

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
COLÉGIO POLITÉCNICO DA UFSM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA DE
PRECISÃO

Jessé Alves Batista

**ADOÇÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO NA AMAZÔNIA:
ESTUDO DE CASO NA REGIÃO CONE SUL DO ESTADO DE
RONDÔNIA**

Santa Maria, RS
2016

Jessé Alves Batista

**ADOÇÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO NA AMAZÔNIA: ESTUDO DE
CASO NA REGIÃO CONE SUL DO ESTADO DE RONDÔNIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, Área de Concentração em Tecnologia em Agricultura de Precisão, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agricultura de Precisão**.

Orientador: Professor Dr. Elódio Sebem

Santa Maria, RS
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo autor.

Alves Batista, Jessé
ADOÇÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO NA AMAZÔNIA: ESTUDO
DE CASO NA REGIÃO CONE SUL DO ESTADO DE RONDÔNIA / Jessé
Alves Batista.- 2016.
85 p.; 30 cm

Orientador: Elódio Sebem
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Colégio Politécnico, Programa de Pós-Graduação em
Agricultura de Precisão, RS, 2016.

1. Adoção da agricultura de precisão 2.
Amazônia/Rondônia/Região Cone Sul de Rondônia 3. Análise
descritiva 4. Análise de correspondência 5. Teste de
hipóteses I. Sebem, Elódio II. Título.

©2016

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

E-mail: jesse.batista@ifro.edu.br

Jessé Alves Batista

ADOÇÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO NA AMAZÔNIA: ESTUDO DE CASO NA REGIÃO CONE SUL DO ESTADO DE RONDÔNIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, Área de Concentração em Tecnologia em Agricultura de Precisão, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agricultura de Precisão**.

Aprovado em 09 de agosto de 2016:

Elódio Sebem, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

José Alan de Almeida Acosta, Dr. (Drakkar)

Lúcio de Paula Amaral, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2016

DEDICATÓRIA

À Deus, que nos enviaste seu único filho, Jesus Cristo, que na cruz por nós morreu para a remissão de nossos pecados e salvação eterna.

À família, em especial minha mãe, Maria de Fátima, pelos esforços de uma vida, dedicados a mim para que eu pudesse traçar meu próprio caminho e até aqui chegasse. À esposa amada, Talita Maria, companheira, que me proporciona amor, carinho e atenção nos momentos certos, nos locais adequados e na medida exata (te amo videiras). Aos meus filhos Ana Júlia e Raul, aos quais dedico integralmente todo o meu amor. De forma especial dedico à minha irmã Maria Gabriela (in memoriam) anjo de Deus. Dedico também ao meu sogro Isaías Pinheiro e à minha sogra Vani Oliveira, por toda dificuldade que vêm enfrentando nos últimos meses.

AGRADECIMENTOS

A concretização desta etapa em minha vida faz parte dos planos de Deus, a quem dirijo meus agradecimentos diariamente e a quem agradeço em primeiro plano neste momento e em todos os vindouros.

De uma maneira especial agradeço:

À minha família, sobretudo esposa, filhos e mãe – que souberam lidar com as dificuldades que enfrentamos juntos nesta jornada de 2,5 anos de distanciamentos e superações. Foi por vocês que tentei e, sobretudo, foi por vocês que cheguei até aqui!

Ao meu orientador, professor Dr. Elódio Sebem, que desde o primeiro momento aceitou me ajudar neste mestrado e com quem criei laços de amizade.

Ao professor Dr. Enio Giotto que me recebeu de braços abertos em seu laboratório, em minhas primeiras semanas como aluno da UFSM.

À UFSM por oportunizar-me um estudo gratuito e de qualidade.

Aos colegas de turma, em especial, Francis e Fabinho pela parceria, bem como aos demais bagualas da turma que fizeram com que eu me sentisse em casa.

À Dona Âni Marta, da pensão, pela acolhida que me proporcionaste me dando até mesmo um sutil carinho de mãe, quando me notava triste por estar tão longe de meus familiares.

À Dona Saionára, da pensão, com quem eu me divertia um bocado em nossos bate-papos despreziosos.

Aos colegas de IFRO, Marcel e William Kennedy, que sempre me incentivaram na vida profissional e insistem em destacar o meu potencial.

Aos meus alunos do IFRO que mesmo quase sem querer, tiveram paciência e compreensão com minhas ausências em função das atividades do mestrado.

Ao meu amigo Eduardo Soares, que me emprestaste a sua lambreta para que eu pudesse realizar a pesquisa de campo.

Agradeço a todas as pessoas que fazem parte da minha vida e que contribuem para que eu me torne, a cada dia, um ser humano melhor.

Um lavrador humilde de modesta inteligência, que teme a Deus possui uma maior sabedoria do que um gênio que confia em sua mente analítica. Pois o SENHOR é quem concede sabedoria.

(PROVÉRBIOS).

RESUMO

ADOÇÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO NA AMAZÔNIA: ESTUDO DE CASO NA REGIÃO CONE SUL DO ESTADO DE RONDÔNIA

AUTOR: JESSÉ ALVES BATISTA

ORIENTADOR: ELÓDIO SEBEM

Nos últimos anos, o fenômeno da adoção da Agricultura de Precisão (AP) tem sido objeto de pesquisa no mundo todo e o entendimento dos fatores a isso relacionados torna-se crucial para o desenvolvimento de estratégias que possam vir ao encontro da necessidade de disseminação e uso dessas tecnologias. O objetivo deste trabalho foi identificar o nível de adoção das ferramentas de AP no Cone Sul de Rondônia, região produtora de soja e milho, localizada na Amazônia brasileira, bem como pretendeu contribuir com o esboço do estado da arte do uso dessas tecnologias no Brasil. A coleta de dados foi realizada a partir da aplicação de questionário a 37 agricultores adotantes dessa região. O tratamento estatístico dos dados foi baseado em duas metodologias, a estatística descritiva, que apresentou percentual, média e desvio padrão e a Análise de Correspondência (AC), para associação de variáveis. Com o intuito de comparar os índices de adoção da AP em Rondônia com os índices de adoção de outras regiões do Brasil onde se estudou o fenômeno da adoção da AP, foram calculados Intervalos de Confiança (IC) ao nível de 5% de significância e realizados testes de hipóteses para correlacionar diferentes populações. Os resultados indicaram que a AP em Rondônia encontra-se em fase inicial de adoção, sendo que os principais fatores apontados como restritivos à adoção foram o alto custo das máquinas e a baixa qualidade do serviço de assistência técnica pós-venda. O piloto automático, a amostragem georreferenciada de solo, a confecção de mapa de fertilidade e a correção de solo em taxa variável foram as ferramentas mais adotadas na região de estudo, por apresentarem índices semelhantes aos de outras regiões do Brasil. A colhedora com sensor de rendimento foi a máquina de AP mais frequente nas propriedades rurais, sendo que o mapeamento da colheita através do mapa de produtividade foi apontado como o próximo serviço a ser adotado em Rondônia. A agricultura de precisão apresenta grande potencial de uso na região, sobretudo para a maioria das ferramentas amplamente difundidas no Brasil uma vez que já estão presentes nas lavouras de Rondônia e tendo em vista a intenção dos agricultores rondonienses em intensificar o seu uso.

Palavras-chave: Análise de correspondência. Teste de hipóteses. Adoção da agricultura de precisão. Agricultura de Precisão.

ABSTRACT

ADOPTION OF PRECISION AGRICULTURE IN AMAZON: STUDIES IN THE REGION OF RONDONIA'S STATE SOUTH CORNER

AUTHOR: JESSÉ ALVES BATISTA
ADVISOR: ELÓDIO SEBEM

During the last years, the application of Precision Agriculture (PA) has been a research object worldwide, and the understanding of the factors related to it becomes crucial for the development of strategies that can meet the needs of dissemination and use of such technologies. This work's objective was to identify the level of PA tools adoption in the south corner of Rondonia, a region that produces soy and corn, in the Brazilian Amazon, as well as the intention to contribute for the state of the art use of these technologies in Brazil. Data gathering was done through applying a questionnaire on 37 PA adopting farmers in this region. The statistical processing of the data was based in two methodologies, Descriptive Statistics, which displayed percentual, average, and standard deviation. And Matching Analysis, for variable matchings. Intending to compare the indexes of PA adoption in Rondonia to the indexes of adoption in other Brazilian regions where it has been studied, 5% significance intervals of Confidence Intervals (CI) were raised, and hypothesis tests to correlate different populations were applied. The results pointed that PA in Rondonia finds itself at initial adoption phase, being the main restrictive factors to adoption the machinery high cost and the post sale technical assistance low service quality. The automatic pilot, the soil geo-referenced sampling, the fertility map confection and soil correlation at variable rate were the most used tools in the studied region, due to have displayed similar indexes compared to other Brazilian regions. The harvester with yield sensor was the most found PA machine on farms, being the harvest mapping through the productivity map pointed as the next service to be adopted in Rondonia. PA shows great use potential in the region, especially to most of the largely disseminated tools in Brazil, once they are already present in Rondonia's farming activities, added to the expected Rondonian farmers intention of intensifying its use.

Key-words: Matching Analysis. Hypothesis Test. Precision Agriculture Adoption. Precision Agriculture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Produção (toneladas) de soja e milho em Rondônia na safra 2015/16....	15
Figura 2 – Mapa de localização da região Cone Sul de Rondônia.	27
Figura 3 – Faixa etária dos respondentes.	31
Figura 4 – Quantidade de membros da família que trabalham na fazenda.....	32
Figura 5 – Grau de escolaridade dos respondentes.	33
Figura 6 – Formação profissional dos respondentes.	34
Figura 7 – Tempo de trabalho na agricultura.....	35
Figura 8 – Grau de escolaridade de acordo com o tempo de trabalho na agricultura.	35
Figura 9 – Tamanho (ha) da área de cultivo.....	36
Figura 10 – Porcentagem de respondentes que cultivam em áreas arrendadas.	37
Figura 11 – Área cultivada (ha) entre os arrendatários.....	38
Figura 12 – Maior parcela de cultivo entre os arrendatários que cultivam em mais de 1.000 ha.....	38
Figura 13 – Textura predominante do solo das áreas de cultivo.	40
Figura 14 – Relevo predominante nas áreas de cultivo.....	40
Figura 15 – Principais culturas manejadas com AP.....	41
Figura 16 – Uso de tecnologias não agrícolas.....	42
Figura 17 – Primeiro contato com a AP.....	43
Figura 18 – Principais fontes de referência sobre AP.....	44
Figura 19 – Tempo de adoção de AP.....	45
Figura 20 – Primeira ferramenta de AP adotada.	46
Figura 21 – Máquina/ferramenta de AP que pretende adquirir nos próximos dois anos.....	47
Figura 22 – Equipamentos/máquinas de AP mais frequentes nas propriedades.	48
Figura 23 – Taxa de adoção de ferramentas/serviços de AP.	50
Figura 24 – Adoção da AP via prestadores de serviços.	52
Figura 25 – Tamanho (ha) da malha amostral.....	53
Figura 26 – Frequência de uso da análise de solo.	54
Figura 27 – Importância da AP para a propriedade.	55
Figura 28 – Investimento em tecnologias de AP até o momento (R\$)	55
Figura 29 – Classificação da qualidade dos serviços externos de AP.	56
Figura 30 – Ferramentas ou serviços de AP que geram maiores benefícios.	57
Figura 31 – Análise de correspondência para associar o grau de importância e os obstáculos para adoção da AP.	59

Figura 32 – Análise de correspondência para associar o grau de importância e as ferramentas que os respondentes acreditam estar o futuro da AP	60
Figura 33 – Análise de correspondência para associar o grau de importância e os motivos para adoção inicial da AP.	62
Figura 34 – Análise de correspondência para associar grau de importância e os impactos positivos após a adoção da AP.	64
Figura 35 – Análise de correspondência para associar o grau de concordância com as questões afirmativas sobre AP.	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Análise de Correspondência
AGS	Amostragem Georreferenciada de Solo
AP	Agricultura de Precisão
BLZ	Barra de Luz
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
GPS	Sistema de Posicionamento Global
HA	Hectare
IC	Intervalo de Confiança
PAT	Piloto Automático
TV	Taxa Variável
SR	Sensoriamento Remoto
SIG	Sistema de Informações Geográficas
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
USDA	United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo Geral	16
1.1.2 Objetivos específicos.....	17
1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.....	17
2 ESTADO DA ARTE	19
2.1 A AGRICULTURA DE PRECISÃO	19
2.1.1 Agricultura de Precisão no Mundo.....	19
2.1.2 Agricultura de Precisão no Brasil.....	21
2.2 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA	25
3 MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1 COLETA DE DADOS.....	27
3.2 METODOLOGIA ESTATÍSTICA	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1 ANÁLISE DESCRITIVA	31
4.1.1 Perfil socioeconômico	31
4.1.2 Caracterização físico-ambiental da área agrícola.....	36
4.1.2.1 Estrutura fundiária da amostra	36
4.1.2.2 Solos, topografia e culturas	39
4.1.3 Descrição das tecnologias utilizadas.....	42
4.1.4 Importância e dificuldades na adoção de ferramentas de AP agricultura de precisão	54
4.2 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA	58
4.2.1 Obstáculos para adoção da agricultura de precisão	58
4.2.2 Ferramentas/serviços de AP do futuro	58
4.2.3 Motivação para adotar a AP e impactos positivos após a adoção	62
4.2.4 Escala Likert e grau de associação entre afirmativas sobre a AP.....	65
5 CONCLUSÕES	68
REFERÊNCIAS	70
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA PESQUISA.....	78
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	84

1 INTRODUÇÃO

Rondônia, “região digna de ser estudada” (THERY, 1976, p. 11), desde sua colonização dirigida, executada pelo INCRA a partir da década de 1970, nascera com a responsabilidade de ser o palco da última expansão da fronteira agrícola brasileira, considerada por Castro (1996, p. 08) como “a mais nova e promissora fronteira agrícola do país”.

A partir da década de 1990, verificou-se uma intensa expansão da chamada fronteira agrícola brasileira, incorporando áreas localizadas em diversos Estados inclusive da região Amazônica (HECTH, 2005).

Na Amazônia brasileira, Rondônia fora um dos estados mais impactados pela expansão da fronteira agrícola verificada nas últimas duas décadas, sendo a soja a cultura sobejamente reconhecida como representativa desse fenômeno.

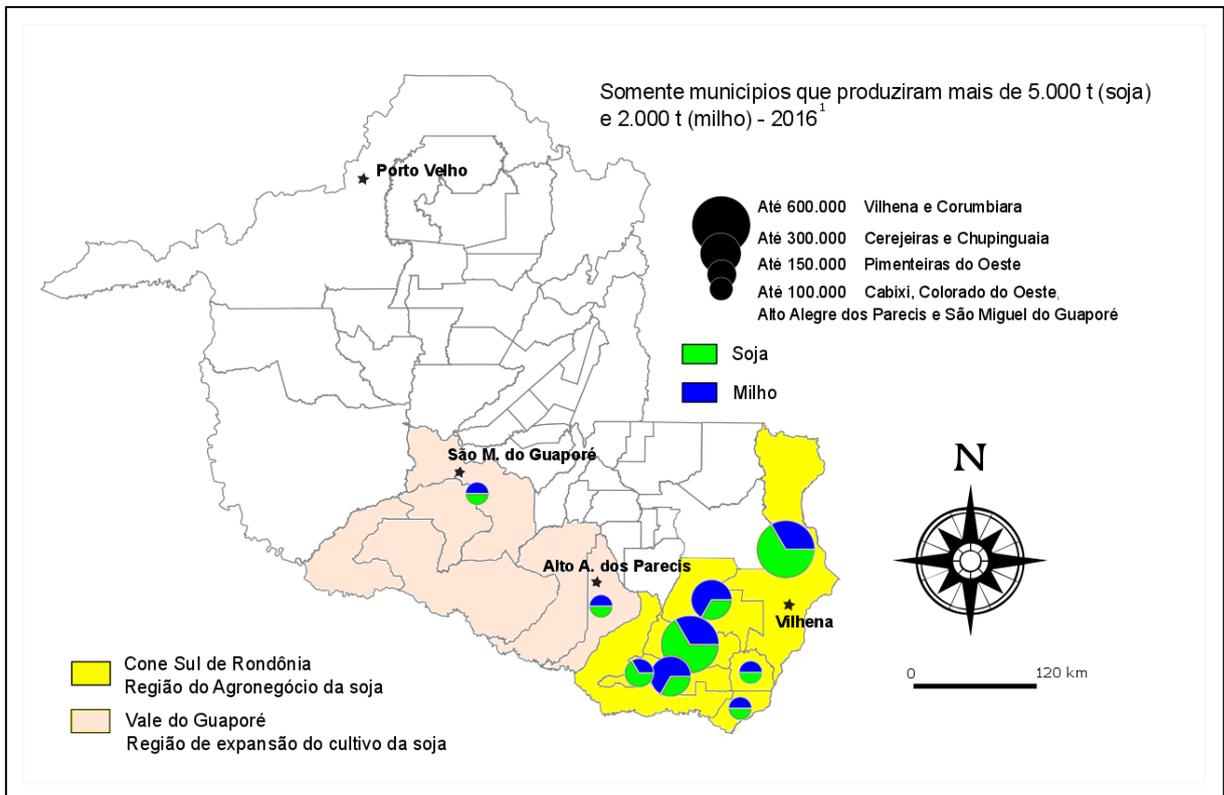
Nessa abordagem, a expansão de fronteiras agrícolas - e conseqüentemente o aumento da demanda por terras – considerada como um canal de desenvolvimento para a agricultura moderna é tida como oportunidade de negócios e, segundo o Banco Mundial (2010, p. 09) “é improvável que a corrida por terra desacelere”.

Com efeito, o setor agrícola brasileiro vem se expandindo para o Norte do país numa espécie de fronteira agrícola contínua – a fronteira da agricultura moderna (BERNARDES, 2009; DELGADO, 2005).

Sendo o principal produto da agricultura moderna, a soja elevou o setor agrícola rondoniense a um patamar distinto do que se via no passado e “representa um acréscimo considerável à agricultura da região” (WALKER et al., 2009, p. 12), que por muitos anos esteve aquém de sua total potencialidade (CASTRO, 1996), registrando índices muito baixos para a maioria das culturas aqui plantadas (SCHLINDWEIN, 2012).

Na safra 2015/16, cerca de 760 mil toneladas de soja foram colhidas em Rondônia, sendo que quase a totalidade dos 250.000 hectares cultivados com o grão nesse ano safra, fica localizada no Cone Sul do Estado (Figura 1), considerada como região do agronegócio em Rondônia (SILVA, 2012).

Figura 1 – Produção (toneladas) de soja e milho em Rondônia na safra 2015/16.



Fonte: CONAB/8º Levantamento da Safra Brasileira de Grãos/Maio-2016. Organizado pelo autor com Philcarto (<http://philcarto.free.fr>).

Na região Cone Sul de Rondônia, a consolidação do agronegócio da soja fez surgir as primeiras “cidades do agronegócio” (ELIAS, 2007, p. 120), ou ainda, de acordo com Santos (1993, p. 35), “cidades da fronteira agrícola”.

Com a evolução tecnológica da agricultura na região Cone Sul do Estado, essas cidades se tornaram capazes de atender as demandas de um campo que atualmente se apresenta modernizado, em uma inevitável inversão de papéis.

Cidades como Vilhena, Cerejeiras e Corumbiara contam hoje com um grande número de empresas especializadas nos mais diversos segmentos do setor agrícola, tais como revenda de máquinas embarcadas com agricultura de precisão, revenda de insumos químicos, consultoria em agricultura de precisão, logística de mercado - transporte de insumos e produtos agrícolas – bem como avançaram significativamente no sistema de secagem e armazenamento de grãos.

Desta forma, a cadeia produtiva do agronegócio da soja em Rondônia vem se estruturando a fim de enfrentar a competitividade imposta pelo setor a nível mundial. Essa estrutura vem sendo criada tanto da porteira para fora, com a chegada das

empresas que prestam os serviços externos à fazenda (vendas de insumos químicos e máquinas agrícolas, compra de produtos, beneficiamento, logística de mercado dentre outros), quanto da porteira para dentro, com a adoção de práticas agrícolas modernas, sob a faceta da agricultura de precisão.

Com o fenômeno do avanço do cultivo da soja, a tendência é que as regiões monocultoras se tornem cada vez mais homogêneas do ponto de vista tecnológico e nesse sentido, com a frenética inovação tecnológica que experimenta o setor agrícola brasileiro, as técnicas e ferramentas de agricultura de precisão, mais cedo ou mais tarde, estarão presentes na maioria das lavouras.

Muitas tecnologias de agricultura de precisão já são adotadas nas lavouras do Brasil, com técnicas cada vez mais produtivas, indispensáveis para garantir a condição do país de grande celeiro agrícola (SILVA, de MORAES e MOLIN, 2011).

Entretanto, no Brasil, este emparelhamento tecnológico vem ocorrendo de maneira lenta, desuniforme e sem padronização, não havendo adoção imediata das tecnologias que surgem no mercado (GRIFFIN e LOWENBERG-DEBOER, 2005; SUNDING e ZILBERMAN, 2011; TAVARES et al., 2014).

Segundo Anselmi (2012, p. 15), “essas tecnologias têm sido adotadas de forma mais intensa em países europeus e na América do Norte – sobretudo Alemanha, Dinamarca, Reino Unido, Estados Unidos e Canadá”.

Com essa pesquisa, pretende-se fomentar a expansão e o avanço tecnológico do setor agrícola regional bem como enriquecer os dados acerca do fenômeno da difusão do uso das técnicas e ferramentas da agricultura de precisão no Brasil bem como ilustrar os principais obstáculos restritivos à adoção dessas tecnologias.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Investigar o nível de adoção das ferramentas de agricultura de precisão nas propriedades rurais da região Cone Sul de Rondônia em que se cultivam grãos anuais, bem como identificar os principais fatores condicionantes à adoção de tais tecnologias.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Quantificar e qualificar as tecnologias de agricultura de precisão mais utilizadas na região;
- b) Caracterizar socioeconomicamente os produtores rurais da região adotantes da agricultura de precisão;
- c) Caracterizar física e ambientalmente as propriedades rurais da região em que a agricultura de precisão está presente;
- d) Identificar quais são os fatores restritivos e favoráveis à adoção da agricultura de precisão na região;
- e) Identificar os níveis de satisfação dos agricultores adotantes da região com a agricultura de precisão;
- f) Identificar a percepção atual e futura dos adotantes com relação à agricultura de precisão na região.

1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

O nível de adoção das técnicas e ferramentas de agricultura de precisão é objeto de pesquisa em diversos países, entretanto, pesquisas agrônômicas e econômicas sobre a AP têm avançado em escalas muito maiores que às pesquisas relacionadas à adoção de tais tecnologias (LOWENBERG-DEBOER, 1996).

Antolini e Scare (2014, p. 02) fizeram a seguinte reflexão: “por que um produtor adota determinada tecnologia e outros não? Como se dá o processo de adoção de tecnologia em diferentes cultivos e regiões? O que influencia a adoção de certa tecnologia ou prática produtiva?”.

Para responder a esses questionamentos, são necessários estudos específicos que aprofundem o tema em questão, considerando as condições regionais, sobretudo os fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados aos produtores.

Filho et al. (2011) já tentavam explicar essas questões ao afirmarem que a agricultura no Brasil se apresentava heterogênea, estando isto relacionado à diversidade de contextos socioculturais no qual ela se insere.

Bernardi e Inamasu (2014) afirmaram que o entendimento dos fatores que condicionam a adoção da agricultura de precisão pode ser decisivo para traçar

estratégias que possibilitem sua disseminação pelos setores do agronegócio brasileiro.

Contudo, a comunidade técnico-científica e industrial brasileira anseia por respostas que venham ao encontro da necessidade de disseminação e consolidação da agricultura de precisão.

Neste sentido este trabalho poderá destacar algumas questões relacionadas à disseminação da agricultura de precisão na região de estudo, apontando os principais fatores restritivos e/ou favoráveis à adoção, possibilitando aos setores institucional, industrial e corporativo, relacionados à cadeia produtiva agrícola, elaborarem estratégias e mecanismos capazes de enfrentar as dificuldades inerentes ao processo de difusão tecnológica na agricultura.

Ademais, Informações sobre os índices de adoção das técnicas e ferramentas de agricultura de precisão ainda são escassas para a região Norte do país, tornando essa pesquisa relevante do ponto de vista estratégico para a difusão e consolidação do uso dessas tecnologias no Brasil.

Nos últimos anos a agricultura rondoniense tem passado por grande expansão e evolução tecnológica, tendo como propulsor o agronegócio da soja, que por sua vez, tornou-se, no Brasil, o principal canal de absorção dos pacotes tecnológicos desenvolvidos por programas de pesquisas e inovação tecnológica de diversos países e materializados pela indústria.

Neste sentido, em uma região em que o agronegócio cresce exponencialmente, nada mais salutar que investigar detalhadamente o tema em questão e enriquecer a discussão acerca do fenômeno de difusão e adoção das tecnologias de AP, bem como contribuir para o desenho ou esboço do estado da arte do uso dessas tecnologias no Brasil.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 A AGRICULTURA DE PRECISÃO

2.1.1 Agricultura de Precisão no Mundo

Blackmore (1996) previu que a agricultura de precisão ocasionaria impacto sobre o setor agrícola no mundo inteiro, sendo que atualmente ela está amplamente difundida na Europa e América do Norte, bem como tem alcançado altos índices de adoção, para algumas ferramentas, em alguns países da América do Sul, sobretudo Argentina e Brasil.

