



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA

CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA

GABRIEL VELOSO COSTA CIRILO

ANÁLISE DOS FATORES DETERMINANTES DA ADOÇÃO DO SISTEMA DE  
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO REGIÃO DO ARAGUAIA, SUDESTE DO  
PARÁ

FORTALEZA

2019

GABRIEL VELOSO COSTA CIRILO

ANÁLISE DOS FATORES DETERMINANTES DA ADOÇÃO DO SISTEMA DE  
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO REGIÃO DO ARAGUAIA, SUDESTE DO  
PARÁ

Trabalho de conclusão de curso apresentado a banca examinadora em 26/06/2019 da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial a obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Rogério César Pereira de Araújo.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

C525a Cirilo, Gabriel Veloso Costa.  
Análise dos fatores determinantes da adoção do sistema de integração lavoura-pecuária no região do Araguaia, Sudeste do Pará / Gabriel Veloso Costa Cirilo. – 2019.  
65 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Rogério César Pereira de Araújo..

1. Soja. 2. Bovinocultura. 3. Regressão logística. I. Título.

CDD 630

---

GABRIEL VELOSO COSTA CIRILO

ANÁLISE DOS FATORES DETERMINANTES DA ADOÇÃO DO SISTEMA DE  
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO REGIÃO DO ARAGUAIA, SUDESTE DO  
PARÁ

Trabalho de conclusão de curso apresentado a  
banca examinadora em 26/06/2019 da  
Universidade Federal do Ceará, como requisito  
parcial a obtenção de título de Engenheiro  
Agrônomo.

Aprovada em: 26 / 06 / 2019.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. **Rogério César Pereira de Araújo** (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. **José Newton Pires Reis**

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. **Rosemeiry Melo Carvalho**

Universidade Federal do Ceará (UFC)

## RESUMO

Com a crescente demanda por alimentos e a escassez de recursos disponíveis para a produção, faz-se necessário otimizar todos os processos envolvidos nos meios produtivos. Com a adoção do sistema de Integração Lavoura-Pecuária é possível realizar a diversificação da produção com um conseqüente aumento na eficiência da utilização dos recursos naturais, propiciar a preservação do meio ambiente e diminuir o risco da atividade agrícola. O objetivo deste trabalho é analisar os fatores determinantes para a adoção da tecnologia de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária por produtores rurais da região do Araguaia no Sudeste do Pará. A partir da revisão literária, foram selecionadas as variáveis relevantes para a adoção de tecnologia agropecuária tais como características do produtor, da propriedade rural, acesso à informação e comunicação e as categorias de técnicas e práticas agrícolas. Um questionário estruturado foi aplicado a 49 produtores ou tomadores de decisão na região. Com base na estimativa de modelos de regressão logística, foi possível avaliar quais fatores de adoção foram significativos para os casos estudados. Os resultados mostraram que, com relação as características do produtor, a participação em cooperativas e associações de produtores rurais tem relação positiva com a adoção do sistema de Integração Lavoura-Pecuária. Para as características da propriedade rural, a área disponível para produção e a presença de secador de grãos na região está associado positivamente com a adoção. A utilização de outras tecnologias na produção agrícola e pecuária elevou as chances do produtor adotar os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária.

Palavras-chave: Soja. Bovinocultura. Regressão logística. Inovação agrícola.

## **ABSTRACT**

With the increasing demand for food and the scarcity of resources available for production, it is necessary to optimize all the processes involved in the productive modes. Adopting the Livestock-Livestock Integration system, it is possible to diversify production which leads to increased efficiency of the use of natural resources, to promote the preservation of the environment and to reduce the agricultural activity risk. The objective of this study is to analyze the conditioning factors for the adoption of technology of crop-livestock integration systems by rural producers in the Araguaia region in the Southeast of Pará. From the literary review, we selected relevant variables for the adoption of agricultural technology such as characteristics of the producer, of the rural property, access to information and communication, and the categories of farming techniques and practices. A structured questionnaire was applied to 49 producers or decision makers in the region. Based on the estimation of logistic regression models, it was possible to evaluate which adoption factors were significant for the sample. The results showed that, in relation to the characteristics of the producer, the participation in cooperatives and associations of rural producers had a positive relation with the adoption of the System of Agricultural-Livestock Integration. For the characteristics of the rural property, the area available for production and the presence of grain dryer in the region were positively associated with the adoption. The use of other technologies in agricultural and livestock production has increased the chances of the producer adopting the Livestock-Livestock Integration systems.

Palavras-chave: Soybean. Cattle farming. Logistic regression. Agricultural Innovation.

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1- Evolução da área plantada na região do Araguaia no estado do Pará.....	5
Gráfico 2 - Produção de soja na região do Araguaia em toneladas.....	5
Gráfico 3 – Produtividade de soja em sacos de 60 kg por hectare na região do Araguaia	6
Gráfico 4 - Evolução do rebanho bovino na região do Araguaia no Sudeste do Pará.....	8

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Idade mínima, máxima e média dos produtores consultados na pesquisa.....	22
Tabela 2. Nível de escolaridade dos produtores consultados .....	23
Tabela 3. Participação em cooperativas de produtores rurais .....	23
Tabela 4. Renda mínima, máxima, média e o desvio padrão dos produtores pesquisados	23
Tabela 5. Mínimo, máximo, média e desvio padrão das propriedades consultadas.....	24
Tabela 6. Relevo predominante das propriedades agrícolas amostradas.....	24
Tabela 7. Presença de secador de grãos próximo a propriedade .....	25
Tabela 8. Presença de frigoríficos próximo a propriedade .....	25
Tabela 9. Somatório do número de fontes de informação consultadas frequentemente pelos produtores consultados .....	25
Tabela 10. Número de meios de comunicação utilizados frequentemente pelos produtores consultados .....	26
Tabela 11. Somatório do número de tecnologias utilizadas pelos produtores na agricultura .....	26
Tabela 12. Somatório do número de tecnologias utilizadas pelos produtores na produção pecuária.....	27
Tabela 13. Modelo estimado completo. ....	28
Apêndice 2, Tabela 1. <i>Teste model Chi-Square</i> para a hipótese 1 sobre as características do produtor	50
Apêndice 2, Tabela 2. <i>Teste model Chi-Square</i> para a hipótese 2 sobre as características da propriedade .....	50
Apêndice 2, Tabela 3. <i>Teste model Chi-Square</i> para a hipótese 3 sobre as fontes de informação e tecnologias utilizadas.....	50
Apêndice 2, Tabela 4. Testes <i>-2LL, Cox e Snell R Square e Nagelkerke R Square</i> para as características do produtor.....	50
Apêndice 2, Tabela 5. Testes <i>-2LL, Cox e Snell R Square e Nagelkerke R Square</i> para as características da propriedade.....	50

Apêndice 2, Tabela 6. <i>Testes -2LL, Cox e Snell R Square e Nagelkerke R Square</i> para os meios de comunicação e tecnologias utilizadas .....	51
Apêndice 2, Tabela 7. Teste de Hosmer e Lemeshow para as características do produtor	51
Apêndice 2, Tabela 8. Tabela de contingência do teste de Hosmer e Lemeshow para as características do produtor.....	51
Apêndice 2, Tabela 9. Teste de Hosmer e Lemeshow para as características da propriedade .....	51
Apêndice 2, Tabela 10. Tabela de contingência do teste de Hosmer e Lemeshow para as características da propriedade.....	51
Apêndice 2, Tabela 11 Teste de Hosmer e Lemeshow para as características dos meios de comunicação e tecnologias utilizadas.....	52
Apêndice 2, Tabela 12. Tabela de contingência do teste de Hosmer e Lemeshow para os meios de comunicação e tecnologias utilizadas .....	52
Apêndice 2, Tabela 13. Tabela de classificação sem a introdução das variáveis independentes .....	52
Apêndice 2, Tabela 14. Tabela de classificação com a introdução das variáveis independentes com relação as características do produtor .....	53
Apêndice 2, Tabela 15. Tabela de classificação com a introdução das variáveis independentes com relação as características da propriedade .....	53
Apêndice 2, Tabela 16. Tabela de classificação com a introdução das variáveis independentes com relação as fontes de informação e tecnologias utilizadas .....	53
Apêndice 2, Tabela 17. Modelo estimado para as características do produtor .....	54
Apêndice 2, Tabela 18. Modelo estimado para as características da propriedade .....	54
Apêndice 2, Tabela 19. Modelo estimado para Fontes de informação, meios de comunicação e tecnologias utilizadas na agricultura e pecuária .....	54

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Descrição das variáveis do modelo logístico.....	20
Quadro 2. Comparação dos resultados obtido com os esperados pela revisão de literatura .....	31

# Sumário

RESUMO .....	5
ABSTRACT .....	6
LISTA DE GRÁFICOS.....	7
LISTA DE TABELAS .....	8
LISTA DE QUADROS .....	10
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 O Problema e sua Importância.....	1
2 OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo geral .....	3
2.2 Objetivos específicos .....	3
2.3 HIPOTESES .....	3
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	4
3.1 Produção da soja na região do Araguaia - Sudeste do Pará.....	4
3.2 Pecuária da região do Araguaia - sudeste do Pará .....	6
3.3 Sistema de integração lavoura-pecuária .....	8
3.4 Economia da produção agrícola.....	10
3.5 Determinantes da adoção de tecnologia na agricultura .....	14
3.5.1 Características do produtor agrícola .....	14
3.5.2 Características da propriedade rural .....	15
3.5.3 Formas de acesso à informação .....	16
3 METODOLOGIA.....	16
3.1 Área de estudo .....	17
3.2 Modelo de análise .....	17
3.3 Modelo empírico.....	19
3.3.1 Definição das variáveis.....	20

