de seus colaboradores, bem como ações governamentais como a do Ministério da Agricultura com a criação da Comissão Brasileira de AP e a associação dos PSAP, entre outras.

A falta de mão de obra qualificada, bem como o número reduzido de instituições que atuam na formação destes profissionais no ensino profissional, graduação e pós-graduação é um fator que impacta negativamente a adoção tecnológica, sendo um forte limitador na adoção da AP no Brasil. Destaca-se, que a adoção de uma inovação depende de pessoas qualificadas, crescendo esta demanda na medida em que aumenta sua complexidade. Embora se reconheça o esforço da indústria em tornar a operação das máquinas precisas mais simples para que a adoção da tecnologia atinja melhores índices de adoção e resultados no país, se faz necessário a implantação de uma política consistente na formação destes profissionais no Brasil. Dentro desta mesma problemática pesquisa realizada por Batista (2016) confirmou que a utilização das tecnologias de AP depende de alguns fatores fundamentais, entre eles, a qualificação da mão de obra.

Figura 28 - A falta de mão de obra especializada e a percepção do impacto na adoção da agricultura de precisão.



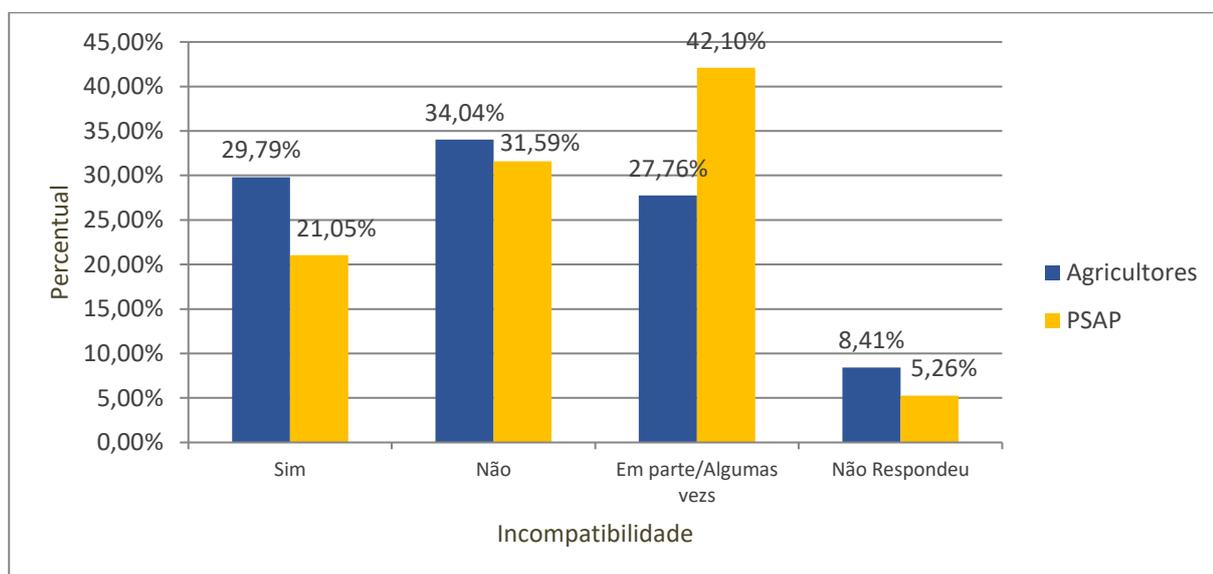
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.  
PSAP: Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão.

#### 4.4.9 Incompatibilidade entre equipamentos, máquinas e softwares

A incompatibilidade de comunicação entre equipamentos de diferentes marcas, dificuldades operacionais e deficiência de funcionamento é um fato concreto para 29,79% dos agricultores e 21,05% dos PSAP. Segundo 42,10% dos PSAP às dificuldades são pontuais, ocorrendo com alguma frequência, entretanto, consideram que estes aspectos já tiveram maior intensidade no passado evidenciando um progresso na direção do “isobus”.

Entre os agricultores, 34,04% afirmaram não terem encontrado incompatibilidade entre equipamentos ou problemas de funcionamento e 27,76%, que os problemas ocorreram algumas vezes e apontaram a qualidade na distribuição de corretivos e fertilizantes, a calibragem e ajuste dos controladores, a interpretação dos mapas, a falta de conhecimento e o fator tempo, como os principais problemas operacionais. Ainda, o fator custo foi sistematicamente citado como uma das principais dificuldades encontradas para a implementação da tecnologia.

Figura 29 - Incompatibilidade entre equipamentos, máquinas e softwares



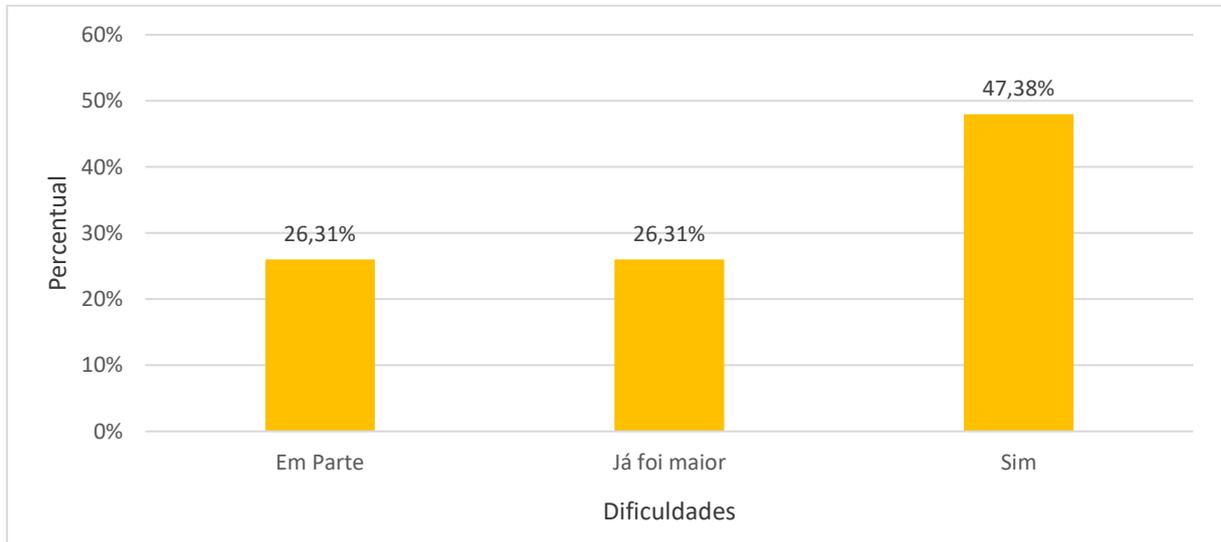
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.  
PSAP: Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão.

Já os PSAP apontaram um número maior e mais específico de problemas, entre eles, os controladores de aplicação e sua configuração, os problemas com as brocas para coletar amostras em diferentes tipos de solo, problemas com monitores de produtividade em colhedoras, piloto automático, qualidade e perda do sinal de posicionamento em determinadas posições do terreno, semeadoras, conhecimento dos diversos sensores e incompatibilidade entre programas computacionais e sinais de comunicação e conectividade.

Por sua vez, os PSAP entendem que as dificuldades dos agricultores quanto ao uso dos equipamentos possam ser maiores que as declaradas por eles, onde 47,38% consideraram que estes enfrentam dificuldade no uso dos equipamentos, 26,31% entendem as dificuldades como pontuais e outros 26,31% que as dificuldades já foram maiores e que estão gradativamente sendo superadas (Figura 30).

À semelhança da situação brasileira, em países como a Dinamarca e os Estados Unidos, segundo Fountas et al. (2005), os adotantes de AP consideraram o alto custo das tecnologias, o tempo gasto no manuseio das ferramentas e a falta de compatibilidade entre programas computacionais e hardwares, como os principais obstáculos para a difusão da tecnologia.

Figura 30 - Os agricultores enfrentam dificuldades de uso dos equipamentos e softwares? Resultados de acordo com a percepção dos prestadores de serviço em agricultura de precisão



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

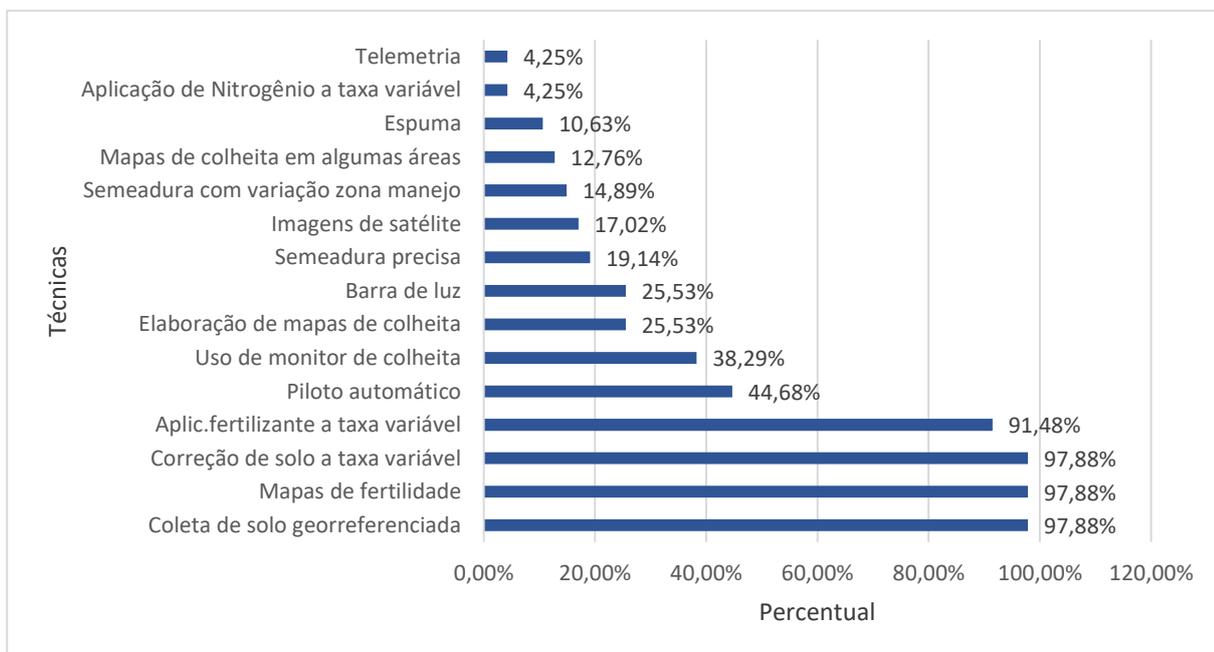
#### 4.5 TÉCNICAS MAIS UTILIZADAS NA AGRICULTURA DE PRECISÃO

As técnicas da AP mais utilizadas, reportadas nesta pesquisa, revelaram que existe uma correlação entre as empregadas no Rio Grande do Sul com o restante do país. Também está de acordo com outros trabalhos já publicados por Anselmi (2012), Artuzo (2015), Antolini (2015), Batista (2016) e Molin (2016). A utilização de GPS, sistemas de orientação de máquinas agrícolas e coleta de dados sobre o desenvolvimento vegetal, coleta de amostras georreferenciadas, mapas de fertilidade, mapas de prescrição visando a aplicação de corretivos, fertilizantes e sementes a taxa variável, foram as técnicas que se destacaram como mais utilizadas, podendo-se dizer que são atualmente à base da AP no Brasil.

A semeadura precisa e o ajuste de população de plantas por zonas de manejo ou por ambiente começam a se difundir, especialmente no Sul, onde 19,14% dos agricultores apontam a primeira como técnica utilizada e 14,89% a segunda (Figura 31). Existe uma sobreposição entre estas técnicas, de modo que o agricultor que se preocupa em ajustar a população de sementes de acordo com o tipo de solo, quantidade de água disponível, profundidade do solo, textura, teor de matéria orgânica, nível de fertilidade entre outras, antes adotou técnicas de semeadura

precisa tais como regulagens, controle de velocidade, utilização de grafite, controle de umidade do solo, troca de equipamentos mecânicos para pneumático, redução de compactação do solo, seleção de sementes de elevado vigor, entre outras. Entretanto, ambas as tecnologias quanto a sua adoção ainda estão muito aquém das práticas utilizadas visando o ajuste fino da fertilidade do solo e nutrição de plantas. Surpreendentemente, os mapas de colheita, ferramenta desenvolvida no final da década de 90 e que atualmente equipa a maioria das colhedoras comercializadas e que facilitaria a sua adoção em grande escala, porém seu emprego é inferior a 30%. Aplicação de nitrogênio em cobertura e agroquímicos a taxa variável, ainda são utilizados em pequena escala, segundo os agricultores e PSAP. Assim como o uso de imagens de satélite, vants de asa fixa e multirotores, sensores de umidade e condutividade elétrica, o tráfego controlado, e a telemetria para logística, são pouco utilizados. No entanto, de acordo com os custos envolvidos e o retorno proporcionado, poderão ser adotados em um curto espaço de tempo.

Figura 31 - Técnicas de agricultura de precisão mais utilizadas segundo o levantamento realizado junto aos agricultores que utilizam a tecnologia.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

Os dados obtidos junto aos PSAP apresentaram resultados semelhantes aos dos agricultores entrevistados, mesmo sendo de abrangência nacional e adotada

outra estratégia na obtenção das informações dada as características dos respondentes. As respostas não mostram números exatos de usuários, mas um percentual estimado pelos PSAP expressando o nível da técnica no universo dos agricultores onde a empresa atua. A Figura 32 representa as técnicas mais utilizadas segundo a percepção dos PSAP em suas áreas de atuação.

Figura 32 - Técnicas da agricultura de precisão mais utilizadas segundo levantamento junto aos prestadores de serviço



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

O sinal de posicionamento mais utilizado ainda é o GPS, e a transferência de dados se dá, fundamentalmente, através de *pen drive*. Sinais de posicionamento mais precisos como o RTK e o DGPS têm uso inferior a 12%. Segundo 16 das empresas prestadoras de serviço em AP, os programas computacionais mais usados atualmente são os importados, correspondendo a 84,21%. Acredita-se que estas respostas se referem a mapas de prescrição de fertilizantes e corretivos, e mesmo mapas de atributos de solo e planta, porque programas computacionais como CR Campeiro

(UFSM- [www.crcampeiro.net](http://www.crcampeiro.net)) e soluções para android tem tido uma aceitação muito grande. São mais de 200 mil instalações distribuídas entre os 20 aplicativos, que são disponibilizados gratuitamente, colocando o laboratório de geomática da UFSM entre os 10% dos mais baixados.

Com relação a máquinas e equipamentos para a AP, o nível de nacionalização embora seja crescente, ainda é classificado como baixo/médio, diferente do que ocorre na Argentina, onde o nível de nacionalização alcançou valores acima de 95% dos equipamentos de distribuição à taxa variável e das plantadoras com monitores (INTA MANFREDI, 2014). Esse fator impacta nos custos e, como consequência, na adoção e difusão da tecnologia.

#### **4.5.1 Nacionalização das máquinas e equipamentos desenvolvidos para agricultura de precisão**

A agricultura de precisão no Brasil ainda é muito dependente de tecnologia, máquinas, equipamentos e programas computacionais importados. Este fato pode ser ilustrado com o levantamento realizado junto aos PSAP no qual a utilização de programas computacionais importados alcançou de 84,21%. Este fator impacta diretamente a difusão da AP na medida em que aumenta o custo, demanda tradução de manuais de operação, dificuldade de suporte pós-venda entre outros. Na Argentina a nacionalização dos monitores e dosificadores a taxa variável entre 2001 e 2014 passou de praticamente zero para mais de 95%. Os monitores de rendimento entre passaram de 5% para mais de 35% no período de 2007 a 2014. Os pilotos automáticos foram nacionalizados na Argentina de 10% a aproximadamente 27% entre 2009 a 2014.

O Paraguai adotou uma política de destributação nas importações da Argentina e os equipamentos chegam a este país com preços mais acessíveis que os praticados no Brasil. Espera-se que no futuro o Brasil também tenha políticas de inovação na agricultura, as quais possam desonerar os novos produtos e estimular sua adoção, criando um ambiente para que o agronegócio possa se manter no longo prazo como grande supridor de alimentos para o mundo, não apenas pela extensão da sua área cultivada, mas pelo nível tecnológico, de gestão e formação de recursos humanos neste setor.