A agricultura de precisão, considerada neste trabalho como filosofia de gerenciamento agrícola em um nível de detalhamento altamente especializado sobre a cadeia de produção, que preza pela obtenção de grande número de informações econômicas e agronômicas, de tal forma que possa subsidiar o empresário rural á tomada de decisões mais precisas.

As tecnologias de agricultura de precisão são uma promessa de vantagens, tanto para os agricultores que a adotam quanto para a sociedade, havendo potencial para aumento dos lucros agrícolas a partir da alocação correta dos insumos, o que pode gerar uma maior eficiência econômica em toda a superfície cultivada (BATTE; ARNHOLT, 2002, tradução nossa). Esses autores sugeriram ainda que poderia haver benefícios ambientais resultantes da utilização das técnicas de agricultura de precisão.

De acordo com Pires et al. (2004, p. 03),

A questão mais importante evidenciada pela AP é mostrar a variabilidade das áreas agrícolas e fazer com que sejam criadas alternativas de manejo que levem em consideração tal diversidade. A aplicação de determinada prática no local e momento em que apresente maior potencial de resposta, com menor impacto ambiental e com resultados econômicos e sociais satisfatórios, deve nortear as ações nessa área.

Os avanços iniciais da agricultura de precisão foram subsidiados pela disponibilização de satélites para a localização de pontos na superfície terrestre por meio do Sistema de Posicionamento Global (GPS). A partir daí, foram criadas e/ou reunidas numerosas ferramentas, como Sistema de Informações Geográficas (SIG),

Sensoriamento Remoto (SR), tecnologias de aplicação em taxas variadas, sensores, monitores de colheita, entre outras, que auxiliaram na identificação e no manejo da variabilidade de áreas agrícolas (PIRES et al., 2004).

Existem relatos de que se trabalha com agricultura de precisão desde o início do século XX, porém, a prática remonta aos anos 1980, quando na Europa foi gerado o primeiro mapa de produtividade e nos Estados Unidos fez-se a primeira adubação com doses variáveis (BRASIL, 2013).

Segundo Fountas et al. (2005, tradução nossa), a agricultura de precisão tem sido praticada ao longo dos últimos 15 anos, principalmente na América do Norte e na Europa do Norte e apesar de suas promessas, a AP ainda não conseguiu ser amplamente adotada pelos agricultores.

Um estudo econômico conduzido por Akridge e Whipker (1996, tradução nossa), sobre a oferta de serviços de agricultura de precisão por prestadores de serviços dos Estados Unidos, evidenciou que a AGS e a aplicação em TV estavam em evidência naquele momento, sendo um dos serviços mais ofertados por revendedores varejistas daquele país.

Lowenberg-DeBoer (2000, tradução nossa) apontou que em 1992 a agricultura de precisão atraía enorme atenção da mídia na América do Norte, e que em algumas fazendas os investimentos em AP eram promissores.

Esse autor indicou que os monitores de rendimento foram à primeira ferramenta de agricultura de precisão adotada em larga escala nos Estados Unidos e no Canadá, concluindo que essa ferramenta fornecia informações sobre algo que os agricultores eram apaixonadamente interessados - a produtividade das culturas.

Akridge e Whipker (2000, tradução nossa) em continuação ao seu estudo econômico sobre agricultura de precisão afirmaram há época que “a revolução da precisão está em andamento há pelo menos uma década”.

Esses autores afirmaram que nesse período as tecnologias e ferramentas de agricultura de precisão tornaram-se mais padronizadas, permitindo aos revendedores e prestadores de serviços especializados, traçarem melhores estratégias na oferta de seus produtos e serviços. Consideraram ainda que os produtores também haviam evoluído, aprendendo a aliar os avanços da tecnologia com as suas necessidades reais.

Na Dinamarca e na região do cinturão do milho nos Estados Unidos, os adotantes de agricultura de precisão consideraram o mapa de fertilidade mais

valioso que o mapa de produtividade (FOUNTAS et al., 2005, tradução nossa).

Esse mesmo estudo indicou que nesses países, os adotantes de agricultura de precisão consideravam o alto custo das tecnologias, o consumo de tempo para manusear as ferramentas e a falta de compatibilidade entre *softwares* e *hardwares* como sendo os principais obstáculos restritivos á adoção da agricultura de precisão.

Segundo Winstead et al. (2010, tradução nossa), no Alabama (EUA), as ferramentas de agricultura de precisão mais utilizadas eram a barra de luz e o mapeamento da lavoura.

Em países europeus e nos Estados Unidos, as principais tecnologias ou ferramentas de AP utilizadas atualmente são: colheita monitorada com sensor para confecção de mapas de rendimento, semeadura em taxa variável, amostragem georreferenciada de solo para confecção de mapas de fertilidade, aplicação de corretivos e fertilizantes em taxa variada, pulverização em taxa variada, direcionamento de máquinas por barra de luz ou piloto automático e sensoriamento remoto com uso de imagens orbitais (ANSELMÍ, 2012).

Na Hungria, a aplicação de fertilizantes sólidos em taxa variável e as ferramentas de direcionamento embarcadas nos tratores são as mais comuns nas propriedades rurais em que a agricultura de precisão está presente (LENCSEÉS et al., 2014, tradução nossa).

Esses autores afirmaram ainda que a agricultura de precisão está presente nas propriedades rurais com área acima de 300 hectares e que os adotantes dessas tecnologias são jovens.

Um estudo sobre a adoção das tecnologias de agricultura de precisão nas lavouras de amendoim dos Estados Unidos evidenciou que, atualmente, as tecnologias mais adotadas são as ferramentas de direcionamento, os mapas de fertilidade e as aplicações de sólidos em taxas variadas (USDA, 2015, tradução nossa).

2.1.2 Agricultura de Precisão no Brasil

De acordo com Delgado (2005), “a integração técnica da indústria com a agricultura, que se dera nos EUA e na Europa Ocidental ainda no final do século XIX e início do século XX, ocorreria no Brasil somente nas décadas de 1960 e 1970”, com estímulos à adoção de pacotes tecnológicos da Revolução Verde, então considerados sinônimos de modernidade.

De acordo com Resende et al. (2010, p. 02),

As primeiras iniciativas de adoção e pesquisa da AP no Brasil ocorreram na segunda metade da década de 1990. Com a popularização dos equipamentos GPS e o desenvolvimento de diversos equipamentos, dispositivos e programas computacionais voltados à obtenção e processamento de dados georreferenciados, e suas aplicações na agricultura têm se tornado cada vez mais comum.

No Brasil, as atividades de agricultura de precisão datam de 1995 com a importação de equipamentos, especialmente colhedoras equipadas com monitores de produtividade, sendo que atualmente a AP se encontra em expansão no setor agropecuário, sendo diversas as tecnologias embarcadas em máquinas que auxiliam produtores rurais no mapeamento da lavoura e na aplicação de insumos a taxas variáveis nas culturas com objetivo de reduzir os custos de produção e aumentar a produtividade (BRASIL, 2013).

“Após uma década e meia no país, ainda há os fascinados e as posições mais conservadoras. Entretanto, o avanço é inegável, o mercado se estabeleceu e a academia trouxe os resultados que são sustentados cientificamente” (BERNARDI E INAMASU, 2014).

De acordo com Delgado (2005), os indicadores de modernização na agricultura estavam à época concentrados nas regiões Sul e Sudeste e parcialmente no Centro Oeste, sendo estes índices bem mais baixos nas regiões Norte e Nordeste.

Segundo a Embrapa (2014), atualmente no Brasil, as técnicas e ferramentas de agricultura de precisão mais adotadas estão focadas na aplicação de fertilizantes e corretivos em taxas variáveis, baseada em informações detalhadas do campo de produção.

Nessa ótica, especialistas ou empresas de consultoria e prestação de serviços na área de amostragem georreferenciada de solo e geração de mapas de

fertilidade têm se multiplicado pelo país, sendo fundamentais no processo de difusão da agricultura de precisão.

Atualmente, as tecnologias de amostragem de solo em grades georreferenciadas são as mais utilizadas pelos produtores para mapear as propriedades do solo e aplicar corretivos e fertilizantes em taxas variáveis. O mapeamento da produtividade também está muito difundido para a cultura de grãos (em especial milho e soja), pois as colhedoras já vêm equipadas com monitores de colheita que possibilitam obter estes mapas (EMBRAPA, 2014).

Nos últimos anos, houve a divulgação de um grande número de trabalhos técnico-científicos acerca da difusão das tecnologias de agricultura de precisão no Brasil, discutindo os fatores condicionantes à adoção da AP, os obstáculos na adoção enfrentados pelos agricultores, seus anseios e suas percepções.

A adoção da agricultura de precisão vem sendo pesquisada em diversos países. No Brasil os resultados apontam para uma disseminação lenta e desuniforme (GRIFFIN e LOWENBERG-DEBOER, 2005) e, embora estas tecnologias estejam em evidência, pouco se sabe sobre a dinâmica do processo de adoção dessas técnicas e ferramentas no Brasil (ANSELMÍ, 2012).

A expansão das tecnologias de agricultura de precisão no país tem ocorrido de forma pontual, sem padronização conceitual (TAVARES et al., 2014) e em ritmo inferior ao da expansão da produção agrícola (GRIFFIN e LOWENBERG-DEBOER, 2005).

Bernardi e Inamasu (2014) entrevistaram agricultores de diversas regiões do Brasil a fim de verificarem quais eram os índices de adoção das ferramentas de agricultura de precisão naquele momento. Os resultados indicaram que o sistema de navegação Barra de Luz (BLZ) e o piloto automático bem como a aplicação de insumos em taxas variáveis foram as ferramentas mais adotadas.

Esse mesmo estudo indicou que os proprietários e administradores de fazendas que adotam a agricultura de precisão são jovens, instruídos, propensos a utilizar mais tecnologias e informática e cultivam grandes extensões de terras. Esses autores revelam ainda que as propriedades que adotam AP possuem equipamentos, porém são subutilizados.

Anselmi (2012), em sua pesquisa sobre adoção da agricultura de precisão no Rio Grande do Sul afirmou que a ferramenta mais adotada entre os produtores daquela região é a amostragem georreferenciada de solo, seguida de aplicação de

sólidos em taxa variável e barra de luz. A ferramenta com menor adoção foi à semeadura em taxa variável.

Pesquisa conduzida por Silva, de Moraes e Molin (2011), sobre o nível tecnológico do setor sucroalcooleiro de São Paulo, aponta evidências de que tal setor vem utilizando tecnologias de agricultura de precisão em larga escala, entretanto, afirmaram à época – “não existem estudos sobre o grau de adoção e o uso destas tecnologias”.

Filho e Cunha (2015) em sua pesquisa sobre adoção da agricultura de precisão conduzida na região Sudoeste de Goiás, concluíram que as ferramentas e técnicas de AP ainda estão em fase inicial de adoção naquela região, restringindo-se a amostragem georreferenciada de solo e adubação de sólidos a lanço em taxa variável.

Algumas tecnologias de agricultura de precisão mais recentes, porém, bastante difundidas em países europeus e nos Estados Unidos, tais como uso de sensores em tempo real, imagens aéreas ou orbitais, uso de vant's/drones e a telemetria, apresentam baixos índices de adoção no Brasil, mesmo nas regiões de maior aporte tecnológico – Sul, Sudeste e Centro Oeste.

Segundo Bernardi e Inamasu (2014), a adoção da agricultura de precisão tem elevada dependência da prestação de serviços terceirizados, e sobre isso, Anselmi (2012) indicou que a confecção de mapas e a amostragem georreferenciada de solos são os serviços de AP com maior grau de terceirização, corroborando ainda mais ao comentar sobre a importância do setor de terceirização de serviços de AP no processo de difusão destas técnicas entre os produtores rurais.

Quanto às ferramentas de políticas públicas para ampliar a difusão da agricultura de precisão, Silva, de Moraes e Molin (2011), identificaram em sua pesquisa que a diminuição da taxa de juros e um maior e melhor acesso ao crédito são as principais formas de se alcançar esse objetivo.

Em seu estudo sobre os condicionantes da adoção de tecnologias na agricultura, focando em estudos brasileiros e internacionais, Filho et al. (2011) indicaram quatro conjuntos de fatores que podem influenciar a decisão de adoção de inovações tecnológicas na agricultura, sendo eles: condições socioeconômicas e características do produtor; características da produção e da propriedade rural; características da tecnologia e fatores sistêmicos. Por fim, os autores afirmaram que (p. 28) “o processo de adoção e difusão de tecnologia é complexo e inerentemente

social, influenciado pelos pares, agentes de mudanças, pressão organizacional e normas sociais”.

Em estudo semelhante, Antolini e Scare (2014) analisaram 36 trabalhos sobre adoção de agricultura de precisão no Brasil e no mundo e criaram um modelo conceitual na tentativa de consolidar os principais condicionantes de adoção da AP.

Os resultados mostraram que os condicionantes de maior influência estão relacionados a fatores socioeconômicos, agroecológicos, institucionais, comportamentais e tecnológicos, além das fontes de informação e percepção do agricultor.

O mesmo estudo indicou que fatores relacionados à dimensão das áreas de cultivo, nível de educação formal do agricultor, idade, fontes externas de renda além da agricultura, fontes de financiamento, organização em associações ou cooperativas, fontes de informação sobre AP e possibilidade de experimentação da tecnologia em menor escala estão diretamente relacionados à adoção da AP.

Para conter a discussão, uma análise de Sunding e Zilberman (2000), que afirmaram existir um intervalo significativo entre o lançamento de uma tecnologia no mercado até a sua ampla utilização pelos agricultores, ponderando que a adoção, portanto, não é imediata.

Sobre isso, Lowenberg-DeBoer (1996) já havia comentado que a agricultura de precisão era uma tecnologia infantil e que esta criança teria alguns sinais de eventual grandeza, entretanto, suas totais capacidades não seriam evidentes durante alguns anos, e como todas as crianças, exigiria um investimento de tempo e recursos para ajudar a encontrar a sua maturidade.

2.2 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA

“Análise de Correspondência (AC) é uma metodologia estatística voltada para a análise exploratória de dados categóricos multivariados” (Jelihovschi, 2014, p. 66).

Segundo Lacerda (2013, p. 18) “a análise de correspondência é um método estatístico utilizado para a redução ou a simplificação da composição da variabilidade de dados multivariados sem muita perda das informações”.

Os métodos multivariados são escolhidos de acordo com os objetivos da pesquisa, pois sabe-se que a análise multivariada é uma análise exploratória de dados, prestando-se a gerar hipóteses, e não tecer confirmações a respeito dos mesmos, o que seria uma técnica

confirmatória, como nos testes de hipótese, nos quais se tem uma afirmação a respeito da amostra em estudo (VICINI, 2005, p. 11).

A análise de correspondência permite estudar as relações e semelhanças existentes entre as categorias de linhas e entre as categorias de colunas de uma tabela de contingência e ainda o conjunto de categorias de linhas e o conjunto de categorias de colunas (GREENACRE, 2007).

De acordo com Gonçalves e Santos (2009, p. 07),

As técnicas de análise de correspondência são aplicadas em situações nas quais muitas variáveis são analisadas simultaneamente em cada elemento amostral, assim, são construídos gráficos com as componentes principais das linhas e das colunas permitindo a visualização da relação entre os conjuntos, onde a proximidade dos pontos referentes à linha e a coluna indicam associação e o distanciamento uma repulsão.

Segundo Varella (2008) “a análise de componentes principais é associada a ideia de redução de massa de dados, com menor perda possível de informações [...] e pode ser utilizada para geração de índices de agrupamento de indivíduos de acordo com a variação de suas características dentro da população”.

Esse tipo de estatística mostra como as variáveis dispostas em linhas e colunas estão relacionadas e não somente se a relação existe (CZERMAINSKI, 2004).

Na estatística descritiva, são utilizados métodos como tabelas, gráficos e medidas para tentar entender quais são as estruturas fundamentais dos dados que se quer analisar, já na estatística de correspondência utiliza-se a análise exploratória de dados categóricos multivariados na tentativa de compreender as relações e associações existentes entre as variáveis.

Segundo Jelihovschi (2014, p. 14),

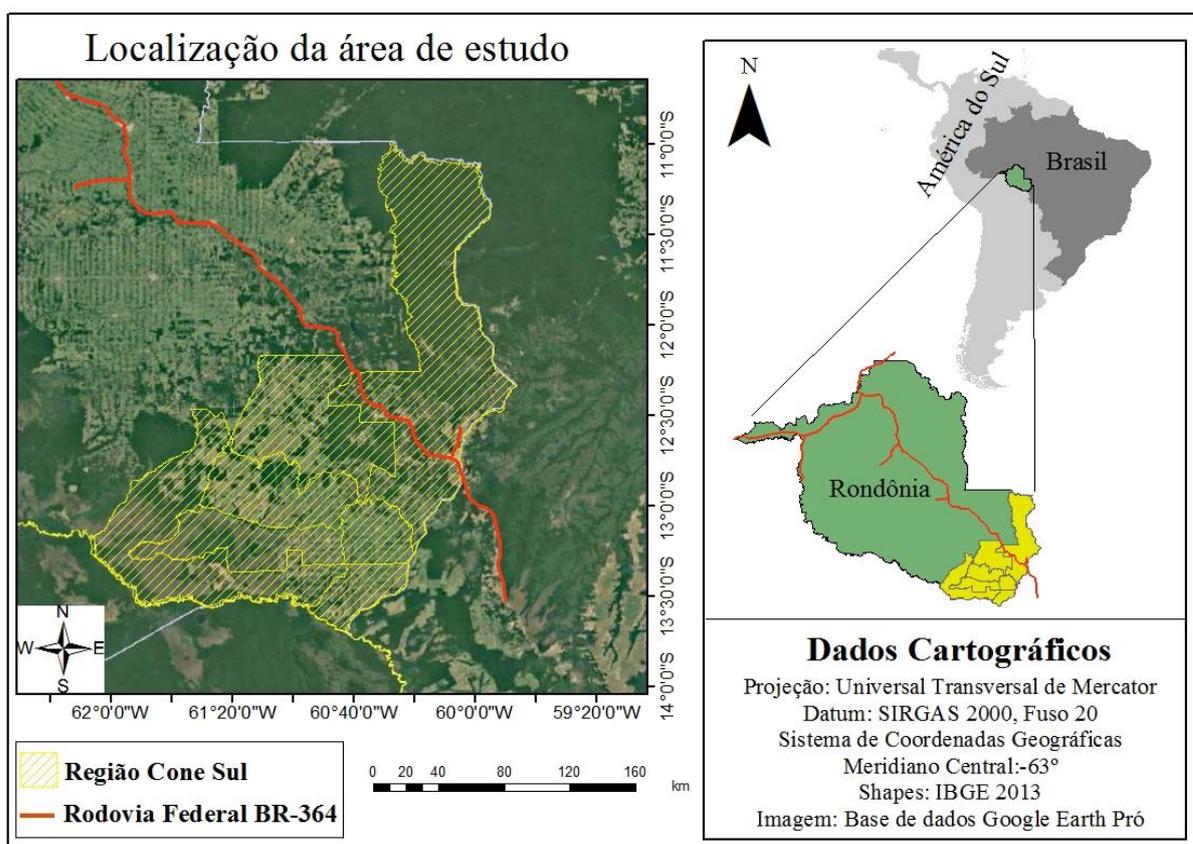
A AC reduz a dimensionalidade do espaço destas variáveis, projetando-as num gráfico de duas dimensões. Seu resultado é uma representação gráfica, simples e elegante, que leva a uma rápida interpretação e ao entendimento da estrutura por trás dos dados. Em outras palavras, a AC simplifica a complexidade de uma alta dimensionalidade, descrevendo toda a informação contida nos dados.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 COLETA DE DADOS

A área de abrangência da pesquisa se restringe à região Cone Sul, onde se concentra quase a totalidade da produção de soja em Rondônia (Figura 2), portanto, a isso se deveu a delimitação geográfica da área de pesquisa.

Figura 2 - Mapa de localização da região Cone Sul de Rondônia.



Fonte: Autor.

Importante destacar que os resultados acerca dos índices de adoção das ferramentas de agricultura de precisão, apresentados neste trabalho, dizem respeito unicamente à atividade agrícola de cultivo de grãos anuais, não podendo, portanto, serem tomados como parâmetro para se prever índices de adoção de ferramentas de AP para outras atividades do setor agropecuário rondoniense – notadamente a pecuária e a cafeicultura que, de maneira significativa, fazem parte dos arranjos produtivos da região Cone Sul de Rondônia.

A pesquisa foi estruturada a partir do levantamento de dados primários, obtidos por meio da aplicação de questionário composto por questões qualitativas e quantitativas que pudessem responder aos questionamentos iniciais da pesquisa (APÊNDICE A).

Posteriormente a coleta dos dados primários, procedeu-se a análise estatística dos mesmos, sendo que a partir daí, procurou-se reunir a maior quantidade de informações acerca do fenômeno da difusão e adoção da agricultura de precisão no Brasil, obtidas por meio de acervo bibliográfico encontrado na internet, em revistas e livros, com o intuito de melhor relacionar os dados obtidos nesta pesquisa com os dados obtidos por outros autores em estudos similares realizados em outras regiões do país.

A fim de delinear as discussões acerca dos resultados apresentados nesta pesquisa, bem como com a intenção de lhe conferir significado estatístico, realizou-se a comparação desses resultados com os de outros trabalhos similares, conduzidos em outras regiões do país dando prioridade às publicações mais recentes – últimos 5 anos – considerando que determinadas ferramentas e tecnologias de agricultura de precisão podem sofrer variação em seu grau de adoção em curtos intervalos de tempo.

O método de amostragem utilizado foi o não probabilístico, por tipicidade ou intencional, que consiste em selecionar um subgrupo da população que, com base nas informações disponíveis, possa ser considerado representativo de toda a população. Esse tipo de amostragem requer considerável conhecimento da população, por parte do pesquisador e, tem como principais vantagens, o baixo custo de sua seleção e menor tempo despendido (GIL, 2008).

A escolha da amostragem não probabilística foi definida com base nos objetivos da pesquisa, e neste sentido, a população não poderia ser sorteada, uma vez que para fazer parte da amostra, o produtor rural deveria ser identificado como adotante, em qualquer grau, de técnicas ou ferramentas de agricultura de precisão.

Foram aplicados 37 questionários, ou seja, o estudo se refere a 37 propriedades rurais, compreendendo aproximadamente 50.000 hectares de cultivo de grãos anuais, equivalente a aproximadamente 20% da área total cultivada em Rondônia, compondo uma amostra representativa da região de estudo.

O questionário foi composto de questões abertas, fechadas, de múltipla escolha e questões de escala de importância e escala do tipo Likert de 5 pontos,

onde os respondentes emitem seu grau de concordância com as afirmativas sobre agricultura de precisão.

Segundo Costa (2011, p. 10), “a grande vantagem da escala de Likert é sua facilidade de manuseio, pois é fácil para um respondente emitir um grau de concordância sobre uma afirmação qualquer”.

A coleta dos dados foi realizada entre os meses de junho a setembro de 2015, sendo que na maioria dos casos a abordagem ao respondente ocorreria diretamente na propriedade rural.

Nas situações em que não fora possível localizar o respondente em sua respectiva propriedade rural, o questionário lhe foi enviado via e-mail. Essa metodologia foi adotada somente para três respondentes.

Os respondentes da pesquisa foram ou o proprietário/arrendatário das terras ou o administrador da fazenda, desde que esse demonstrasse prévias condições de responder satisfatoriamente a todas as questões e que apresentasse condição de tomar decisões em relação às atividades da fazenda, de tal forma a não mascarar os resultados da pesquisa.

A pesquisa teve caráter exploratório – proporcionando maior familiaridade com o problema, tendo em vista revelar os vários aspectos envolvidos com o assunto e contribuir para a formulação de hipóteses; descritivo – procurou-se descrever as características de determinado fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis; explicativo – procurou-se identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (GIL, 2008).

3.2 METODOLOGIA ESTATÍSTICA

O questionário, composto de 37 questões, foi dividido em quatro partes definidas por: 1) perfil socioeconômico; 2) descrição da área agrícola avaliada; 3) descrição das tecnologias utilizadas; 4) importância e dificuldades na adoção de ferramentas de AP.

Excetuando-se a questão 37 (escala tipo Likert), e as questões 25, 26, 30 e 31 (escala de importância), para análise dos dados foi utilizada a estatística descritiva, apresentando o percentual das respostas obtidas para as questões de proporção, sendo que para as questões onde as respostas eram dadas com valores

numéricos, ou seja, questões quantitativas, além do percentual, foram calculadas também a média aritmética e o desvio padrão.

Com relação às informações quantitativas – as desta pesquisa e as de outros trabalhos utilizados como comparativo - para cada dado de média aritmética criou-se o Intervalo de Confiança (IC) com $\alpha = 5\%$ de significância utilizando-se os valores da Tabela de Distribuição t de student (t tabelado).

Para os dados de proporções – os desta pesquisa e os de outros trabalhos utilizados como comparativo – foram criados IC ($\alpha = 5\%$) para cada proporção encontrada utilizando-se como base os valores da Tabela de Distribuição Normal – z tabelado (Curva Normal Padrão).

Ao comparar os valores proporcionais apresentados neste trabalho com os apresentados em outros trabalhos, foram realizados testes de hipóteses a fim de verificar se estatisticamente as proporções poderiam ser consideradas iguais ou diferentes entre si ao nível de 5% de significância.

Para o tamanho da amostra (37), utilizou-se a curva Z Normal Padrão que ao nível de 5% de significância tem seu Z tabelado (Z_t) de 1,65. Para o teste de hipóteses, quando o resultado de Z calculado (Z_c) for menor que Z_t , as duas proporções são consideradas estatisticamente iguais entre si, sendo que quando o valor de Z_c for maior que Z_t , as duas proporções são consideradas estatisticamente diferentes entre si.