3.4	Estratégia de análise.....	21
3.5	Coleta de dados .....	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
4.1	Análise descritiva dos dados.....	22
4.1.1	Características do produtor.....	22
4.1.2	Características da propriedade.....	24
4.1.3	Obtenção de informações e tecnologias utilizadas .....	25
4.2	Modelo estimado.....	28
4.3	Teste de hipótese.....	29
4.3.1	Teste da hipótese 1 .....	29
4.3.2	Teste da hipótese 2 .....	30
4.3.3	Teste da hipótese 3 .....	31
4.4	Verificação com a revisão de literatura .....	31
5	CONCLUSÕES.....	32
6	REFERÊNCIAS .....	34
7	APÊNDICES .....	42
7.1	APÊNDICE 1.....	42
7.2	APÊNDICE 2.....	45
7.3	APÊNDICE 3.....	49

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 O Problema e sua Importância

O Brasil herdou de países europeus vários sistemas de produção de monocultivos, os quais se baseiam no uso de insumos agrícolas modernos, mecanização e biotecnologias. Essas tecnologias propiciam ganhos de produtividade se comparados aos modelos com menor aparato tecnológico. Intrínseco a esse sistema é possível observar a perda de cobertura vegetal nativa, diminuição da qualidade do solo, intensificação das erosões e assoreamento de cursos d'água (MEDRADO, 2000; RODIGHIERI, 2000). Essa relação da produção com a degradação do ambiente não é uma via exclusiva, podendo ser amenizada com a utilização de técnicas e tecnologias adequadas a cada caso e situação.

O aumento da população previsto pela Organização das Nações Unidas (UN, 2019) é que até 2050 a população mundial alcançará a marca de 9,7 bilhões habitantes, a demanda por alimentos pode crescer 60% e, segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o consumo de água, 40% de aumento. Associados ao crescimento populacional ainda estão o aumento da renda *per capita*, que contribuirá para o aumento do consumo de alimentos, e a crescente taxa de urbanização, que conduzirá à diminuição do trabalho na agricultura.

No Brasil, o processo recente de expansão agrícola avançou da região Sul em direção ao bioma Cerrado, sendo considerada a nova fronteira agrícola. Desta forma, a agricultura está se expandindo para a região Norte e Nordeste, nos estados onde o cerrado está presente, tais como Maranhão, Tocantins, Piauí, Bahia, Pará e Amazonas. Dentre esses, o Pará, Amazonas e Tocantins já apresentam aumento nos preços das terras gerado pela dinâmica de ocupação de novas áreas (GASQUES, BOTELHO e BASTOS, 2015).

A produção mundial de soja na safra 2017/2018, foi 336,699 milhões de toneladas (USDA, 2018), colocando o Brasil como o segundo maior produtor, ficando atrás apenas dos EUA. Segundo a FAO, o Brasil pode tornar-se o maior produtor de soja do mundo até o ano de 2025, com uma produção superior a 136 milhões de toneladas.

No contexto nacional, a soja é a principal cultura em termos de extensão de área e em volume de produção. A produção brasileira de soja alcançou 95.434,6 mil toneladas na safra 2015/2016 (CONAB, 2017).

A pecuária brasileira destaca-se, no mundo, como um dos principais produtores, contando desde 2015 com o maior rebanho bovino, somando 214 milhões de cabeças, e produzindo 9,1 milhões de toneladas de carne bovina. O País é o segundo maior consumidor de carne com 38,6 kg/habitante/ano e o maior exportador com 1,64 milhões de toneladas, representando 3% de todas as exportações brasileiras, com faturamento de R\$ 6,57 bilhões no ano de 2018. Em termos de Produto Interno Bruto (PIB), o mercado da carne bovina representou em 2018 6% do PIB total e 30% do PIB do agronegócio (ABIEC, 2019).

O crescimento do rebanho bovino do país, segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), é de aproximadamente 2% ao ano, alcançando seu recorde de 218,2 milhões de cabeças em 2016, sendo este o maior número desde 1974, quando se iniciou o registro da série histórica (IBGE, 2017).

A produção agrícola é uma atividade complexa e multidimensional, destacando-se a importância da correta alocação dos recursos disponíveis nas propriedades rurais (GAFSI, 2006). A qualidade do solo, por exemplo, é um fator importante nos sistemas agrícolas que está relacionada à capacidade de a produção funcionar dentro de um ecossistema, sustentando o rendimento biológico, mantendo a qualidade do ambiente e promovendo a saúde de plantas e animais (DORAN e PARKIN, 1994; SINGER e EWING, 2000).

Uma alternativa viável que pode auxiliar no alcance destes objetivos citados é a Integração Lavoura-Pecuária (ILP), por propiciar o uso contínuo das áreas agrícolas e a melhoria da qualidade do solo ao longo do tempo (ENTZ *et al.*, 2002; RAO *et al.*, 2003). A ILP pode ser definida como um sistema de produção que alterna, na mesma área, o cultivo de pastagens anuais ou perenes, destinadas à produção animal e culturas destinadas à produção vegetal, com foco na produção de grãos. Desta maneira, forma-se um sistema de produção em que fatores biológicos, econômicos e sociais se inter-relacionam e determinam a sua sustentabilidade.

Neste contexto, percebe-se que as atividades de produção vegetal de grãos e a pecuária representam grande parte da produção rural e tem impacto expressivo no mercado nacional. Assim, tecnologias que possibilitem a melhor utilização dos recursos naturais, conservação do meio ambiente e a diminuição dos riscos de produção são importantes para a manutenção e evolução do meio agrícola brasileiro.

Ciente dos benefícios e da crescente adoção do sistema de Integração Lavoura-Pecuária, a análise desse sistema torna-se imperativa no intuito de gerar informação relevante para a elaboração de políticas agrícolas visando o desenvolvimento desta modalidade de produção. Empiricamente, este estudo propõe-se a investigar os fatores determinantes da adoção do sistema da ILP na região do Araguaia, sudeste do Pará, Brasil.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Compreender o fenômeno da adoção do sistema Integração-Lavoura Pecuária por produtores rurais da região do Araguaia, sudeste do Pará, no intuito de poder informar o tomador de decisão na propriedade rural e o formulador de políticas agrícolas dos caminhos a serem perseguidos a fim de expandir a utilização desta tecnologia na região.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar o produtor e a propriedade rural na região do Araguaia;
- Caracterizar os sistemas de produção agrícola e pecuária;
- Analisar os fatores determinantes da adoção do sistema ILP pelos produtores rurais.

### **2.3 HIPOTHESES**

Com base na revisão literária relacionada à adoção de tecnologia na agricultura e no objetivo geral, foram propostas três hipóteses principais do estudo:

H1: Quanto maior a capacidade administrativa do tomador de decisão (idade, nível de escolaridade, participação em associações e cooperativas e porcentagem da renda da atividade agrícola), maior a probabilidade da adoção do sistema ILP na propriedade rural.

H2: Quanto maior a disponibilidade dos recursos (área da propriedade, relevo satisfatório à produção, e a presença de secador de grão, frigorífico e estrutura logística na região), maior a probabilidade da adoção do sistema ILP.

H3: Quanto maior o acesso à informação (número de fontes de informação e meios de comunicação), maior a probabilidade da adoção de novas tecnologias (utilizadas na agricultura e pecuária, inclusive o sistema ILP).

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

Nesta sessão, faz-se a revisão de literatura abordando a produção de soja, pecuária da bovinocultura de corte na região do Araguaia – Sudeste do Pará e sobre os fatores econômicos relativos a produção agrícola.

#### **3.1 Produção da soja na região do Araguaia - Sudeste do Pará**

A soja, antes dos processos de melhoramento, era uma cultura de dias curtos e por isso deveria ser cultivada em regiões que apresentassem latitudes maiores que 30°. Entretanto, no final da década de 1980, os trabalhos de melhoramento desta cultura favoreceram sua expansão sendo cultivada em latitudes menores que 20° que coincidem com as áreas do cerrado brasileiro (Paludzyszyn Filho et al. 1993). Ultimamente a cultura é conduzida até em regiões com latitudes menores que 10°, que são as áreas de fronteira agrícola atualmente no Brasil. Os estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Pará são os mais expressivos no avanço da fronteira agrícola (EMBRAPA, 2019).