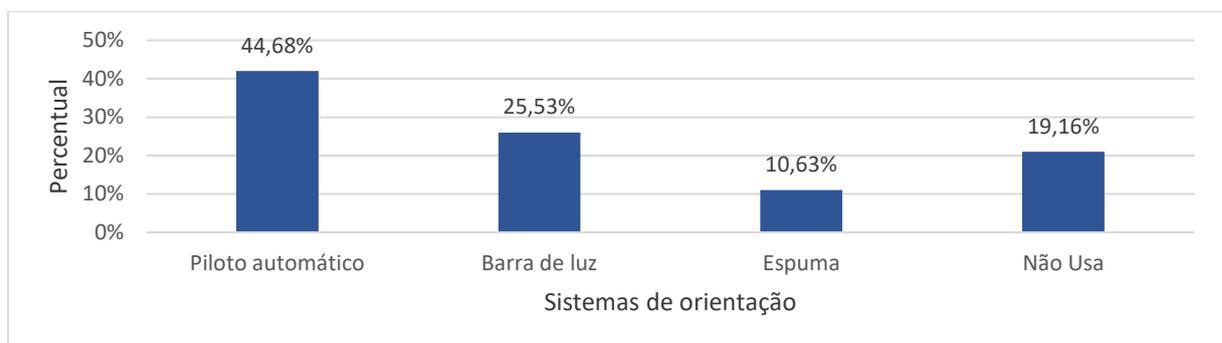
#### 4.5.2 Sistemas de orientação utilizados na agricultura de precisão brasileira

Em relação ao sistema de orientação (direcionamento), a pesquisa mostra que existe um predomínio de agricultores que utilizam piloto automático, GPS com Barra de Luz ou espuma, chegando a um percentual de 80,84%, somadas a três formas (Figura 33).

Os índices de utilização de orientação de máquinas agrícolas no Brasil por GPS são tão elevados que se equivalem aos utilizados nos EUA, de acordo com a pesquisa realizada pela Universidade de Purdue em 2011 (HOLLAND; ERICKSON; WIDMAR, 2013).

Resultados semelhantes também foram obtidos em outras pesquisas por Artuzo (2015), Batista (2016) e Molin (2016). O piloto automático está sendo inserido, cada vez mais, como instrumento de série nos tratores, passando assim a ser usado de forma intensiva pelos agricultores.

Figura 33 - Tipos de sistemas de orientação utilizados pelos agricultores



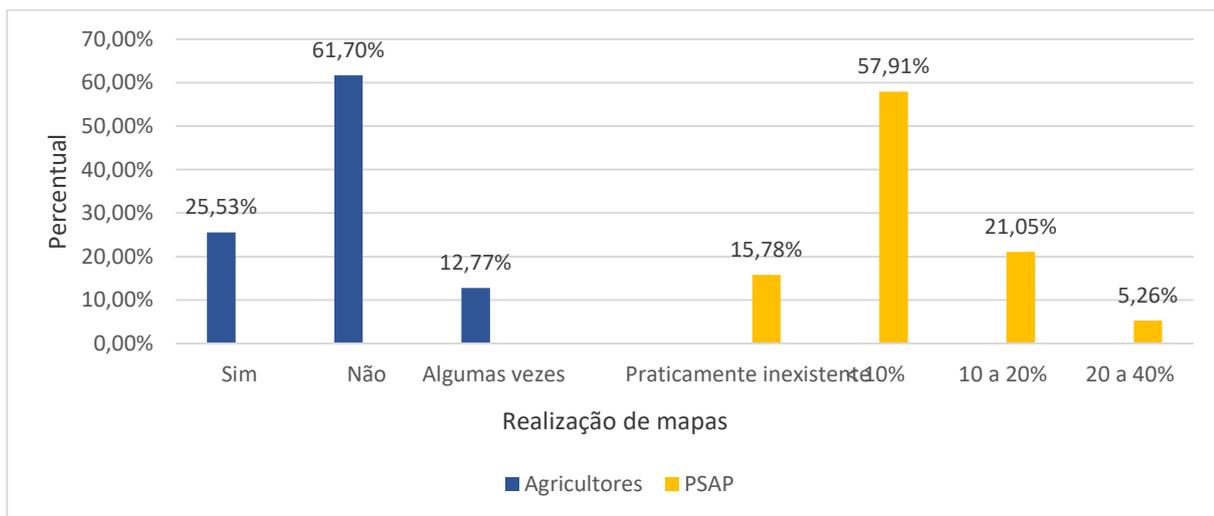
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

Os sistemas de orientação como barra de luz e piloto automático destacam-se como instrumentos frequentemente utilizados, inclusive por agricultores não usuários de outras técnicas da AP. De forma semelhante, na Hungria, conforme pesquisa de Lencsés, Takács e Takács-György (2014), essa situação se repete. Os pesquisadores citados acima atribuíram o fato de tantos usuários de outras técnicas da AP utilizarem a orientação em trator, em razão de tal ferramenta dispensar trabalho adicional e, além disso, apresentar vantagens em curto espaço de tempo, pois é capaz de diminuir em até 30% a sobreposição nas entradas na lavoura.

### 4.5.3 Utilização do mapa de colheita

Mapas de colheita são utilizados por apenas 25,53% dos agricultores, 12,77% adotam em algumas áreas e, os demais, 61,70%, não realizam mapas de colheita mesmo que, atualmente, o número de colhedoras equipadas com sensor de colheita seja significativo (Figura 34). Os entrevistados alegaram falta de confiabilidade nos sensores e dificuldades técnicas para coleta e transferência de dados e na elaboração e interpretação dos mapas. Entretanto, um número significativo de agricultores utiliza sensores para acompanhar o rendimento na colheita em tempo real, em parte porque os sensores vêm como instrumento de série e isto não demanda trabalho extra durante a colheita.

Figura 34 - Realização de mapas de colheita



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados com agricultores.  
PSAP: Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão.

As informações dos PSAP confirmaram os resultados obtidos junto aos agricultores, reportando que estes não realizam mapa de colheita pelos mais diversos fatores, sendo que 57,91% dos PSAP consideram que apenas em torno de 10% dos agricultores realizam mapas de colheita, 21,05% estimaram que em sua região de abrangência 10 a 20% dos agricultores usam esta ferramenta e 5,26% projetam que o uso é de 20 até 40%. Os outros 15,78% consideram que os mapas de colheita, em suas regiões, são praticamente inexistentes.

Conforme apontou esta pesquisa, no Brasil é baixo o percentual de agricultores que utilizam os mapas de colheita. Situação semelhante ocorre nos EUA, pois segundo apuraram Fountas et al. (2007), essa técnica já esteve entre as mais difundidas naquele país, passando a uma média de uso na faixa de 30%. Situação semelhante foi constatada no Brasil por Anselmi (2012), Antolini (2015) e Batista (2016).

#### **4.5.4 Malha amostral para fins de amostragem de solo**

Os resultados deste levantamento demonstram uma grande variação no tamanho da malha de amostragem utilizada no país, sendo que no Estado do Rio Grande do Sul ela geralmente é menor do que o utilizado nos demais Estados do Brasil, sendo que 40,42% os agricultores realizaram a aplicação de corretivos e fertilizantes a taxa variada sobre mapas gerados com base em uma malha amostral pré-definida, predominantemente de 1 hectare, o que corresponde a malha amostral majoritariamente utilizada nos Estados Unidos, segundo pesquisa divulgada pela Universidade de Purdue (HOLLAND; ERICKSON; WIDMAR, 2013). Cherubin et al. (2015) reportaram que o uso de malhas amostrais menores ou iguais a 100x100m, é indicado para caracterizar a variabilidade espacial de P e K em áreas manejadas sob AP no Estado do Rio Grande do Sul.

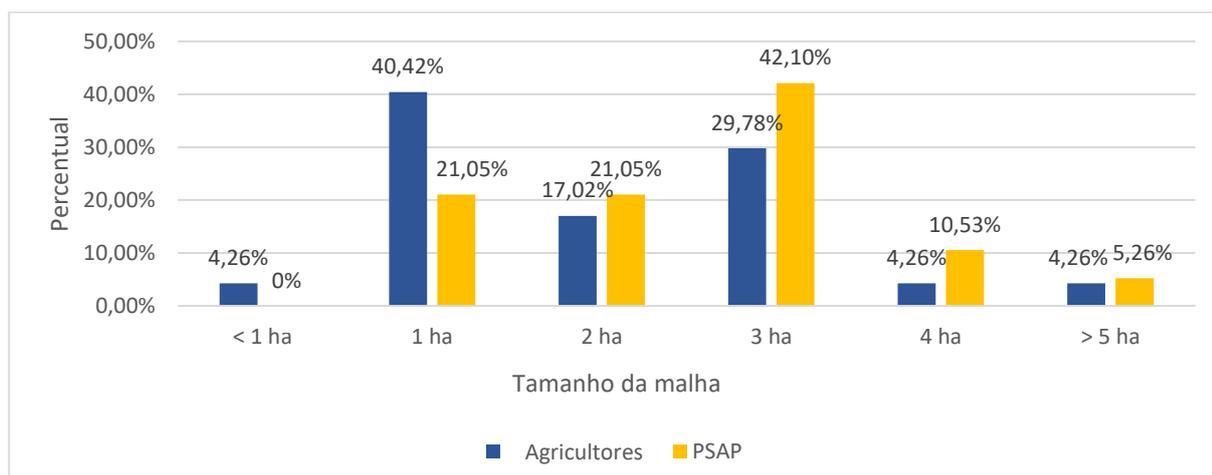
Este fato provavelmente tenha relação com o tamanho das propriedades, que no Sul são menores do que no Centro Oeste. Assim, o número de amostras de solo tende a diminuir com a variação de relevo e solo, o que aumenta as zonas de transição. Portanto, o tamanho da malha amostral se relaciona com o tamanho da propriedade, tipo de paisagem, custos envolvidos com as análises e o fato de algumas empresas prestadoras de serviço adotarem um padrão para a execução dos trabalhos. Assim, o tamanho da malha amostral utilizada pode não estar relacionada à melhor eficácia, mas ocorrer em função destes fatores. O tamanho de malha amostral de 3 hectares é o segundo mais utilizado no RS, adotado por 29,78% dos agricultores e o primeiro conforme 42,10% dos PSAP (Figura 35). A amostragem por zonas de manejo é pouco utilizada pelos agricultores gaúchos, não mais do que 4,25%, segundo a pesquisa.

De acordo com os PSAP, a malha amostral pré-definida também é a mais utilizada, apontada por 57,89% dos respondentes. Outros 15,79% consideram que em

sua área de atuação predomina a amostragem por zonas de manejo e, 26,32%, consideram que as duas estratégias são utilizadas.

Percebe-se que os PSAP apontaram um número maior de usuários das zonas de manejo como critério de amostragem de solo, e também um tamanho de malha amostral maior se comparado ao reportado pelos agricultores. Atribui-se que este fato se deva aos agricultores estarem restritos ao RS e as informações dos PSAP tem abrangência nacional, com uma concentração em regiões de grandes propriedades e relevo menos acidentado.

Figura 35 - Tamanho de malha de amostragem de solo mais utilizadas no Rio Grande do Sul

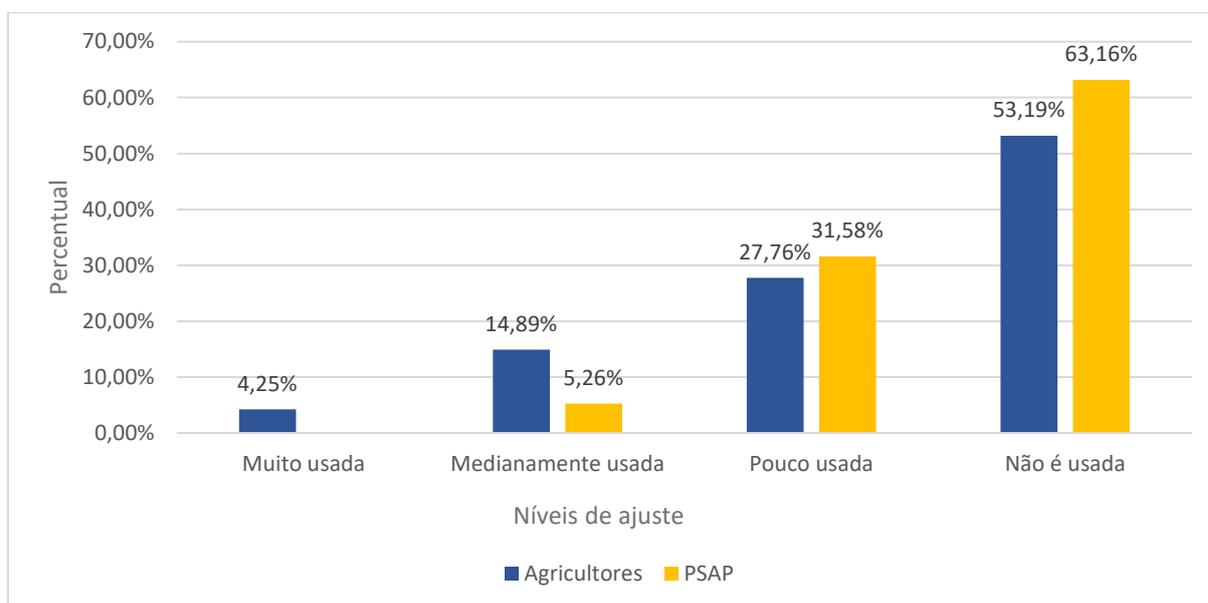


Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados com agricultores.  
PSAP: Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão.

#### 4.5.5 Ajuste de população de sementes por zonas de manejo

O ajuste da população de plantas conforme o potencial produtivo do talhão é uma técnica que está em expansão, tanto nas respostas dos agricultores e na opinião dos PSAP (Figura 36), estimando-se que seu uso possa chegar a 16% segundo Molin (2016).

Figura 36 - Ajuste da população de plantas por zonas de manejo



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.  
PSAP: Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão.

Há uma forte tendência de que esta técnica continue a se expandir significativamente nos próximos anos, pela fácil visibilidade ao produtor e pelos ganhos imediatos através da redução de sementes e aumento da produtividade, fatores estes que corroboraram positivamente para adoção de uma nova tecnologia (Roger, 2003). A isto, soma-se o fato de que, atualmente, as semeadoras, em sua maioria, estão saindo de fábrica com esta possibilidade, facilitando o seu emprego.

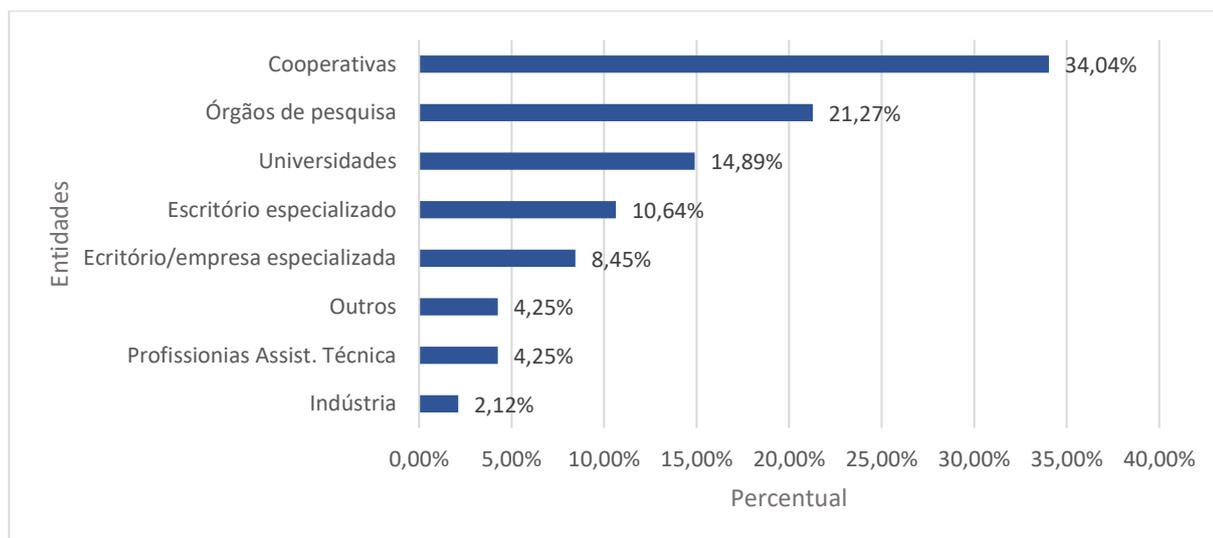
#### 4.6 CARACTERÍSTICAS DA ADOÇÃO E DIFUSÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO

##### 4.6.1 Entidades que os agricultores consideram mais confiáveis para obtenção de informações sobre agricultura de precisão

Entre as organizações e pessoas que atuam na AP, interagindo com os agricultores, esclarecendo, divulgando, informando sobre a tecnologia e apresentando resultados, as Cooperativas destacam-se como sendo as mais confiáveis, segundo 34,04% dos entrevistados nesta pesquisa. A seguir vêm os órgãos de pesquisa com 21,27% e às Universidades com 14,89%, enquanto 10,64% dos agricultores

consideraram que são os profissionais especializados, técnicos e agrônomos os principais veículos de informação sobre a AP (Figura 37).