Para a quarta parte do questionário (importância e dificuldades na adoção de ferramentas de AP), foi utilizada para as questões 25, 26, 30, 31 e 37, a análise de correspondência para associação de variáveis (GREENACRE, 2007).

O software utilizado para os procedimentos estatísticos foi o R.3.2.2. (R Core Team).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE DESCRITIVA

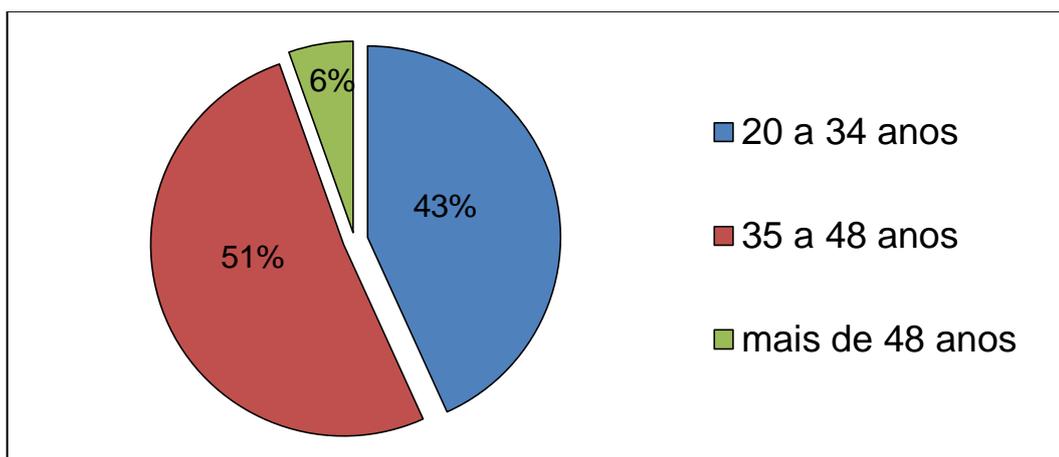
4.1.1 Perfil socioeconômico

Os resultados indicaram que 73% dos respondentes eram proprietários ou arrendatários das fazendas, sendo apenas 27% os que eram gerentes ou administradores das propriedades. Os resultados apontaram ainda que 100% dos respondentes eram do gênero masculino.

Segundo Brumer (2004), mesmo que a mulher trabalhe tanto quanto o homem ou execute as mesmas atividades na fazenda, normalmente seu trabalho terá caráter de 'ajuda' e neste sentido ocupam posição hierárquica de divisão do trabalho considerada subordinada ao homem.

A Figura 3 apresenta dados referentes à faixa etária dos respondentes, indicando que do total de respondentes, a maioria (51%) tinha entre 35 e 48 anos de idade e uma grande parte (43%) tinham entre 20 e 34 anos. Apenas 6% tinham mais de 48 anos de idade.

Figura 3 – Faixa etária dos respondentes.



Fonte: Autor.

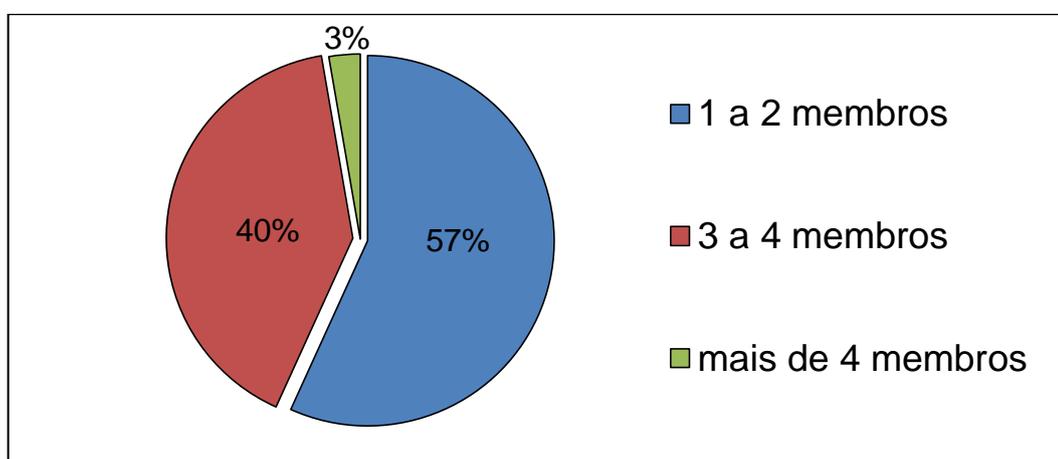
A média de idade entre os respondentes foi de 37,08 anos com IC de $\pm 2,61$ anos. Esses resultados não diferiram estatisticamente¹ ($\alpha = 5\%$) dos obtidos por Bernardi e Inamasu (2014) em seu estudo realizado com produtores rurais de diversas regiões do Brasil, onde identificaram que a idade média entre adotantes de tecnologias de agricultura de precisão foi de 35,5 anos ($\pm 1,21$ anos).

O perfil socioeconômico do agricultor tem papel fundamental no processo de modernização da agricultura e, conseqüentemente na adoção de práticas agrícolas modernas (CONCEIÇÃO et al., 2006).

Quanto a isso, D'Souza, et al. (1993, p. 17) afirmaram: “produtores mais jovens são mais facilmente atraídos por novidades e, mais provavelmente, serão os primeiros a adotar novas tecnologias”.

A Figura 4 ilustra que a maior parte das famílias (57%) tinha de um a dois membros trabalhando na propriedade, embora que em boa parte dos casos (40%) haviam de 3 a 4 membros. A média foi de 2,35 pessoas (IC $\pm 0,52$ pessoas) ao nível de 5% de significância².

Figura 4 - Quantidade de membros da família que trabalham na fazenda



Fonte: Autor.

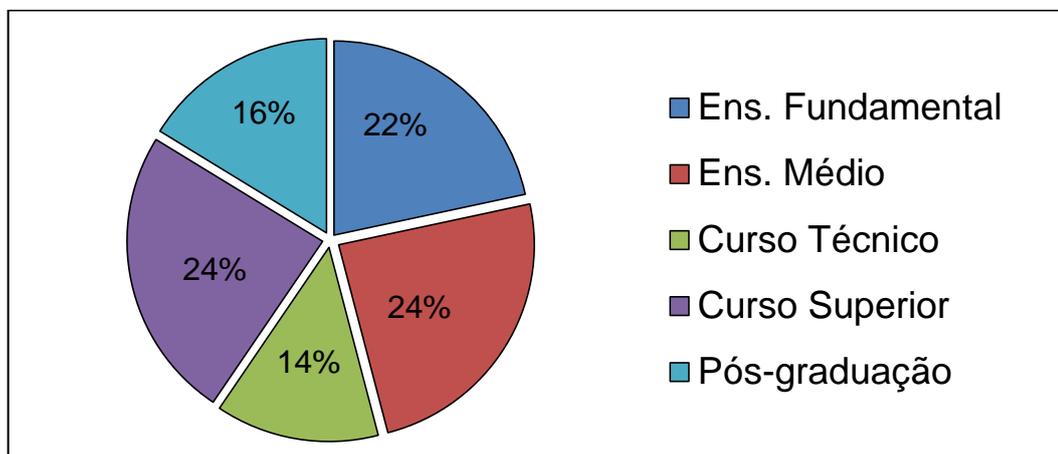
A Figura 5 apresenta o nível de escolaridade dos respondentes, que era diversificado, indo desde o ensino fundamental até a pós-graduação, sendo que a maior parte dos respondentes (24%) tinha formação acadêmica de nível superior, e

¹Desvio padrão: 7,83; t tabelado: 2,03. (usa-se t tabelado porque não se conhece a variância populacional e se está utilizando a própria variância amostral).

²Desvio padrão: 1,55. t tabelado: 2,03;

ao incluirmos os que concluíram pós-graduação, este percentual aumentou para 40% (IC $\pm 13,29\%$) ao nível de 5% de significância.

Figura 5 - Grau de escolaridade dos respondentes.



Fonte: Autor.

Os adotantes de agricultura de precisão em Rondônia, em 78% dos casos apresentaram escolaridade acima da média nacional, que segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), para as pessoas com 25 anos de idade ou mais é de 7,7 anos de estudo – equivalente ao ensino fundamental - enquanto a média dos respondentes desta pesquisa foi superior a 13 anos de estudos, equivalente ao ensino médio e/ou profissionalizante.

Bernardi e Inamasu (2014) em seu estudo sobre adoção da agricultura de precisão para diversas regiões do Brasil afirmaram que havia uma tendência de elevação do grau de instrução dos produtores adotantes dessas tecnologias com relação aos produtores convencionais, ou seja, que não adotam tecnologias de AP, bem como afirmaram que havia uma tendência de diminuição no percentual de produtores adotantes formados apenas no 1º e 2º graus.

Anselmi (2012) indicou que no Rio Grande do Sul existia a mesma tendência de alto grau de instrução entre os adotantes de agricultura de precisão.

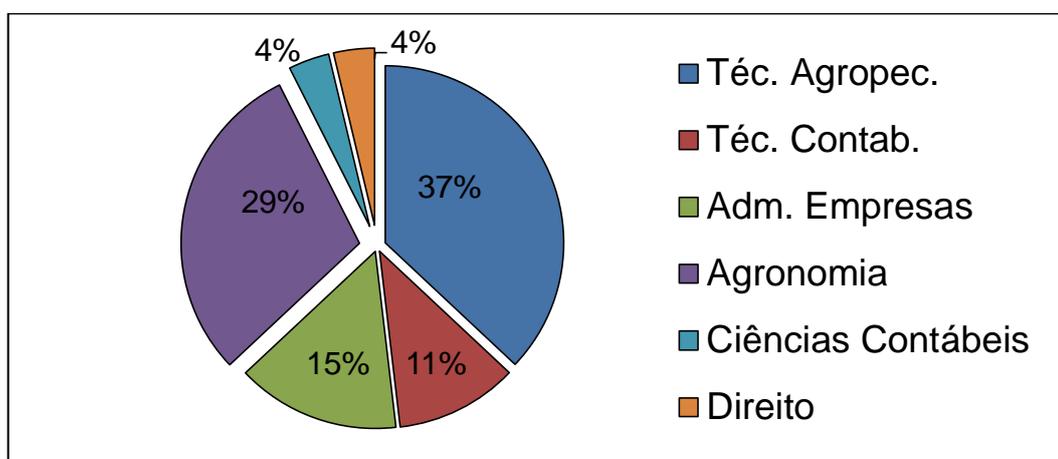
O teste de hipóteses³ indicou que a proporção de produtores rondonienses adotantes de agricultura de precisão com formação acadêmica de nível superior foi

³Zt: 1,65. Zc para Bernardi e Inamasu (2014): 0,22; Zc para Anselmi (2012): 1,62. Hipóteses: (H0: Proporções iguais; H1: Proporções diferentes). Decisão: Quando $Zc < Zt$ o teste não é significativo e, portanto, aceita-se a hipótese H0 de que as proporções são iguais.

semelhante às proporções apresentadas por Bernadi e Inamasu (2014) e Anselmi (2012), que indicaram respectivamente 42% (IC $\pm 6,44\%$) e 56% (IC $\pm 9,46\%$). Portanto, não houve diferença estatística ($\alpha = 5\%$) entre os três trabalhos em comparação.

Com relação à formação profissional dos respondentes, 81% se formaram em Agronomia, Técnico Agrícola ou Administração de Empresas (Figura 6).

Figura 6 - Formação profissional dos respondentes.



Fonte: Autor.

Neste sentido, vale mencionar o conceito criado por Roza (2000), que se relaciona com esses dados. Esse autor afirma que a agricultura de precisão é uma filosofia de gerenciamento agrícola que incorpora novas maneiras de gerir o campo produtivo.

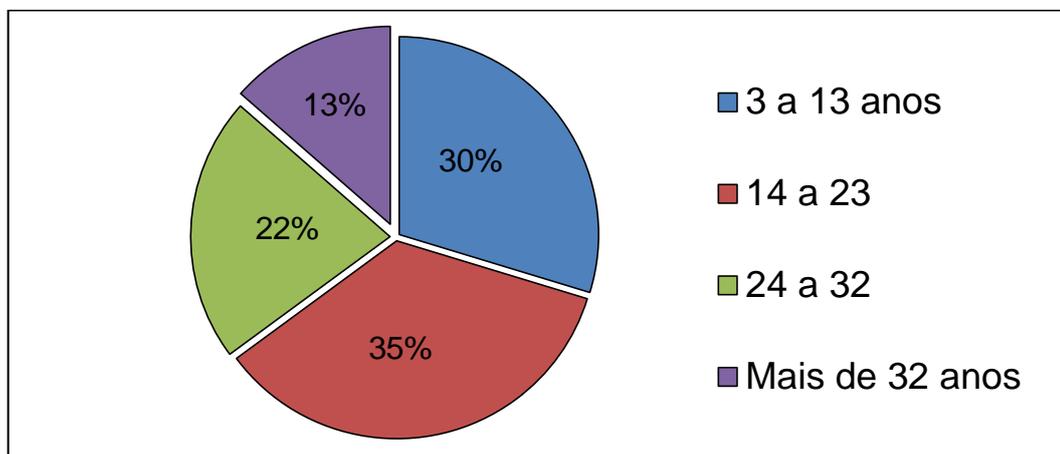
Com relação ao tempo de trabalho na agricultura, a Figura 7 ilustra que a maior parte dos respondentes (35%) tem entre 14 e 23 anos de experiência com a atividade, seguida de 30% que tem entre 3 a 13 anos. Apenas 13% têm mais de 32 anos de experiência com a atividade agrícola. A média da amostra é de 20,5 anos (IC $\pm 3,38$ anos) ao nível de 5% de significância⁴.

Reduzindo a amostra a dois grupos – o primeiro composto de respondentes com até 23 anos de trabalho dedicados à agricultura e o segundo composto de respondentes com mais de 23 anos de experiência na atividade, a Figura 8 ilustra que no primeiro grupo (≤ 23 anos), a maioria (58%) possuía formação acadêmica de

⁴Desvio padrão: 3,38; t tabelado: 2,03.

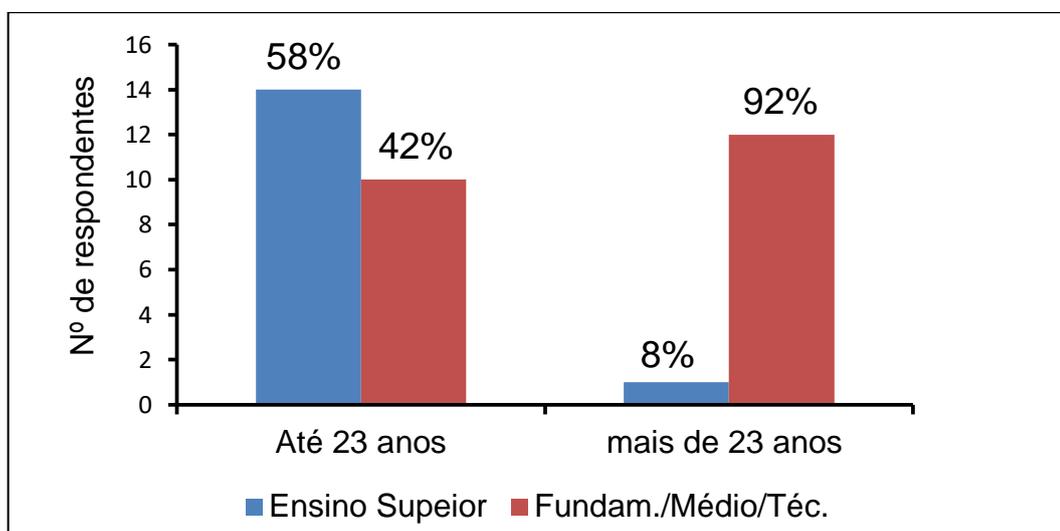
nível superior, sendo que no segundo grupo (>23 anos) apenas 8% tinham ensino superior completo.

Figura 7 – Tempo de trabalho na agricultura.



Fonte: Autor.

Figura 8 – Grau de escolaridade de acordo com o tempo de trabalho na agricultura.



Fonte: Autor.

A média de tempo de trabalho para o primeiro grupo foi de 14 anos (IC $\pm 2,3$ de anos). A média de idade desses agricultores é de 33 anos (IC $\pm 2,37$ anos).

Com relação ao segundo grupo, a média de tempo de trabalho foi de 32 anos (IC $\pm 2,59$ anos), sendo que esses agricultores têm em média 44 anos de idade (IC $\pm 2,37$ anos).

Daberkow e McBride (2003) afirmaram que produtores mais novos tendiam a ter maior grau de instrução e isso interferia positivamente na adoção da AP.

Segundo Filho et al. (2011), as variáveis relacionadas às características socioeconômicas ajudam a explicar porque um produtor adota certa tecnologia e seu vizinho, sob semelhantes condições edafoclimáticas, por exemplo, não adota.

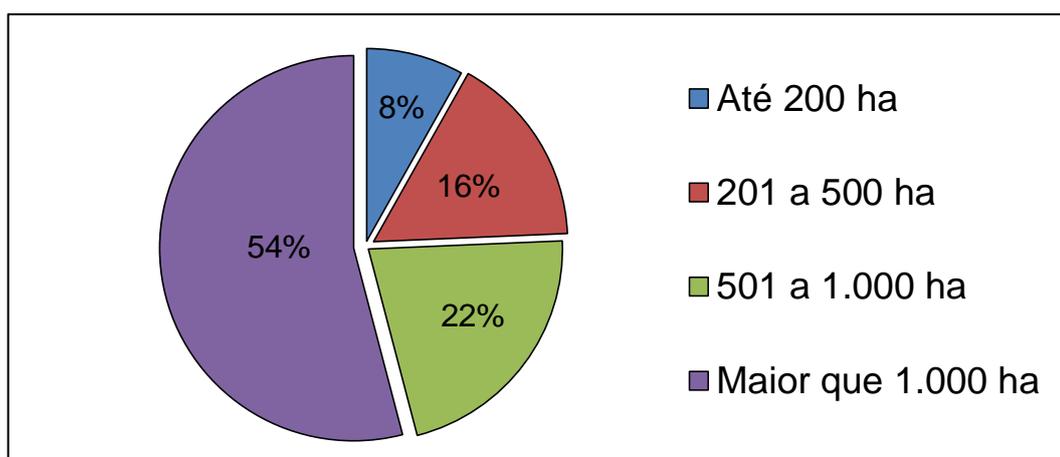
Infere-se, portanto, que os agricultores rondonienses adotantes de AP são jovens, instruídos e com formação profissional em áreas relacionadas à atividade e isso interfere positivamente no processo decisório de adoção de novas tecnologias.

4.1.2 Caracterização físico-ambiental da área agrícola

4.1.2.1 Estrutura fundiária da amostra

A maioria dos respondentes (54%) indicou que cultivava em áreas superiores a 1.000 hectares, sendo que apenas 8% indicou que cultivava em áreas inferiores a 200 hectares (Figura 9).

Figura 9 - Tamanho (ha) da área de cultivo.



Fonte: Autor.

Há indícios de que no estado de Rondônia as ferramentas de agricultura de precisão estão concentradas em grandes propriedades rurais, e que a cadeia

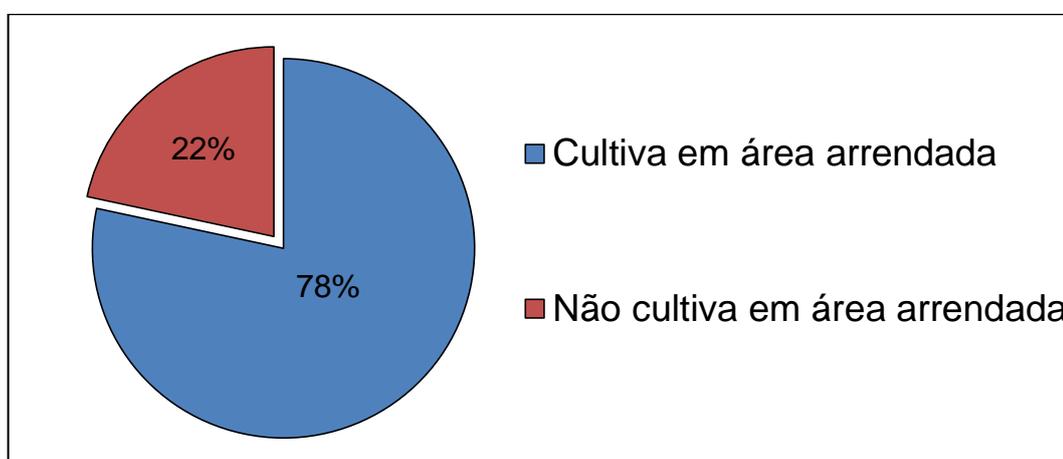
produtiva do agronegócio da soja, nessa região, é sustentada por empresários rurais que cultivam em grandes extensões de terras e que por sua vez têm maiores benefícios mercadológicos e, sobretudo maiores incentivos creditícios junto aos órgãos de fomento, tendo isso relação positiva com a adoção das tecnologias de AP.

Em Goiás, segundo Filho e Cunha (2015), a agricultura de precisão estava presente na maioria das vezes (89%) em propriedades rurais com área superior a 200 hectares, enquanto no Rio Grande do Sul, segundo Anselmi (2012), o tamanho médio das propriedades rurais em que se utiliza a AP era de 978 hectares.

Existe relação positiva entre o tamanho da propriedade e a adoção da agricultura de precisão, sendo que pequenos produtores são particularmente suscetíveis e avessos ao risco, e nesses casos a inovação é fortemente influenciada pelas incertezas que cercam a adoção de novas tecnologias (DABERKOW e MCBRIDE, 2003; FILHO et al., 2011).

A Figura 10 ilustra que 78% dos respondentes cultivavam em áreas arrendadas, sendo que 22% cultivavam somente em áreas próprias.

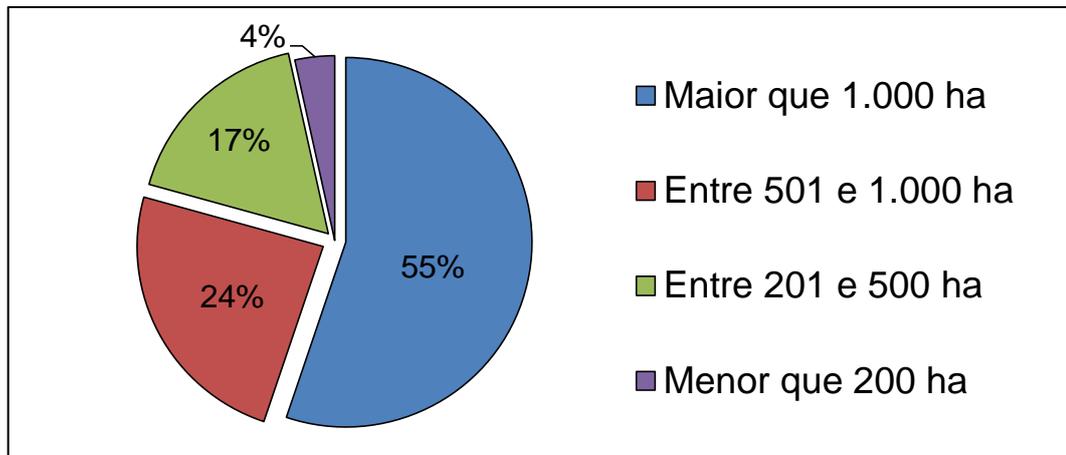
Figura 10 - Porcentagem de respondentes que cultivam em áreas arrendadas.



Fonte: Autor.

Entre os arrendatários, a maioria (55%) tinha no total de suas áreas cultivadas, ou seja, o somatório de áreas próprias e áreas arrendadas, mais que 1.000 hectares de lavoura, sendo que apenas 4% tinham menos de 200 hectares (Figura 11).

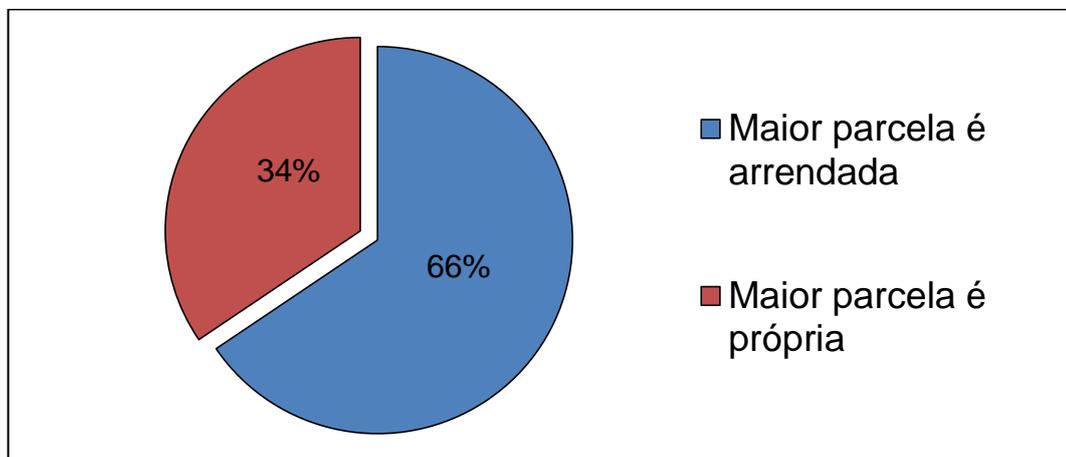
Figura 11 - Área cultivada (ha) entre os arrendatários.



Fonte: Autor.