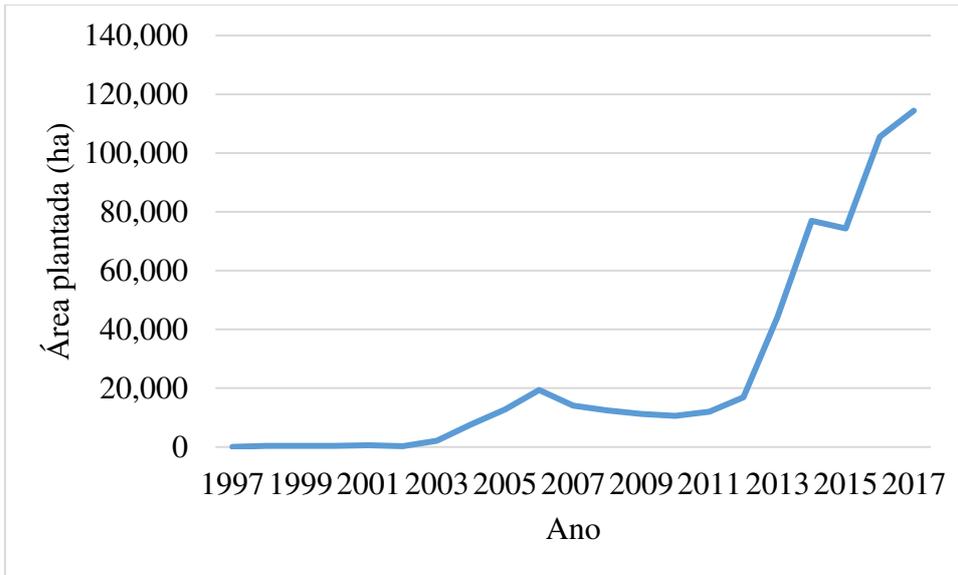
O avanço desta cultura para áreas de cerrado no Norte e Nordeste do país é expressivo como mostram os dados do boletim da EMBRAPA que analisa as safras de 1996/97 até a safra 2015/16. O aumento das áreas cultivadas com a cultura da soja assim como os ganhos de produtividade alcançados indica que as ações de pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologias foram eficientes. Este cenário retrata ainda a organização da cadeia produtiva da soja no Brasil, o empreendedorismo e a eficiência dos produtores de soja (Garret et al., 2013).

O Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Análise da área, produção e produtividade da soja no Brasil em duas décadas (1997-2016) feito pela EMBRAPA (2017) que analisou a área, produção e produtividade de soja no Brasil de 1997 até 2016 mostra que o Pará, neste período, apresentou uma taxa relativa de aumento de área cultivada com soja de 686,1%, o maior crescimento entre todos os estados produtores.

O primeiro dado da cultura na região do Araguaia, no estado do Pará no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) é o da safra 1996/97 em que consta uma área de 63

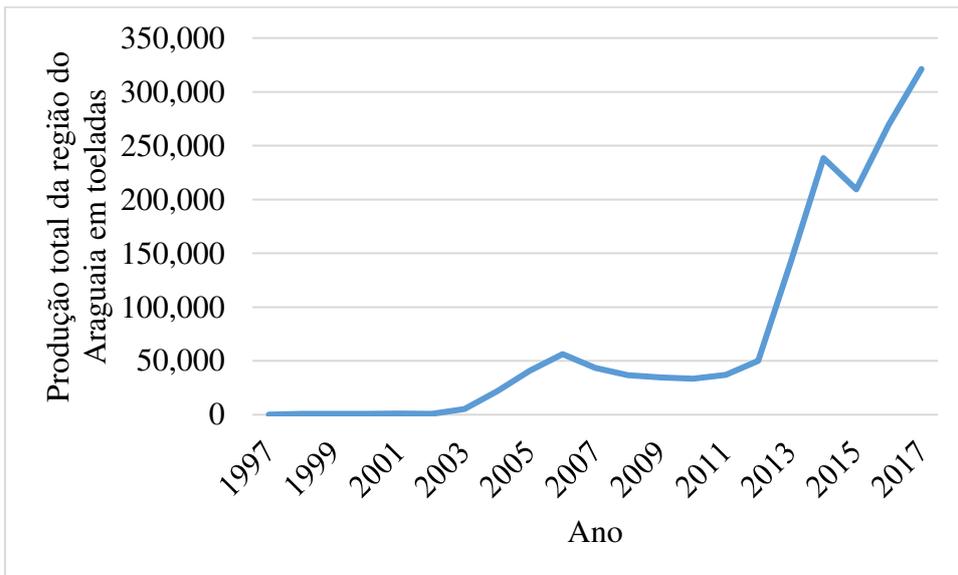
hectares plantados que rendeu uma produtividade média de aproximadamente 2100 kg/ha, equivalente a 35 sacos de 60 kg por hectare. Atualmente a área plantada, segundo dados do IBGE (2018), é de 114,4 mil hectares com uma produtividade média de quase 47 sc/ha. A evolução da área cultivada, quantidade produzida e a produtividade média estão dispostas nos gráficos 1, 2 e 3, respectivamente.

Gráfico 1- Evolução da área plantada na região do Araguaia no estado do Pará



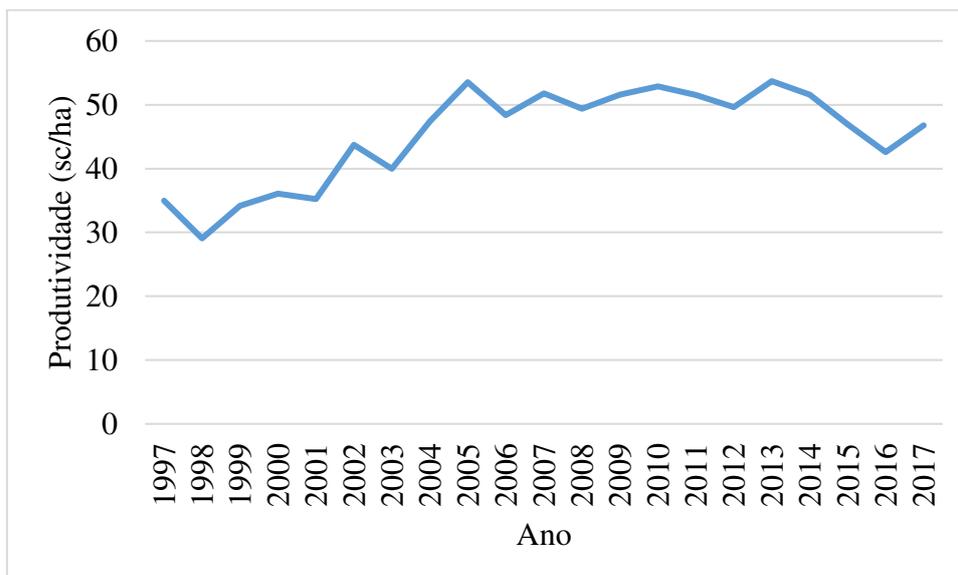
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2017)

Gráfico 2 - Produção de soja na região do Araguaia em toneladas



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2017)

Gráfico 3 – Produtividade de soja em sacos de 60 kg por hectare na região do Araguaia



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2017).

### 3.2 Pecuária da região do Araguaia - sudeste do Pará

O estado do Pará possui o quinto maior rebanho bovino do país com 20,5 milhões de cabeças. A criação extensiva em pastagens naturais, ou cultivadas, é facilitada pelas condições do clima, relevo e solos, propiciando um ambiente natural que favorece as altas taxas de fertilidade e produtividade dos rebanhos (NETO, 1999).

A região do Araguaia, no Sudeste do estado do Pará é composta pelos municípios de Água Azul do Norte, Bannach, Conceição do Araguaia, Cumaru do Norte, Floresta do Araguaia, Ourilândia do Norte, Pau d'Arco, Redenção, Rio Maria, Santa Maria das Barreiras, Santana do Araguaia, São Felix do Xingu, Sapucaia Tucumã e Xinguará. Esta região representa 26,4% da área total do estado do Pará que é de 260.681,03 km<sup>2</sup>. Dos 68.748,58 km<sup>2</sup>, apenas 17,9% não são recomendados para as atividades agropecuárias segundo o mapeamento feito pela Embrapa Amazônia Oriental em 2016. Da bovinocultura de corte do estado Pará, a região do Araguaia representa 37% de toda produção (IBGE, 2017).

Segundo Costa et al. (2000), a baixa fertilidade do solo em diversos locais da região amazônica limita a longevidade do cultivo das pastagens, tornando-as viáveis apenas com o incremento de técnicas de manejo e recuperação do pasto.

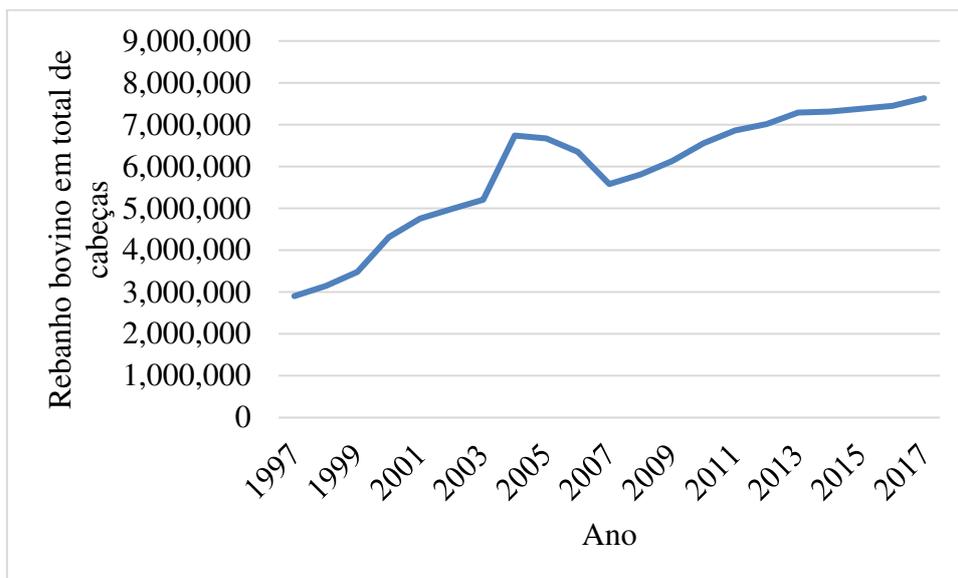
Ainda assim, a disponibilidade de vastas áreas a um baixo custo fez com que os produtores regredissem tecnologicamente com relação aos seus locais de origem e desenvolvessem a atividade de modo mais primitivo na região devido ao retorno financeiro compensatório da pecuária extensiva quando existem grandes áreas disponíveis (Homma, 1999). Entretanto, nos dias atuais já não se apresentam as mesmas características daqueles tempos. A disponibilidade de terras está muito menor e conversão de áreas remanescentes de vegetação nativa em áreas de pastagem não pode ser feita segundo a legislação vigente.