Figura 37 - Entidades mais confiáveis para informações sobre agricultura de precisão, segundo a percepção dos agricultores.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

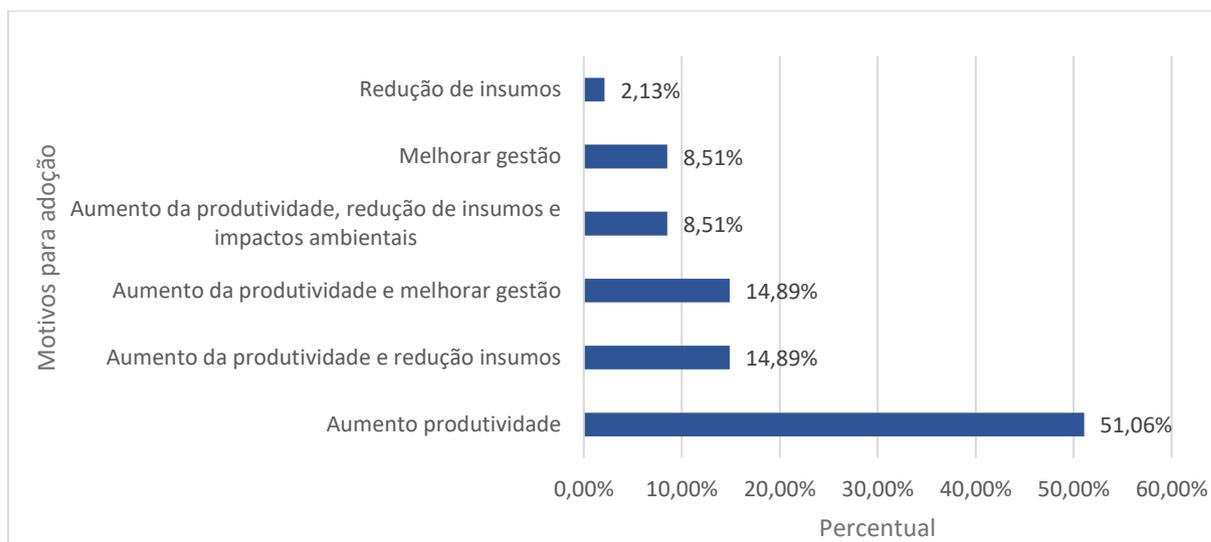
Os profissionais da assistência técnica foram mencionados por 4,25% e outros 4,25% consideraram nenhuma das entidades anteriormente elencadas. Cabe ressaltar que as Cooperativas, os órgãos de pesquisa e as Universidades, não estão entre as principais fontes pelas quais os agricultores tomam contato com a tecnologia. No entanto, estas entidades destacaram-se quando se trata de confiabilidade, o que também foi constatado anteriormente por Batista (2016).

#### 4.6.2 Motivos que levam a adoção da agricultura de precisão

Entre os agricultores entrevistados, o principal motivador para a adoção da AP foi à busca do aumento da produtividade com 51,06% das respostas, seguido do aumento da produtividade com redução no uso de insumos, segundo 14,89% dos respondentes. Melhorar a produtividade e a gestão foi o principal motivador para igual número de agricultores do item anterior. Minimizar os impactos ambientais, aumentar a produtividade e reduzir os insumos foi citado por 8,51% dos entrevistados, índice

igual aos que adotaram a tecnologia para melhorar gestão e, 2,13% buscaram a redução de insumos (Figura 38).

Figura 38 - Motivos que levaram a adoção da agricultura de precisão segundo a percepção dos agricultores



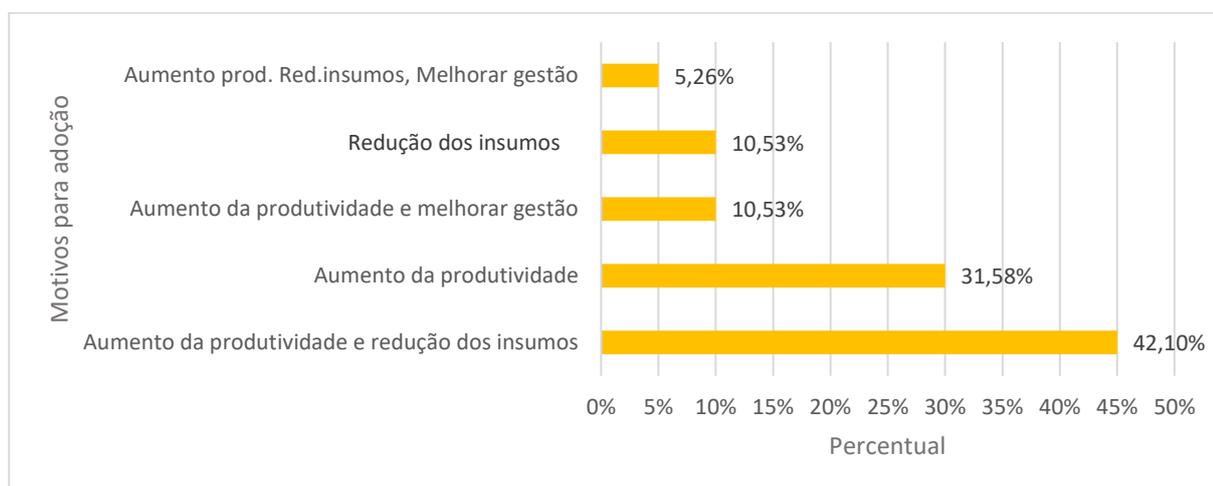
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

O mesmo questionamento foi feito aos PSAP, neste caso os resultados referendaram os motivos apontados pelos agricultores para adoção da AP. A questão apresentada foi qual o principal motivador para a adoção da AP na região de atuação da empresa? Segundo 42,10% dos entrevistados, a maioria dos agricultores busca na tecnologia o aumento da produtividade combinado com a redução no uso de insumos (Figura 39). Outra parcela expressiva, 31,58%, considerou que os agricultores almejam somente o aumento da produtividade ao adotarem a tecnologia. Aumento da produtividade e melhor gestão foi o objetivo dos agricultores na percepção de 10,53% dos PSAP, igual índice dos que procuram somente redução de insumos. A combinação de aumento de produtividade, redução de insumos e melhor gestão, foram reportadas como a expectativa inicial de 5,26% dos adotantes.

Vidal (2016) confirmou que o incremento na produção em quantidade e qualidade, refletindo diretamente no lucro, é o que lidera as respostas, como motivação para a adoção da AP. Entre os agricultores Húngaros, segundo apurado por Lencsés, Takács e Takács-György (2014), a situação difere um pouco. A redução dos impactos ambientais aparece entre os fatores motivadores para a adoção, visando

o aumento da produtividade, do lucro, da redução na aplicação de agroquímicos, economia de combustível, racionalização das entradas na lavoura e maior qualidade da sementeira. Nessa pesquisa não se pode afirmar, que no Brasil, a preocupação ambiental está entre as mais relevantes, no momento da opção pela tecnologia.

Figura 39 - Motivos que levaram a adoção da agricultura de precisão segundo a percepção dos prestadores de serviço



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

Os resultados da pesquisa remetem a uma reflexão de como as informações sobre a tecnologia estão chegando aos agricultores, na medida em que estes veem na tecnologia, quase que exclusivamente, uma possibilidade de aumentar a produtividade. Entretanto, a AP caracteriza-se fundamentalmente como uma ferramenta de gestão da produção. Assim, havia a expectativa de que o melhor gerenciamento fosse mais citado como fator motivador para adoção, principalmente considerando que, posteriormente, 72,34% dos agricultores entrevistados responderam que a adoção da AP influenciou na gestão e 68,08% na tomada de decisão, não só consolidando o conceito de AP como estratégia de gestão, como demonstrando que isto não está claro no momento da adoção pela tecnologia. Os agricultores só perceberam a melhoria da gestão após a sua adoção.

Cada vez mais a AP passa a ter características sistêmicas, podendo ser considerada uma nova forma de gestão da produção agrícola (CIRANI et al, 2010).

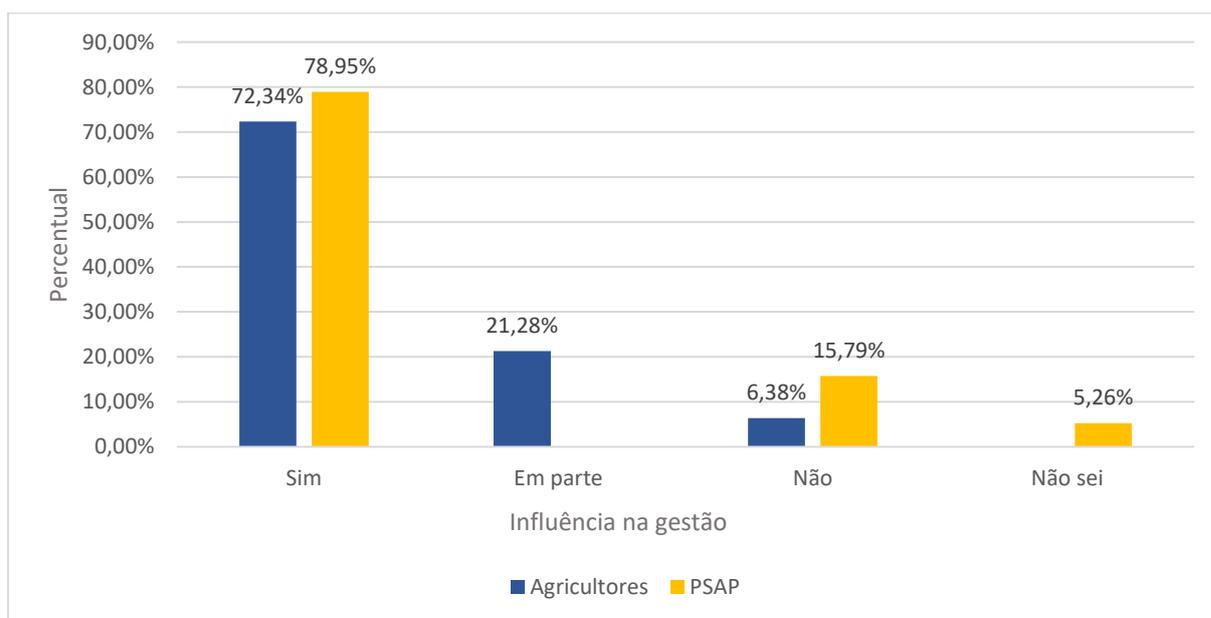
Sobre os motivos que levaram a adoção da AP, a ABMR&A (2014) e a FIESP (2013) acrescentaram o tipo de cultivo e o tamanho da propriedade, pelo fato dos

agricultores que cultivam maior extensão de área ser os primeiros a adotar a tecnologia.

#### 4.6.3 Agricultura de precisão e o planejamento da produção

Perguntado aos agricultores se a AP aprimorou a gestão, a resposta positiva apareceu com elevado índice entre os respondentes, 72,34% (Figura 40). No entanto, quando a pergunta foi que fatores mais motivaram para a adoção da AP, a gestão e o planejamento da lavoura foram pouco citados, conforme anteriormente mencionado.

Figura 40 - Possibilidade de influência da agricultura de precisão na gestão da propriedade e da produção

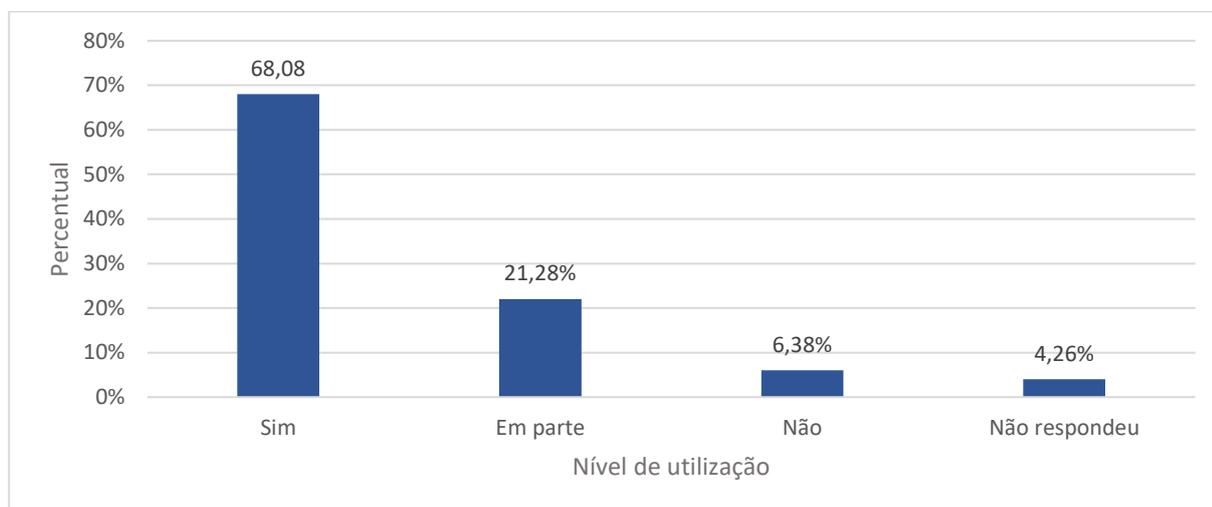


Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.  
PSAP: Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão.

A percepção dos PSAP mostrou a mesma tendência, onde 78,95% dos entrevistados afirmaram que os agricultores consideram que AP facilitou a gestão das propriedades.

A tomada de decisão por parte dos agricultores, atividade inerente ao processo de gestão de uma propriedade agrícola, apareceu como indicador que confirma os resultados anteriores, tanto no que se referem as respostas dos agricultores, quanto na constatação dos PSAP (Figura 41).

Figura 41 - Utilização da agricultura de precisão para a tomada de decisão, na percepção dos agricultores



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

Com isto, conclui-se que a tecnologia se constitui como ferramenta eficiente de gestão. No entanto, isto não fica claro quando ela é apresentada aos possíveis usuários e somente após a sua adoção é que eles constatarem este potencial.