Entre arrendatários que cultivavam em áreas maiores que 1.000 hectares, a parcela de cultivo em área arrendada era maior que a parcela de cultivo em área própria (Figura 12).

Figura 12 - Maior parcela de cultivo entre os arrendatários que cultivam em mais de 1.000 ha



Fonte: Autor.

Se por um lado o sistema de cessão dos direitos de exploração da propriedade rural através do arrendamento tem relevante importância na expansão e consolidação do agronegócio da soja em Rondônia, por outro lado, pode se tornar um importante condicionante sobre a decisão final do agricultor em adotar ou não as tecnologias de AP.

Percebe-se que o agricultor tem mais probabilidade de gerir terras próprias de uma maneira mais favorável em detrimento da terra arrendada. Com a posse da terra, ele tem mais chances de aproveitar as vantagens que a sua gestão agrícola proporciona e assim, aumentar o incentivo para a adoção de tecnologias de AP (ANTOLINI e SCARE, 2014, p. 08).

Na região de estudo, o tempo de duração dos contratos de arrendamento de terras são considerados curtos pela maioria dos arrendatários, variando de 3 a 5 anos.

Segundo Almeida e Buainain (2005) “os contratos de arrendamento de curta duração não dão aos agricultores arrendatários condições para investir em tecnologia, além de dificultar ainda mais o acesso ao crédito”.

Proença et al. (2015) fizeram um levantamento dos custos de produção e de venda de soja e milho para uma área de 50 hectares localizada no estado de São Paulo, comparando a possibilidade de lucratividade com o cultivo desses produtos com a renda obtida pelo proprietário a partir do arrendamento de suas terras.

A lucratividade anual com os cultivos seria de aproximadamente R\$ 2.550,00 por hectare, sendo que o valor percebido anualmente pelo proprietário através do arrendamento seria de R\$ 912,00 por hectare.

Os resultados indicaram que o lucro obtido com os cultivos seria 64,34% maior que o obtido com o arrendamento, entretanto, os autores ressaltaram que com o arrendamento o proprietário não estaria sujeito a qualquer risco.

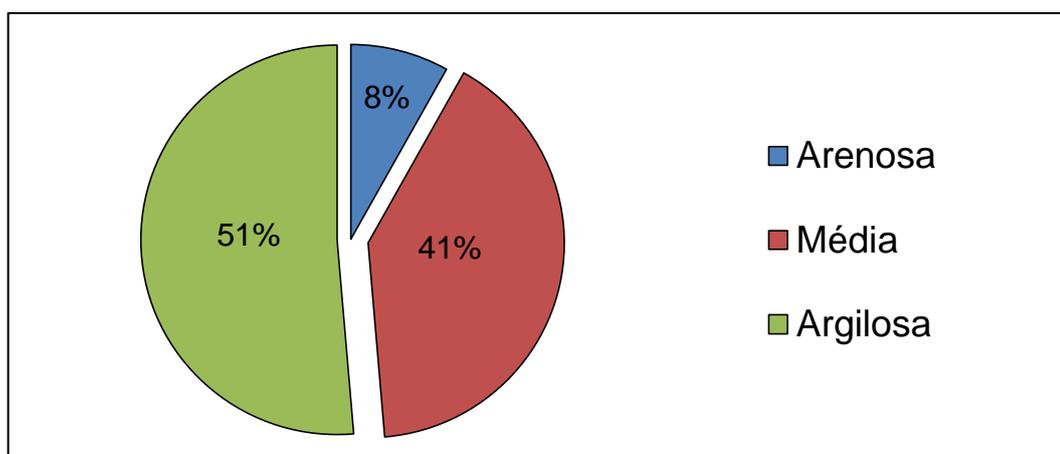
Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), o Produto Interno Bruto (PIB) em 2015 recuou 3,8% com relação ao ano anterior, entretanto, o setor agropecuário obteve alta de 1,8% e o crescimento desse setor se deveu principalmente ao desempenho da agricultura, com destaque para as lavouras de soja com 11,9% de aumento e milho com 7,3% de aumento.

Com a agricultura em alta, somada à expectativa de crescimento, Proença et al. (2015) questionaram se seria mais vantajoso arrendar a terra ou se tornar produtor de fato”.

4.1.2.2 Solos, topografia e culturas

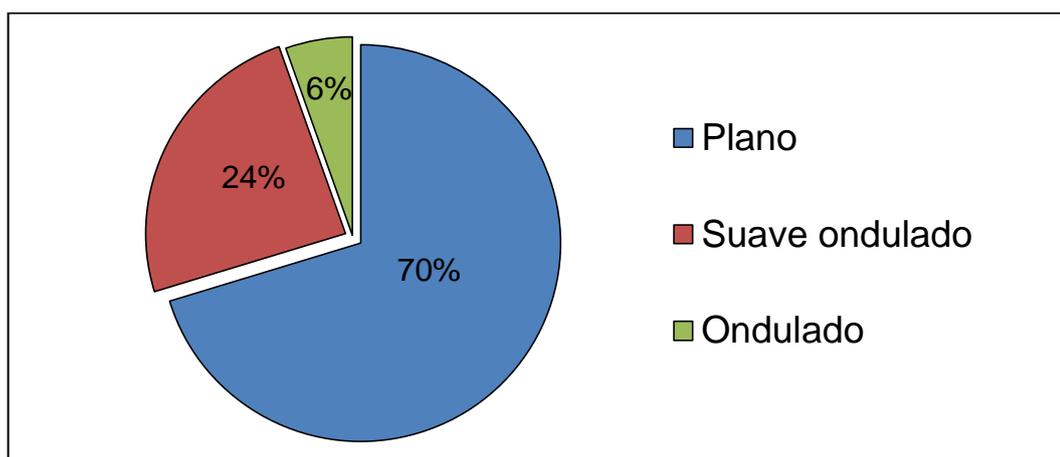
A textura do solo das áreas manejadas com agricultura de precisão era argilosa em 51% dos casos, seguida de 41% onde a textura era média (Figura 13). O relevo era predominantemente plano em 70% dos casos (Figura 14).

Figura 13 - Textura predominante do solo das áreas de cultivo.



Fonte: Autor.

Figura 14 - Relevo predominante nas áreas de cultivo.



Fonte: Autor.

De acordo com Filho et al. (2011, p. 13),

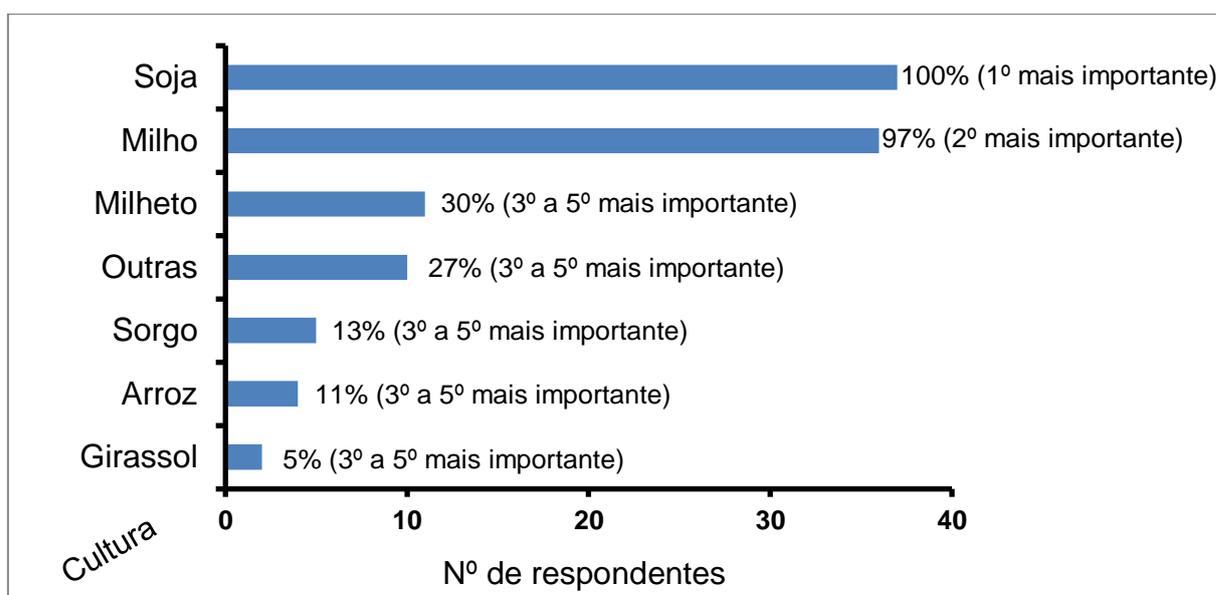
Características do estabelecimento rural ajudam a entender o processo de adoção e difusão tecnológica, portanto, o sucesso de uma tecnologia agrícola depende da sua adequação e compatibilidade com as condições físico-ambientais da propriedade, e neste sentido características do solo e a topografia podem explicar a adoção da tecnologia.

Segundo Schindwein et al (2012), solos de boa qualidade e clima favorável ao desenvolvimento da maioria das culturas, são algumas das características físico-ambientais que podem promover o fortalecimento do agronegócio em Rondônia.

Com o objetivo de identificar quais eram as principais culturas manejadas com técnicas de agricultura de precisão, cada respondente anotara os principais produtos cultivados em sua propriedade, indicando ainda a ordem de importância de cada cultura em uma escala que variava de 1ª a 5ª mais importante.

A Figura 15 ilustra que a soja era plantada por 100% dos respondentes sendo também apontada pela totalidade da amostra como o produto mais importante da propriedade. O milho se destacou como sendo o 2º produto mais importante para os 97% dos agricultores que o cultivam. O milheto apareceu como sendo a terceira cultura em importância para 30% dos respondentes, obtendo anotações nas escalas de 3ª a 5ª mais importante.

Figura 15 - Principais culturas manejadas com AP



Fonte: Autor.

A soja e o milho são os principais produtos cultivados em propriedades em que a agricultura de precisão está presente em virtude da grande importância destas culturas no contexto da agricultura brasileira.

De acordo com Walker et al. (2009, p. 02),

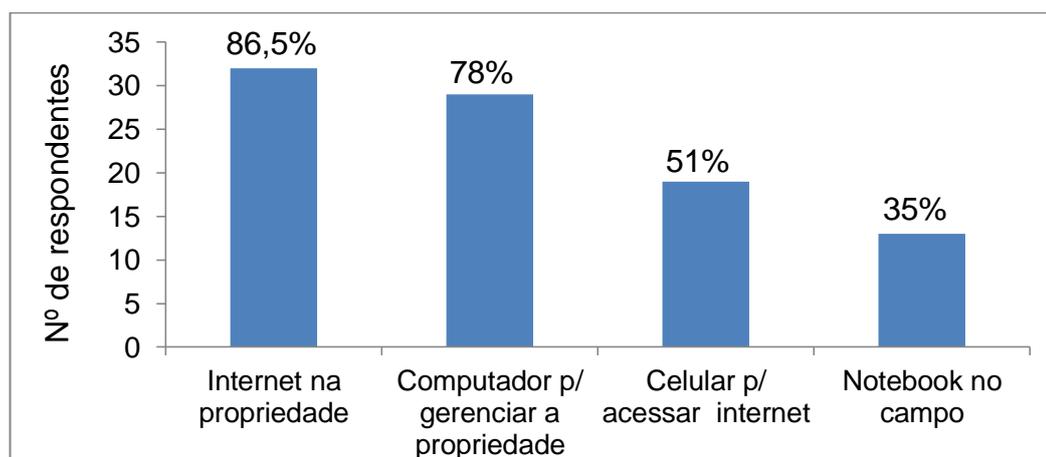
Embora outros sejam economicamente importantes, a soja se mantém como o principal caso de agricultura “mecanizada” da Amazônia, dada a sua supremacia em termos da renda gerada, impactos na paisagem da terra e a provável continuidade de expansão.

Além da importância agrícola, a soja “causa impacto social quando influencia diretamente na migração do homem do campo para a cidade, além de ser responsável pela expansão de grandes propriedades de terras” (DOMINGUES e BERMANN, 2012, p. 21).

4.1.3 Descrição das tecnologias utilizadas

As tecnologias não agrícolas mais utilizadas nas fazendas foram à internet e o computador para gerenciar a propriedade, com taxas de adoção de 86,5% (IC $\pm 9,27\%$) e 78% (IC $\pm 11,16\%$) respectivamente. O uso do celular para acessar internet e do notebook alcançaram respectivamente 51% (IC $\pm 13,56\%$) e 35% (IC $\pm 12,95\%$) de adoção. Os índices foram calculados com $\alpha = 5\%$ (Figura 16).

Figura 16 - Uso de tecnologias não agrícolas.



Fonte: Autor.

O teste de hipóteses indicou que as proporções de agricultores que utilizam computador para gerenciar a propriedade rural, notebook no campo e celular para acessar a internet, não diferem estatisticamente⁵ ($\alpha = 5\%$) das apresentadas por Bernardi e Inamasu (2014).

Esses autores indicaram taxas de adoção de 74% (IC $\pm 5,72\%$), 38% (IC $\pm 6,33\%$) e 46% (IC $\pm 6,50\%$) respectivamente para as tecnologias descritas acima.

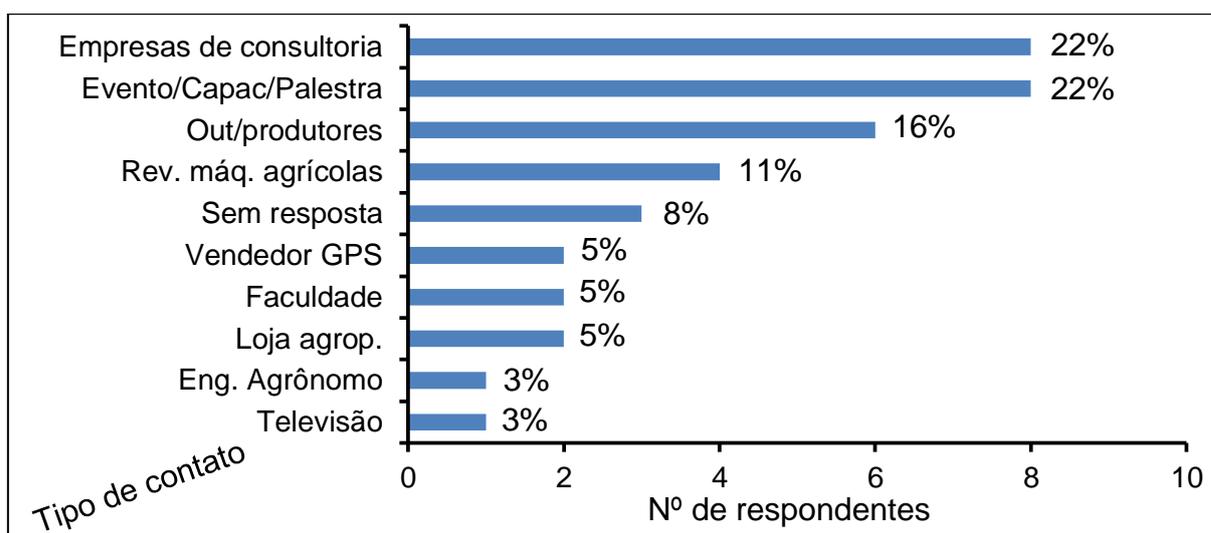
⁵Zt: 1,65. Zc para uso de computador: 0,58; Zc para uso de notebook no campo: 0,33; Zc para uso de celular para acesso à internet: 0,59. Hipóteses (H0: Proporções iguais; H1: Proporções diferentes). Decisão: Quando $Zc < Zt$ o teste não é significativo e, portanto, aceita-se a hipótese H0 de que as proporções são iguais.

Quanto ao acesso à internet na propriedade rural, o teste de hipóteses⁶ indicou que a proporção encontrada nesta pesquisa difere estatisticamente da encontrada pelos autores em questão, que verificaram uma taxa de uso menor para essa tecnologia (68%) com IC de $\pm 6,08\%$ ($\alpha = 5\%$).

Segundo Roberts et al. (2004), “o uso de computadores na gestão da propriedade é o primeiro passo em direção da adoção da agricultura de precisão, uma vez que a informática é parte integrante desse processo”.

Com relação ao primeiro contato dos respondentes com a AP, a Figura 17 indica que os canais de comunicação foram diversificados, sendo que as empresas de consultoria e os eventos e palestras sobre o tema (22%) foram os mais anotados.

Figura 17 – Primeiro contato com a AP.



Fonte: Autor.

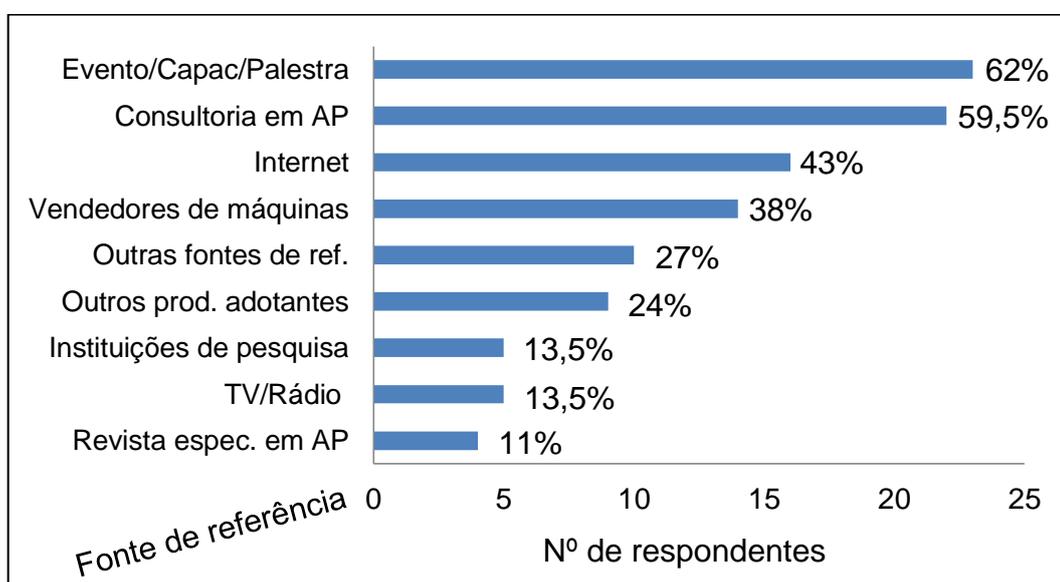
Esses dados corroboram com Bernardi e Inamasu (2014) e Anselmi (2012) que atribuíram importância às empresas de consultoria especializadas em agricultura de precisão como difusoras das tecnologias de AP no Brasil.

Com o objetivo de apontar as principais referências sobre agricultura de precisão, cada respondente anotou três fontes de informações que ele costumava acessar e que considerara serem as mais importantes, através de uma escala que variava de 1ª a 3ª mais importante.

⁶Zt: 1,65. Zc para internet na propriedade: 2,75. Decisão: Quando Zc > Zt o teste é significativo e, portanto, aceita-se a hipótese H1 de que as proporções são diferentes.

Com efeito, a Figura 18 ilustra que a maior referência sobre agricultura de precisão para os adotantes da região Cone Sul de Rondônia estava nos eventos de capacitação e palestra sobre a AP, que apareceu em 62% dos casos como sendo uma das três principais fontes de informação sobre o tema, sendo que as empresas de consultoria em AP vieram logo em seguida, tendo sido indicadas por 59,5% dos respondentes. A internet e os vendedores de máquinas e implementos agrícolas foram indicadas por 43% e 38% respectivamente.

Figura 18 – Principais fontes de referência sobre AP.



Fonte: Autor.

Resultados semelhantes foram apresentados por Filho e Cunha (2015) para a região Sudoeste de Goiás, onde as empresas de consultoria em agricultura de precisão e as feiras e exposições agropecuárias, onde ocorrem palestras sobre o tema foram indicadas como sendo as principais referências sobre AP, aparecendo ambas com 40,91%.

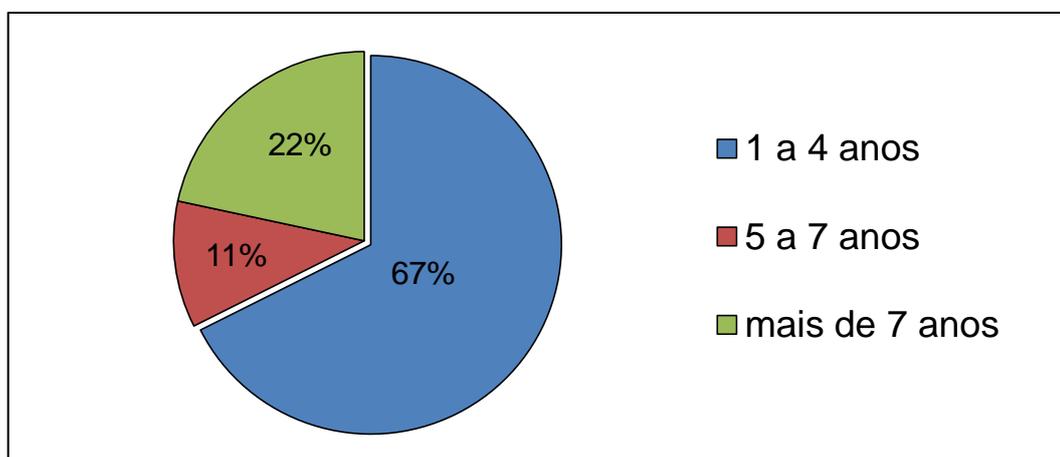
Anselmi (2012) indicou a internet como sendo a principal fonte de informações sobre agricultura de precisão entre os adotantes do Rio Grande do Sul. Entretanto as palestras técnicas sobre o tema bem como as empresas de consultoria também apareceram entre as principais fontes de informações para os adotantes daquela região.

Neste sentido é salutar reafirmar o papel de difusor de informações sobre agricultura de precisão, desempenhado pelas empresas de consultoria e pelas feiras de exposições agropecuárias e de tecnologias agrícolas.

A introdução das técnicas e ferramentas de agricultura de precisão em Rondônia ocorrera a pouco, sendo o tempo de uso dessas tecnologias menor do que quatro anos para a maioria dos respondentes (68%) e maior que sete anos para apenas 22% (Figura 19).

A média de tempo de adoção da AP foi de 4,86 anos (IC $\pm 0,9$ anos) ao nível de 5% de significância.

Figura 19 – Tempo de adoção de AP.



Fonte: Autor.

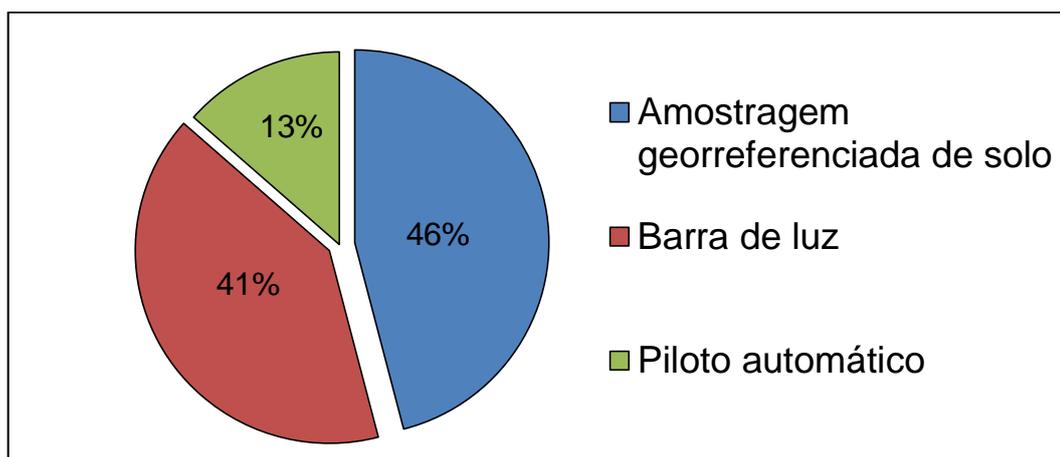
Esses resultados não diferem estatisticamente⁷ ($\alpha = 5\%$) dos encontrados por Filho e Cunha (2015) para o estado de Goiás, em que o tempo médio de adoção das ferramentas de AP foi de 3,4 anos (IC $\pm 0,84$ anos) e Bernardi e Inamasu (2014) que indicaram 4,0 (IC $\pm 0,43$ anos).

Infere-se, portanto, que no Brasil, as técnicas e ferramentas de agricultura de precisão têm pouco tempo de uso, o que torna as pesquisas sobre adoção da AP ainda mais relevantes do ponto de vista estratégico, ao proporcionar a verificação inicial dos principais fatores restritivos à adoção dessas ferramentas.

⁷Desvio padrão: 2,70; t tabelado: 2,03. (usa-se t tabelado porque não se conhece a variância populacional e se está utilizando a própria variância amostral).

A amostragem georreferenciada de solo (43%) e a barra de luz (40,5%) foram as primeiras ferramentas de agricultura de precisão adotadas na região de estudo (Figura 20).

Figura 20 – Primeira ferramenta de AP adotada.



Fonte: Autor.