Para garantir a perpetuação do negócio rural e a manutenção de todo o capital já aplicado pelo produtor junto com sua dedicação e aptidão pelo trabalho rural, é necessário o desenvolvimento de técnicas capazes de garantir a produção, diminuir os riscos do negócio e aumentar a renda da família e, indiretamente, propiciando desenvolvimento para a região e para o país.

Segundo Harwood et al. (1999) a diversificação das atividades rurais é uma forma de gerenciamento do risco de renda dos produtores. Pois as variáveis climáticas e biológicas que venham a afetar o desenvolvimento de uma das atividades agrícolas praticada pode não ser tão severa com as outras. O estudo indica ainda que o uso de contratos de comercialização, apesar de fixarem o preço, garantem maior segurança contra as flutuações de mercado.

O Gráfico 4, mostra a evolução do rebanho bovino na região do Araguaia, Sudeste de Pará nos 40 anos, desde o ano de 1977 até 2017 segundo os dados da Pesquisa pecuária Municipal de 2018 (IBGE, 2018). Percebe-se que o rebanho bovino cresceu na região a uma taxa de aproximadamente 5% ao ano.

Gráfico 4 - Evolução do rebanho bovino na região do Araguaia no Sudeste do Pará



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Pesquisa Pecuária Municipal de 2018 (IBGE, 2018).

### 3.3 Sistema de integração lavoura-pecuária

Há muito tempo a relação da produção de alimentos com a conservação dos recursos naturais saiu do espaço ideológico para ocupar o posto central dos debates e das metas a serem atingidas. Uma vertente levantada por alguns estudos da Embrapa no estado do Pará em 2007 é a do aumento de produção em áreas agrícolas já antropizadas.

Um estudo feito pela empresa Agroicone, que foi fundada em 2013 pela união de um grupo de especialistas do ICONE (Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais), verificou que a expansão da agricultura nas regiões do Cerrado foi feita, em sua maioria (74%), em áreas que já eram utilizadas em atividades agrícolas. E em todo o bioma, pelo menos 33,4 milhões de hectares teriam condições de se converter em áreas de agricultura de grãos sem a necessidade da intervenção em áreas remanescentes de vegetação nativa.

A criação de técnicas para restabelecer a capacidade produtiva das áreas degradadas destinadas à pastagem e à produção de grãos, por exemplo, é fundamental para alcançar a sustentabilidade e aumentar a eficiência agropecuária dos Cerrados (Vilela, et al. 2008).

A integração lavoura-pecuária (ILP) propicia a diversificação, rotação, consorciação ou sucessão das atividades agrícolas e pecuárias da propriedade rural de forma planejada,

constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que há benefícios para ambas. Possibilita a exploração do solo durante todo o ano favorecendo o aumento na oferta de grãos e carnes a custo mais baixo devido ao sinergismo que se cria entre a lavoura e as pastagens.

Dentre os principais benefícios para os produtores a AGEITEC (Agência Embrapa de Informação e Tecnologia) destaca os seguintes:

- I. Diversifica a atividade/produção garantindo maior estabilidade de renda, uma vez que o produtor não fica dependente das condições favoráveis de mercado e ou sujeito à problemas climáticos de apenas um produto, além de possibilitar a obtenção de receitas em diferentes épocas do ano;
- II. Associa o baixo risco da atividade pecuária com a possibilidade de alta rentabilidade da produção agrícola;
- III. Viabiliza a recuperação do potencial produtivo das áreas de pastagens degradadas, aumentando a produção e oferta de grãos, fibras, agroenergia, carne e leite, contribuindo para a redução da pressão por abertura de novas áreas, principalmente na região Amazônica;
- IV. Como alternativa para a recuperação de pastagens degradadas, a ILP apresenta viabilidade técnica e econômica, utilizando-se produção da lavoura (grão, fibras etc.) para cobrir os custos de preparo de área e aquisição dos corretivos e fertilizantes, ficando o pecuarista com a pastagem recuperada;
- V. Otimiza a utilização de máquinas, equipamentos, insumos e mão de obra no decorrer do ano, ou seja, as máquinas e funcionários que no período da safra estão ocupadas na condução das lavouras, no período da entressafra serão utilizadas nas atividades pecuárias;
- VI. Reduz a incidência de pragas, doenças e plantas daninhas nas lavouras em função da rotação de culturas, baixando os custos de produção (redução da quantidade de defensivos agrícolas utilizados e custos de aplicação);
- VII. Aumenta a eficiência na utilização de corretivos e fertilizantes aplicados por meio de consorciação e/ou sucessão de culturas/pastagens em uma mesma área, como por exemplo o aproveitamento pelas pastagens do adubo residual utilizado na cultura anterior;
- VIII. Permite a produção de excelente palhada (quantidade e qualidade) para a realização do Sistema de Plantio Direto na palha. O plantio direto possibilita a redução nos custos com operações mecanizadas e defensivos agrícolas, eleva o teor de matéria orgânica no solo, melhora a estrutura física do mesmo elevando a velocidade de infiltração da água das chuvas, diminui o escoamento superficial e mantém o solo com cobertura vegetal durante todo o ano, protegendo-o da erosão e repercutindo em benefícios ambientais significativos.

Assim, a adoção do sistema de integração permite a racionalização do uso dos recursos naturais envolvidos no processo produtivo e ainda se constitui uma opção viável a manutenção da atividade agropecuária tendo em vista o mercado cada vez mais competitivo.

É ainda possível de se obter com esta tecnologia de integração com a associação, consorciação ou rotação de culturas, um modelo eficaz de agricultura por proporcionar a recuperação de pastagens degradadas, manutenção de sistemas produtivos, conservação do meio ambiente, uso de boas práticas agrícolas, como o plantio direto, e a diversificação na renda do produtor com consequente diminuição do risco da atividade (MARTHA JUNIOR e VILELA, 2009; MAPA, 2012; GIL; SIEBOLD; BERGER, 2015).

Além dos benefícios propiciados diretamente ao produtor, o sistema de integração lavoura-pecuária tem grande potencial em auxiliar a redução da emissão dos gases de efeito (GEE) estufa (DIECKOW, et al., 2015). O Brasil possui o compromisso de reduzir entre 36,1% e 38,9% (equivalente a 1.168 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq e 1.259 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq, respectivamente) do total de emissões estimadas para 2020 (3.236 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq). Compromisso que foi assumido na 15<sup>o</sup> Conferência das Partes (COP15. Em 2009, na Dinamarca).

O setor agropecuário tem a responsabilidade de reduzir 22,5% da meta estipulada. Com esse intuito foram estabelecidas no, Art. 6 do decreto n<sup>o</sup> 12.187/2009 da lei que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), ações que devem ser tomadas para que se alcance este objetivo. Destas se destacam a recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas, a implantação da adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) e lavoura-pecuária-floresta (ILPF) em 4 milhões de hectares, a expansão do sistema de plantio direto em 8 milhões de hectares e a adoção da fixação biológica de nitrogênio em 5,5 milhões de hectares (MAPA, 2012). Todas as medidas citadas estão previstas no sistema ILP, evidenciando sua grande função na contribuição para a redução dos GEE.

### **3.4 Economia da produção agrícola**

Mesmo considerando todas as especificações envolvidas nas atividades rurais, a fazenda pode ser facilmente comparada a uma organização empresarial como foi verificado em diversos estudos ao decorrer do tempo (ANTOLINI e SCARE, 2013).

Para obtenção de um desempenho satisfatório na atividade agrícola no contexto atual é necessária a capacidade do administrador de compreender e se antecipar aos acontecimentos relacionados a sua atividade. O processo produtivo da agricultura apresenta como uma de suas características marcantes a magnitude e natureza dos riscos aos quais está sujeita. Alguns dos

riscos mais significantes são: risco associado às variações climáticas e/ou biológicos; risco associado às variações não antecipadas de preço (risco de mercado) e ainda, risco associado a ferimentos e problemas de saúde dos trabalhadores rurais (BURGO, 2005).

O risco de produção afeta diretamente a renda do produtor rural, mas existem diversas formas e ferramentas de administração que visam diminuir esses riscos. Segundo Harwood et al., (1999), o risco pode ser entendido como uma situação em que há probabilidade mais ou menos previsível de perda ou ganho, é um evento incerto, mas previsível.