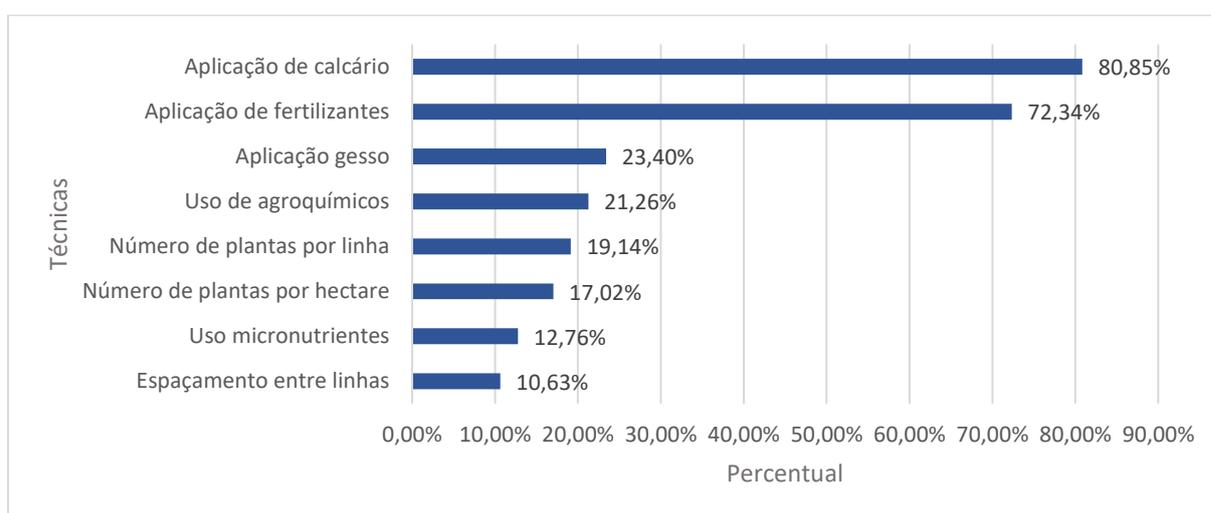
Esse entendimento remete a uma análise sob a perspectiva da teoria de difusão de inovações, seu potencial e paradigmas para melhorar a eficiência do processo de difusão de um novo produto, relativas ao tempo desde seu lançamento até o “*take off*”, que caracteriza-se na adoção por indivíduos suficientes para que se torne autosustentável, das estratégias relativas a divulgação e do comportamento dos prováveis consumidores, suas necessidades e desejos e sobre a gestão da difusão da inovação por aqueles que tem interesse neste processo, inclusive como um fator essencial para a sobrevivência das empresa de acordo com o postulado por Kotler e Keller (2006) e Rogers (2003).

#### 4.6.4 Processos que são mais influenciados pela adoção da agricultura de precisão

Quando questionados em quais fatores a AP mais interfere nas decisões, as aplicações de calcário e fertilizante destacaram-se de maneira expressiva, com 80,85 e 72,34% dos agricultores, respectivamente (Figura 42). Isto ratifica que entre as práticas da AP, a aplicação de corretivos e fertilizantes a taxa variável, está

universalizada e consolidada, conforme já reportado ao abordar-se as principais técnicas da AP utilizadas. O uso de agroquímicos, mesmo que não adotado de forma expressiva, foi reportado por 21,26%, o que significa que um maior número de informações obtidas durante o desenvolvimento da cultura e sobre o clima, favorece este tipo de intervenção que exige monitoramento constante e tomada de decisão rápida, em relação a semeadura, que esta pesquisa e a revisão de literatura apontaram com as mais empregadas.

Figura 42 - Técnicas que são influenciadas pela adoção da agricultura de precisão, segundo a percepção dos agricultores



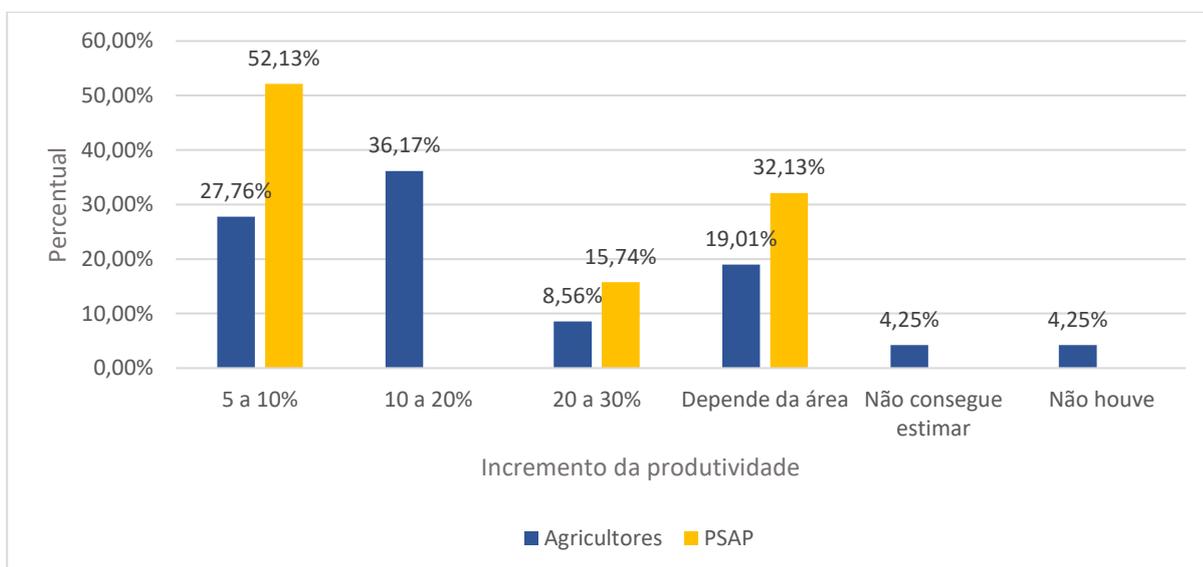
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

Nas discussões apresentadas por Souza Filho et al. (2011) quanto aos fatores que interferem na adoção e difusão de tecnologias na agricultura, despontam as condições socioeconômicas dos agricultores, as características da produção e da propriedade rural e as características da tecnologia. Sobre isso, Tey e Brindal (2012) agruparam trinta e quatro fatores. Desses, fazem parte os condicionantes relacionados a fatores socioeconômicos, agroecológicos, institucionais, fontes de informação, percepção dos agricultores, comportamentais e tecnológicos. Byerlee e Polanco (1986) ressaltaram a autonomia de cada um dos fatores, o que permite que cada agricultor possa adotar uma ou mais técnicas.

#### 4.6.5 Incremento da produtividade pela adoção da agricultura de precisão

Ao responderem se o uso da AP proporcionou aumento de produtividade, os agricultores reportaram ganhos entre 10 a 20% segundo 36,17% dos respondentes, para 27,76% entre 5 a 10% de aumento, enquanto que 8,56% consideram que houve um incremento de 20 até 30%. Já, 19,01% consideraram que depende da área e 4,25% não conseguem dimensionar, percentagem igual aos do que afirmaram não ter aumento (Figura 43).

Figura 43 - Percentagem de incremento da produtividade com o uso da agricultura de precisão



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.  
PSAP: Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão.

Entre os PSAP, 52,13% estimaram um aumento médio da produtividade entre 5% a 10%, 15,74% acreditam que este valor está entre 20% a 30% e 32,13% consideram o valor é variável de acordo com a área.

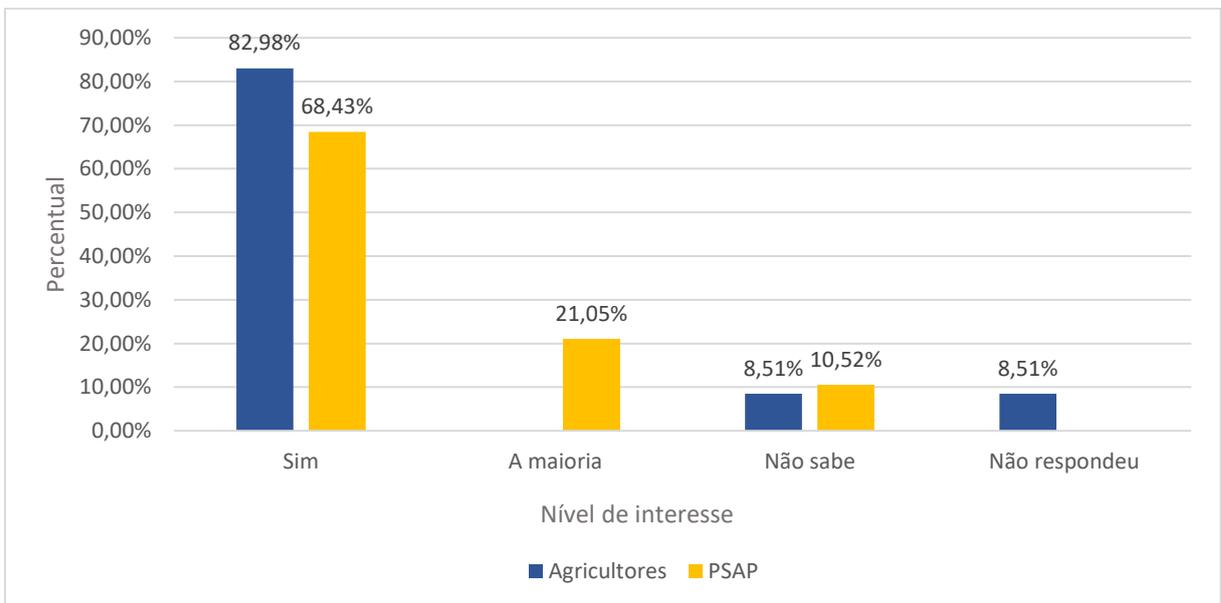
Ao se analisar individualmente as respostas relativas ao tempo de uso e o incremento na produtividade constata-se que maiores aumentos reportados estão entre os adotantes iniciais e aqueles que usam a tecnologia a mais de oito anos. Julga-se que nos adotantes iniciais isso ocorra em função de possuírem glebas muito desuniformes e a correção e fertilização a taxa variável induz a uma uniformização da fertilidade do solo com ganhos imediatos. Aqueles que adotam a AP a mais tempo já

estão familiarizados com a tecnologia gerenciando melhor os processos, bem como utilizam maior número de técnicas de forma complementar obtendo melhores resultados.

Com base nos resultados reportados, estima-se que o aumento da produtividade com o uso da AP tem um incremento que varia entre 5% a 20%, com uma maior frequência em torno de 10%. Ao mesmo tempo, tanto as respostas dos agricultores como dos PSAP demonstraram influência de outros fatores que interferem na produtividade, ao fazerem menção que o incremento é dependente do tipo de área.

Os resultados obtidos junto aos PSAP estão um pouco abaixo dos reportados pelos próprios agricultores, o que reduz a perspectiva de intencionalidade dos entrevistados, bem como, podem estar relacionados a outros fatores que interferem na produtividade, como o relevo e o clima, entre outras características peculiares do Rio Grande do Sul, onde foi constituída a totalidade da amostra dos agricultores (Figura 44).

Figura 44 - Caso ainda não estivessem adotando a tecnologia da AP teriam interesse futuro em utilizá-la?



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.  
PSAP: Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão.

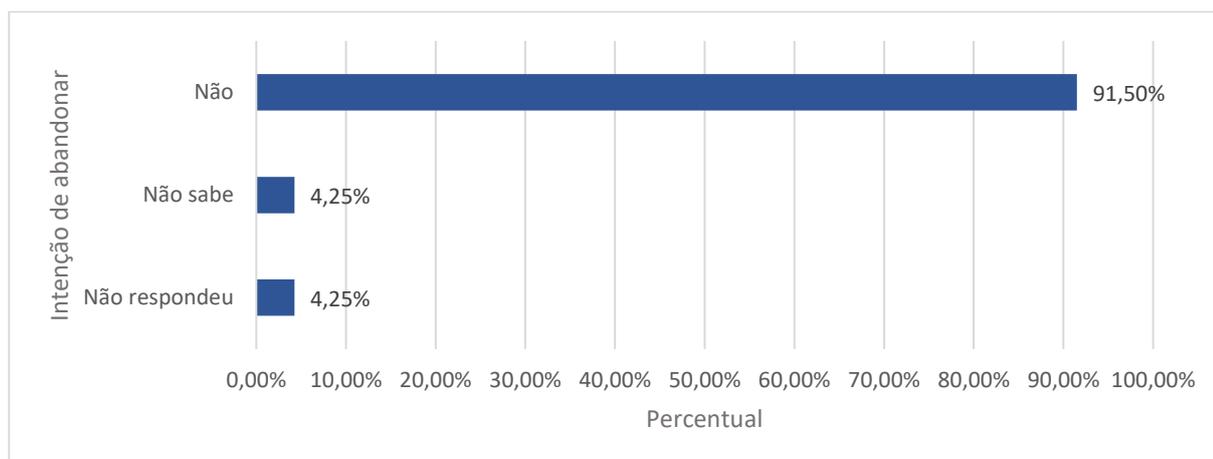
Os dados mantêm relação positiva com as respostas dos agricultores referentes ao incremento de produtividade, na medida em que 82,98% dos

agricultores afirmaram que se não estivessem utilizando a tecnologia, o fariam, e nas regiões de atuação dos PSAP 68,43% adotaria na totalidade e 21,05% dos PSAP consideram que dos atuais usuários de AP, a maioria adotaria a tecnologia se não estivessem usando (Figura 44).

#### 4.6.6 Intenção de agricultores usuários da agricultura de precisão que pretendem desistir no futuro

Sobre a possibilidade de deixar de utilizar a tecnologia, 91,50% afirmam que não, 4,25% dos entrevistados têm dúvida e 4,25% não responderam, pelo que se constata a inexistência de agricultores com clara intenção de abandonar a AP (Figura 45). Este resultado está de acordo com o nível de satisfação com a adoção da tecnologia (Figura 20).

Figura 45 - Intenção dos agricultores de abandonar a agricultura de precisão no futuro

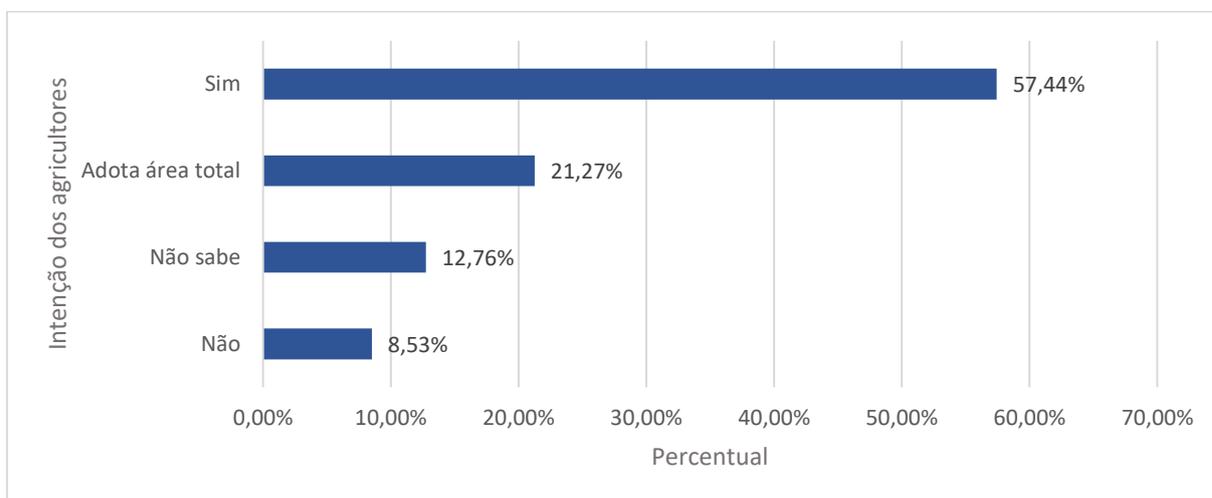


Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

#### 4.6.7 Intenção de ampliar a área com adoção da agricultura de precisão (projeção para o futuro)

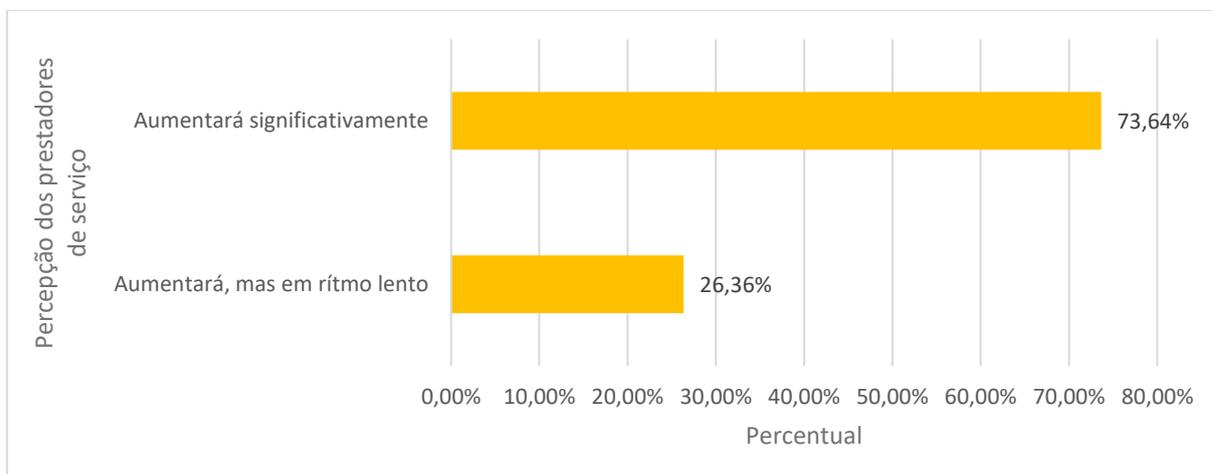
Os resultados reportados indicaram um crescimento acentuado no uso da AP tanto pelas respostas dos agricultores (Figura 46) como pela percepção dos PSAP (Figura 47). Dentre os agricultores entrevistados, 57,44% manifestaram intenção de aumentar a área de adoção de AP, 21,27% já adotam em toda área, 8,53% não pretendem aumentar e 12,76% não tem posição definida.