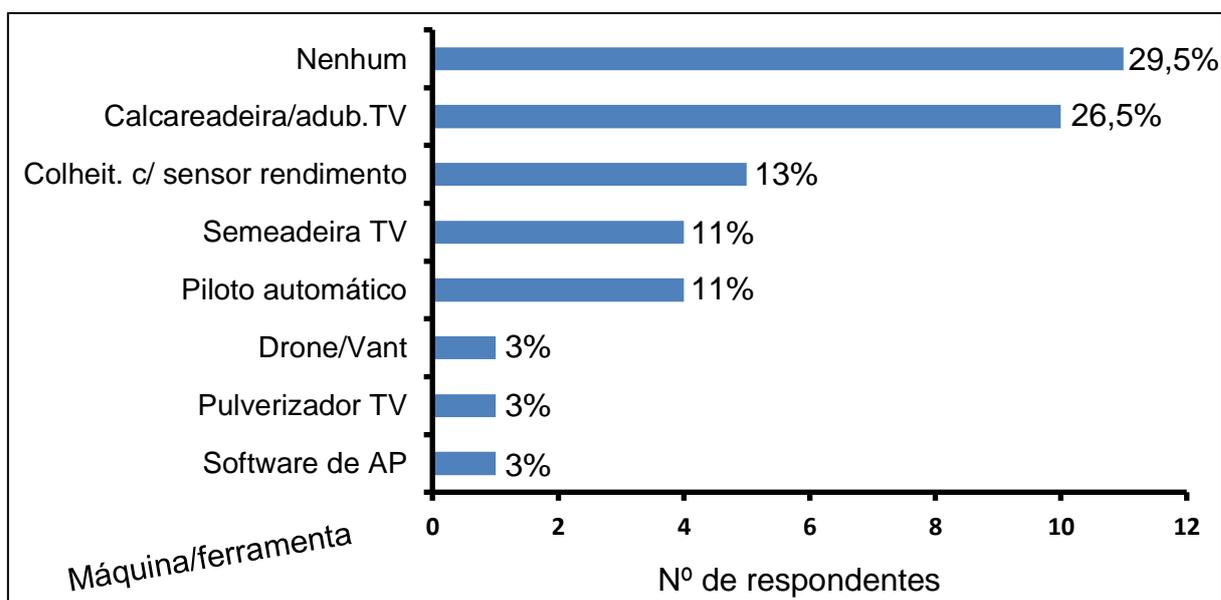
Os autores que pesquisaram o fenômeno da adoção da agricultura de precisão no Brasil ao longo da última década apresentaram dados semelhantes.

Com efeito, surgem evidências de que no Brasil, as ferramentas iniciais da AP foram a amostragem georreferenciada de solo para aplicação de insumos (sólidos) em taxas variáveis e as ferramentas de direcionamento, notadamente a barra de luz (ANSELMÍ, 2012; BERNARDI e INAMASU, 2014; FILHO e CUNHA, 2015).

Quando perguntados sobre quais seriam os equipamentos de agricultura de precisão que pretendiam adquirir nos próximos dois anos, houve grande diversidade de respostas, sendo que a maior parte dos respondentes (29,5%) respondeu que não pretendia adquirir nenhum equipamento de AP nesse período.

Entre os agricultores que pretendem adquirir algum equipamento ou máquina de AP nos próximos dois anos, 26,5% anotaram calcareadeira/adubadeira a taxa variável. Em segundo lugar apareceu a colheitadeira com sensor de rendimento (13%), seguida da semeadeira a taxa variável com 11% (Figura 21).

Figura 21 - Máquina/ferramenta de AP que pretende adquirir nos próximos dois anos.



Fonte: Autor.

Quanto à maior parte da amostra ter respondido que não pretende adquirir máquinas ou equipamentos de agricultura de precisão nos próximos dois anos, infere-se que a crise econômica que o Brasil vem atravessando possa ter influenciado esses respondentes, cercando-os de incertezas quanto ao cenário futuro da agricultura, deixando-os reticentes quanto a projeções de investimentos na atividade.

Já para os que assinalaram pretender investir em novas tecnologias agrícolas, os resultados indicaram que a calcareadeira/adubadeira em taxa variável está na lista de prioridades dos que planejam aumentar o seu plantel de máquinas nos próximos dois anos.

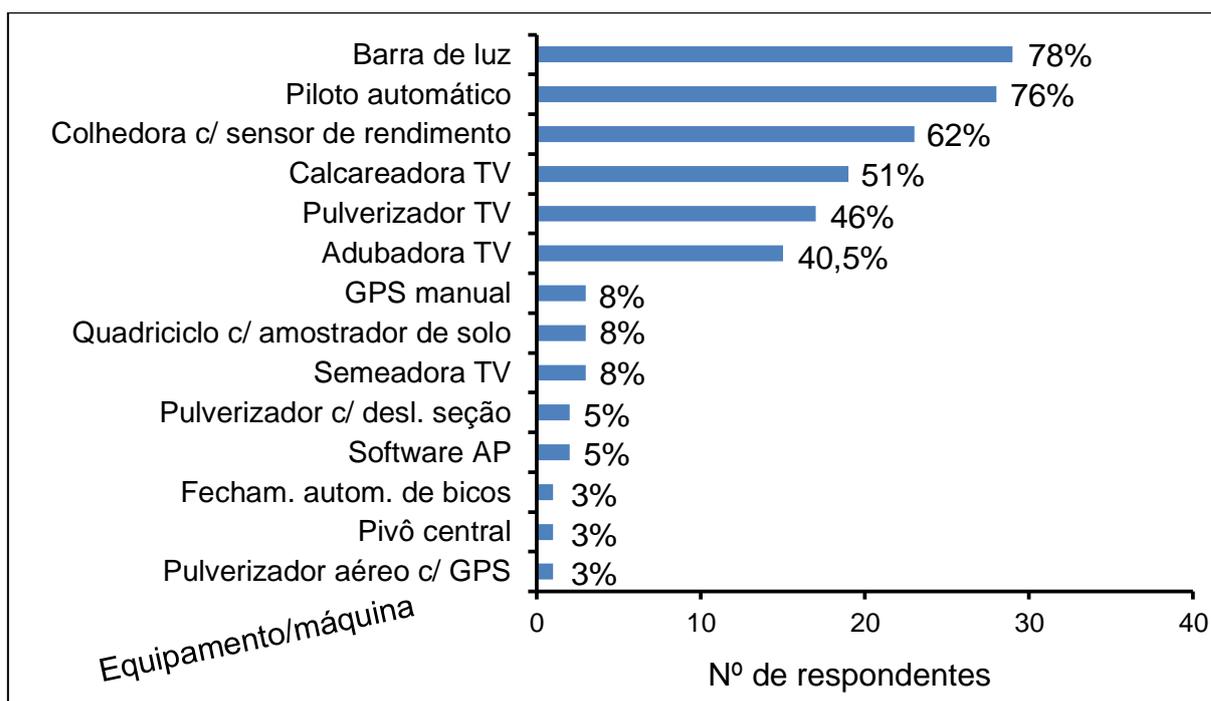
Portanto, surgem indícios de que a calcareadeira/Adubadeira em taxa variável será a próxima máquina de agricultura de precisão a ser adquirida pelos produtores rurais rondonienses adotantes de AP.

Com isso infere-se que o produtor rural rondoniense adotante de agricultura de precisão pretende, num futuro próximo, executar de maneira própria a aplicação de sólidos em taxa variável, em detrimento à terceirização desse serviço.

Com relação as ferramentas de agricultura de precisão que os adotantes possuem nas propriedades, as mais frequentes foram os sistemas de direcionamento barra de luz (78%) e piloto automático (76%).

Entre os equipamentos/máquinas agrícolas embarcadas com tecnologias de agricultura de precisão, destacaram-se a colheitadeira com sensor de rendimento (62%), a calcareadeira com taxa variável (51%), o pulverizador com taxa variável (46%) e a adubadora com taxa variável (40,5%) (Figura 22).

Figura 22 - Equipamentos/máquinas de AP mais frequentes nas propriedades.



Fonte: Autor.

O sistema de direcionamento barra de luz bem como o piloto automático aparecem com altas taxas de adoção/aquisição seguindo um panorama mundial da agricultura de precisão.

Com efeito, destaca-se que a barra de luz é uma ferramenta pioneira, que esteve presente na fase inicial de adoção da agricultura de precisão em diversos países, considerados precursores do uso dessas tecnologias. Ademais, trata-se de uma tecnologia acessível à maioria dos agricultores pelo baixo custo de aquisição quando comparada com a maioria das tecnologias de AP.

O alto índice de aquisição do piloto automático pode ser explicado devido ao fato de que essa tecnologia pode ser adquirida individualmente, ou seja, desvinculada da compra de uma nova máquina agrícola. Nesses casos, o preço de aquisição aliado à eficiência da ferramenta torna o produto muito mais atraente para

o agricultor, que não precisará renovar o seu plantel de máquinas para fazer uso dessa tecnologia em sua lavoura.

O piloto automático é atualmente a ferramenta de direcionamento mais difundida e de comprovada eficiência do mundo, sendo uma tecnologia que atualmente vem embarcada na maioria das máquinas agrícolas modernas.

Quanto às colhedoras equipadas com sensores de rendimento, a justificativa para o alto índice de aquisição entre os respondentes pode estar vinculada ao fato de que as colhedoras modernas são vendidas com a tecnologia de mapeamento da colheita embarcada, ou seja, o produtor compra a máquina agrícola e leva junto a ferramenta de agricultura de precisão.

À frente poderá ser verificado que apesar do alto índice de aquisição da ferramenta de mapeamento de colheita, onde 62% dos respondentes possuem essa tecnologia em suas propriedades, o índice de adoção da técnica cai para 30%.

Quanto a isso, infere-se que os principais motivos possam ser a ausência de mão de obra qualificada na fazenda para operar a tecnologia e gerar os mapas, a escassez de empresas de consultoria que ofereçam esse tipo de serviço e as condições climáticas, uma vez que nos meses de janeiro, fevereiro e março – período de colheita da cultura de soja – ocorre a máxima intensidade de chuvas na região, dificultando sobremaneira a operacionalização da ferramenta.

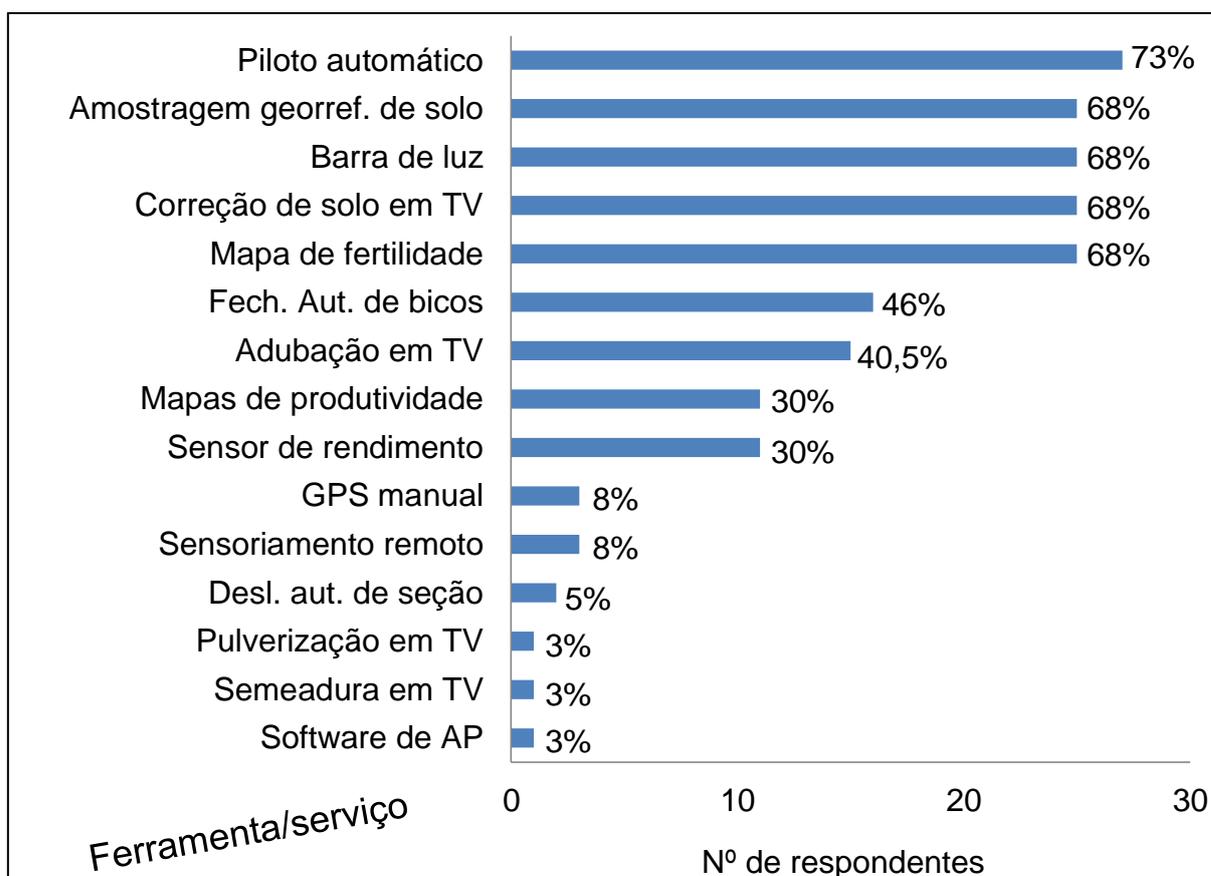
A Figura 23 ilustra que o piloto automático com 73% (IC \pm 12,04%), a amostragem georreferenciada de solo, mapa de fertilidade, barra de luz e correção de solo em taxa variável com 68% (IC \pm 12,65 %) foram as ferramentas e/ou serviços de agricultura de precisão mais adotados na região de estudo ($\alpha = 5\%$).

Outras ferramentas e/ou serviços tais como o fechamento automático de bicos no pulverizador (46%), a adubação de sólidos em taxa variável (40,5%) e os mapas de produtividade (30%) ainda não são adotados em grande escala em Rondônia.

Por fim, as ferramentas de agricultura de precisão com índices iniciais de adoção são o sensoriamento remoto (8%), o desligamento automático de seção no pulverizador (5%), a semeadura em taxa variável e os softwares para geração de mapas de AP.

A adoção dos serviços amostragem georreferenciada de solo, mapas de fertilidade e correção de solo em taxa variável ocorre de maneira simultânea.

Figura 23 - Taxa de adoção de ferramentas/serviços de AP.



Fonte: Autor.

Segundo Anselmi (2012) altos índices de adoção para esses serviços são explicados pelo fato de que neles os agricultores percebem maior possibilidade de aumentar a produtividade e reduzir os custos com insumos, além do pouco capital mobilizado.

Esse autor comenta sobre a influência das empresas de consultoria em agricultura de precisão na difusão e adoção desses serviços via terceirização.

No Rio Grande do Sul os índices de adoção para amostragem georreferenciada de solo e correção de solo em taxa variável foram respectivamente 91% (IC $\pm 5,45\%$) e 85% (IC $\pm 6,80\%$) ao nível de 5% de significância (ANSELMI, 2012).

O teste de hipóteses⁸ comprovou que as proporções de adoção para essas duas ferramentas são estatisticamente diferentes entre si ($\alpha = 5\%$), ou seja, em

⁸Zt: 1,65. Zc para AGS: 2,75. Zc para correção de solo em TV: 1,95. Decisão: Quando $Zc > Zt$ o teste é significativo e, portanto, aceita-se a hipótese H1 de que as proporções são diferentes.

Rondônia os índices de adoção para ambas as ferramentas em comento são menores que no Rio Grande do Sul.

Esse autor apontou ainda para um índice de adoção de 68% (IC $\pm 8,89\%$) ao nível de 5% de significância para a ferramenta barra de luz, sendo que a igualdade estatística entre as proporções encontradas em Rondônia e no Rio Grande do Sul foi comprovada pelo teste de hipóteses⁹.

Em Goiás, Filho e Cunha (2015) indicaram 68% (IC $\pm 11,74\%$), 97,7% (IC $\pm 3,52\%$) e 81,8% (IC $\pm 9,71\%$) respectivamente para piloto automático, amostragem georreferenciada de solo e correção de solo em taxa variável ($\alpha = 5\%$).

O teste de hipóteses¹⁰ indicou que houve igualdade estatística ($\alpha = 5\%$) entre as proporções apresentadas para os estados de Goiás e Rondônia com relação à adoção das ferramentas piloto automático e correção de solo em taxa variável. Já com relação à amostragem georreferenciada de solo, as proporções apresentadas nos dois estudos foram consideradas estatisticamente diferentes entre si ($\alpha = 5\%$), ou seja, essa ferramenta está mais difundida em Goiás do que em Rondônia.

Em Goiás evidenciou-se uma alta taxa de uso da ferramenta de aplicação de adubos sólidos em taxa variável, sendo 86% para o potássio e 73% para o fósforo. Em Rondônia o índice de adoção da ferramenta de aplicação de adubos sólidos em taxa variável foi bem menor (40,5%), não tendo sido necessário a aplicação do teste estatístico para comprovação da diferença entre as duas proporções populacionais.

Bernardi e Inamasu (2014) apontaram índices de 37% (IC $\pm 6,30\%$), 72% (IC $\pm 5,86\%$) e 80% (IC $\pm 5,22\%$) para piloto automático, amostragem georreferenciada de solo e correção de solo em taxa variável respectivamente ($\alpha = 5\%$).

O teste de hipóteses¹¹ indicou que não houve diferença estatística entre as proporções de adoção das ferramentas amostragem georreferenciada de solo e correção de solo em taxa variável apresentadas por Bernardi e Inamasu (2014) e as apresentadas para o estado de Rondônia. Entretanto, as proporções, relativas à adoção da ferramenta piloto automático, diferiram estatisticamente entre si ($\alpha = 5\%$).

⁹Zt: 1,65. Zc para BLZ: 0,0. Decisão: Quando $Z_c < Z_t$ o teste não é significativo e, portanto, aceita-se a hipótese H0 de que as proporções são iguais.

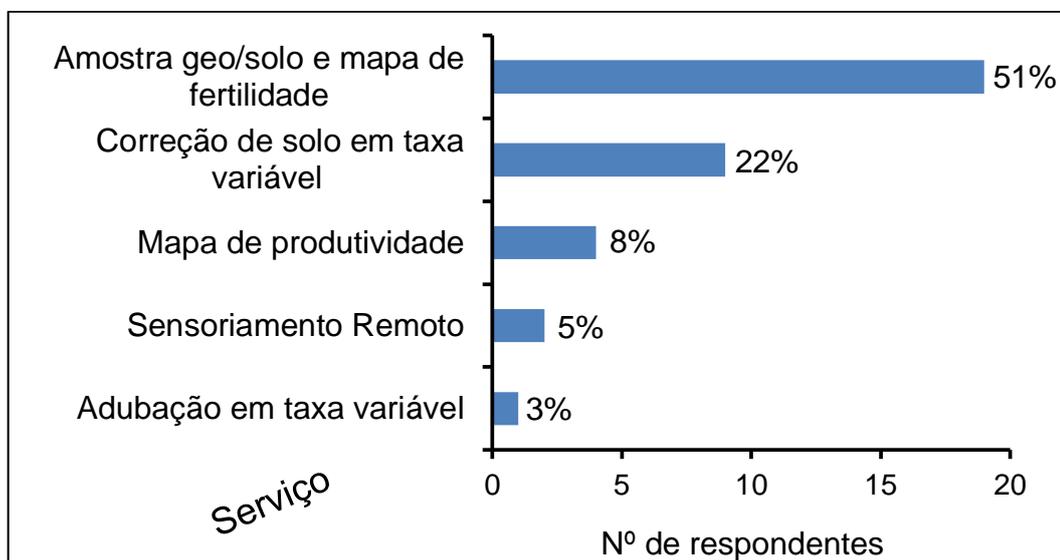
¹⁰Zt: 1,65. Zc para PAT: 0,49; Zc para correção de solo em TV: 1,43. Decisão: Quando $Z_c < Z_t$ o teste não é significativo e, portanto, aceita-se a hipótese H0 de que as proporções são iguais. Zc para AGS: 3,71. Decisão: Quando $Z_c > Z_t$ o teste é significativo e, portanto, aceita-se a hipótese H1 de que as proporções são diferentes.

¹¹Zt: 1,65. Zc para AGS: 0,47. Zc para correção de solo em TV: 1,45. Decisão: Quando $Z_c < Z_t$ o teste não é significativo e, portanto, aceita-se a hipótese H0 de que as proporções são iguais. Zc para PAT: 4,37. Decisão: Quando $Z_c > Z_t$ o teste é significativo e, portanto, aceita-se a hipótese H1 de que as proporções são diferentes.

Verificou-se, portanto, maiores índices de adoção para piloto automático nos estados de Rondônia e Goiás, entretanto, a amostragem georreferenciada de solo e a correção de solo em taxa variável apresentaram altos índices em todos os Estados com destaque para o Rio Grande do Sul.

A Figura 24 ilustra que em Rondônia a adoção da agricultura de precisão via terceirização ainda não é tão relevante. A amostragem georreferenciada de solo e a confecção do mapa de fertilidade foi o único pacote de serviços de AP adotado via terceirização por mais de 50% dos respondentes.

Figura 24 - Adoção da AP via prestadores de serviços.



Fonte: Autor.

A terceirização dos serviços de amostragem georreferenciada de solo e geração de mapa de fertilidade indica que a contratação desses serviços ocorre de forma simultânea pelos agricultores rondonienses adotantes de agricultura de precisão.

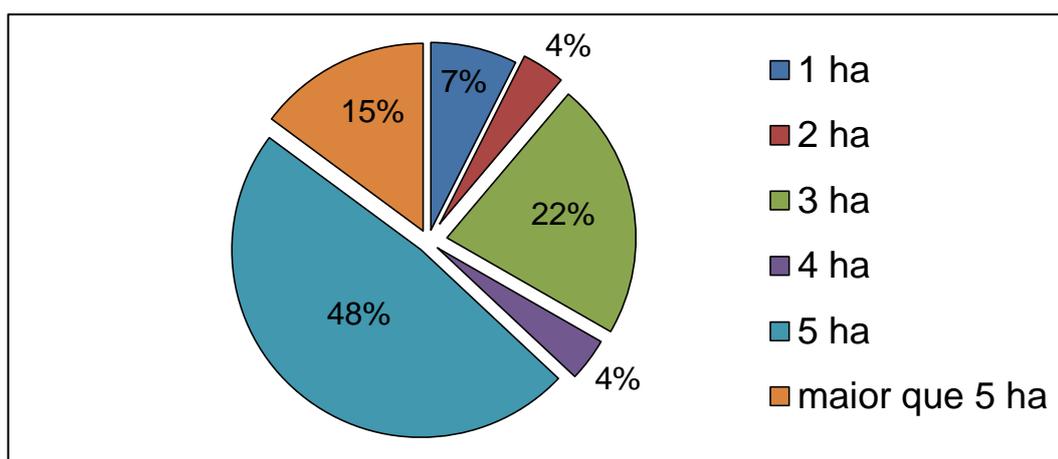
As empresas de consultoria em agricultura de precisão precisam criar estratégias para atingir o agricultor não somente no momento da difusão da informação, mas também na etapa seguinte, ou seja, no momento da adoção, tendo em vista o indício de potencial aumento de uso dessas tecnologias na região de estudo.

A Figura 25 apresenta resultados referentes ao tamanho da malha amostral para coleta georreferenciada de solo utilizada pelos adotantes de agricultura de

precisão, sendo que 48% dos respondentes utilizam malha amostral de 5 hectares e 22% utiliza malha amostral de 3 hectares.

Apenas 7% da amostra utilizam malha amostral de 1 hectare, considerada ideal para representar detalhadamente a variabilidade química do solo. Ao contrário disso, 15% dos respondentes utilizam malha amostral maior que 5 hectares.

Figura 25 - Tamanho (ha) da malha amostral.



Fonte: Autor.

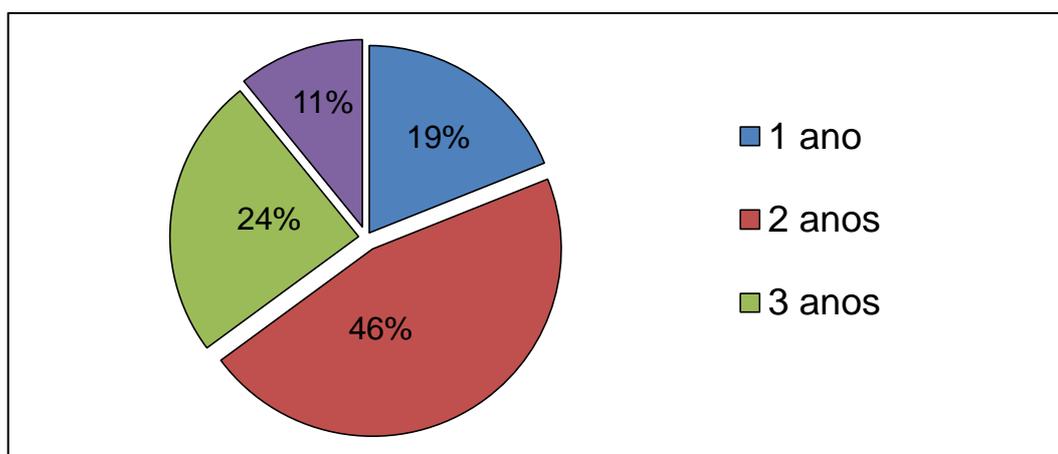
Segundo Bernardi e Inamasu (2014) “a grade de amostragem é fundamental à avaliação da variabilidade espacial dos atributos dos solos e para estabelecer um programa de recomendação de correção e adubação do solo utilizando as ferramentas de AP”.

A análise de solo foi adotada por 100% dos respondentes, sendo que a frequência de uso dessa prática, na maioria dos casos, foi de 2 anos (46%), seguida de 24% dos respondentes utiliza a cada 3 anos (Figura 26).

Bernardi e Inamasu (2014) indicaram que houve tendência de uso da análise de solo a cada dois anos entre produtores adotantes de agricultura de precisão de diversos estados brasileiros.