Para o produtor, a gestão do risco envolve a combinação de atividades com retornos incertos, escolher alternativas viáveis para eventos que podem ser previstos, mas não podem ser controlados. Algumas destas estratégias são internas ao ambiente produtivo, como a escolha de cultivares/animais adaptados à região, escolha da época de plantio baseado no zoneamento climático de cada cultura, a diversificação da produção em uma mesma propriedade de forma que eventos adversos não afetem da mesma maneira todos os meios de produção entre outras. Estratégias externas as atividades agrícolas também auxiliam na redução de riscos, como a formação de contratos de produção com preços pré-definidos reduzem os imprevistos quanto as flutuações de mercado.

Ainda que em situações similares, cada produtor tem uma visão e uma resposta diferente para cada tipo de risco ou situação. A habilidade administrativa de cada um, e suas experiências são quem definem de que forma será tomada a decisão e conseqüentemente o quão eficaz ela será. Segundo Barney (1991), os recursos estratégicos e as capacidades internas são distribuídos entre as empresas e essas diferenças podem ser duradouras. Assim, o uso dos recursos físicos de uma empresa dependerá do conjunto de conhecimentos adquiridos por seus recursos humanos (capacidades), formando um modelo único de oportunidades (PENROSE, 1959).

Amit e Schoemaker (1993) definiram recursos como “estoque de fatores disponíveis que são detidos ou controlados pela firma”. Estes podem ser componentes tangíveis como ativos financeiros e físicos: propriedades, instalações, estoque e equipamentos; e intangíveis a exemplo de: o capital humano, conhecimento adquirido, reputação, marca, cultura entre outros (GRANT, 1991).

Merece destaque, as capacidades que se entendem como um conjunto complexo de habilidades e conhecimentos acumulados que permitem às empresas coordenar suas atividades e usar com eficiência seus recursos (DAY, 1994). As capacidades são ativos intangíveis, a exemplo de processos organizacionais formais ou não, que foram desenvolvidos com o tempo e experiência dos recursos humanos e não podem ser copiados facilmente (TEECE *et al.*, 1997), principalmente por não se aplicarem perfeitamente em outros ambientes com combinações de recursos diferentes, estes devem ser construídos.

Para que um empreendimento seja competitivo ele deve possuir capacidade superior de combinar o conjunto de recursos a ele disponíveis com maior eficiência possível (DUTTA *et al.*, 1999). Deste ponto de vista a capacidade administrativa de seu responsável fica evidente, de forma que o processo de tomada de decisão fica limitado por decisões e habilidades anteriores já desenvolvidas. Assim, uma orientação externa permite um ganho na eficiência da utilização de seus recursos e tecnologias e até na implantação de novas tecnologias ou projetos. A falta de capacidade interna e as habilidades técnicas necessárias para o planejamento, a execução e a operação eficiente de um novo programa ou tecnologia tornam-se um obstáculo para a expansão da empresa (PENROSE, 1959).

Aragon-Correa, Garcia-Morales e Cordon-Pozo (2007) destacam que mesmo que se assuma a inovação como um recurso fundamental para o desempenho de uma empresa, ela não está diretamente disponível a todas as organizações em todos os momentos, mas apenas a empresas com características adequadas no momento certo. Baseado nesta visão, existem pré-requisitos necessário para o desenvolvimento de uma atividade e níveis de complexidade que não são restringidos só por capacidade administrativa ou apenas pelo capital disponível. Por isso, alguns recursos atribuem à empresa barreiras de entrada em algumas atividades (BARNEY, 1986). Conhecidos como mecanismos de isolamento (RUMELT, 1984), estas barreiras podem ser atribuídas a economias de escala, patentes, reputação da empresa etc., seja por recursos que conferem à empresa vantagens competitivas que novos entrantes não têm ou podem obter apenas lentamente e/ou por meio de altos custos (WERNERFELT, 1984; GRANT, 1991).

Partindo de uma Visão Baseada em Recursos (VBR), que considera a empresa como um conjunto de recursos e capacidades (WERNERFELT, 1984), e entendendo o que significam esses termos segundo o que já foi exposto, é possível analisar o contexto que pode

contribuir para mudanças estruturais, sociais e ambientais na agricultura (GRANDE, 2011). Assim, a VBR auxilia no entendimento de como agricultores escolhem seus recursos produtivos, desenvolvem suas capacidades e sustentam a criação de valor ao longo do tempo. Nesse sentido, a adoção de uma tecnologia que com potencial para gerar benefícios agronômicos, econômicos e ambientais, como o sistema ILP, deve estar positivamente correlacionada com alguns recursos e capacidades da empresa rural.

A fim de entender a dinâmica de adoção de uma tecnologia é ideal que se tenha uma referência criada por Bryce e Gross (1950), Beal e Bohlen (1951) e Rogers (1962) que estudaram a adoção de novas tecnologias por produtores rurais nas décadas de 1950 e 1960. Os pesquisadores perceberam um padrão de adoção que gerava uma curva “S” que retratava três períodos característicos. O primeiro era um longo período de crescimento inicial lento, o segundo é formado por uma rápida adoção e o terceiro por um breve declínio, que foi atribuído ao período de quando os adotantes mais resistentes passavam a utilizar a tecnologia.

Baseado nesses trabalhos, os autores puderam descrever alguns fatores que estavam relacionados com a adoção de inovações no meio rural, tais como: tamanho da propriedade rural, nível de escolaridade do gestor/tomador de decisão, idade, participação social em círculos externos a comunidade, fontes de informação, influência de fornecedores e vendedores, presença de agências de extensão, tipo de tecnologia a ser adotada e distância da principal cidade da região.

Posteriormente, Rogers (2003), extrapolou seu trabalho a outros setores da economia para perfis de adoção de tecnologias e classificou os consumidores em cinco perfis quanto a adoção de uma nova tecnologia, sendo eles: Inovadores, Pioneiros, Maioria Inicial, Maioria Final e Retardatários. Cada um foi ainda segmentado em proporções de adoção ficando representados respectivamente por 2,5%, 13,5%, 34%, 34% e 16% da curva.

Da variância atribuída a adoção de uma inovação, 87% pode ser explicada por cinco fatores tecnológicos: vantagem relativa, compatibilidade, complexidade, experimentação e visibilidade do resultado (Rogers, 2003).

A literatura sobre o tema de adoção de tecnologias é extensa e diversa, abordando temas relacionados a fertilizantes, defensivos agrícolas, práticas de conservação e

sustentabilidade, inovações agroflorestais, máquinas agrícolas, novas sementes entre outras. A seguir são apresentados alguns trabalhos que tratam de adoção de tecnologias na agricultura.

### **3.5 Determinantes da adoção de tecnologia na agricultura**

Foi feita uma revisão literária com a finalidade de identificar quais os parâmetros foram analisados por estudos anteriores e qual o modelo de análise utilizado a fim de definir quais destes apresentam maior eficiência em representar fielmente o que determina a adoção de novas tecnologias por produtores rurais.

A partir desta análise foi possível perceber que o método de análise mais utilizado para este tipo de estudo é através da regressão logística Logit e Probit como consta na tabela do apêndice 1. A análise feita, geralmente é definida por uma variável dependente em que a resposta é binária, se o produtor adota ou não uma tecnologia, relacionada a uma variável independente que pode ser de ordem binário ou não, o modelo de regressão logística se adequa de forma satisfatória para gerar estas respostas.

Com estes estudos pode-se definir também três grupos de estudo que se baseiam em características do produtor, características da fazenda e acesso à informação e tecnologias já utilizadas na propriedade.

#### **3.5.1 Características do produtor agrícola**

Dentre as características do produtor, a mais recorrente estudada foi a idade, que mostrou relação positiva, quanto maior a idade, maior a adoção nos trabalhos de Oliveira, Khan e Lima (2005) e Torbett et al. (2007). Já Francisco e Pino (2004), Daberkow e McBrite (2003) e D'Antoni, Mishra e Joo (2012) encontraram relação contrária da idade com a adoção de tecnologia.

A educação foi relatada como uma condicionante com relação positiva na adoção de novas tecnologias por Daberkow e McBrite (1998), Khanna (2001), Daberkow e McBrite (2003), D'Antoni, Mishra e Joo (2012), Mariano, Villano e Fleming (2012), Abebe et al. (2013) e Lambrecht (2014). É esperado que o nível de escolaridade permita o acesso a metodologias e propicie ao produtor maior capacidade administrativa, por ser capaz de lidar com maior nível de complexidade nas tomadas de decisão.

A participação do produtor em organizações como associações e cooperativas também tem relação positiva para adoção de novas tecnologias conforme foi verificado por Francisco e Pino (2004), Silva e Carvalho (2002), Monte e Teixeira (2006), Melo (2008), Manson et al (2014) e Ramirez (2013). A troca de experiências relacionadas a atividades semelhantes em regiões próximas a área de interesse de quem busca informações são grandes incentivadoras para a adoção de novas práticas, por relacionar o caso de sucesso com um cenário parecido com o vivido por cada produtor.

Outro fator relevante observado foi proporção da renda da atividade rural na renda total do produtor. Oliveira, Khan e Lima (2005), Melo (2008) e Francisco e Pino (2004) encontraram relação positiva da renda do produtor com a proporção da renda da atividade rural na renda total do produtor. Porém, relação contrária foi encontrada por Silva e Carvalho (2002).