Figura 46 - Intenção dos agricultores em aumentar a área cultivada com agricultura de precisão no futuro



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

Figura 47 - Projeção para a adoção da agricultura de precisão nos próximos anos, segundo a percepção dos prestadores de serviço



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados coletados.

Segundo 73,64% dos PSAP entrevistados, a adoção aumentará significativamente nos próximos anos e 26,36% acreditam que aumentará num ritmo pequeno. Não houve respostas prevendo a estabilização ou redução do uso da tecnologia. Este resultado está coerente com a pergunta anterior sobre intenção de desistir da tecnologia (Figura 45).

Os resultados da pesquisa sugerem que existe uma forte intenção dos agricultores em adotar ou ampliar o uso da AP. Os PSAP também constatam em sua área de atuação esta perspectiva. Esta tendência converge com a experiência reportada fora do Brasil, onde Lencsés, Takács e Takács-György (2014), apuraram que um quarto dos agricultores Húngaros não usuários, planejam adotar a AP no futuro. Entretanto, a adoção e difusão da tecnologia, extrapolam os aspectos relacionados à eficiência desta e a simples intenção dos agricultores em adotá-la, interferindo neste processo um conjunto de fatores abordados quando se tratou dos condicionantes para a adoção e difusão.

## 5 CONCLUSÕES

Os agricultores que adotam a AP apresentaram um perfil que em sua maioria apresentam elevado nível de escolaridade, predominando o ensino superior completo, seguido dos que possuem ensino médio. A faixa etária predominante dos usuários de AP está entre 40 a 50 anos, sendo que a maioria adotou a tecnologia nos últimos 6 anos. As propriedades agrícolas com maior tamanho foram as que tiveram maior adoção da AP.

As culturas de grãos que mais utilizam as ferramentas da AP são a soja e o milho.

A forma pela qual os usuários adquiriram conhecimento sobre a AP é bastante diversificada, com destaque para as feiras e exposições, atuação de escritórios de assistência técnica e empresas prestadoras de serviço especializadas, agricultores inovadores e a mídia. As cooperativas, órgãos de pesquisa e universidades são reportados como os órgãos mais confiáveis como fonte de informações, porém a abrangência de sua atuação é limitada.

A adoção da AP dá-se, principalmente, objetivando o aumento de produtividade e a redução do uso de insumos. A melhor gestão da propriedade e dos fatores de produção também foi destacada entre os que já utilizam a AP.

O nível de satisfação dos agricultores com a tecnologia é muito bom, existindo a intenção de 70% dos agricultores de ampliar a adoção da AP, uma vez que o investimento foi compensado pelo incremento de produtividade das culturas. Os agricultores entrevistados reportaram que em média o incremento de produtividade foi de 10%, com o resultado influenciado pelas características intrínsecas da área de adoção.

Atualmente, as principais ferramentas da AP são a aplicação de corretivos do solo e fertilizantes a taxa variável, com base em um mapa temático de fertilidade do solo gerado sob um grid com predominância de 1 ha no Rio Grande do Sul e de 3 ha considerando as demais regiões do país, notadamente o centro-oeste. A amostragem de solo com base em zonas de manejo ainda é incipiente. O ajuste de população de sementes por zonas de manejo ou por ambientes destaca-se entre as práticas recentes com grande potencial de expansão nos próximos anos. Assim como a utilização de agroquímicos a taxa variável ainda é pouco utilizada, entretanto, por

possibilitar uma redução na quantidade de produto ao diminuir a sobreposição nas áreas de manobra.

Os mapas de colheita, embora sejam uma das ferramentas mais tradicionais da AP e que grande parte das colhedoras atualmente esteja equipada de série das fábricas, ainda são pouco utilizados no Brasil.

Os sistemas de navegação por satélites são os instrumentos mais utilizados, principalmente o piloto automático, que é utilizado inclusive por agricultores que não adotam nenhuma outra técnica da AP. O sinal mais utilizado é o GPS e a utilização de sinais de melhor acurácia é limitado pelo custo.

O custo e a falta de mão de obra especializada são, respectivamente, os principais fatores limitantes para a adoção e difusão da AP no Brasil. O atendimento pós-venda foi classificado pela maioria dos agricultores como deficiente. A qualidade dos serviços especializados em AP foi classificada como boa, apesar de um conjunto expressivo de agricultores reportarem a opção de troca de prestador de serviço, evidenciando sua insatisfação.

Existe falta de publicações acessíveis, principalmente aos agricultores e consultores, no que se refere a AP.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A agricultura de precisão tende a percorrer caminhos semelhantes a outras tecnologias empregadas na agricultura que foram sendo experimentadas, validadas, adaptadas e incorporadas gradualmente ao processo de produção agrícola. Algumas mais rapidamente, outras menos, com maior ou menor ceticismo, mas que hoje convivem harmonicamente com técnicas milenares.

Para tanto, basta verificar entre as tantas, as que já foram incorporadas à agricultura a mais tempo, como a mecanização agrícola e a irrigação, e as mais recentes como a introdução de novas variedades, cultivares e híbridos, o plantio direto, o controle fitossanitário, onde muitas continuam em constante transformação e evolução anos após a sua adoção.

Dentro destas, acredita-se que a AP não será vista no futuro como uma forma diferenciada de produção agrícola, mas como mais um conjunto de técnicas rotineiras que são utilizadas na agricultura, objetivando aumentar a produtividade e reduzir custos e impactos ambientais.

A ampla adoção do uso das técnicas da AP na produção agrícola tende a ser um processo mais demorado e complexo do que ocorreu com outras tecnologias, porque engloba vários ramos da ciência, alguns de alta complexidade, além de dividir-se em várias técnicas, onde a eficácia de cada uma poderá variar segundo um conjunto de fatores locais. Assim, é necessário que no processo de aperfeiçoamento da tecnologia, esta seja ajustada para uso na diversidade de situações relativas a clima, solo, topografia, poder econômico, tamanho das propriedades, entre outros, o que de certa forma já vem ocorrendo.

As diferenças regionais de um país com dimensões continentais como o Brasil, os custos de implantação, a falta de mão de obra qualificada, a falta de infraestrutura de comunicação, os fatores externos que interferem na produção, e o fato de estar em constante transformação e evolução, podem reduzir o ritmo imaginado de adoção da AP no Brasil, entretanto a considerar-se como um processo definitivo, onde com o passar do tempo algumas técnicas irão se modificar, aprimorar, algumas deixarão de ser utilizadas e novas vão surgir. Neste sentido pode-se citar as plataformas digitais, que começam a ser desenvolvidas, envolvendo grandes organizações ligadas ao agronegócio, as quais serão alimentadas pelos próprios agricultores, onde com as

informações, dados analíticos e, através desses indicadores, vão gerar recomendações precisas aos produtores.

Também, o uso de imagens de satélite, em uma determinada região pode indicar as propriedades com melhor desenvolvimento e as que apresentam problemas, sendo que estes poderão ser sanados a partir de informações das propriedades vizinhas, dentro da linha de emparcelamento virtual (PINAKI & MANISHA, 2009).

Aparentemente, a indústria e os usuários não estão no mesmo ritmo, tanto que os números demonstram que existem mais colhedoras com sensores de produtividade do que agricultores que utilizam esta ferramenta. De modo semelhante, muitos agricultores possuem mapas temáticos de atributos da fertilidade do solo, porém não realizam a taxa variável de insumos. Outros possuem imagens de satélites de suas lavouras, mas não fazem nenhuma intervenção sitio-específico. Assim, a tecnologia disponibilizada avança mais rapidamente do que a capacidade dos agricultores brasileiros em absorver e utilizar eficientemente as ferramentas.

As dificuldades referentes a custos para a difusão da AP podem ser minimizadas por diversas formas, seja por financiamento subsidiado, a nacionalização de máquinas e equipamentos, como vem ocorrendo na Argentina, a desoneração tributária para importação, estratégia adotada no Paraguai. A tendência é que como todos os equipamentos, a partir de um determinado tempo tenha uma redução de preço.

Entretanto, a questão da falta de mão de obra qualificada é algo que só pode ser resolvido através de uma política nacional de capacitação em grande escala, envolvendo SENAR, Universidades, Institutos Federais, Escolas Técnicas, Cooperativas e outras organizações que possam se agregar nesta ação, principalmente ao se considerar esta questão como determinante para a adoção da AP, pois uma tecnologia pode ser tecnicamente e economicamente viável, entretanto, não poderá ser aplicada se não houver pessoas aptas a utilizá-las. Esta é uma das principais questões a ser enfrentada.

Incentiva-se que mais pesquisas como esta, que trata dos condicionantes e resultados da AP sejam intensificadas e, considerando a dimensão do Brasil, talvez a solução seja a sua regionalização e o trabalho em rede.

Ainda, constatou-se uma grande dificuldade de quantificar o tamanho da AP no Brasil, o espaço para sua difusão e a falta de programas oficiais, financiamento e a atração de investimentos.

Outro indicador que permite fazer projeções é o fato que esta pesquisa e as realizadas por Anselmi (2012); Antoline (2015); Soares Filho e Da Cunha et al. (2015) e Batista (2016), mostraram que em torno de 60% dos adotantes de AP o fizeram nos últimos seis anos e que aponta para um cenário promissor de crescimento.

A instalação do Comitê Brasileiro de AP coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, reunido os principais atores da AP no País (EMBRAPA, 2014) é a primeira ação oficial de suporte e que deverá implementar ações de fomento para desenvolvimento da AP.

A partir da inovação tecnológica, julga-se que é possível atender as necessidades estimadas pela FAO (2016), de aumento de produção de alimentos entre 60 e 70% até 2050, somente através do acréscimo de produtividade em áreas já cultivadas.

A crise econômica mundial e brasileira interfere de forma significativa no valor das *Commodities*, no valor das máquinas equipamentos e insumos pela relação com a variação cambial, entretanto, entende-se não ser este um fator limitante para o crescimento da AP, pois na medida em que pode provocar aumento de custos, este terá de ser compensado pela melhor gestão, com o uso racional dos insumos e aumento de produtividade para manter a viabilidade, o que somente será alcançado por maior eficiência no processo de produção, onde a AP pode contribuir de forma significativa inclusive com a mitigação dos impactos ambientais onde a AP cada vez mais se caracteriza e se consolida como uma ferramenta eficiente de gestão da produção agrícola.

A produção de alimentos que garanta a segurança alimentar é questão fundamental para a espécie humana e manutenção do planeta, entretanto as duas necessitam caminhar de forma conjunta, para dar conta do déficit atual e das projeções de aumento da população no mundo e a tecnologia, entre elas a AP, é a ferramenta capaz de buscar este equilíbrio.



## REFERÊNCIAS

- ABMR&A. Associação Brasileira de Marketing Rural e Agronegócios. **Perfil comportamental e hábitos de mídia do produtor rural Brasileiro 2013/2014**. 2014. Disponível em: <<http://www.abmra.org.br/pesquisa.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2016.
- AITA, V. **Manejo localizado de lagartas e percevejos na cultura da soja**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, RS, 2013.
- AMADO, T. J. C. et al. Projeto Aquarius - Cotrijal: pólo de AP. **Revista Plantio Direto**. 91. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2006.
- AMADO, T. J. C. et al. Viabilidade técnica e econômica da agricultura de precisão no sistema cooperativo do Rio Grande do Sul. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO, 16., 2011, Santa Cruz do Sul. **Anais...** Santa Cruz do Sul: UNICRUZ, 2011. Disponível: <<https://goo.gl/gnqir9>>. Acesso em: 20 out. 2016.
- ANSELMINI, E. A. **Adoção da agricultura de precisão no Rio Grande do Sul**. 2012. 104f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- ANTOLINI, L. S. **Condicionantes de adoção de agricultura de precisão por produtores de grãos**. 2015. 106f. Dissertação (Mestrado em Administração de Organizações) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-22022016-170917/>>. Acesso em: 22 dez. 2016.
- ARTUZO, F. D. **Análise da eficiência técnica e econômica da agricultura de precisão a taxa variável de fertilizantes na cultura da soja no RS**. 2015. 113f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Centro de Estudos em Agronegócio, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/129445>>. Acesso em: 15 dez. 2016.
- BATISTA, J. A. **Adoção da agricultura de precisão na Amazônia: estudo de caso na região cone sul do estado de Rondônia**. 2016. 85f. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) - Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, Colégio Politécnico, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.ufsm.br/handle/1/4841>>. Acesso em: 10 dez. 2016.
- BERNARDI, A. C. C. et al. (Ed. téc.). **Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília: Embrapa, 2014.
- BERNARDI, A. C. C.; INAMASU, R. Y. Precision agriculture use in selected agricultural regions. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 12., 2014, Sacramento, CA. **Anais...** Sacramento, CA: IPNI/USP, 2014.

BLACKMORE, S.; GODWIN, R.; FOUNTAS, S. The analysis of spatial and temporal trends in yield map data over six years. **Biosystems Engineering**, London, v. 84, n. 4, p. 455-466, 2003.

BRETANHA, B. **Tecnologia aumenta eficiência em até 30%**. São Paulo: Encarte do Núcleo de Projetos e Pesquisas Especiais do Jornal Estadão, 2015.

BYERLEE, D.; POLANCO, E. H. Farmers' stepwise adoption of technological packages: evidence from the mexican altiplano. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 68, n. 3, p. 519-527, 1986.

CHERUBIN, M. R. et al. Dimensão da malha amostral para caracterização da variabilidade espacial de fósforo e potássio em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 2, p. 168-177, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2015000200009>>. Acesso em: 10 set. 2017.

CIRANI, C. B. S. et al. Uma análise de inovação a partir do estudo da adoção e uso de tecnologias de agricultura de precisão na indústria sucroalcooleira paulista. **Revista de Administração e Inovação**, v.7, n. 4, p. 186-205, out/dez 2010.

COELHO, J. P. C.; DA SILVA, J. R. M. **Inovação e tecnologia na formação agrícola**: agricultura de precisão. Lisboa: Associação dos Jovens Agricultores de Portugal (AJAP), 2009.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: safra 2015/16. Brasília: CONAB, 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_06\\_13\\_12\\_32\\_09\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_13_12_32_09_boletim_graos_janeiro_2016.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2017.

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, n. 2, p. 163-177, 2003.

DABERKOW, S. G.; MCBRIDE, W. D. **Information and the adoption of precision farming**. American Agricultural Economics Association, Annual meeting, Chicago, 5-8 ago. 2001.

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.

DAVIES, S. **The diffusion of process innovations**. Cambridge: Cambridge University Press, 1979.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **Brasil será um dos maiores exportadores de alimentos, prevê FAO**. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/436508/>>. Acesso em: 16 maio 2017.

FERGUSON, R. B. **Precision agriculture in the United States**: practices and opportunities. Lincoln: Department of Agronomy and Horticulture University of Nebraska, 2015.

FIESP. **Federação das Indústrias de São Paulo**. 2013. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

FIESP; OCB. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo e Organização das Cooperativas Brasileiras. **Perfil dos Produtores Brasileiros**. 2015. Disponível em: <<http://icagro.fiesp.com.br/perfilprodutor.asp>>. Acesso em: 11 jan. 2017.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Tradução de Joice Elias Costa. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FOUNTAS, S. et al. Farmer experience with precision agriculture in Denmark and the US Eastern Corn Belt. **Precision Agriculture**. v. 6, n. 12, p. 121-141, 2005.

FOUNTAS, S.; PEDERSEN, S. M.; BLACKMORE, S. ICT in precision agriculture - diffusion of technology. **Precision Agriculture**, Stafford, v. 7, jun. 2007.