A análise de solo é um dos recursos mais usados no Brasil, pois se trata “da forma mais simples, econômica e eficiente de diagnose da fertilidade das terras, constituindo base imprescindível para a recomendação de quantidades adequadas de corretivos e fertilizantes para aumentar a produtividade das culturas e, como consequência a produção e a lucratividade das lavouras” (CARDOSO et al., 2009, p. 03).

Figura 26 - Frequência de uso da análise de solo.



Fonte: Autor.

De acordo com Bernardi e Inamasu (2014, p. 08),

Recomendações de adubação realizadas sem os resultados da análise de solo utilizando doses e formulações padronizadas, podem não levar em conta as reais necessidades das culturas e a disponibilidade de nutrientes no solo, o que pode causar prejuízos, pelo uso indevido de insumos, e levar à degradação ambiental, desequilíbrio nutricional e baixa produtividade.

4.1.4 Importância e dificuldades na adoção de ferramentas de AP agricultura de precisão

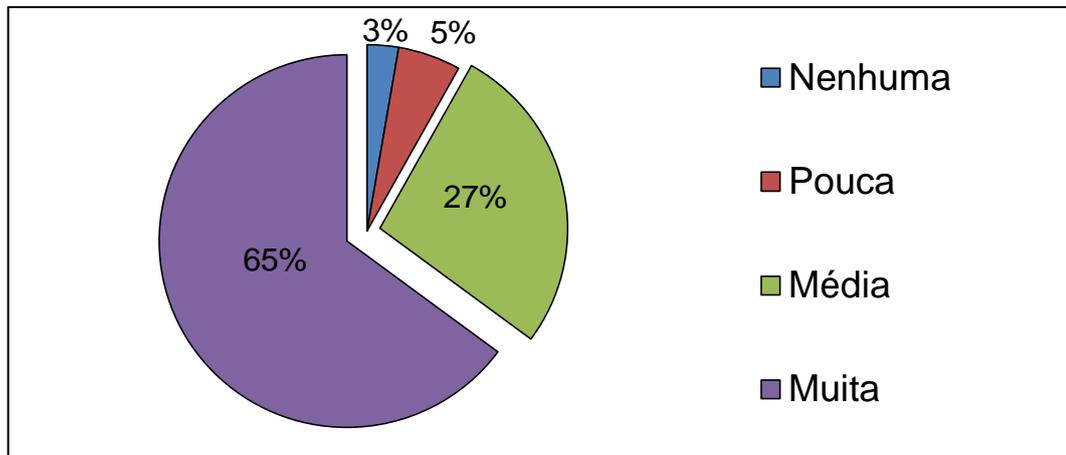
A maioria dos respondentes (65%) atribuiu muita importância da AP para as atividades da fazenda, sendo que 27% atribuíram média importância (Figura 27).

Quanto ao capital investido em tecnologias de agricultura de precisão, a maior parte dos respondentes (46%) anotou 'maior que R\$ 1.000.000,00' e 16% anotaram 'de R\$ 600.000,00 a R\$ 1.000.000,00'. (Figura 28).

A maioria dos respondentes (67%) utilizou financiamento bancário para acessar as tecnologias de agricultura de precisão.

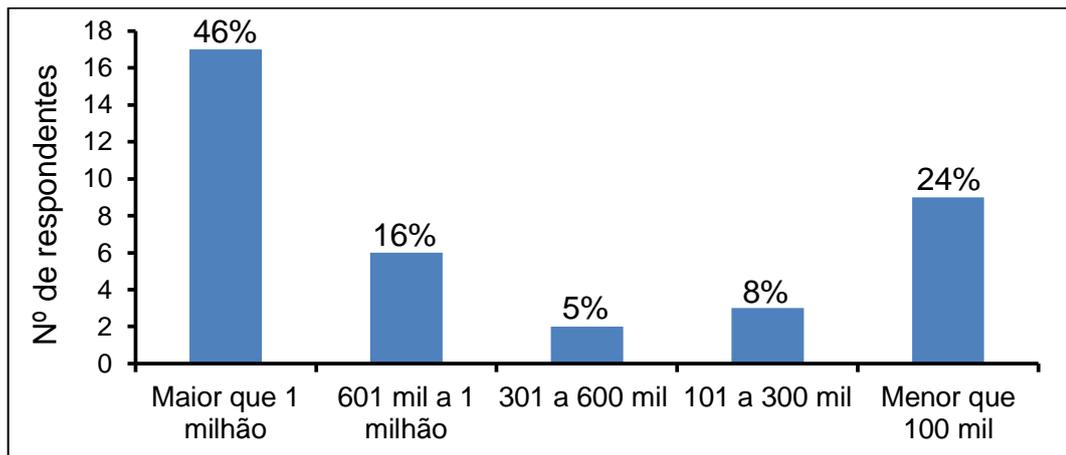
Entre os respondentes que já investiram mais de R\$ 600.000,00 em tecnologias de agricultura de precisão, 70% são considerados grandes produtores rurais, ou seja, cultivam em área superior a 1.000 hectares, sendo que apenas 13% têm área de cultivo inferior a 500 hectares, evidenciando que a maioria dessas tecnologias ainda não foi adquirida pelos pequenos e médios produtores rurais.

Figura 27 - Importância da AP para a propriedade.



Fonte: Autor.

Figura 28 - Investimento em tecnologias de AP até o momento (R\$)



Fonte: Autor.

Entre os produtores que investiram menos de R\$ 100.000,00 em tecnologias de agricultura de precisão, a maioria (67%) cultiva em menos de 500 hectares.

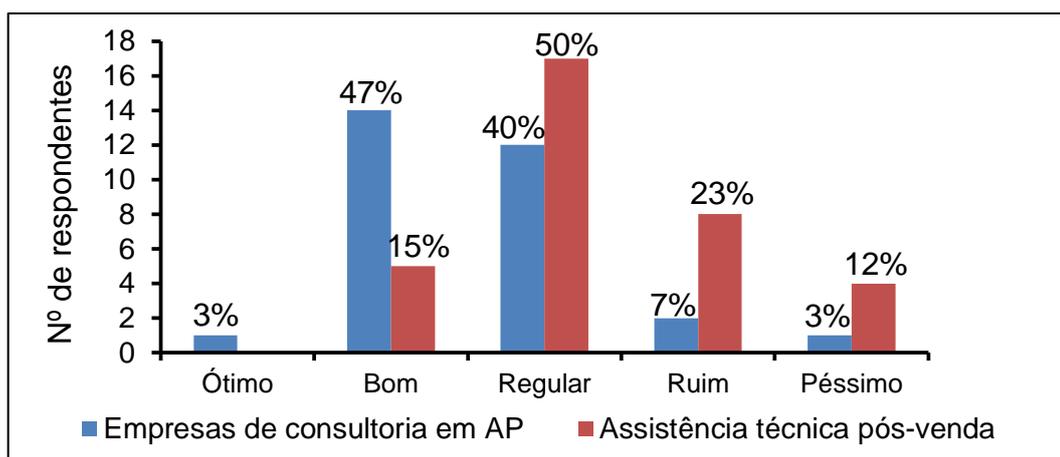
A Figura 29 apresenta dados referentes ao grau de satisfação dos respondentes com as empresas de consultoria prestadoras de serviços terceirizados, bem como com relação ao serviço de assistência técnica pós-venda prestado por empresas revendedoras de máquinas de agricultura de precisão da região.

Os respondentes anotaram seu grau de satisfação classificando a qualidade dos serviços prestados por essas empresas através de uma escala que variava de 'ótimo' a 'péssimo'.

A maior parte dos respondentes (47%) classificou como 'bom' os serviços prestados pelas empresas de consultoria em agricultura de precisão da região.

Com relação aos serviços de assistência técnica pós-venda prestado pelas empresas revendedoras de máquinas de AP, somente 15% classificou como 'bom'.

Figura 29 - Classificação da qualidade dos serviços externos de AP.



Fonte: Autor.

Salienta-se que grande parte dos respondentes não utilizou os serviços prestados por empresas de consultoria (vide Figura 24), e quanto a isso, muitos deles ao assinalarem uma das opções quanto ao grau de satisfação, provavelmente tenham revelado a sua impressão quanto à qualidade dos serviços e não a sua real satisfação, tendo em vista não acessarem os serviços oferecidos por essas empresas.

Nesse sentido, quando a amostra é reduzida somente ao grupo de respondentes que acessam os serviços prestados por essas empresas, obteve-se 63% que assinalaram a opção 'bom' e apenas 26% que assinalaram a opção 'regular'.

Com efeito, infere-se que as empresas de consultoria da região, mesmo com pouco tempo de uso dessas tecnologias na região, construíram uma boa reputação junto aos produtores adotantes de agricultura de precisão da região.

O mesmo raciocínio não pode ser utilizado para o serviço de assistência técnica pós-venda das empresas revendedoras de máquinas agrícolas da região, uma vez que a amostra da pesquisa é composta exclusivamente por produtores que adotam ferramentas de agricultura de precisão em qualquer grau, ou seja, todos

eles, necessariamente, acessam ou já acessaram os serviços prestados por essas empresas.

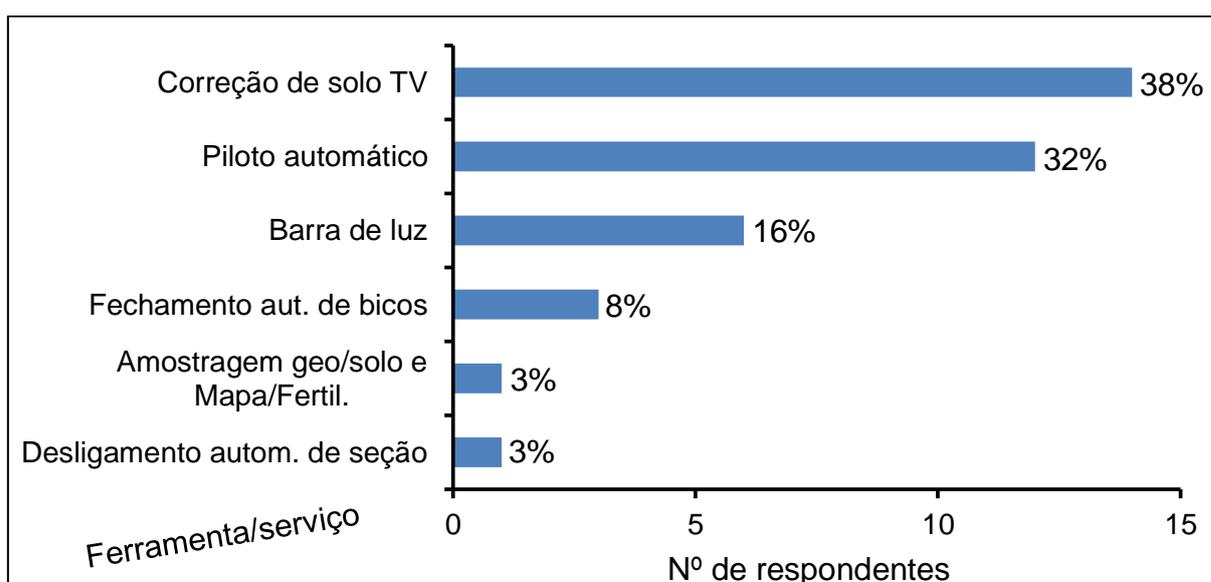
Considerando o importante papel que essas empresas desempenham no processo de difusão e adoção da agricultura de precisão, fica evidente a necessidade dessas empresas em reverterem os 85% de avaliação negativa que os adotantes de AP atribuíram ao serviço de suporte técnico pós-venda.

Vale lembrar que os adotantes de agricultura de precisão em Rondônia são jovens e instruídos, tendendo a se tornar mais exigentes que produtores tradicionais.

Quanto ao termo 'Zonas de Manejo', que segundo Luchiari Junior et al. (2000, p. 11) "são áreas do terreno de igual produção potencial, eficiência do uso de insumos e risco de impacto ambiental", apenas 35% dos respondentes afirmaram já ter ouvido falar, sendo que desses, a maioria (69%) afirmou conhecer o conceito referente ao termo.

Quando perguntados sobre qual seria a ferramenta ou serviço de agricultura de precisão que gerava maior benefício, a maior parte dos respondentes (38%) indicou a correção de solo em taxa variável, seguida do piloto automático com 32% (Figura 30).

Figura 30 - Ferramentas ou serviços de AP que geram maiores benefícios.



Fonte: Autor.

Quanto ao maior grau de satisfação com relação ao serviço de correção de solo em taxa variável, é salutar ressaltar que no momento em que o respondente precisou assinalar para apenas um serviço como sendo o que lhe proporcionava maiores benefícios, ele optou pelo que lhe ‘saltava aos olhos’, ou seja, o que ele interpretou como sendo um grande benefício sendo colocado em prática – a economia com insumo.

4.2 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA

4.2.1 Obstáculos para adoção da agricultura de precisão

Aos respondentes fora perguntado sobre quais eram os principais obstáculos para adoção da agricultura de precisão, atribuindo à cada alternativa listada, um grau de importância – em uma escala de verificação que variava de ‘muita importância’ a ‘nenhuma importância’.

A associação entre o grau de importância e os obstáculos para adoção da agricultura de precisão indicou que os principais entraves foram o alto custo de aquisição das ferramentas e máquinas, o serviço inadequado no pós-venda de máquinas e a dificuldade na reposição das peças. Por outro lado, os respondentes não atribuíram importância às condições climáticas e as leis ambientais (Figura 31).

O gráfico ilustra ainda que as variáveis dispostas no lado esquerdo do eixo y estão relacionadas entre si, sendo que apesar de haver o destaque para as três variáveis já mencionadas anteriormente, as demais também foram levadas em consideração pelos respondentes, sendo consideradas como fatores restritivos à adoção da AP, entretanto, com menor grau de relevância.

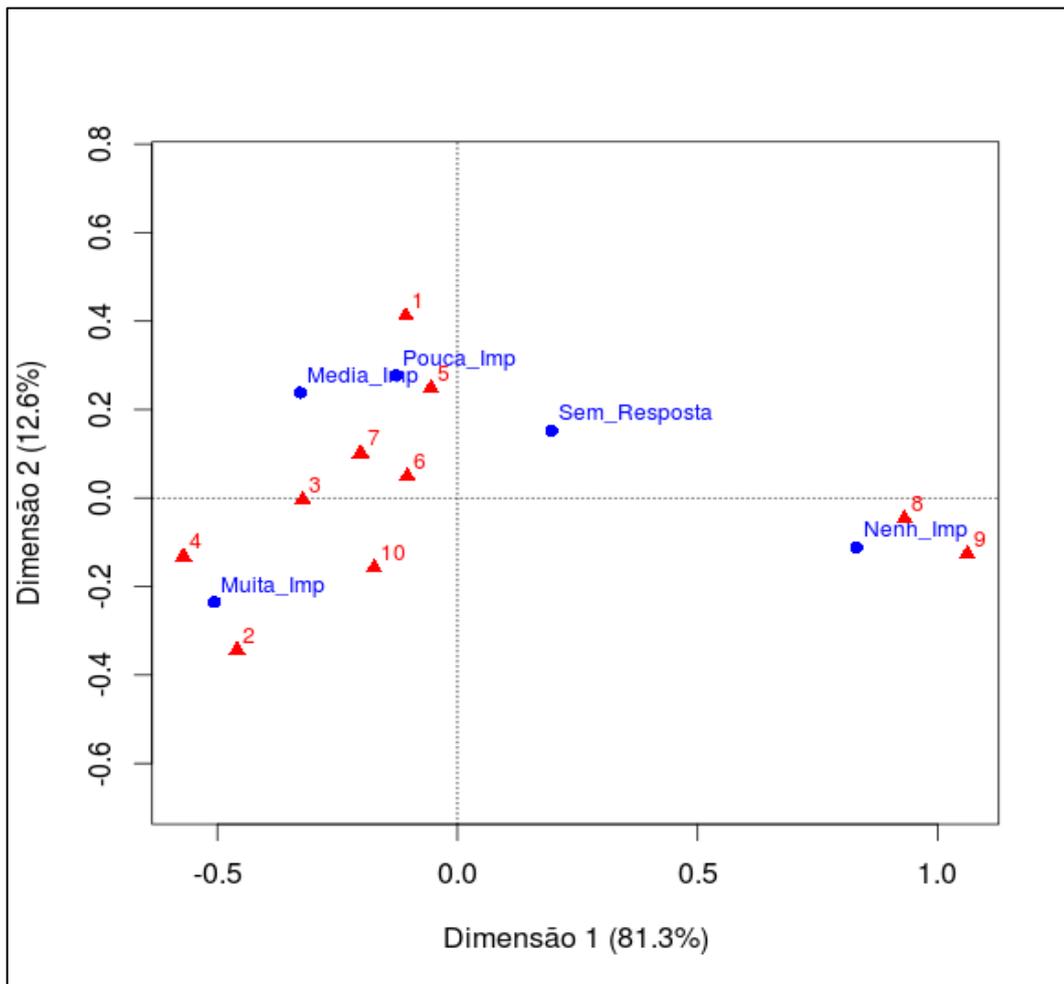
Com esse conjunto de dados obtivemos uma explicação de 93,9% indicando que houve correspondência entre as variáveis.

4.2.2 Ferramentas/serviços de AP do futuro

Aos respondentes fora solicitado que assinalassem três ferramentas, dentre as opções listadas, nas quais eles acreditassem ser o futuro da agricultura de precisão na região. A escolha das alternativas era condicionada à atribuição de um

grau de importância – ‘mais importante’, ‘segunda mais importante’ ou ‘terceira mais importante’.

Figura 31 - Análise de correspondência para associar o grau de importância e os obstáculos para adoção da AP.



Fonte: Autor.

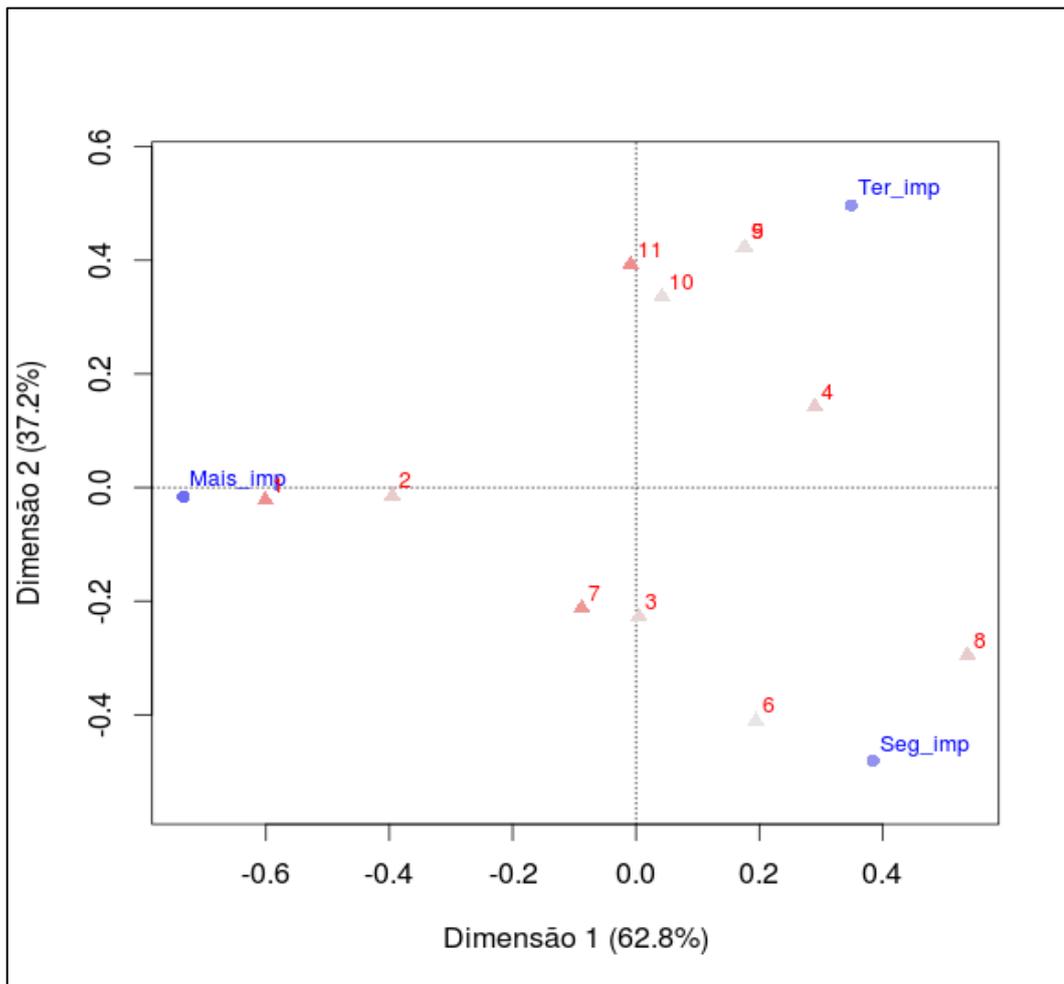
Legenda: 1 (medo de altos investimentos); 2 (alto custo das máquinas e ferramentas); 3 (poucas informações sobre resultados da AP); 4 (inadequado serviço de pós-venda de máquinas); 5 (escassez de consultoria em AP); 6 (pouca confiança nas empresas de consultoria em AP); 7 (escassez de mão de obra especializada em AP); 8 (condições climáticas); 9 (leis ambientais); 10 (reposição de peças).

A Figura 32 ilustra a associação entre as variáveis ‘grau de importância’ e ‘ferramentas de agricultura de precisão’.

O gráfico aponta indícios de que no futuro a amostragem georreferenciada de solo e os mapas de fertilidade continuarão sendo os serviços de agricultura de precisão mais adotados entre os agricultores rondonienses e que o mapeamento da

colheita está no topo da lista das novas ferramentas com expectativa de altos índices de adoção.

Figura 32 - Análise de correspondência para associar o grau de importância e as ferramentas que os respondentes acreditam estar o futuro da AP



Fonte: Autor.

Legenda: 1 (amostragem georreferenciada de solo e mapa de fertilidade); 2 (mapa de produtividade); 3 (correção de solo em taxa variável); 4 (pulverização em taxa variável); 5 (imagens de satélite); 6 (sensores em tempo real); 7 (vant/drone); 8 (adubação em taxa variável); 9 (zona de manejo); 10 (semeadura em taxa variável); 11 (controladores de voo).

Quanto ao fato de que a correção de solo em taxa variável ter sido apontada como a ferramenta de agricultura de precisão que proporciona maiores benefícios ao agricultor, esse não a indicou como sendo a mais importante para região no futuro.

Tal fato pode estar associado ao grau de instrução dos respondentes, que é alto e influencia positivamente na continuidade com a inovação, ou seja, o produtor

adotante de agricultura de precisão pretende, no futuro, dar continuidade com o ciclo da AP, lançando mão do uso de outras ferramentas além das que ele já adota.

Há indícios de que as tecnologias para pulverização de líquidos em taxa variável bem como a semeadura em taxa variável não serão adotadas em curto ou médio prazo na região.

Verificou-se ainda que não houvesse expectativa por parte dos respondentes de que a ferramenta 'imagens de satélite' atingirá, no futuro, altos índices de adoção, sendo que tal fato pode estar associado ao pouco conhecimento sobre resultados referentes ao uso dessas tecnologias e isso pode ter influenciado no resultado.

Sobre a baixa expectativa por parte dos respondentes quanto à utilização, no futuro, das técnicas relacionadas ao conceito de zonas de manejo, infere-se que tal fato possa ser relacionado a uma incipiente difusão do conceito entre os respondentes.

A barra de luz e o piloto automático aparecem com menor importância como ferramentas a serem adotadas no futuro, talvez pelo fato de que os respondentes entendem se tratar de tecnologias já embarcadas e, portanto, não associaram o uso dessas ferramentas com a adoção da agricultura de precisão.

Os dados apontam para um cenário futuro favorável às empresas prestadoras de serviços terceirizados, uma vez que as principais atividades atualmente oferecidas por essas empresas – amostragem georreferenciada de solo e confecção de mapas de fertilidade – estão entre as ferramentas que os respondentes indicaram como sendo as principais ferramentas de agricultura de precisão do futuro na região.