Outros fatores com relação as características do produtor foram estudados nos diversos trabalhos observados, mas com influência menor na tomada de decisão ou até se mostrando insignificante estatisticamente.

### **3.5.2 Características da propriedade rural**

Foi observado na revisão que o tamanho da propriedade tem relação positiva com a adoção de novas tecnologias nos trabalhos de Daberkow e McBride (1998), Khanna (2001), Roberts, English e Larson (2002), Fernandez-Cornejo, Daberkow e McBride (2002), Francisco e Pino (2004), Silva e Carvalho (2002), Vicente (2002), Daberkow e McBride (2003), Roberts et al. (2004), Isgin et al. (2008), Larson et al. (2008), Walton et al. (2008), Robertson et al. (2012) e Rojas et al. (2013).

Com relação a adoção especificamente da tecnologia de sistema de ILP é interessante que se estude também características físicas da propriedade, como relevo e textura do solo, pois são necessárias algumas condições para a viabilidade da atividade de lavoura e de pecuária. Uma Propriedade que conte um relevo mais movimentado impedindo a mecanização pode ser viável para a atividade pecuária mas impossibilita a exploração de lavouras. As variáveis de qualidade do solo foram analisadas por Isgin et al. (2008) com relação positiva a adoção de tecnologias.

A localização foi definida com relação positiva com a adoção de novas tecnologias por Rogers (2003) e Isgin et al. (2008). A distância de unidades de processamento da produção como frigoríficos e secadores de grãos e o acesso à fazenda devem ser considerados no estudo devido a relação direta com o escoamento e a viabilidade logística da atividade como um todo.

Fatores como, relação ativos/passivos, valor da produção, produtividade, lucratividade, qualidade do solo, porcentagem da cultura principal sobre a área total e porcentagem da área colhida apresentam pouca relevância na adoção de novas tecnologias ou até irrelevância estatística.

### **3.5.3 Formas de acesso à informação**

O acesso à informação é imprescindível para a formação das capacidades dos recursos humanos envolvidos em um processo produtivo, principalmente no sentido de absorver uma nova tecnologia (ROGERS, 2003), porém, é difícil quantificar esta variável. Alguns determinantes encontrados foram: acesso a fontes de informação, contratação de consultores, percepção da eficácia da utilização dos serviços de extensão, presença de técnicos de empresas fornecedoras de insumos.

Assim, quanto maior o número e a qualidade das informações, os produtores tendem a adotar mais tecnologias, como verificado por Deberkow e Mc Brite (1998), Khanna (2001), Segovia (2004), Monte e Teixeira (2006) Walton *et al.* (2008), Melo (2008), Reichardt e Jurgens (2009), Lanna *et al.* (2011), Robertson *et al.* (2012), Anselmi (2012), Abebe *et al.* (2013) e Manson *et al.* (2014). Daí, percebe-se a importância da utilização de órgãos de extensão, consultores externos, mídia especializada e realização de congressos e palestras.

## **3 METODOLOGIA**

Nesta sessão consta a caracterização da região de estudos, modelo de análise e a definição do modelo empírico feito para converter as informações obtidas em variáveis que pudessem ser utilizadas pelo *software*.

### 3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na região sudeste do Pará, mais especificamente na região Araguaia, sendo esta uma área de fronteira agrícola em expansão, onde mudanças nos sistemas agrícolas estão acontecendo nos últimos 10 anos.

Esta região ocupa uma área de 174.103,4 km, abrangendo quinze municípios, a saber: Água Azul do Norte, Bannach, Conceição do Araguaia, Cumaru do Norte, Floresta do Araguaia, Ourilândia do Norte, Pau d'Arco, Redenção, Rio Maria, Santa Maria das Barreiras, Santana do Araguaia, São Felix do Xingu, Sapucaia, Tucumã e Xinguara. Segundo a estimativa de pessoas do IBGE (2017), em 2017, a região do Araguaia tinha uma população de 557.913 habitantes e PIB de R\$ 8.758.156,00, correspondendo a 6,3% do PIB do estado. O PIB *per capita* médio desta região é de R\$ 17.736,40 e possui IDH de 0,6.

A região conta com uma área já antropizada de 68.784,58 km<sup>2</sup>, 39,5% da área total da região, onde destes, apenas 12.294,48 km<sup>2</sup> (17,9%) não são recomendados para a atividade agrícola. Caracterizada pela exploração da atividade pecuária de bovinocultura de corte e com recente expansão de áreas de lavouras, a região conta com 25.617 propriedades rurais, destas, 21.931 (85,6%) realizam exploração da atividade pecuária de bovinocultura e apenas 70 propriedades (0,27%) realizam a atividade de lavoura com plantio de soja segundo os dados do IBGE (2018).

As condições edafoclimáticas são favoráveis para o desenvolvimento do sistema ILP em quase a totalidade de suas áreas. Segundo o mapa de solos elaborado pela EMBRAPA Amazônia Oriental (2016), a maior porção das terras da região do Araguaia é composta por argissolo vermelho-amarelo (57,7%), seguido por neossolo litólico (14,6%) e nitossolo vermelho (6,92%). A classificação climática segundo o método de Köppen é de tropical chuvoso, com temperaturas médias mensais sempre superiores a 18°C, moderada estação seca e regime pluviométrico médio anual de 2000 a 2500 mm.

### 3.2 Modelo de análise

O modelo de análise utilizado neste estudo é a regressão logística. Neste modelo, a variável resposta Y é dicotômica, pode assumir apenas dois valores mutuamente excludentes: bom ou mal, sucesso ou fracasso, aceitar ou rejeitar entre outros (HAIR et al.,

2009). No contexto da adoção do sistema ILP, a tomada de decisão pelo produtor, capturada pela variável dependente, é de ordem binária, sendo 1, se o produtor adota o sistema ILP ou 0, se o produtor não adota o sistema ILP.

Este modelo é utilizado quando se pretende estabelecer uma relação entre a variável dependente de ordem dicotômica com uma ou mais variáveis independentes de ordem dicotômica ou não e ainda podem ser qualitativas ou quantitativas. Quando de interesse de uma aplicação, a regressão logística pode ser utilizada mesmo quando a resposta não é originalmente binária, bastando para isso dicotomizar a variável resposta (HOSMER; LEMESHOW; STURDIVANT, 2000).

A representação de uma regressão linear múltipla é dada pela Equação 1:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon \quad (1)$$

onde Y é a variável dependente,  $x_1; x_2; \dots; x_n$  são variáveis independentes;  $\beta_0; \beta_1; \beta_2; \dots; \beta_n$  são os coeficientes das variáveis independentes; e  $\varepsilon$  o erro ou resíduo da regressão.

Os métodos utilizados pela regressão logística seguem os mesmos princípios gerais usados na regressão linear, apesar de apresentarem respostas e suposições de modelos diferentes (FARHAT, 2003). De maneira mais ampla, a regressão logística atribui a variável resposta um intervalo compreendido entre zero e um que pode ser interpretado como a probabilidade de o evento estudado ocorrer. Quanto mais próximo de um, maior a probabilidade do evento-alvo ocorrer. Para isso, existe uma regra de decisão onde resultados superiores a 0,5 são assumidos como possível sucesso e inferiores a isso, possível fracasso (DIAS FILHO e CORRAR, 2007).

Essa relação é possível devido a transformação da variável resposta em razão da chance e uma transformação logarítmica. Seja  $g(x_i)$  uma função linear simples (Equação 2):

$$g(x_i) = \beta_0 + \beta_1 x_i \quad (2)$$

onde  $\beta_0$  e  $\beta_1$ , são os coeficientes das variáveis independentes; e  $x_i$ , as variáveis independentes.

A probabilidade de a variável resposta ser classificada como sucesso, em razão do valor da variável explicativa ser igual a  $x_i$ , é dada pela Equação 3 (HOSMER; LEMESHOW; STURDIVANT, 2000):

$$\pi(x_i) = P(Y = 1|x_i) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_i}} \quad (3)$$

No modelo de regressão logística simples ajusta-se uma função da variável reposta,  $g(x)$ . Para as estimações dos parâmetros  $\beta_0$  e  $\beta_1$ , utiliza-se a função de verossimilhança. Adota-se o modelo de regressão logística múltipla quando há mais de uma variável explicativa (Equação 4).

$$g(x_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip} \quad (4)$$

Uma vez estabelecido o modelo de regressão logística, são necessários os testes de significância dos parâmetros e o ajuste do modelo. Dentre alguns possíveis modelos, deve-se escolher o mais simples, desde que tenha um bom ajuste.

Após a determinação do modelo de regressão logística, faz-se necessário realizar alguns testes que assegurem sua validade. Estes testes permitem reconhecer tanto as variáveis que influenciam diretamente a estimação dos parâmetros da regressão quanto aquelas que não se ajustam bem devendo, portanto, podem ser descartadas do modelo final.

O nível crítico deste teste, ou valor-p, indica a probabilidade de um valor no mínimo ser tão extremo quanto o valor referente ao do teste que acarreta a rejeição da hipótese nula a partir dos dados obtidos. No caso de o valor-p ser menor que o nível de significância do teste, a hipótese nula será rejeitada (MONTGORMERY e RUNGER, 2012).