FRANCISCO, E.; GIMENEZ, L. **Brazilian precision agriculture in perspectiva**. International Plant Nutrition Institute – IPNI, INFOAG, Conference, 2015. Disponível em: <<http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/9F7B543A2DEBAA7B83257E9E006F142A/FILE/Precision%20Ag%20in%20Brazil,%20VF.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2017.

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.

HOLLAND, J. K.; ERICKSON, B.; WIDMAR, D. A. **Precision agricultural services dealership survey results**. West Lafayette, Indiana: Dept. of Agricultural Economics, Purdue University, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados brutos, censo agropecuário 2006**. 2009. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro\\_2006.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf)>. Acesso em: 19 jan. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PNAD Pesquisa nacional por amostra de domicílios**. Brasília. IBGE, 2015.

INCRA. **Sistema Nacional de Cadastro Rural**. 2009. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/estrutura-fundiaria/estat-sticas-de-im-veis-rurais->>. Acesso em: 20 jan. 2017.

INTA MANFREDI. Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária. **Curso internacional de agricultura de precisión**, 13., INTA Manfredi. 24 y 25 de septiembre de 2014. Manfredi, Pcia. de Córdoba, Argentina, 2014. Disponível em: <<http://www.agriculturadeprecision.org/articulos/13roCursoAgPrec.asp>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

INTA MANFREDI. Instituto Nacional de Pesquisa Agropecuária. **Adoção de Tecnologias para Sistemas Agrícolas Sustentáveis**. Red Agricultura de precisión, EEA Manfredi, Córdoba, Argentina, 2000. Disponível em: <<http://www.agriculturadeprecision.org/index.asp?tit=Novidades>>. Acesso em: 17 jan. 2017.

IRGA. **Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA)**, 07 nov. 2014. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/4930/area-plantada-com-arroz-no-estado>>. Acesso em: 18 out. 2016.

KARAHANNA, S.; STRAUB, D. W.; CHERVANY, N. L. Information technology adoption across time: a cross-sectional comparison of pre-adoption and post-adoption beliefs. **MIS Quartely**, v. 23, n. 2, p. 183-213, 1999.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de marketing**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

LANDGRAF, L. Tecnologia e planejamento são diferenciais de produtividade e rentabilidade em soja. **Embrapa**, 30 out. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/6805606/tecnologia-e-planejamento-sao-diferenciais-de-produtividade-e-rentabilidade-em-soja>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

LENCSES, E.; TAKÁCS, I.; TAKÁCS-GYÖRGY, K. Farmers' perception of precision farming technology among hungarian farmers. **Sustainability**, v. 6, p. 8452-8465, 2014.

LOWENBERG-DEBOER, J.; BOEHLJE, M. D. Revolution, evolution, or dead-end: economic perspectives on precision agriculture. In: ROBERTS, P. C.; RUST, R. H.; LARSON, W. W. (Ed.). **Proceedings of the Third International Conference on Precision Agriculture**. Minneapolis, Minnesota. Madison, Wis.: American Society of Agronomy/Crop Science Society of America/Soil Science Society of America, 1996. p. 923-944.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura de Precisão**. Brasília: MAPA/ACS, 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/tecnologia-agropecuaria/agricultura-de-precisao-1>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Arroz**. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz>>. Acesso em: 12 fev. 2017.

MILICS, G. et al. **Precision Agriculture – Technical Development for a Sustainable Agriculture**. International Scientific Conference on Sustainable Development & Ecological Footprint. Sopron, Hungary, 26-27 mar. 2012.

MOLIN, J. P. **Agricultura de precisão**: o gerenciamento da variabilidade. Piracicaba: Oficina de Textos, 2001.

MOLIN, J. P. **Agricultura de precisão**: situação atual e perspectivas. 2016. Disponível em: <<http://br.monografias.com/trabalhos901/agricultura-precisao-situacao/agricultura-precisao-situacao.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2017.

MOULIN, R. Mapa do Brasil vetorizado. **Design Interativo**, 23 fev. 2011. Disponível em: <<http://www.designinterativo.etc.br/design/mapa-do-brasil-vetorizado>>. Acesso em: 05 set. 2017.

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**, Viçosa, v. 3, n. 3, p. 377-398, 2005.

ONU. Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura. **O Brasil no Relatório de Insegurança Alimentar no Mundo de 2014**: resultados alcançados na superação da fome e da extrema pobreza. 2014. Disponível em: <[http://www.fao.org.br/download/SOFI\\_p.pdf](http://www.fao.org.br/download/SOFI_p.pdf)>. Acesso em: 13 mai. 2017.

PEDERSEN, S. M. et al. **ICT in Precision Agriculture – diffusion of technology**. Wageningen Academic Pub, 2007.

PEDERSEN, S. M.; FERGUSON, R. B.; LARK, M. A multinational survey of precision farming early adopters. **Farm Management**, v. 11, n. 3, p. 147-162, 2001.

PEIXOTO, C. M. Sementes e mudas: a evolução da produtividade do milho no Brasil. **Jornal Dia de Campo**, 26 mai. 2011. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=24396&secao=Sementes%20e%20Mudas>>. Acesso em: 12 jan. 2017.

PINAKI, M.; MANISHA, B. Adoption of precision agriculture technologies in India and in some developing countries: Scope, present status and strategies. **Progress in Natural Science**. v. 19, n. 6, p. 659-666, 2009.

REETZ, H. 20/20 Vision on precision - what the last 20 years has shown us / what the next 20 promises to give us. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF PRECISION AGRICULTURE, 10., 2010, Denver. **Proceedings**. Denver, 2010. 1 CD-ROM.

RICE, W. C. **Tópicos em ciência do solo**: agricultura no Brasil e Norte Americana frente às mudanças climáticas globais. Disciplina ministrada no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

RIVAS, L. Safra 2015: Conab reduz estimativa de produção de trigo para 6,76 mil toneladas no Brasil. **Agrolink**, 11 jun. 2015. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/noticias/safra-2015--conab-reduz-estimativa-de-producao-de-trigo-para-6-76-mi-t-no-brasil\\_219670.html](https://www.agrolink.com.br/noticias/safra-2015--conab-reduz-estimativa-de-producao-de-trigo-para-6-76-mi-t-no-brasil_219670.html)>. Acesso em: 10 fev. 2017.

ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. 5. ed. Nova York: Free Press, 2003.

SANTI, A. L. **Relações entre indicadores de qualidade do solo e a produtividade das culturas em áreas com AP**. 2007. 175f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SANTI, A. L. et al. Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, p. 1346-1357, 2012.

SCHIMMELPFENNIG, D.; EBEL, R. On the doorstep of the information age recent adoption of precision agriculture. United States Department of Agriculture. **Economic Research Service Economic Information**, Bulletin n. 80, aug. 2011.

SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Agricultura de precisão**. Brasília: SENAR, 2016. Disponível em: <<http://www.senar.org.br/programa/agricultura-de-precisao>>. Acesso em: 06 dez. 2016.

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

SMITH, K. R. Does Off-farm work hinder “smart” farming?. **Agricultural Outlook**, v. 12, p. 28-30, 2002.

SOARES FILHO, R.; DA CUNHA, J. P. A. R. Agricultura de precisão: particularidades de sua adoção no sudoeste de Goiás–Brasil. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 689-698, jul./ago. 2015.

SOUZA FILHO, H. M. et al. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 223-255, jan./abr. 2011.

TEY, Y. S.; BRINDAL M. Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. **Precision Agriculture**, v. 13, n. 6, p. 713-730, 2012.

TORBETT J. C. et al. Perceived importance of precision farming technologies in improving phosphorus and potassium efficiency in cotton production. **Precision Agriculture**, v. 8, n. 3, p. 127-137, 2007.

VIDAL, L. R. **Aplicação de técnicas de AP em áreas do cultivo do fumo na agricultura familiar**. 2016. 105f. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) - Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.



## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS AGRICULTORES



Universidade Federal de Santa Maria  
 Centro de Ciências Rurais  
 Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
 Agrícola



Apoio



Prezado usuário de AP.

Este questionário destina-se a obter informações para traçar o perfil do produtor que utiliza Agricultura de Precisão no Brasil, sua opinião sobre a tecnologia como vantagens, desvantagens, dificuldades encontradas, sugestões para melhoria do processo, entre outras informações. Os resultados darão origem a um documento, (Tese de Doutorado) sob a orientação do prof. Dr. Telmo Amado Carneiro. Este documento será disponibilizado como um instrumento que possa contribuir com a AP em nível de produtores, agências de assistência e empresas produtoras de equipamentos.

Sua contribuição é de extrema importância e sua identidade e será mantida em sigilo.

Obrigado pela Colaboração.

Canrobert Kumpfer Werlang – Acadêmico

**Município:** \_\_\_\_\_ **Estado** \_\_\_\_\_

**Nome do produtor (opcional)** \_\_\_\_\_

**1) Idade:**    ( ) Menos de 30 anos    ( ) De 30 a 40 anos    ( ) Mais de 40 a 50 anos  
                   ( ) Mais de 50 a 60 anos    ( ) Mais de 60 anos

**2) Escolaridade:**

( ) Ensino Fundamental Incompleto    ( ) Ensino Fundamental completo  
 ( ) Menor que 2º grau – Ensino Médio    ( ) 2º grau incompleto Ensino Médio  
 ( ) 2º grau completo – Ensino Médio    ( ) Superior incompleto  
 ( ) Superior completo

**3) Tamanho da área de cultivo total:** \_\_\_\_\_ ha.    **Área em aplica AP** \_\_\_\_\_ ha.

**4) Pretende ampliar a área com AP:**

Sim  Não  Não sabe

**5) Tem intensão de abandonar a AP:**

Sim  Não  Não sabe

**6) Tempo em utiliza AP:**  Menos de 2 anos  Mais de 2 a 4 anos

Mais de 4 a 6 Anos  Mais de 6 a 8 anos  Mais de 8 a 10 anos

Mais de 10 anos.

**7) Cultura em que aplica AP:**

Soja  Milho  Trigo  Arroz  Outra Qual: \_\_\_\_\_

**8) Ao adotar a AP o fator que mais influenciou foi:**

Possibilidade do aumento da produtividade

Possibilidade de usar menos insumos

Possibilidade de diminuir os impactos ambientais

Aprimorar o gerenciamento

**9) No mapa de fertilidade usa malha amostral (malha amostral) para coleta de solo:**

Menos de 1 hectare  1 ha  3 hectares  4 hectares

Mais de 5 hectares  Outra

**10) Com o uso da AP considera que houve redução no uso de insumos?**

Menos de 5%  entre 05 e 10 %  entre + de 10 e 20%

entre + de 20 e 30%  depende do tipo da área  Não sabe

Não houve

**11) Com a AP as lavouras apresentaram produtividade mais uniforme?**

Sim  Não  em parte  depende da área  Não sabe

**12) Com o uso da AP você considera que houve aumento da produtividade em:**

Memos de 5%  entre 05 e 10 %  entre mais de 10 e 20%

entre mais de 20 e 30%  depende do tipo da área  Não sabe

Não houve

**13) Costuma realizar mapas de colheita?**

Sim  Não  em algumas áreas

**14) Os resultados obtidos com a adoção da AP atenderam as expectativas iniciais?**

Sim  Não  em parte

**15) Se não estivesse utilizando a AP hoje você adotaria?**

Sim  Não  Não sabe

**16) Como tomou conhecimento sobre a existência e funcionamento da AP que levo a tomar a decisão de adotar?**

Outros Produtores  visita Comercial  Feiras e exposições  Leituras  
 Projeto Aquarius  Universidades  Organismos de pesquisa  
 Outros \_\_\_\_\_

**17) Com o uso da AP provocou o aumento no uso de insumos?**

Sim  Não  em algumas áreas

**18) Você considera que o custo da adoção e manutenção da AP é muito elevado?**

Sim  Não  Um pouco

**19) Você encontrou alguma dificuldade na utilização das ferramentas e tecnologias da AP?**

Sim  Não  Um pouco

**20) Quais foram as principais dificuldades para adoção da AP?**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**21) Em qual das ferramentas em que você percebeu maior retorno?**

Gerenciamento da lavoura  Na calagem  Na fertilização  
 Na semeadura  Na aplicação de agroquímicos  Na colheita.  
 Não percebi

**22) Durante o tempo em que adota AP, você utilizou mais que uma empresa especializada (prestadora de serviço)?**

Sim  Não  Não contrato empresa

**23) Como você qualifica a qualidade do serviço prestado pelas empresas do ramo de AP.**

Bom  Regular  Ruim  Não utilizo empresa

**24) Qual fonte de informações e suporte que você mais utiliza e confia na busca de informação.**

escritório  indústrias  universidades  Cooperativas  
 Órgãos de pesquisa  outro \_\_\_\_\_

**25) Houve problemas de compatibilidades entre os equipamentos, softwares etc?**

Sim  Não  Algumas vezes

**26) Aconteceram situação em que você teve de criar solução própria para um problema?**

Sim  Não

**27) Você considera que as atuais ferramentas da AP atendem as suas necessidades?**

sim  Não

**Caso entenda que não, se quiser exemplifique.**

---

---

**28) Você entende que existem ganhos que compensam os investimentos em AP?**

Sim  Não  Em parte

**29) Você encontrou dificuldades em encontrar profissionais habilitados para operar as tecnologias da AP?**

Sim  Não  Em parte  Eu opero

**30) As empresas que vendem os equipamentos prestam assistência pós-venda de forma satisfatória?**

Sim  Não  Em parte

**31) O uso da AP tem facilitado o planejamento da produção?**

Sim  Não  Em parte

**32) Em qual(is) manejo(s) a AP auxilia na sua tomada de decisão?**

- Aplicação de calcário  Aplicação de gesso agrícola
- Aplicação de fertilizantes  Aplicação de micronutrientes
- Fertilizantes em cobertura  Adubos foliares
- Aplicação de defensivos (inseticidas, fungicidas etc
- Aplicação de herbicidas  Gestão da propriedade
- Número de plantas por linha  Espaçamento das linhas
- Número de plantas por hectare.  \_\_\_\_\_

**33) Quais dos equipamentos relacionados a AP que apresentam mais problemas:**

---

---

**34) Já pensou em abandonar a AP?**

Sim  Não  Não sabe

**35) Que equipamentos da AP você entende que deveriam ser melhorados?\_**  

---

---

**36) Considerando as propriedades a sua volta como você classifica o nível de utilização de tecnologia de AP em sua lavouras?**

Elevado  Médio  Baixo

**37) Utiliza sistema de orientação?**

Sim  Não

**Em caso de usar qual?**  Barra de luz  Piloto automático  Espuma

**38) Marque nas alternativas abaixo quais equipamentos você possui para adoção a AP, (marque quantas forem necessárias)**

GPS para orientação com controle manual (light bar) para aplicação de fertilizantes, corretivos e defensivos

Barra de luz

Piloto automático

GPS para orientação com controle manual (piloto automático) para aplicação de fertilizantes, corretivos e defensivo

Uso de imagem de satélite ou imagem aérea para tomadas de decisão para aplicação de fertilizantes, corretivos e defensivos

Mapas de condutividade elétrica do solo

Mapas de colheita para medir, tomar decisões ou definir estratégias de manejo

Telemetria para enviar informações do campo ao escritório

GPS para monitorar a logística de veículos, máquinas agrícolas e implementos durante as operações de deslocamento ou em atividade

Sensores de monitoramento (tais como medidores de pH do solo, clorofilômetro, sensores de infravermelho para coloração verde etc)

Sensores "on the go" (Crop Circle, Greenseeker, Yara N-Sensor etc) (No caso de outros, especificar o sensor)

Não tenho nenhum destes equipamentos

Outro

---

**39) Assinale dentre as alternativas, que considera que tem respostas, quanto à redução na aplicação de corretivos:**

Menos de 5%  Menos de 10%  Mais de 20%

Entre mais de 20 e 30%  Mais de 30%  Não sei

Não houve redução  Houve aumento

**Aplicação de fertilizantes:**

- menos de 5%    menos de 10%    Entre e 10 e 20%  
 Entre 20 e 30% Mais de 30%    Não sei    Não houve redução  
 Houve aumento

**Aplicação de herbicidas:**

- menos de 5%    menos de 10%    Entre mais de 10 e 20%  
 Entre mais de 20 e 30% Mais de 30%    Não sei    Não houve redução  
 Houve aumento

**Aplicação de Fungicidas:**

- menos de 5%    menos de 10%    Entre mais de 10 e 20%  
 Entre mais de 20 e 30%    Mais de 30%    Não sei  
 Não houve redução    Houve aumento

**Aplicação de inseticidas:**

- menos de 5%    menos de 10%    Entre 10 e 20%  
 Entre mais de 20 e 30%    Mais de 30%    Não sei  
 Não houve redução    Houve aumento

**Aplicação de fertilizantes foliares:**

- Menos de 5%    Entre 5% e 10%  
 Entre mais de 10 e 20%    Entre mais de 20 e 30%    Mais de 30%  
 Não sei    Não houve redução    Houve aumento

**40) Assinale os itens que você considera que podem dificultar a adoção da AP:**

- Os equipamentos que existem na maioria das vezes necessitam ser trocados pois os antigos não estão adequados.  
 Equipamentos de precisão mudam rapidamente  
 Os custos são elevados  
 Topografia do terreno  
 Demora no tempo de tempo entre a coleta de informações e geração dos mapas  
 Dificuldade de mão de obra especializada no manuseio dos equipamentos  
 Custos na aquisição de equipamentos e softwares é elevado  
 Incompatibilidade entre os diferentes softwares existentes no mercado  
 As empresas não fornecem manutenção nos softwares  
 Incompatibilidade entre tipos de equipamentos e tecnologias (diferentes formatos de dados, dificuldade em compartilhar informações) limita a habilidade em oferecer novos produtos  
 Pouca informação sobre novos produtos / tecnologias em AP  
 Pouca confiabilidade dos mapas de fertilidade  
 Há dificuldade de peças de reposição para os equipamentos  
 Falta de assistência técnica das empresas que comercializam os produtos.





## APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PRESTADORES DE SERVIÇOS EM AGRICULTURA DE PRECISÃO



Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Agrícola



### Apoio



Prezado Prestador de Serviço em Agricultura de Precisão.

Estamos tentando fazer um estudo que trata do contexto da AP no Brasil, envolvendo o perfil dos produtores, sua opinião sobre a tecnologia como vantagens, desvantagens, dificuldades encontradas, sugestões para melhoria do processo, estimar o percentual da área que utiliza alguma prática da AP e quais as técnicas mais empregadas, trabalhar com resultados relativos a ganhos de produtividade, quantidade de insumos empregados, a malha amostral predominante, entre outras informações. Os resultados serão publicados e, também darão origem a uma Tese de Doutorado, sob a orientação do prof. Dr. Telmo Carneiro Amado. Acredita-se que estas informações possam contribuir para o desenvolvimento da AP, com benefícios para os produtores, os prestadores de serviço em AP e, empresas produtoras de equipamentos e máquinas precisas. Sinta-se a vontade de não responder perguntas para as quais não tiver a informação ou que entenda ser de caráter confidencial da empresa.

Esta é uma ação do Projeto Aquarius, denominada Ampliando Horizontes e conta com o apoio da Associação Brasileira dos Prestadores de Serviço em AP, e sua contribuição será de extrema importância para que a pesquisa atinja maior área de cobertura.

Desde já agradecemos a colaboração e a agilidade na resposta.

Canrobert Kumpfer Werlang – Acadêmico

Arthur Inácio Saldanha Xavier – Acadêmico

Prof. Dr. Telmo Jorge Carneiro Amado – Coordenador projeto Aquarius

OBS: O objetivo desta pesquisa é traçar um cenário da AP com a maior representatividade no âmbito nacional, desta forma as respostas não necessitam ficar limitadas aos clientes da empresa ou sua área de atuação, podendo referir-se a região ou ao estado. Caso atue em mais de uma região ou estado deverá ser utilizado mais de um formulário. Toma como referência o cultivo de grãos, fundamentalmente, soja, milho e trigo. Conhecendo-se melhor o cenário da AP no país será mais fácil a realização de pesquisas e a ampliação da tecnologia no país com ganhos para todos. Por isto sua colaboração é muito importante.

**1) Estas informações referem-se ao Estado/Região:**

---

**2) Fazendo uma projeção para a AP para os próximos anos você acredita:**

- a) Que tenda a aumentar Significativamente ( )
- b) Aumentara das em ritmo pequeno ( )
- c) Tende a estabilizar ( )
- d) Tende a reduzir ( )

**3) Os produtores que adotam a AP em sua maioria o fazem a:**

- ( ) menos de 2 anos ( ) 2 a 4 anos ( ) Mais de 4 a 6 Anos
- ( ) Mais de 6 a 8 anos ( ) Mais de 8 a 10 anos ( ) Mais de 10 anos.

**4) Quais são práticas mais utilizadas pelos agricultores usuários de AP?**

**Podem ser assinaladas tantas quanto for necessário, se possível usando algarismos para destacar as mais empregadas, podendo o número se repetir quando a utilização for semelhante.**

- ( ) Mapas de fertilidade e de recomendação para adubação.
- ( ) Mapas de produtividade.
- ( ) Mapas de condutibilidade elétrica
- ( ) Planejamento das operações da propriedade.
- ( ) Calcário a taxa variada.
- ( ) Gesso a taxa variada.
- ( ) Fósforo a taxa variada.
- ( ) Potássio a taxa variada.
- ( ) Micronutrientes a taxa variável
- ( ) Inseticidas a taxa variável
- ( ) Fungicida a taxa variada.
- ( ) Herbicida a taxa variável
- ( ) Nitrogênio a taxa variada.
- ( ) Trafego controlado.
- ( ) Piloto automático.

- ( ) Vants ou drones  
 ( ) Sensores se condutibilidade elétrica  
 ( ) Semeadura precisa.  
 ( ) Semeadura com variação de plantas por zona de manejo  
 ( ) Outro. Qual? \_\_\_\_\_

**5) Você considera que a semeadura precisa e a taxa variável segundo zona de manejo irá evoluir nesta região dentro dos próximos 5 anos?**

- ( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei

**6) Na sua visão como se encaixa o perfil maioria dos produtores usuários de AP sobre os seguintes aspectos?**

**a) Idade:** ( ) Menos de 30 anos ( ) Mais de 30 a 40 anos ( ) Mais de 40 a 50 anos ( ) Mais de 50 a 60 anos ( ) Mais de 60 anos

**b) Escolaridade:** ( ) Ensino fundamental incompleto  
 ( ) Ensino fundamental completo ( ) Menor que 2º grau - Ensino Médio  
 ( ) 2º grau incompleto ( ) 2º grau completo – Ensino Médio  
 ( ) Superior incompleto ( ) Superior completo

**7) Na região referente a este questionário somatório da área total cultivada com soja, milho e trigo com e sem AP somam aproximadamente \_\_\_\_\_ha de soja \_\_\_\_\_ha de milho e \_\_\_\_\_ha de trigo**

**8) Deste total aproximadamente adotam AP \_\_\_\_\_ % soja \_\_\_\_\_% milho \_\_\_\_\_ % trigo**

**9) Nesta área existem em torno de \_\_\_\_\_ produtores.**

**10) Entre os Produtores que utilizam, objetivando estimar o nível de adoção responda qual o percentual que utilizam a técnica:**

- Nas lavouras até 100ha aplicam em média AP em \_\_\_\_\_% da área  
 Nas lavouras entre 101 e 500ha aplicam em média AP \_\_\_\_\_% da área  
 Nas lavouras entre 501 a 1000ha aplicam em média AP \_\_\_\_\_% da área  
 Nas lavouras entre 1001 a 2000 da aplicam em média AP \_\_\_\_\_% da área  
 Nas lavouras acima de 2000 ha aplicam em média AP \_\_\_\_\_% da área  
 ( ) Não sei

**11) Você percebe que existem produtores que pretendem ampliar a área de AP:**  
 ( ) Sim ( ) Não ( ) Não sabe

**12) Entre as propriedades que utilizam AP no estado ou região: (*Dados podem ser estimados*)**

\_\_\_\_\_ % cultivam área até 100ha, \_\_\_\_\_ entre 101 a 500ha, \_\_\_\_\_ entre 501 e 1000ha, \_\_\_\_\_ % entre 1001ha a 2000ha e \_\_\_\_\_ % acima de 2000ha

**13) Você nota que existam produtores que se arrependeram de adotar ou que queiram abandonar a AP: ( ) Sim ( ) Não ( ) Não sabe**

**14) Qual ou quais fatores você entende que mais influencia o produtor a adotar a AP?**

- ( ) Possibilidade do aumento da produtividade
- ( ) Possibilidade de usar menos insumos
- ( ) Possibilidade de diminuir os impactos ambientais
- ( ) Aprimorar o gerenciamento
- ( ) Outro \_\_\_\_\_

**15) Em relação a aplicação de FÓSFORO, como a ocorre aplicação**

A lanço em torno de \_\_\_\_\_ %.

Na linha em torno de \_\_\_\_\_ %.

**16) Em relação a aplicação de POTÁSSIO, como a ocorre aplicação**

A lanço em torno de \_\_\_\_\_ %.

Na linha em torno de \_\_\_\_\_ %.

**17) A amostragem entre os produtores que utilizam zonas de manejo:**

- ( ) É feita em toda a área cultivada
- ( ) Mesclam com malha amostral pré-fixado
- ( ) Não sei

**18) Nos casos de malha amostral (malha amostral) para coleta de solo mais utilizada na região/estado?**

- ( ) Menos de 1 hectare ( ) 1 há ( ) 3 hectares
- ( ) 4 hectares ( ) Mais de 5 hectares ( ) Outro \_\_\_\_\_

**19) Amostras são todas georeferenciadas?**

- ( ) Sim ( ) Não ( ) A maioria ( ) A minoria ( ) Não da para saber
- ( ) Prefiro não opinar

**20) Na sua opinião e dos produtores houve redução no uso de insumos?**

- ( ) Menos de 5% ( ) entre 05 e 10 % ( ) entre mais de 10 e 20%
- ( ) entre mais de 20 e 30% ( ) depende do tipo da área ( ) Não sabe
- ( ) Não houve

**21) Os clientes declaram que a aplicação dos corretivos a taxa variável proporcionou uma produtividade mais uniforme na lavoura?**

Sim  Não  em parte  depende da área  Não sabe

**22) Segundo sua visão e dos produtores houve aumento de produtividade de:**

Menos de 5%  entre 05 e 10 %  entre mais de 10 e 20%  
 entre mais de 20 e 30%  depende do tipo da área  Não sabe  
 Não houve

**23) Pela tua percepção, que parcela de produtores utiliza mapa de colheita?**

Nenhum  Todos  Não sabe  80 a 100%  
 60 a 80%  40 a 60 %  20 a 40 %  10 a 20 %  0 a 10 %

**24) Segundo o que você constata em contato com os produtores, os resultados obtidos com a adoção da AP atenderam às expectativas iniciais deles?**

Sim  Não  em parte  Não sei  Prefiro não opinar

**25) Dos produtores que a empresa atende se não já tivessem adotando a AP hoje adotariam?**

Sim  Não  a maioria  a minoria  não da para saber

**26) Como os produtores tomam conhecimento sobre tecnologia da AP?**

Outros Produtores  Visitas Comerciais  Feiras e exposições  
 Leituras  Projeto Aquarius  Universidades  Organismos de pesquisa  Mídia  Escritórios, empresas prestadoras de serviço  Outros

**27) Qual a parcela de produtores que diz haver aumento no uso de insumos com o uso da AP?**

Nenhum  Todos  Não sabe  80 a 100%  
 60 a 80%  40 a 60 %  20 a 40 %  10 a 20 %  0 a 10 %

**28) Existem queixas por parte dos produtores a respeito do custo da adoção e manutenção da AP?**

Sim  Não  Em parte  Prefiro não opinar

**29) Os produtores manifestam que a adoção da AP melhorou a gestão da lavoura**

Sim  Não  Não sei  Prefiro não opinar

**30) Segundo sua experiência existe alguma dificuldade na utilização das ferramentas e tecnologias da AP?**

**a) Pelos agricultores:**

Sim  Não  Em parte  Já foi maior  Prefiro não opinar

**b) Pelos prestadores de serviço:**

Sim  Não  Em parte  Já foi maior  Prefiro não opinar

**31) As empresas prestadores de serviço tem dificuldade de encontrar mão de obra para a relação das atividades de AP nas propriedades?**

Sim  Não  Em parte  Não sei  Prefiro não opinar

**32) Assinale os itens que os agricultores consideram que podem dificultar a adoção da AP:**

- Os equipamentos que existem na maioria das vezes necessitam ser trocados pois os antigos não estão adequados.
- Equipamentos de precisão mudam rapidamente
- Os custos são elevados
- Topografia do terreno
- Demora entre a coleta de informações e geração dos mapas
- Dificuldade de mão de obra especializada no manuseio dos equipamentos
- Custos na aquisição de equipamentos e softwares é elevado
- Incompatibilidade entre os diferentes softwares existentes no mercado
- As empresas não fornecem manutenção nos softwares
- Incompatibilidade entre tipos de equipamentos e tecnologias (diferentes formatos de dados, dificuldade em compartilhar informações) limita a habilidade em oferecer novos produtos
- Pouca informação sobre novos produtos / tecnologias em AP
- Pouca confiabilidade dos mapas de fertilidade
- Há dificuldade de peças de reposição para os equipamentos
- Equipamentos antigos existentes
- Topografia
- Falta de assistência técnica das empresas que comercializam os produtos.
- Outro

**33) Foram encontrados problemas de compatibilidades entre os equipamentos, softwares etc?**

- Sim  Não  Algumas vezes  Já ocorreu porém hoje é pouco
- Prefiro não opinar

**34) Que tipo de sinal os produtores mais usam em caso de piloto automático?**

RTK  GPS  DGPS  Prefiro não opinar

**35) Quanto ao sinal:**  Usam base própria  Compram sinal

Prefiro não opinar

**36) As empresas que vendem os equipamentos prestam assistência pós venda de forma satisfatória?**  Sim  Não  Em parte  Prefiro não opinar

**37) Quais dos equipamentos relacionados a AP que apresentam mais problemas:** \_\_\_\_\_

**38) Enumere as ferramentas mais encontradas e utilizadas na região. Marque “1” nos equipamentos mais usados, “2” nos usados em menor quantidade e assim por diante.**

- ( ) GPS para orientação com controle manual (light bar) para aplicação de fertilizantes, corretivos e defensivos
- ( ) Barra de luz
- ( ) Piloto automático
- ( ) GPS para orientação com controle manual (piloto automático) para aplicação de fertilizantes, corretivos e defensivo
- ( ) Uso de imagem de satélite ou imagem aérea para tomadas de decisão para aplicação de fertilizantes, corretivos e defensivos
- ( ) Mapas de condutividade elétrica do solo
- ( ) Mapas de colheita para medir, tomar decisões ou definir estratégias de manejo
- ( ) Telemetria para enviar informações do campo ao escritório
- ( ) GPS para monitorar a logística de veículos, máquinas agrícolas e implementos durante as operações de deslocamento ou em atividade
- ( ) Sensores de monitoramento (tais como medidores de pH do solo, clorofilômetro, sensores de infravermelho para coloração verde etc)
- ( ) Sensores “on the go” (Crop Circle, Greenseeker, Yara N-Sensor etc) (No caso de outros, especificar o sensor)
- ( ) Não tenho nenhum destes equipamentos
- ( ) RTK
- ( ) Sensor de análise foliar
- ( ) Outro \_\_\_\_\_

**39) Assinale se os agricultores manifestam que houve redução nos seguintes aspectos:**

**Aplicação de corretivos** ( ) menos de 5% ( ) menos de 10% ( ) Entre + de 10 e 20% ( ) Mais de 30% ( ) Mais de 30% ( ) Não sei ( ) Não houve redução  
( ) Houve aumento

**Aplicação de fertilizantes** ( ) menos de 5% ( ) menos de 10% ( ) Entre + de 10 e 20% ( ) Entre + de 20 e 30% Mais de 30% ( ) Não sei ( ) Não houve redução  
( ) Houve aumento

**Aplicação de herbicidas:** ( ) menos de 5% ( ) menos de 10%  
( ) Entre e mais de 10 e 20% ( ) Entre de 20 e 30% Mais de 30%  
( ) Não sei ( ) Não houve redução ( ) Houve aumento