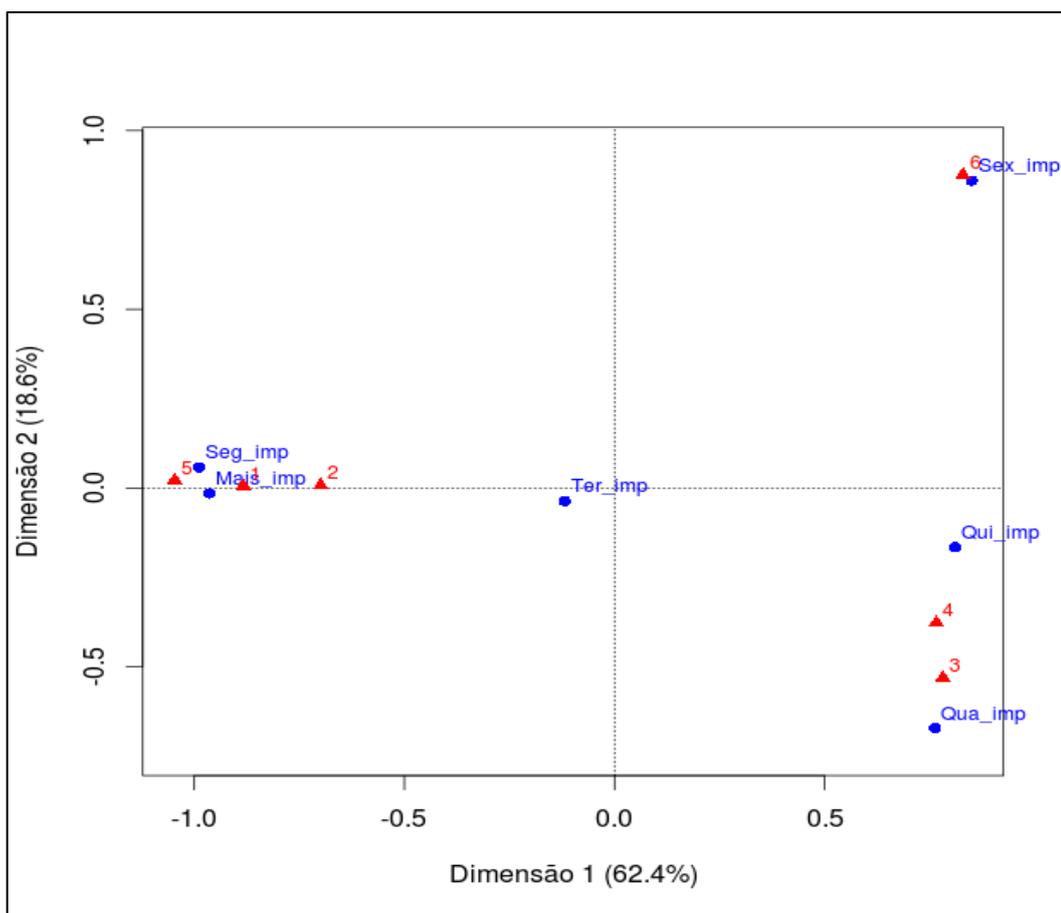
Nesse mesmo cenário, favorável às empresas de consultoria, destaca-se ainda a intenção do produtor em adotar no futuro, a ferramenta de mapeamento da colheita através da confecção do mapa de produtividade, serviço esse que normalmente é executado por terceiros, tendo em vista a dificuldade, por parte dos agricultores e de seus funcionários, no uso de *softwares* para geração de mapas.

Quanto às empresas revendedoras de máquinas, considerando o potencial de vendas de colhedoras embarcadas com sensores de rendimento, necessitam desenvolver estratégias para melhor atenderem seus clientes, uma vez que as condições climáticas da região dificultam o uso dessa ferramenta, exigindo uma atuação eficaz do serviço de suporte técnico.

4.2.3 Motivação para adotar a AP e impactos positivos após a adoção

A Figura 33 ilustra a correspondência entre o grau de importância e os motivos que levaram os respondentes a adotarem a agricultura de precisão.

Figura 33 - Análise de correspondência para associar o grau de importância e os motivos para adoção inicial da AP.



Fonte: Autor.

Legenda: 1 (aumento na produtividade); 2 (redução de manchas na lavoura); 3 (melhoria nas condições de trabalho); 4 (melhoria na gestão); 5 (redução de custos com insumos); 6 (preservação ambiental).

O gráfico indica que os principais motivos que levaram os respondentes a adotarem os serviços de agricultura de precisão foram relacionados às variáveis 'aumento na produtividade da lavoura', 'redução de custos com insumos' e 'redução de manchas na lavoura', sendo que essas variáveis apresentaram-se fortemente associadas entre si. A menor importância foi associada à variável 'preservação ambiental'.

O distanciamento entre as variáveis 'melhoria nas condições de trabalho' e 'melhoria na gestão' em comparação com os três principais motivos relacionados à adoção inicial da agricultura de precisão explica que não há nenhuma associação que possa indicar que essas duas variáveis tenham influenciado de maneira relevante na decisão inicial do produtor em adotar a AP.

A variável 'preservação ambiental' não se relaciona com nenhuma das outras, não tendo sido considerada pelos respondentes no momento da decisão inicial de adotar a agricultura de precisão.

Anselmi (2012) encontrou resultados semelhantes, ao indicar que o adotante de agricultura de precisão do Rio Grande do Sul também considerou a possibilidade do aumento na produtividade das lavouras como um dos principais estímulos à adoção inicial da AP.

Esse autor ponderou que o excesso de expectativa sobre esse fator provavelmente tenha causado efeito contrário quanto aos impactos positivos observados por esses produtores após a adoção da agricultura de precisão.

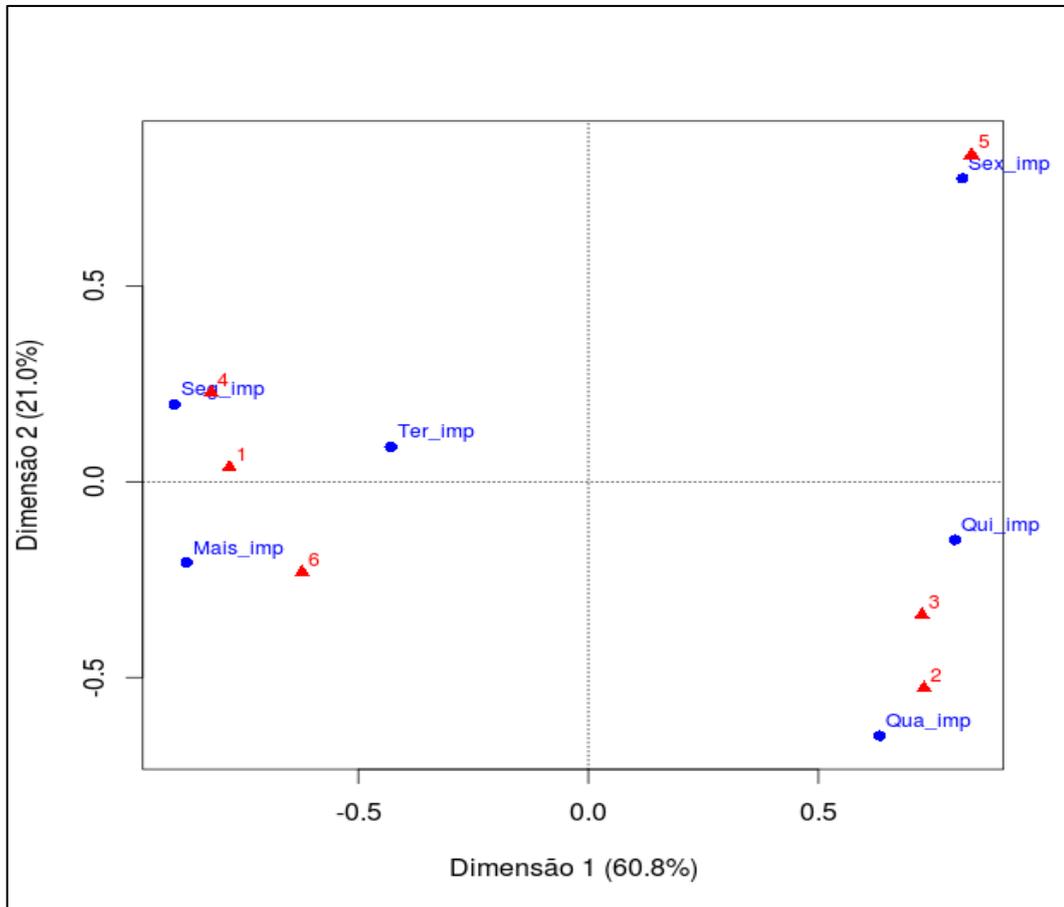
A Figura 34 ilustra que os principais impactos positivos observados após a adoção da agricultura de precisão estão associados ao aumento na produtividade, seguido da redução de manchas na lavoura e da redução dos custos com insumos.

As variáveis 'melhoria nas condições de trabalho' e 'melhoria na gestão da propriedade' seguiram a mesma tendência apresentada no momento inicial da adoção da agricultura de precisão, aparecendo em quarto e quinto e lugares respectivamente, não estando associados as demais variáveis, ou seja, a elas não foram atribuídos impactos positivos relevantes após a adoção da AP.

Quanto a isso se infere que o produtor rural rondoniense adotante de agricultura de precisão apesar de perceber o retorno econômico gerado a partir do uso dessas tecnologias, não consegue relacionar tais vantagens a uma nova filosofia de gerenciamento da propriedade, necessitando para isso de um maior tempo de experiência no uso destas e de novas tecnologias, maior aporte tecnológico na fazenda e, sobretudo, de uma visão administrativa alinhada com os novos conceitos propostos pela AP.

Com a atenção totalmente voltada para a necessidade de recuperar os altos investimentos feitos na aquisição de máquinas e ferramentas de AP, os adotantes não atribuíram importância aos benefícios ambientais gerados a partir do uso dessas tecnologias.

Figura 34 - Análise de correspondência para associar grau de importância e os impactos positivos após a adoção da AP.



Fonte: Autor.

Legenda: 1 (redução de manchas na lavoura); 2 (melhoria nas condições de trabalho); 3 (melhoria na gestão); 4 (redução de custos com insumos); 5 (preservação ambiental); 6 (aumento na produtividade).

Segundo Costa e Guilhoto (2013), a aplicação precisa de agrotóxicos – técnica da agricultura de precisão - pode reduzir significativamente a contaminação ambiental, em função da diminuição da perda de insumos para o ambiente.

As Figuras 33 e 34 indicaram que a variável 'preservação ambiental' não teve associação com as demais variáveis em comento, não tendo sido levada em conta no momento inicial de adoção da agricultura de precisão bem como não foi indicada como geradora de impactos positivos após a adoção da AP.

4.2.4 Escala Likert e grau de associação entre afirmativas sobre a AP

Aos respondentes fora solicitado que assinalassem o seu grau de concordância (ou discordância) com algumas afirmativas sobre agricultura de precisão, através de uma escala e verificação do tipo Likert de 5 pontos, que variava de 'discordo totalmente' até 'concordo totalmente'.

A análise de correspondência para associação entre o grau de concordância dos respondentes com as afirmativas sobre agricultura de precisão está ilustrada na Figura 35, que apresentou agrupamentos capazes de fornecer informações para a criação de algumas hipóteses com relação à percepção do agricultor rondoniense quanto ao uso das técnicas e ferramentas da agricultura de precisão.

O gráfico ilustra que os respondentes concordam ou concordam totalmente que mais de 50% dos produtores de grãos da região de estudo adotam alguma ferramenta de agricultura de precisão, e que em 5 ou 10 anos a AP será uma realidade consolidada em Rondônia.

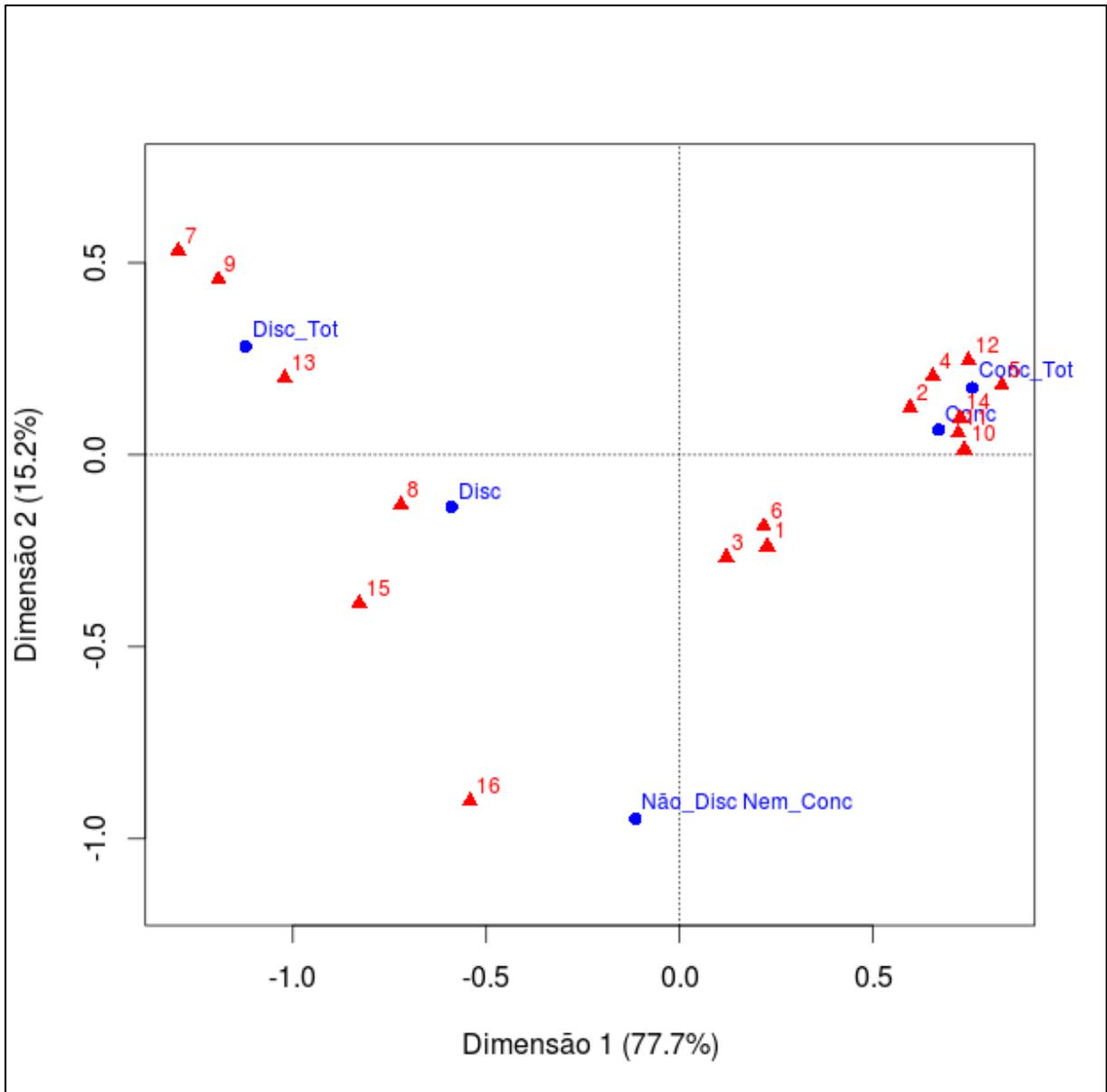
Os respondentes concordam também que mesmo adquirindo algumas ferramentas de agricultura de precisão, grande parte dos produtores da região ainda desconhece seu funcionamento.

Neste sentido surgem indícios de que a plena utilização das tecnologias de agricultura de precisão já existentes nas propriedades depende de dois fatores fundamentais, sendo o primeiro deles a qualificação da mão de obra existente na fazenda ou a sua contratação e o segundo a interferência de agentes externos, ou seja, a terceirização dos serviços pelas empresas de consultoria bem como melhor atuação das empresas revendedoras de máquinas e equipamentos da região, notadamente no suporte técnico pós-venda.

Os respondentes concordam ou concordam totalmente que o seu grau de satisfação com os resultados obtidos com a agricultura de precisão foi muito alto, que pretendem aumentar sua área manejada com AP e que pretendem continuar investindo na aquisição dessas tecnologias.

Denota-se, portanto, o grande potencial de expansão da atividade agrícola na região, que está diretamente relacionado a um cenário futuro promissor à toda a cadeia produtiva ligada ao setor agrícola, notadamente o setor de oferta de serviços e de revenda de máquinas e tecnologias agrícolas.

Figura 35 - Análise de correspondência para associar o grau de concordância com as questões afirmativas sobre AP.



Fonte: Autor.

Legenda: 1 (sistema de arrendamento é uma barreira para investir em AP); 2 (sempre tive facilidade para adotar novas tecnologias na agricultura); 3 (tenho facilidade com ferramentas de informática e softwares); 4 (mais de 50% dos produtores de grãos da região Cone Sul adotam alguma ferramenta de AP); 5 (a AP será uma realidade consolidada na região em 5 ou 10 anos); 6 (a consolidação da AP na região depende da oferta de serviços terceirizados de qualidade); 7 (a AP nunca será uma realidade na região devido ao distanciamento geográfico para outras regiões mais tecnológicas do país); 8 (o aspecto cultural dos agricultores da região dificulta a consolidação da AP); 9 (as condições climáticas da região dificultam a consolidação da AP); 10 (grande parte dos adotantes adquirem tecnologias de AP porém desconhece seu funcionamento); 11 (pretendo aumentar minha área manejada com AP); 12 (meu grau de satisfação com a AP é muito alto); 13 (os serviços de AP que testei até hoje demonstraram ter pouca eficiência); 14 (pretendo continuar investindo em tecnologias de AP); 15 (os profissionais de agrárias formados na região saem das universidades preparados para trabalhar com a AP); 16 (as instituições de pesquisa da região trabalham no sentido de fomentar a difusão da AP).

Os agricultores discordam quanto à afirmação de que os profissionais da área agrária formados na região saem preparados para trabalhar com a agricultura de precisão. Com isso, cabe às instituições de ensino da região, notadamente as que oferecem cursos na área das Ciências Agrárias, investirem na oferta de cursos de qualidade que abordem o uso das geotecnologias no campo, sendo que a isso se poderá refletir a formação de profissionais capacitados para lidarem com as novas facetas da agricultura moderna.

Eles discordam totalmente quanto a afirmação de que a agricultura de precisão nunca será realidade na região devido à distância geográfica para grandes centros tecnológicos do país.

Ainda discordam totalmente das afirmações de que as condições climáticas da região são empecilhos para a expansão da agricultura de precisão e de que as técnicas e serviços de AP por eles testados demonstram pouca eficiência.

Quanto a afirmação de que as instituições de pesquisa da região trabalham no sentido de disseminar as técnicas de agricultura de precisão, os respondentes não concordaram nem discordaram.

Pelo agrupamento das variáveis em uma região do gráfico de difícil interpretação, não ficou claro se os respondentes concordam ou nem discordam nem concordam quanto às afirmativas 'a consolidação da agricultura de precisão depende da qualidade dos serviços externos', 'cultivar em terras arrendadas é uma barreira para investir em tecnologias agrícolas' e 'sempre tive facilidade com o uso da informática e de softwares'.

5 CONCLUSÕES

Os objetivos do trabalho foram alcançados considerando que os resultados apresentados foram capazes de fornecer detalhes a respeito do estado da arte da agricultura de precisão na região de estudo bem como levantaram as principais questões a respeito dos obstáculos restritivos à adoção dessas tecnologias, além do grau de satisfação dos produtores com o uso das ferramentas e as projeções a respeito da adoção da AP.

A metodologia utilizada foi capaz de atender aos objetivos iniciais propostos.

A análise descritiva realizada a partir dos dados primários foi capaz de determinar os índices de adoção das ferramentas e serviços de agricultura de precisão bem como possibilitou a caracterização do produtor adotante e das propriedades rurais em que a AP está presente.

Os testes estatísticos comparativos utilizando índices de adoção de ferramentas e serviços de agricultura de precisão de outros trabalhos possibilitaram traçar o esboço atual do estado da arte da AP no Brasil.

A análise de correspondência proporcionou a criação de hipóteses que poderão vir ao encontro das necessidades da indústria e da ciência no que se refere a uma maior e mais eficaz disseminação das ferramentas e técnicas da agricultura de precisão no Brasil.

A agricultura de grãos anuais na região Cone Sul de Rondônia vem passando, nos últimos anos, por um intenso processo de inovação tecnológica, sendo que os fatores intrínsecos aos agricultores e às propriedades rurais influenciam positivamente no processo decisório da inovação.

Há evidências de que nas lavouras de grãos anuais da região Cone Sul de Rondônia, algumas ferramentas de agricultura de precisão – notadamente a amostragem georreferenciada de solo e confecção de mapa de fertilidade, a correção de solo em taxa variável e o uso das ferramentas de direcionamento vêm sendo utilizadas em larga escala pelos agricultores.

Surgem indícios de que, na região, grandes propriedades rurais denotam maiores índices de adoção para a maioria das ferramentas de agricultura de precisão em detrimento às pequenas propriedades rurais.

As principais restrições levantadas quanto à adoção da AP não se referem às tecnologias, mas sim a oferta inadequada de serviços externos por empresas da região.

Os índices de adoção das ferramentas e serviços da agricultura de precisão em Rondônia poderão, em curto prazo, sofrer variações significativas, sobretudo pelo fato de que a atividade agrícola se encontra em franca expansão, tendo alcançado outras microrregiões do Estado, notadamente o Vale do Guaporé.

REFERÊNCIAS

- AKRIDGE, J. T.; WHIPKER, L. D. **2000 Precision Agricultural Services and Enhanced Seed Dealership Survey Results**. Staff PAPER No. 00-04 Sponsored by Farm Chemicals Magazine and Center for Agricultural Business Purdue University June 2000. Disponível em: <<http://agribusiness.purdue.edu/resources>>. Acesso em: 14 set. 2014.
- AKRIDGE, J. T.; WHIPKER, L. D. **Precision Agricultural Services: Dealership Survey Results**. Purdue University, Center for Agri-business. Staff PAPER No. 96 – 11, June, 1996. Disponível em: <<http://agribusiness.purdue.edu/resources>>. Acesso em: 14 set. 2014.
- ALMEIDA, P. J. de; BUAINAIN, A. M. **O contrato de arrendamento de terras no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba: condicionantes e eficiência**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43., 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sober, 2005. p. 1-17.
- ALMEIDA SILVA, A. de; NASCIMENTO SILVA, M. das G. S; SILVA, R. G. da C. (orgs.). **Colonização, Território e Meio Ambiente em Rondônia: Reflexões geográficas**. Curitiba: SK Editora; Porto Velho: PPGG/UNIR, 2012.
- AMARAL, J.J.O. **Mata Virgem, terra Prostituta**. São Paulo: Terceira Margem, 2004. 128 p.
- ANSELMINI, A. A. **Adoção da AP no RS**. Porto Alegre: UFRGS: Centro de Estudos e Pesquisa em Agronegócio, 2012. 104 p. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/40495>>. Acesso em: 04 set. 2014.
- ANTOLINI, L. S.; SCARE, R. F. **Condicionantes de adoção de inovações e tecnologias de AP por produtores rurais: revisão sistemática de literatura e oposição de um modelo conceitual**. Artigo. 11º Convibra - Administração, 2014. Disponível em: < <http://www.convibra.com.br/artigo.asp?ev=25eid=10133>>. Acesso em: 15 mar. 2015.
- BANCO MUNDIAL. **Rising global interest in farmland: Can it yield sustainable and equitable benefits?** Washington D.C. 2010.
- BATTE, M. T.; ARNHOLT, M. W. **Farmer Evaluation of Precision Farming Technologies**. 2002. Journal of the ASFMRA. Disponível em: < http://portal.asfmra.org/userfiles/file/journal/batte78_89.pdf>. Acesso em 25 ago. 2015.
- BERNARDES, J. A. **Fronteiras da agricultura moderna no Cerrado Norte/Nordeste: descontinuidades e permanências**. In: BERNARDES, Júlia Adão; BRANDAO FILHO, José Bertoldo. (orgs.). **Geografias da soja II: a territorialização do capital**. Rio de Janeiro: Arquimedes Edições, 2009. p. 13-39.

BERNARDI, A.C.C.; INAMASU, R.Y. **Adoção da AP no Brasil**. In: BERNARDI, A.C.C.; NAIME, J.M.; RESENDE, A.V.; BASSOI, L.H.; INAMASU, R.Y. (Ed.). *Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar*. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 559-577. Disponível em: <<http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeAP2>>. Acesso em: 21 mar. 2015.

BERNARDI, Alberto Carlos de Campos et al. **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. – Brasília, DF : Embrapa, 2014. 596 p.

BLACKMORE, S. **An information system for precision farming**. The Centre for Precision Farming. Cranfield University. Silsoe, Inglaterra. p.09. 1996. Disponível em: <<http://www.silsoe.cranfield.ac.uk/cpf/papers/ISPF/ispf3.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

BLACKMORE, S. **The role of yield maps in Precision Farming - A PhD thesis by papers**. This thesis is submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. Cranfield University. Silsoe, Inglaterra. National Soil Resources Institute. 2003. Disponível em: <https://www.uni-ohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/mpt/PhD_Projects/Blackmore-PhD2003.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura de Precisão - Boletim Técnico**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: MAPA/ACS, 2013. 36 p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agricultura-Precisao/Boletim%20T%C3%A9cnico%20-%20Agricultura%20de%20Precis%C3%A3o%202013.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2015.

BORGHI, E.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BORTOLON, L.; AVANZI, J. C.; BORTOLON, E. S. O.; FREITAS, A. A. de; INAMASU, R. **Avaliação do padrão tecnológico e tendências da AP no Estado do Tocantins**. In: INAMASU, R.Y.; NAIME, J.M.; RESENDE, A.V.; BASSOI, L.H.; BERNARDI, A.C.C. (Ed.). *Agricultura de Precisão: Um novo olhar*. São Carlos: Embrapa Instrumentação. 2011. p. 314-318. Disponível em: <<http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2/publicacoes/publicacoes-da-rede-ap/capitulos>>. Acesso em: 18 out. 2014.

BRUMER, A. **Gênero e agricultura: A situação da mulher na agricultura do rio grande do sul**. *Estudos Feministas*, Florianópolis, 12(1): 360, janeiro-abril/2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ref/v12n1/21699.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2016.

CARDOSO, E. L.; FERNANDES, A. H. B. M.; FERNANDES, F. A. **Análise de solos: Finalidade e Procedimentos de Amostragem**. Comunicado Técnico. EMBRAPA, 2009. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/807342/1/COT79.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2016.

CASTRO, A. T. de. **A política pública no setor agrícola em Rondônia: proposta de reformulação face ao fenômeno migratório**. Dissertação. 1996, 92 p. Rio de Janeiro – RJ.