### 3.3 Modelo empírico

O modelo empírico é especificado a partir da definição do conjunto de variáveis inseridas no modelo logístico. Portanto, esta seção inicia-se com a definição das variáveis e segue com a apresentação da estratégia de análise estatística do modelo empírico.

### 3.3.1 Definição das variáveis

As variáveis foram selecionadas a partir da revisão de literatura e que se mostraram relevantes para explicar a adoção de novas tecnologias. Os dados foram decodificados para serem incluídos no modelo e revelassem a influência de cada variável independente sobre a variável dependente. As variáveis utilizadas na análise descritiva e logística estão descritas na Quadro 1.

Quadro 1. Descrição das variáveis do modelo logístico

Variável	Definição	Código
Produtor realiza integração Lavoura-Pecuária (Dependente)	Caracterização do produtor rural quanto a utilização ou não da tecnologia de integração Lavoura-Pecuária	Numérica binária: 0 se o produtor não utiliza o sistema de Integração Lavoura-Pecuária; 1 se o produtor utiliza sistema de integração Lavoura-Pecuária.
Idade	Idade do produtor da propriedade rural	Numérica contínua
Escolaridade	Nível de escolaridade do produtor rural ou tomador de decisões	Qualitativa ordinal: 1 para ensino fundamental incompleto; 2 para ensino fundamental; 3 para médio incompleto; 4 para médio completo; 5 para técnico incompleto; 6 para técnico completo; 7 para graduação incompleta; 8 para graduação completa; 9 para pós-graduação incompleta; 10 para pós-graduação completa.
Cooperativas e associações de produtores	Participação em cooperativas ou associação de produtores	Categórica nominal: 0 para não; 1 para sim.
Participação da renda	Porcentagem da renda da atividade agrícola na renda total do produtor	Quantitativa contínua: De 0, para nenhuma participação até 100, para renda exclusiva da atividade agrícola.
Área	Área total da propriedade	Numérica contínua
Relevo	Relevo predominante na propriedade	Categórica nominal: 1 para relevo Plano; 2 para relevo Levemente Ondulado; 3 para relevo Ondulado.
Presença de secador	Presença de estruturas na região que beneficiam a produção agrícola	Categórica nominal: 0 para não; 1 para sim.
Presença de frigorífico	Presença de estruturas na região que beneficiam a produção pecuária	Categórica nominal: 0 para não; 1 para sim.
Tecnologias_Agricultura	Tecnologias utilizadas na produção agrícola	Qualitativa ordinal: Somatório de pontos para cada tecnologia utilizada podendo variar de 0, para nenhuma até 23, para todas.
Tecnologias_Pecuária	Tecnologias utilizadas na produção agrícola	Qualitativa ordinal: Somatório de pontos para cada tecnologia utilizada podendo variar de 0, para nenhuma até 21, para todas.
Fontes_Informações	Fontes de informação consultadas frequentemente pelo produtor rural ou tomador de decisões	Qualitativa ordinal: Somatório de pontos para cada fonte de informação utilizada podendo variar de 0, para nenhuma até 8,

Meios_Comunicação	Meios de comunicação utilizados frequentemente pelo produtor rural ou tomador de decisões	para todas. Qualitativa ordinal: Somatório de pontos para cada meio de comunicação utilizado podendo variar de 0, para nenhuma até 12, para todas.
-------------------	---	---

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.4 Estratégia de análise

As variáveis foram divididas em três grupos, a saber: (i) características dos Produtores; (ii) características da propriedade e a fontes de informação; e (iii) tecnologias utilizadas. A análise foi feita considerando um intervalo de segurança de 95%, com 20 interações para cada grupo e utilizou-se o método ‘Enter’, que obriga a inclusão de todas as variáveis independentes no modelo, sejam significativas ou não. O modelo incluiu todas as amostras na análise, não apresentando nenhum *missing value*.

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

Para realizar a análise dos resultados utilizou-se a ferramenta da análise de regressão logística binária do *software IBM SPSS Statistics 20®*.

### 3.5 Coleta de dados

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

Utilizou-se uma abordagem não probabilística para a obtenção da amostra, uma vez que se desconhecia a população da pesquisa, ou seja, o número de fazendas que conduziam lavouras e/ou pecuária na área de estudo. Por exaustão, obteve-se uma amostra de 49 fazendas durante o período da pesquisa. Esta amostra abrangeu 11 dos 15 municípios existentes na região do Araguaia.

Um questionário estruturado, que está apêndice 1, foi aplicado pelo próprio autor, pessoalmente, aos proprietários rurais ou pessoa que responsável pela tomada de decisão na propriedade. Todo o conteúdo relatado nas amostras é de caráter declaratório do entrevistado.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta sessão apresenta a análise descritiva dos dados e o resultado do modelo gerado. Na discussão, procurou-se relacionar os resultados obtidos com resultados consolidados em trabalhos anteriores.

### 4.1 Análise descritiva dos dados

Depois de coletados os dados, realizou-se a análise descritiva das amostras e a comparação dos dados coletados com resultados obtidos por outros autores e dados contidos no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), com o objetivo de caracterizar o produtor rural, a propriedade, os meios de comunicação e informação utilizados e tecnologias utilizadas na agricultura e na pecuária.

#### 4.1.1 Características do produtor

A partir da Tabela 1, com dos dados dos produtores entrevistados sobre a sua idade, a média obtida foi de aproximadamente 58 anos, com um desvio padrão de pouco mais de 11 anos. O último senso do IBGE no ano de 2017 relatou que a maior porção da população que vive no campo, 24% do total, se enquadram na faixa etária de 55 a 65 anos.

Tabela 1. Idade mínima, máxima e média dos produtores consultados na pesquisa

<b>Variável</b>	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>Idade (anos)</b>	49	33	82	58,18	11,374

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 2 mostra a distribuição de frequência absoluta e relativa da escolaridade dos produtores entrevistados. Percebe-se que a maioria dos produtores consultados, 69,4%, tem ensino médio completo ou incompleto, seguido dos produtores com graduação completa, 20,4%. A mesma tendência de maior parte dos pesquisados apresentarem nível de escolaridade média seguido por produtores com nível superior foi relatada por Antolini (2015). Resultados diferentes foram encontrados pela Fiesp (2013), onde 42,8% dos produtores tinham ensino superior completo e 19,2% tinham ensino médio completo.

Tabela 2. Nível de escolaridade dos produtores consultados

<b>Categorias</b>	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Percentual (%)</b>
Fundamental	2	4,1
Médio	34	69,4
Graduação completa	10	20,4
Pós-graduação	3	6,1
Total	49	100

Fonte: Elaborado pelo autor

Com relação a participação em cooperativas ou associações de produtores, como consta na Tabela 3, apenas 10,2% dos entrevistados participavam de alguma cooperativa e 24,5% participavam de associações de produtores. Segundo os dados do Censo Agropecuário do IBGE (2017), para a região do Araguaia, 22% dos 25.617 produtores rurais da região participam de alguma associação ou cooperativa.

Tabela 3. Participação em cooperativas de produtores rurais

<b>Variável/Categorias</b>	<b>Observação</b>	<b>Percentual (%)</b>
<b>Participação em cooperativas</b>		
Não participa	44	89,8
Participa	5	10,2
Total	49	100
<b>Participação em associações</b>		
Não participa	37	75,5
Participa	12	24,5
Total	49	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

A porcentagem da atividade agrícola na renda total dos produtores entrevistados, que está apresentada na Tabela 4, foi de pouco mais de 73%, com um desvio padrão de quase 30%. Isto indica grande importância da atividade agrícola na renda total dos produtores. Resultado semelhante a este foi encontrado por Antolini (2015) que registrou a renda da atividade agrícola como a maior fonte de renda dos produtores com média de 87% da renda total. Para a região do Araguaia, 60% dos produtores rurais declara que a maior parte da renda vem da atividade agrícola, segundo o Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Tabela 4. Renda mínima, máxima, média e o desvio padrão dos produtores pesquisados

<b>Variável</b>	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>Participação da agricultura na renda total</b>	49	20%	100%	73,37%	29,85%

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.2 Características da propriedade

Com relação a área das propriedades consultadas, a Tabela 5 mostra que, a menor área corresponde a 128 ha e a maior, 13.500 ha. A média das propriedades da amostra foi de 2.326,6 ha, com desvio padrão de 2.467,4 ha. A média das áreas das propriedades rurais da região do Araguaia, segundo o IBGE (2017), é de quase 680 ha em 2017. Na revisão de literatura, verificou-se que quanto maior a área disponível maior a tendência de adoção de novas tecnologias, esta tendência foi apontada por Walton et al. (2008), Robertson et al. (2012) e Rojas et al. (2013).

Tabela 5. Mínimo, máximo, média e desvio padrão das propriedades consultadas

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Área (ha)	128,0	13.500,0	2.326,6	2.467,4

Fonte: Elaborado pelo autor.

A maioria das propriedades analisadas, como consta na Tabela 6, 44,9% apresentaram relevo levemente ondulado e em segundo, 36,7%, apresentam relevo plano. Relevos suaves favorecem o uso da mecanização em áreas de lavoura. Segundo Isgin *et al.* (2008), as variáveis de qualidade do solo têm influência significativa para a adoção de tecnologias na agricultura.