**Aplicação de Fungicidas:** ( ) menos de 5% ( ) menos de 10%  
 ( ) Entre mais de 10 e 20% ( ) Entre mais de 20 e 30% ( ) Mais de 30%  
 ( ) Não sei ( ) Não houve redução ( ) Houve aumento

**Aplicação de inseticidas:**

( ) menos de 5% ( ) menos de 10% ( ) Entre + de 10 e 20%  
 ( ) Entre mais de 30% ( ) Mais de 30% ( ) Não sei  
 ( ) Não houve redução ( ) Houve aumento

**Aplicação de fertilizantes foliares:** ( ) - de 5% ( ) Entre 5% e 10% ( ) Entre + de 10 e 20% ( ) Entre + de 20 e 30% ( ) Mais de 30% ( ) Não sei ( ) Não houve redução  
 ( ) Houve aumento

**40) As empresas prestadoras de serviço dão assessoria e também vendem produtos?**

( ) Sim ( ) Não ( ) Algumas ( ) Prefiro não opinar

**41) Como você vê o uso da nuvem para armazenar dados e programas, mapas de colheita e de satélite?**

( ) Pouco usado ( ) Medianamente usada ( ) Muito usado ( ) Prefiro não opinar

**42) As empresas prestadoras de serviço realizam a coleta das amostras, elaboram mapas de fertilidade, fazer recomendações e posteriormente fornecem mapas de colheita?**

( ) Sim ( ) Não ( ) Algumas ( ) Prefiro não opinar

**43) Os Softwares mais usados são:**

Nacional ( ) Importado ( ) Em proporções semelhantes ( ) Não Sei  
 ( ) Prefiro não opinar

**44) Quanto a equipamentos e outras ferramentas para AP os produtores:**

( ) Tem os próprios ( ) Usam de empresas ( ) Usam de cooperativas  
 ( ) Variam de acordo com o perfil e tamanho da área ( ) Prefiro não opinar

**45) É feito o acompanhamento do desenvolvimento da lavoura usando GPS ou imagens de satélite?**

( ) Sim ( ) Não ( ) Algumas ( ) Prefiro não opinar

**46) Em que estágio se encontra o uso a taxa variável agroquímico com o desligamento de barra ou seção?**

( ) Não é usada ( ) Pouco usado ( ) Medianamente usada  
 ( ) Muito usado

**47) Em que estágio se encontra o uso Imagem Aérea e GPS para logística**

Não é usada  Pouco usado  Medianamente usada  Muito usado

**48) Em que estágio se encontra o uso da Telemetria?**

Não é usada  Pouco usado  Medianamente usada  
 Muito usado

**49) Em que estágio se encontra o uso da técnica de tráfego controlado?**

Não é usada  Pouco usado  Medianamente usada  Muito usado

**50) Na região de abrangência os agricultores que usam AP utilizam rotação de cultura?**

Sim  Não  Em parte

**51) Qual o percentual aproximado dos produtores que usam AP e plantio direto?**

Menos de 10 %  Entre mais de 10 e 20 %  Entre mais de 20 e 30 %  
 Entre mais de 30 e 40 %  Entre mais de 40 e 50 %  
 Entre mais de 50 e 60 %  Entre mais de 60 e 70 %  
 Entre mais de 70 e 80 %  Entre mais de 80 e 90 %  Mais de 90%

**52) Dos que utilizam Plantio Direto, qual percentual que consegue palhada que pose ser satisfatória para a proteção do solo?**

menos de 5%  menos de 10%  Entre mais de 10 e 20%  
 Entre mais de 20 e 30%  Entre mais de 30% e 40%  
 Mais de 40%  Não sei

**53) O nível de erosão na região pode ser considerado:**

Baixo  Médio  Alto

**54) Na visão dos produtores qual o percentual de incremento na lucratividade média resultante da utilização da AP, considerando os investimentos com a tecnologia? \_\_\_\_\_%**

**55) Na região ocorre a aplicação de Nitrogênio em cobertura a taxa variável a partir de sensores em tempo real?**

Não é usada  Pouco usado  Medianamente usada  Muito usado  
 Não se tem conhecimento

**56) A tecnologia de variação do número de plantas por zona de manejo na região:**

Não é usada  Pouco usado  Medianamente usada  
 Muito usado  Não se tem conhecimento.



## ANEXO A - INFORMATIVO N. 1 - AMPLIANDO HORIZONTES



Informativo

Você que está no ramo da agricultura de precisão pode interagir pelo e-mail [inovacoesap@gmail.com](mailto:inovacoesap@gmail.com), enviando perguntas, sugestões, e outros comentários. Participe! Respondendo este e-mail, você estará automaticamente cadastrado para receber informações, novidades, notícias, linhas de pesquisa, resultados e publicações do Projeto Aquarius.



### Histórico

O Projeto Aquarius é um grupo de pesquisa entre pioneiros no desenvolvimento da Agricultura de Precisão no Brasil e provavelmente com a maior longevidade. Iniciou em 2000, numa parceria entre a Universidade Federal de Santa Maria, empresas que atuam em AP e produtores. Atualmente é Coordenado pelo Prof. Dr. Telmo Carneiro Amado e a equipe técnica é composta por acadêmicos, graduandos, mestrando e doutorandos da UFSM. Uma das características do projeto é desenvolver pesquisas fora de espaços acadêmicos, ou seja, em produção comercial, objetivando a obtenção de resultados o mais próximo possível das situações reais de produção. Para isto conta com a parceria de produtores e de empresas do ramo com vistas a viabilizar as pesquisas.

Outra característica do Projeto Aquários, é tentar distribuir geograficamente as propriedades, de forma leve em consideração as diferentes condições de paisagem, relevo, solo e clima da região sul do Brasil, concentrando-se no estado do Rio Grande do Sul por questões de logística. O projeto iniciou em duas áreas, uma com em duas áreas no município de Não-Me-Toque, RS. Atualmente conta com nove áreas distribuídas no RS e no PR totalizando 724 ha .



Assista o vídeo no link: <http://w3.ufsm.br/projetoaquarius/index.php/pt/galeria2/entrevista-na-expodireto-2015>

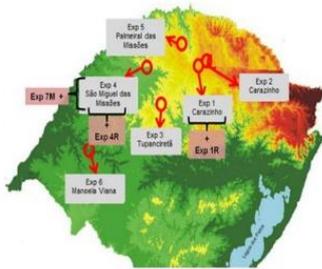
# Novidades



## TESTANDO O N-SENSOR ALS®

O N-Sensor está sendo testado no Rio Grande do Sul pelo Projeto Aquários para aplicação de fertilizantes nitrogenados a taxa variada tempo real em milho e trigo.

Responsável: Raí Schwalbert e Telmo Jorge Carneiro Amado



## ENRAIZAMENTO ATRELADO À QUÍMICA DO SOLO

Qualidade química do perfil de enraizamento e seu efeito sobre o desenvolvimento e produtividade das culturas de grãos em Sistema Plantio Direto

Responsável: Douglas Dalla Nora e Telmo Jorge Carneiro Amado



## SEMEADURA PRECISA DO MILHO

Respostas de produtividade do milho associadas a variabilidade espacial na distribuição, zonas de manejo, população de planta e doses de nitrogênio.

Responsável: Tiago Neves Hörbe e Telmo Jorge Carneiro Amado



## MÉTODOS DE FERTILIZAÇÃO FOSFATADA SOBRE A NUTRIÇÃO E A PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA

O objetivo do estudo é avaliar as relações existentes entre o manejo da fertilização fosfatada, incluindo diferentes fontes de P, sob parâmetros agrônômicos e de eficiência da fertilização, sob sistema de semeadura direta

Responsável: Fernando Dubou Hansel e Telmo Jorge Carneiro Amado

Acesse o site [www.ufsm.br/projetoaquarius](http://www.ufsm.br/projetoaquarius)

## Cenários de futuro



Uso de drones na agricultura.

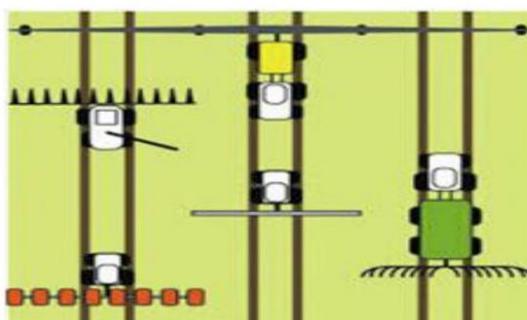


Aplicação de herbicidas a taxa variável em tempo real.

## ANEXO B - INFORMATIVO N. 2 - AMPLIANDO HORIZONTES



# TRÁFEGO CONTROLADO



A **compactação** do solo é um problema que se apresenta em um grande número de propriedades e resulta principalmente do tráfego frequente de máquinas pesadas dentro da lavoura, principalmente em condições de elevada umidade do solo. Atualmente observa-se o aumento do tamanho e peso das máquinas, podendo a chegar a um peso superior a 12 toneladas.

Eliminar o trânsito de máquinas dentro da lavoura atualmente é impossível, porém disciplinar e controlar o tráfego de máquinas é uma estratégia que vem se difundindo em diversos países, restringindo assim a compactação em locais permanentes, mantendo a maior área possível isenta de tráfego dentro da área. Com as ferramentas da agricultura de precisão esta estratégia torna-se cada vez mais viável, condicionado ao ajuste das bitolas das máquinas agrícolas.

O sistema se baseia na disciplina e no controle dos deslocamentos e se fundamenta no confinamento das linhas de tráfego de máquinas e equipamentos locais específicos. Desta forma, a compactação de solo se restringe a estes locais permanentes. (Vitor Girardello, Telmo Amado, Cristiano Ertel e Leonardo Garlet). Artigo pode ser encontrado na íntegra em <http://w3.ufsm.br/projeoaquarius/index.php/pt/>



As modernas tecnologias de localização como DGPS e RTK permitem acurácia e precisão no posicionamento das máquinas, assim é possível realizar as operações com o maquinário agrícola seguindo sempre o mesmo rastro e planejando estrategicamente os locais de compactação.

Este processo contribui para melhorar a logística do tráfego na lavoura, de modo que a distância percorrida e o conseqüente consumo de combustíveis sejam reduzidos. Promove a melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas pela redução das áreas compactadas, evitando zonas de resistência ao desenvolvimento radicular causado pela compactação, que prejudica a absorção de nutrientes pelas plantas e, conseqüentemente, a **produtividade das culturas**.

Estudos comprovaram incremento na eficiência das operações com o uso da técnica. Na literatura sobre o tema encontram-se resultados com redução de **25 a 47%** da distância percorrida pelas máquinas, economia energética de **37 a 70%** e aumento de produtividade de **4 a 20%**. Fatores como a topografia da área podem interferir no aumento dos resultados.

Essas e outras informações podem ser encontradas no site do Projeto Aquarius, no artigo: **Tráfego controlado de máquinas agrícolas: a experiência inglesa e perspectivas de adoção no Sul do Brasil** (Vitor C. Girardello, Telmo J.C. Amado, Paula Misiewicz, Emily K. Smith).



## ANEXO C - INFORMATIVO N. 3 - AMPLIANDO HORIZONTES



### Ajuste preciso de população de plantas de milho

A adequação da população de plantas de acordo com a capacidade do solo é uma técnica de Agricultura de Precisão com tendência de expandir-se rapidamente e tornar-se uma prática habitual, como hoje ocorre com utilização de mapas de fertilidade, de colheita e aplicação de insumos a taxa variável. Faz-se tal projeção uma vez que as pesquisas já comprovaram que o ajuste do número de sementes conforme a variação da capacidade produtiva de um mesmo talhão tem dado respostas significativas no aumento da produtividade e isso, aliado à redução do gasto com sementes nas zonas de manejo consideradas de baixa produtividade, pode proporcionar bons retornos financeiros. Questiona-se, como esta técnica não se difundiu até agora, pois são várias as analogias que podem ser feitas, usando-se quantidade de seres a serem alimentados e quantidade de comida disponível num espaço delimitado.

Como as semeadoras já estão sendo fabricadas com mecanismos que permitem a adoção desta tecnologia, num curto espaço de tempo uma parcela expressiva das propriedades contará com equipamentos que suportam esta técnica. É importante ressaltar que o ajuste do número de plantas por zona de manejo deve estar combinado com a simetria na distância entre as sementes.

É necessário considerar que cada região, e até cada propriedade, apresenta características próprias. Assim, a utilização de padrões pré-estabelecidos e universalizados do número de plantas por zona de manejo é um grande risco para a eficiência desta técnica. Por garantia, cada produtor em sua propriedade deve fazer experimentos para chegar ao número que proporcione melhor resposta de acordo com as peculiaridades das zonas de manejo e variedade utilizada.

Vale lembrar que esta técnica já é dominada para a cultura do milho, porém não se pode dizer o mesmo para a soja. Características específicas dessa cultura como a arquitetura das plantas, a capacidade de modificar sua forma de desenvolvimento, faz com que mais pesquisas sejam necessárias para que seja aplicada com eficácia, mesmo que já se tenha conhecido o princípio fundamental.

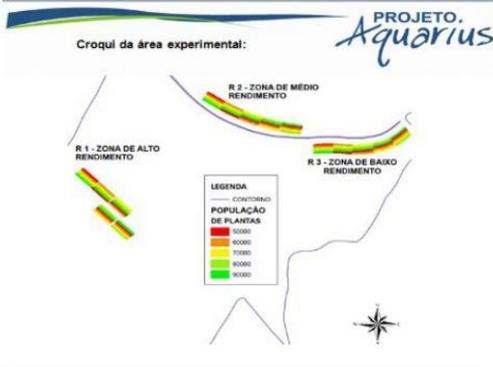
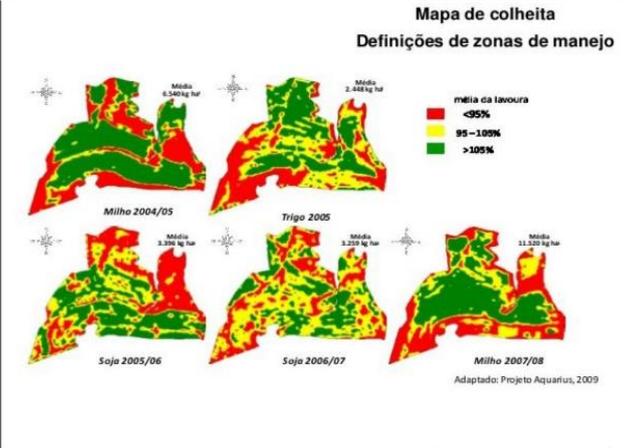




A distribuição de sementes na linha e o número de plantas por zona de manejo são fatores com influência expressiva na produtividade da cultura do milho, pois as plantas “vizinhas” competem entre si pelos nutrientes e água. Assim, é importante a elaboração de estratégias que visam o aperfeiçoamento desses fatores, adequando o potencial da área à necessidade da planta.

A Agricultura de Precisão tem como princípio a adaptação do manejo de acordo com a variação das características na área cultivada. Sendo assim, um dos trabalhos do Projeto Aquarius visa melhorar a plantabilidade da cultura do milho ajustando a população ao potencial produtivo da área e a distância simétrica das sementes.

Na pesquisa realizada pelo Projeto Aquarius, foram definidas três zonas de manejo classificadas como alta, média e baixa produtividade histórica de acordo com mapas de produtividade das safras anteriores. Em cada uma delas foram implantadas parcelas de cinco populações diferentes de milho. Desse modo, foi possível observar a população mais adequada para cada zona de manejo.



Os resultados obtidos demonstraram que existe variação na população de plantas mais adequada entre cada zona, sendo que na de alta produtividade constatou-se que o aumento da população de plantas em relação à média proporcionou crescimento da produtividade, já na zona de baixa observou-se que uma menor população de plantas proporcionou um aumento na produtividade na zona.

Concluiu-se por esta pesquisa que é possível um melhor aproveitamento das sementes utilizadas realocando-as da zona de baixa para a zona de alta e obter resultados de aumento de produtividade em ambas as áreas.

Esta é uma metodologia simples que pode ser adotada a nível de propriedade e chegar-se a resultados condizentes com cada realidade.



Mais informações sobre o assunto podem ser encontradas no [site do Projeto Aquarius](#), em especial na [dissertação](#) do Dr Tiago Andrade Neves Horbe sob a orientação do Prof Dr Telmo Jorge Carneiro Amado.