COSTA, C. C. da; GUILHOTO, J. J. M. **Impactos potenciais da agricultura de precisão sobre a economia brasileira**. Revista de Economia e Agronegócio, Vol.10, nº 2. 2013

CHARTUNI, E.; FRANCISCO, A. C.; MARÇAL, D.; EMILIO, R. **Agricultura de precisión - Nuevas herramientas para mejorar la gestión tecnológica en la empresa agropecuaria**. Comuniica. Ed. N. 1, II Etapa, enero-abril, 2007. Disponível em: <<http://repiica.iica.int/docs/B0483e/B0483e.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2014.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABEASTECIMENTO. **Séries históricas. 2015**. Brasília. Conab. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252et=2>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABEASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos, 8º levantamento, maio, 2016**. Brasília: Conab. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_05_10_09_03_26_boletim_graos_maio_2016.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2016.

CONCEIÇÃO, J. C. P. R.; ARAÚJO, P. F. C.; CONCEIÇÃO, P. H. Z. **Influência de variáveis representativas de capital humano na adoção de inovações tecnológicas na agricultura brasileira**. Congresso Latinoamericano de Sociologia Rural. 2006, Quito. **Anais**. Quito: Alasru, 2006.

COSTA, F. J. **Mensuração e desenvolvimento de escalas: aplicações em administração**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011.

CZERMAINSKI, A. B. C. **Análise de correspondência**. Seminário apresentado na disciplina Análise Multivariada sob orientação do Prof. Dr. Carlos Tadeu dos S. Dias. Piracicaba – SP. 2004. Disponível em: <<http://www.lce.esalq.usp.br/tadeu/anabeatriz.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2016.

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. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1023/A:1024557205871>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

DELGADO, G. C. **A questão agrária no Brasil: 1950-2003**. In: JACCOUD, L. (Org.). **Questão Social e Políticas Sociais no Brasil Contemporâneo**. Brasília, DF: Ipea, 2005. p. 51-90. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/CAP_2-10.pdf>. Acesso em: out. 2014.

DOMINGUES, M. S; BERMANN C. **O Arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja**. Ambiente e Sociedade. São Paulo v. XV, n. 2, p. 1 – 22. Ago. 2012.

Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttextepid=S1414-753X2012000200002>. Acesso em: 15 ago. 2015

D'SOUZA, G.; CYPHERS, D.; PHIPPS, T. **Factors affecting the adoption of sustainable agricultural practices**. *Agricultural and Resource Economics Review*, Ithaca, v. 22, n. 2, p. 159-165, 1993. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.469.6036erep=rep1etype=pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2016.

ELIAS, D. **Agricultura e produção de espaços urbanos não metropolitanos: notas teórico-metodológicas**. In: SPOSITO, Maria Encarnação B. (Org.) *Cidades médias: espaços em transição*. São Paulo: Expressão Popular, 2007.

FILHO, H. M. de S.; BUAINAIN, A. M.; SILVEIRA, J. M. F. J. da; VINHOLIS, M. de M. B. **Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura**. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, Brasília, v. 28, n. 1, p. 223-255, jan./abr. 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/86647/1/condicionantes-da-adocao.pdf>>. Acesso em: 14 Nov. 2014.

FILHO, R. S.; CUNHA, J. P. A. R. da. **Agricultura de Precisão: Particularidades de sua Adoção no Sudoeste de Goiás – Brasil**. *Journal of the Brazilian Association of Agricultural. Rev. Eng. Agríc.* v. 35, n. 4, p. 689-698. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v35n4/1809-4430-eagri-35-4-0689.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

FOUNTAS, S.; BLACKMORE, S.; ESS, D. et al. **Farmer Experience with Precision Agriculture in Denmark and the US Eastern Corn Belt**. *Precision Agric.* (2005) 6: 121. doi:10.1007/s11119-004-1030-z. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s11119-004-1030-z>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

FREDERICO, S. **Modernização da agricultura e uso do território: A dialética entre o novo e o velho, o interno e o externo, o mercado e o estado em áreas de cerrado**. *GEOUSP – Espaço e Tempo*, São Paulo, n. 34, 2013. Número Especial, p. 46-61, 2013.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: <<https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2014.

GREENACRE, M. *Correspondence Analysis in Practice*. Second Edition. London: Chapman e Hall / CRC. 2007.

GRIFFIN, T. W.; LOWENBERG-DEBOER, J. **Worldwide adoption and profitability of precision agriculture: implications for Brazil**. *Revista de Política Agrícola*, v. 14, p. 20-38, 2005. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/Revista%204%2005.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2015.

GONÇALVES, M. T.; SANTOS, S. R. dos. **Aplicação da Análise de Correspondência à Avaliação Institucional da Fecilcam**. IV Encontro de Produção Científica e Tecnológica. 2009. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/nupem/anais_iv_epct/PDF/ciencias_exatas/07_GON%C3%87ALVES_SANTOS.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2016.

HECHT, S. B. **Soybeans, development and conservation on the Amazon frontier**. Development and Change, Institute of Social Studies, v. 36, n. 2, p. 375-404, 2005

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Distribuição das pessoas de 25 anos ou mais de idade, por grupos de anos de estudo – Brasil – 2007/2014. PNAD - Pesquisa nacional por amostra de domicílios**. Brasília: IBGE, 2014. Disponível em: <http://brasilemsintese.ibge.gov.br/educacao/anos-de-estudo.html>. Acesso em: 20 fev. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contas Nacionais Trimestrais**. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de contas nacionais. Brasília: IBGE, 2015. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=12&op=0&vcodigo=ST18&t=produto-interno-brutobrvalores-constantas-1995>>. Acesso em: 26 mar. 2016.

JELIHOVSCHI, E. **Análise Exploratória de dados usando R**. Ilhéus, BA. Editus, 2014. 85 p.: il. Disponível em: <http://www.uesc.br/editora/livrosdigitais2/analiseexploratoria_r.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2016.

LACERDA, H. I. B de. **Análise da infraestrutura habitacional em Guiné – Bissau – censo demográfico 2009**. Monografia. 61 p. Natal, RN. 2013. Disponível em: https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/1/691/1/Monografia_Heitor_Ivan_Barbosa_de_Lacerda.pdf.> Acesso em: 30 set. 2016.

LENCSES, E.; TAKÁCS, I.; TAKÁCS-GYÖRGY, K. **Farmers' Perception of Precision Farming Technology among Hungarian Farmers**. Sustainability 2014, 6, 8452-8465; doi:10.3390/su6128452. Disponível em: <<file:///D:/Users/JESSE/Downloads/sustainability-06-08452-v2.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

LOWENBERG-DEBOER, J. **ECONOMIC ANALYSIS OF PRECISION FARMING**. IN. BORÉM, A. et al (org.). AP. Viçosa: UFV, 2000, p. 467. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT190_principios_em_agricultura_de_precisao/livros/CAPitulo_7.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2015.

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

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

PIRES, João Leonardo Fernandes et al. **Discutindo Agricultura de Precisão – Aspectos Gerais**. Embrapa, documentos online ISSN 1518-6512. Passo Fundo, RS. Dezembro, 2004. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do42.pdf>. Acesso em: 10 set. 2014.

PROENÇA, M. S. de; RIBEIRO, L. J.; FERRARI, M. C.; CAVALINI, F. C. **comparativo de lucratividade entre o plantio de milho sequeiro/soja e o arrendamento da área**. 4ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu 7 a 9 de Outubro de 2015, Botucatu – São Paulo, Brasil. Disponível em: <<http://www.fatecbt.edu.br/ocs/index.php/IVJTC/IVJTC/paper/viewFile/366/557>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

RESENDE, Álvaro V et al. **Agricultura de Precisão no Brasil: Avanços, Dificuldades e Impactos no Manejo e Conservação do Solo, Segurança Alimentar e Sustentabilidade**. XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil. 2010. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/870646/1/Agriculturaprecisao.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

ROBERTS, R. K.; ENGLISH, B. C.; LARSON, J. A.; COCHRAN, R. L.; GOODMAN, W. R.; LARKIN, S. L.; MARRA, M. C.; MARTIN, S. W.; SHURLEY, W. D.; REEVES, J. M. **Adoption of site-specific information and variable rate technologies in cotton precision farming**. Journal of Agricultural and Applied Economics, v. 36, n. 1, p. 143-158, 2004.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.

ROZA, D. **Novidade no campo: Geotecnologias renovam a agricultura**. Revista InfoGEO, n 11 - jan/fev, 2000. Disponível em: <http://www.infogeo.com.br/Revista/materia_11.htm>. Acesso em: 13 ago. 2015.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993.

SCHLINDWEIN, Jairo André et al. **Solos de Rondônia: Usos e Perspectivas**. Congresso sobre Recursos Naturais da Amazônia Ocidental: Sustentabilidade Ambiental. Revista Brasileira de Ciências da Amazônia, v1, n 1 – 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.unir.br/index.php/rolimdemoura/article/viewFile/612/660>>. Acesso em: 12 jul. 2016.

SILVA JÚNIOR, S. D. da; COSTA, F. J. **Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e Phrase Completion**. PMKT – Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia (ISSN 1983-9456 Impressa e ISSN 2317-0123 On-line), São Paulo, Brasil, V. 15, p. 1-16, outubro, 2014. Disponível em: <www.revistaPmkt.com.br>. Acesso em 17 mar. 2015.

SILVA, C.; DE MORAES, M.; MOLIN, J. **Adoption and use of precision agriculture technologies in the sugarcane industry of São Paulo state, Brazil**. Precision

agriculture, Berlin, v. 12, n. 1, p. 67 – 81, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11119-009-9155-8>>. Acesso em: 17 mar. 2015.

SUNDING, D; ZILBERMAN, D. **The agricultural innovations process: research and technology adoption in a changing agricultural sector.** For the Handbook of Agricultural Economics 2000. Disponível em: <<http://www.cpahq.org/cpahq/cpadocs/Agriculture%20Innovation.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2015.

TAVARES, M. M.; BORGES, I. O. M.; da COSTA, R. D. N.; ANTUNES, P. S. **Transferência de tecnologia em agricultura de precisão.** In: BERNARDI, A.C.C.; NAIME, J.M.; RESENDE, A.V.; BASSOI, L.H.; INAMASU, R.Y. (Ed.). AP: resultados de um novo olhar. Brasília, DF: EmbrAPa, 2014. p. 548-552. Disponível em: <<http://www.macroprograma1.cnptia.embrAPa.br/redeAP2>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

TEY, Y. S.; BRINDAL, M. **Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications.** Precision Agriculture. 2012;13:713–30. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11119-012-9273-6>>. Acesso em: 09 jun. 2016.

THERY, H. Rondônia: **Mutações de um território federal na Amazônia brasileira.** Tese de doutorado. Universidade de Paris I. École Normale Supérieure. 238 p. 1976

TSCHIEDEL, M.; FERREIRA, M. F. **Introdução à agricultura de precisão: conceitos e vantagens - introduction the precision farming: concepts and advantages – Revisão Bibliográfica.** Ciência Rural, Santa Maria, v.32, n.1, p.159-163, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782002000100027>. Acesso em: 20 nov. 2014.

TURCHI, L. M. **A colonização dirigida no processo de expansão e ocupação da fronteira agrícola: território federal de Rondônia.** In: Encontro Nacional DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 2., 1980, Águas de São Pedro. Anais... Águas de São Pedro: ABEP, 1980.

USDA. United States Department of Agriculture National Agricultural Statistics Service. **AGRICULTURAL RESOURCE MANAGEMENT SURVEY U.S. Peanut Industry.** 2015. Disponível em: <https://www.nass.usda.gov/Surveys/Guide_to_NASS_Surveys/Ag_Resource_Management/ARMS_2014_Peanuts_Highlights.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2016.

VARELLA, C. A. A. **Análise de componentes principais.** Seropédica, Rio de Janeiro. 2008. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/multivariada%20aplicada%20a%20s%20ciencias%20agrarias/Aulas/analise%20de%20componentes%20principais.pdf>. Acesso em: 15 set. 2016.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria a prática**. Monografia de especialização. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, RS. 215 p. 2005. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/adriano/livro/Caderno%20dedatico%20multivariada%20-%20LIVRO%20FINAL%201.pdf>> Acesso em: 15 set. 2016.

WALKER, Robert et al. **A Expansão da Agricultura Intensiva e Pecuária na Amazônia Brasileira**. Amazonia and Global Change Geophysical Monograph Series 186 Copyright 2009 by the American Geophysical Union. Disponível em: < <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:IWm3Z7wPPVIJ:docplayer.com.br/5311985-A-expansao-da-agricultura-intensiva-e-pecuaria-na-amazonia-brasileira.html+ecd=2ehl=pt-BRect=clnkegl=br>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

WINSTEAD, Amy et al. **Adoption and use of precision agriculture technologies by practitioners**. In: Proceedings of the 10th International Conference on Precision Agriculture (ICPA), Denver, CO, USA, (2010). Disponível em: < <http://www.aces.edu/anr/precisionag/documents/ICPAAdoptionandUseofPA.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA PESQUISA

Questionário sobre adoção de tecnologias de agricultura de precisão e perfil do produtor adotante

(Nº do Projeto registrado no GAP: 039958)

Este trabalho trata-se da pesquisa de mestrado de Jessé Alves Batista, acadêmico do curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agricultura de Precisão do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria. O acadêmico tem como orientador, e também responsável pela pesquisa, o professor do programa de mestrado, Elódio Sebem. O resultado desta pesquisa servirá de base para a compreensão dos fatores que conduzem à adoção da Agricultura de Precisão (AP), nos municípios de Vilhena e Cerejeiras, região Cone Sul de Rondônia. Além do questionário, pretende-se definir o polígono da propriedade adotante de AP através da coleta das coordenadas geográficas, tendo como objetivo a análise espacial das regiões agrícolas da área de estudo. O questionário é anônimo e para respondê-lo você precisará de 30 a 40 minutos. Ao colaborar com este trabalho, considere que você estará contribuindo com o desenvolvimento tecnológico do agronegócio em sua região.

Contatos do pesquisador:

Jessé Alves Batista
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – IFRO
Campus Colorado do Oeste
Telefone: (69) 3341 7813
Celular: (69) 8451 - 4247
E-mail: jesse.batista@ifro.edu.br

Contatos do Orientador da pesquisa:

Prof. Dr. Elódio Sebem
Colégio Politécnico da UFSM
Cidade Universitária, Prédio 70, Bloco F, Sala 212-C
Telefone: +55 55 3220 9419 Ramal 200
Celular: +55 55 9614 8081
www.ufsm.br/geoprocessamento

“Os dados serão mantidos em sigilo e serão utilizados apenas de forma agregada, sem permitir a identificação dos respondentes, e exclusivamente para os propósitos da pesquisa”.

Os pesquisadores agradecem a disponibilidade e colaboração com a pesquisa!

Respondente: () Proprietário () Administrador

(Opcional) Telefone: _____

(Opcional) E-mail: _____

1. Gênero: () masculino () feminino
2. Qual sua idade? _____
3. Quantos membros da família trabalham na fazenda? _____
4. Grau de escolaridade:
() fundamental () médio/técnico () superior incompleto () superior completo () pós-graduação
5. Formado em qual curso técnico? _____
6. Formado em qual curso superior? _____
7. Há quanto tempo trabalha com agricultura? _____
8. Cultiva em área arrendada? () sim () não
9. Sua maior área de cultivo é: () própria () arrendada
10. Área de cultivo manejada com AP (ha):
() até 200 () 201 a 500 () 501 a 1000 () maior que 1000
11. Textura predominante do solo das áreas com AP:
() arenosa () média () argilosa
12. Tipo de relevo predominante nas áreas de cultivo manejadas com AP:
() plano () suave ondulado () ondulado () fortemente ondulado
13. Das culturas manejadas com AP, ordene: **(1) mais importante; (2) segunda mais importante e assim por diante.**
() soja () milho () milheto () girassol () sorgo
() arroz () outro: _____
14. Quais destas tecnologias são utilizadas na propriedade:
() computador gerenciar a propriedade () internet () notebook no campo
() celular acessar internet
15. Assinale 3 alternativas que são suas principais fontes de referência sobre AP, ordenando: **(1) mais importante; (2) segunda mais importante e (3) terceira mais importante.**
() revista especializada em AP () Internet () TV/radio
() Evento/capacitação/palestra () empresa consultoria em AP
() instituição pesquisa () revendedores de máquinas de AP

- () extensão rural () outros produtores rurais adotantes de AP
() outra/nenhuma destas:_____
16. Há quanto tempo você utiliza a AP na propriedade?_____
17. Qual foi o primeiro serviço de AP que você utilizou na propriedade?
() monitor de colheita () semeadora TV ()
calcareadeira TV () adubadora TV () pulverizador TV
() GPS light bar () BLZ () PAT () outro:_____
18. Como ocorreu seu primeiro contato com a AP?_____
19. Assinale quais equipamentos ou máquinas de AP possui na propriedade?
() monitor de colheita () semeadora TV ()
calcareadeira TV () adubadora TV () pulverizador TV
() GPS light bar () BLZ () PAT () outro:_____
20. Qual equipamento/máquina de AP pretende adquirir nos próximos dois anos?_____
21. Assinale quais serviços ou ferramentas de AP você utiliza?
() 1_Amostra de solo GRID () 2_mapa de fertilidade ()
3_GPS light bar () 4_BLZ () 5_PAT
() 6_correção de solo em TV () 7_adubação em TV ()
8_pulverização em TV () 9_fecham. Autom. de bicos ()
10_semeadura em TV () 11_sensor de rendimento () 12_mapa de
rendimento () 13_zonas de manejo () 14_telemetria ()
15_sensoreamento remoto () 16_vant's ou drones ()
outro:_____
22. Dos serviços de AP assinalados acima, quais são terceirizados. Indique apenas o(s) número(s) referente(s) ao(s) serviço(s) separando-os com ponto e vírgula:_____
23. Qual o tamanho médio da malha de amostragem (ha)?
() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () maior que 5
24. Qual é a frequência de uso da análise de solo na propriedade?
() 1 ano () 2 anos () 3 anos () mais de 3 anos
25. De acordo com seu ponto de vista, ordene a importância dos obstáculos para adoção/continuidade com a AP com: **(1) muita importância; (2) média importância; (3) pouca importância; (4) nenhuma importância.**
() medo de altos investimentos () alto custo () pouca
informação sobre produtos e serviços de AP () suporte
inadequado no pós-venda de produtos de AP () escassez de consultoria
especializada em AP na região () pouca confiabilidade nas empresas
de consultoria de AP

- escassez de mão-de-obra especializada em AP para trabalhar na fazenda
 condições climáticas solos ou topografia
 leis ambientais
 dificuldade de reposição de peças para os equipamentos e máquinas de AP
- 26.** Assinale 3 alternativas, ordenando assim: **(1) mais importante; (2) segunda mais importante; (3) terceira mais importante**, das quais que você acredita estar o futuro da AP na região:
 amostragem de solo em grid e mapas de fertilidade
 mapas de rendimento zonas de manejo correção de solo em TV adubação em TV pulverização em TV
 sementeira em TV imagem de satélite
 Controladores de voo sensores em tempo real
 telemetria vants/drones outro: _____
- 27.** Importância da AP para sua propriedade hoje:
 nenhuma pouca media muita
- 28.** Investimentos em tecnologias (equipamentos/maquinários) de AP até o momento (R\$):
 menor que 100 mil de 101 a 300 mil de 301 a 600 mil de 601 a 1 milhão maior que 1 milhão
- 29.** Utiliza financiamento bancário?
 sim não
- 30.** Sobre os motivos que o levaram a adotar a AP, ordene as importâncias com: **(1) maior importância; (2) segunda maior importância; até (6) sexta maior importância.**
 aumentar a produtividade melhorar a gestão reduzir manchas na lavoura reduzir custos com insumos
 preservar meio ambiente melhorar as condições de trabalho
- 31.** Sobre os resultados obtidos após adotar a AP, ordene os impactos positivos com: **(1) maior impacto; (2) segundo maior impacto; até (6) menor impacto.**
 aumento na produtividade melhoria da gestão redução manchas na lavoura redução de custos com insumos
 preservação ambiental melhoria nas condições de trabalho
- 32.** Em qual de suas ferramentas de AP você percebe maior benefício? _____
- 33.** Classifique os serviços prestados por empresas de consultoria em AP que você conhece:
 ótimo bom regular ruim péssimo
- 34.** Classifique a assistência técnica pós-venda das empresas revendedoras de máquinas e equipamentos de AP que você conhece:

() ótimo () bom () regular () ruim () péssimo

35. Já ouviu falar no termo “zonas de manejo”?
() sim () não
36. Conhece o conceito de zonas de manejo?
() sim () não
37. Para cada afirmativa que segue você deverá **assinalar com um “X”** a opção que melhor represente o seu nível de concordância, utilizando o código abaixo:

Afirmativa	1 Discordo totalmente	2 Discordo	3 Não discordo nem concordo	4 Concordo	5 Concordo totalmente
Cultivar em área arrendada é uma barreira para investir em AP.					
Sempre tive facilidade em adotar novas tecnologias na agricultura.					
Tenho facilidade com ferramentas tecnológicas tais como informática, manipulação de softwares.					
Mais que 50% dos produtores de grãos da região Cone Sul de Rondônia adotam alguma ferramenta de AP.					
Em 5 ou 10 anos a AP será uma realidade consolidada na região.					
Só haverá a consolidação da AP na região, quando existirem serviços externos de AP adequados.					
A AP nunca será realidade na região devido à distância para os grandes centros tecnológicos do País.					
O aspecto cultural da região dificulta a disseminação de novas tecnologias como a AP.					
As condições climáticas da região são empecilhos para a expansão da AP.					
Mesmo adquirindo algumas máquinas e equipamentos de AP, grande parte dos produtores da região ainda desconhece seu funcionamento.					
Pretendo aumentar minha área manejada com AP.					
Meu grau de satisfação com os resultados obtidos com a AP é alto.					

Os serviços de AP que testei até o momento demonstram pouca eficiência.					
Vou continuar investindo na compra de equipamentos/maquinários de AP.					
Os profissionais da área agrária (TA's e agrônomos), formados na região saem preparados para trabalhar com AP.					
Instituições de pesquisa da região trabalham no sentido de disseminar AP.					

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
COLÉGIO POLITÉCNICO DA UFSM
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado participante,

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa "**Fatores condicionantes a adoção da agricultura de precisão no Cone Sul de Rondônia**", desenvolvida pelos Professores **Jessé Alves Batista** e **Elódio Sebem** do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Campus Colorado do Oeste e da Universidade Federal de Santa Maria, RS, respectivamente.

Instituição 1 - Universidade Federal de Santa Maria - Colégio Politécnico da UFSM

Telefone e endereço postal: (69) 8451 4247 / (55) 9614 8081

Endereço: Av.: Roraima, 1000, Prédio 70, Bloco F sala 212-C 97105-970 - Santa Maria - RS.

Local da coleta de dados: Cone Sul de Rondônia: Vilhena, Cerejeiras, Cabixi e Corumbiara.

Eu **Jessé Alves Batista**, responsável pela pesquisa "**Fatores condicionantes a adoção da agricultura de precisão no Cone Sul de Rondônia**", o convido a participar como voluntário deste nosso estudo.

Esta pesquisa pretende verificar o nível de adoção de ferramentas de agricultura de precisão por parte dos produtores de grãos da região Cone sul de Rondônia, bem como identificar os principais condicionantes a adoção/continuação do uso destas tecnologias. A pesquisa está pautada na aplicação de questionário semiestruturado com questões que permeiam pelos aspectos sociais, culturais, econômicos, financeiros, agroecológicos e tecnológicos, na tentativa de identificar os principais obstáculos encontrados pelos produtores da região para tomarem a decisão de adotar ou continuar com o uso das ferramentas de agricultura de precisão. Acredito que ela seja importante porque contribuirá com o desenho do esboço do estado da arte da agricultura de precisão no Brasil. As questões propostas serão aplicadas diretamente ao produtor rural ou gerente da fazenda com capacidade para responder satisfatoriamente as questões, através de perguntas abertas, fechadas, de múltipla escolha e de nível de concordância/discordância de afirmativas sobre o contexto estudado, seguindo a metodologia de Likert. As informações serão tabuladas e tratadas estatisticamente por meio de análise descritiva (frequência absoluta, frequência relativa, moda, mediana e para as variáveis quantitativas, média e desvio-padrão), além da possibilidade de se fazer cruzamentos entre as variáveis estudadas, de acordo com os objetivos da pesquisa. Para as questões elaboradas segundo a escala Likert, será testada uma análise fatorial a fim de identificar construtos.

Rubrica pesquisador:



Rubrica participante: _____

Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória, e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento.

Você não será penalizado de nenhuma maneira caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma. Contudo, ela é muito importante para a execução da pesquisa. Serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações por você prestadas.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e seu nome será ocultado e preservado. Poderão ser divulgadas apenas, em eventos ou publicações, sem a identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação. Também serão utilizadas imagens.

O estudo não apresenta riscos à sua saúde, nem causa alguma situação desagradável. Os benefícios que esperamos com o estudo será a contribuição com a comunidade técnico-científica no sentido de traçar estratégias para ampliar a disseminação e consolidação da agricultura de precisão no Brasil.

Durante todo o período da pesquisa você terá a possibilidade de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento. Para isso, entre em contato com o pesquisador ou com o Conselho de Ética em Pesquisa.

Os gastos necessários para a participação na pesquisa serão assumidos pelos pesquisadores. Todas as informações serão arquivadas em um banco de dados próprio, que será mantido em disco rígido, no computador pessoal do pesquisador e poderá ser consultado à qualquer momento que seja necessário. Você tem garantido a possibilidade de não aceitar participar ou de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão.

Autorização

Eu, _____, após a leitura ou a escuta da leitura deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, estou suficientemente informado, ficando claro que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade, bem como de esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto e de espontânea vontade, expresso minha concordância em participar deste estudo.

Autorizo o registro de fotografias da área,

Assinatura do voluntário _____

Assinatura do responsável pela obtenção do TCLE:



_____, ____ de _____ de 2015.