Tabela 6. Relevo predominante das propriedades agrícolas amostradas

Categorias	Frequência	Percentual (%)
Plano	18	36,7
Levemente ondulado	22	44,9
Ondulado	9	18,4
Total	49	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação as estruturas presentes na região que facilitam o escoamento da produção, entre os produtores amostrados, 20,6% relataram a presença de um secador de grão próximo a propriedade (Tabela 7) e 65,3% deles relataram a presença de frigoríficos próximos a sua propriedade (Tabela 8). A localização da propriedade e a adoção de tecnologias, estão associados positivamente segundo Rogers (2003) e Isgin et al. (2008).

Tabela 7. Presença de secador de grãos próximo a propriedade

<b>Categorias</b>	<b>Frequência</b>	<b>Participação (%)</b>
Não	39	79,6
Sim	10	20,6
Total	49	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 8. Presença de frigoríficos próximo a propriedade

<b>Categorias</b>	<b>Frequência</b>	<b>Participação (%)</b>
Não	17	34,7
Sim	32	65,3
Total	49	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.3 Obtenção de informações e tecnologias utilizadas

Das fontes de informação (agrônomo, consultor ou técnico contratado; representante técnico de vendas do fabricante; balconista/vendedor do distribuidor de insumos; associação de produtores; cooperativa de produtores; assistência técnica e extensão rural – EMATER; órgãos do governo/EMBRAPA; outros produtores) e meios de comunicação (correio/correspondência; dia de campo; internet; e-mail; feiras e eventos; palestras; televisão; publicação de universidades; redes sociais/facebook/outras; revista ou jornal especializado; site de fornecedores; smartphone e aplicativos) sugeridos aos produtores pesquisados, a maioria utiliza apenas 4, dos que constam na lista de fonte de informações (Tabela 9), e 7, dos que constam na lista de meios de comunicação (Tabela 10). Observa-se nos trabalhos de Anselmi (2012), Abebe *et al.* (2013) e Manson *et al.* (2014) que quanto maior o acesso a fontes de informação maior a tendência a adotar novas tecnologias.

Tabela 9. Somatório do número de fontes de informação consultadas frequentemente pelos produtores consultados

<b>Categorias</b>	<b>Frequência</b>	<b>Participação (%)</b>
1	2	4,1
2	9	18,4
3	11	22,4
4	20	40,8
5	4	8,2
6	3	6,1
Total	49	100

Lista de fontes de informação: agrônomo, consultor ou técnico contratado; representante técnico de vendas do fabricante; balconista/vendedor do distribuidor de insumos; associação de produtores; cooperativa de produtores; assistência técnica e extensão rural – EMATER; órgãos do governo/EMBRAPA; outros produtores

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 10. Número de meios de comunicação utilizados frequentemente pelos produtores consultados

<b>Categorias</b>	<b>Frequência</b>	<b>Participação (%)</b>
3	1	2,0
4	8	16,3
5	8	16,3
6	6	12,3
7	15	30,6
8	2	4,1
9	3	6,1
10	2	4,1
11	4	8,1
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100</b>

Nota: Lista de meios de comunicação utilizados: correio/correspondência; dia de campo; internet; e-mail; feiras e eventos; palestras; televisão; publicação de universidades; redes sociais/facebook/outras; revista ou jornal especializado; site de fornecedores; smartphone e aplicativos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação as tecnologias utilizadas na propriedade, os produtores apresentaram baixa utilização do acervo tecnológico disponível. Dentre as tecnologias empregadas na agricultura foram perguntados quanto a utilização de análise de solo anualmente, aplicação de corretivos e fertilizantes a taxa variável, amostragem de solo em grade georreferenciada, mapa de aplicação, piloto automático, aplicação de defensivos a taxa variável, GPS com barra de luz, monitor de colheita, mapa de produtividade, semeadura a taxa variável, GPS com correção RTK, sensoriamento remoto, irrigação de precisão, sensores de plantas daninhas, pragas e doenças, conhecimento geral sobre agricultura, conhecimento sobre a comercialização de grãos e facilidade ao acesso de insumos agrícolas. Para cada tecnologia utilizada foi atribuída uma nota de forma que fosse possível realizar a comparação entre produtores e entre atividades (Tabela 11).

Tabela 11. Somatório do número de tecnologias utilizadas pelos produtores na agricultura

<b>Categorias</b>	<b>Frequência</b>	<b>Participação (%)</b>
<b>4</b>	18	36,7
<b>5</b>	19	38,8
<b>6</b>	2	4,1
<b>7</b>	1	2,0
<b>8</b>	1	2,0
<b>9</b>	2	4,1
<b>11</b>	1	2,0
<b>12</b>	1	2,0
<b>14</b>	1	2,0

<b>17</b>	2	4,1
<b>19</b>	1	2,0
<b>Total</b>	49	100

Nota: Tecnologias utilizadas na atividade de agricultura: utilização de análise de solo anualmente, aplicação de corretivos e fertilizantes a taxa variável, amostragem de solo em grade georreferenciada, mapa de aplicação, piloto automático, aplicação de defensivos a taxa variável, GPS com barra de luz, monitor de colheita, mapa de produtividade, semeadura a taxa variável, GPS com correção RTK, sensoriamento remoto, irrigação de precisão, sensores de plantas daninhas, pragas e doenças, conhecimento geral sobre agricultura, conhecimento sobre a comercialização de grãos e facilidade ao acesso de insumos agrícolas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As tecnologias aplicadas a atividade pecuária perguntadas foram: assistência técnica contratada, melhoramento genético do rebanho, inseminação artificial, inseminação artificial em tempo fixo, aquisição de reprodutores P.O., *creep-feeding*, adubação de pastagem, pastagem dividida em piquetes, aplicação de herbicidas/inseticidas nas pastagens, piquetes com entrada e saída dos animais pré-definida, confinamento como estratégia de terminação, acompanhamento dos índices zootécnicos, conhecimento geral sobre pecuária, conhecimento sobre a comercialização de bovinos e facilidade ao acesso de insumos pecuários (Tabela 12).

Tabela 12. Somatório do número de tecnologias utilizadas pelos produtores na produção pecuária

<b>Categorias</b>	<b>Frequência</b>	<b>Participação (%)</b>
<b>5</b>	1	2,0
<b>6</b>	3	6,1
<b>7</b>	11	22,4
<b>8</b>	7	14,3
<b>9</b>	6	12,2
<b>10</b>	4	8,2
<b>11</b>	2	4,1
<b>12</b>	1	2,0
<b>13</b>	1	2,0
<b>14</b>	3	6,1
<b>15</b>	3	6,1
<b>16</b>	1	2,0
<b>17</b>	4	8,2
<b>18</b>	2	4,1
<b>Total</b>	49	100

Nota: assistência técnica contratada, melhoramento genético do rebanho, inseminação artificial, inseminação artificial em tempo fixo, aquisição de reprodutores P.O., *creep-feeding*, adubação de pastagem, pastagem dividida em piquetes, aplicação de herbicidas/inseticidas nas pastagens, piquetes com entrada e saída dos animais pré-definida, confinamento como estratégia de terminação, acompanhamento dos índices zootécnicos, conhecimento geral sobre pecuária, conhecimento sobre a comercialização de bovinos e facilidade ao acesso de insumos pecuários

Fonte: Elaborado pelo autor.

Percebe-se um baixo nível tecnológico empregado nas propriedades da região do Araguaia – Sudeste do Pará, para a produção agrícola e pecuária. Resultado semelhante foi verificado por Gil, Siebold e Berger (2015) que verificaram baixos níveis de tecnologias empregados por produtores de soja e pecuaristas do Mato Grosso do Sul devido a aversão ao risco de novos investimentos.

#### 4.2 Modelo estimado

Considerando apenas os casos de maior ocorrência, não adoção da tecnologia de Integração Lavoura-Pecuária, no caso das amostras em estudo, o modelo conseguiu classificar, sem a inclusão das variáveis independentes, 79,6% dos casos.

No modelo estimado a partir das variáveis independentes do grupo das características do produtor, o modelo conseguiu prever 81,6% dos casos. Esta porcentagem indica uma referência para avaliar a eficácia o modelo quando opera com variáveis independentes (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007), pois foi possível prever uma maior quantidade de casos.

No modelo gerado com as características da propriedade, o modelo conseguiu prever 91,8% dos casos e no modelo com as fontes de informação, comunicação e tecnologias estudadas foi possível prever 93,9% dos casos. Percebe-se que as variáveis independentes são representativas no modelo.

O modelo estimado para as características do produtor, características da propriedade e das fontes de informação, meios de comunicação e tecnologias utilizadas, constam na Tabela 13.

Tabela 13. Modelo estimado completo.

<b>Variável</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Significância</b>
<b>IDADE</b>	-0,007	0,865
<b>ESCOLARIDADE</b>	0,164	0,356
<b>COOPERATIVA_ASSOCIAÇÃO</b>	1,863	0,024*
<b>RENDA</b>	0,024	0,115
<b>ÁREA</b>	0,000	0,049*
<b>RELEVO</b>	-1,936	0,125
<b>PRESENÇA_SECADOR</b>	2,483	0,027*
<b>PRESENÇA_FRIGORÍFICO</b>	-0,145	0,903
<b>FONTE_INFORMAÇÃO</b>	2,608	0,266

MEIO_COMUNICAÇÃO	-0,694	0,273
TECNOLOGIAS_AGRICULTURA	0,936	0,054**
TECNOLOGIAS_PECUÁRIA	0,990	0,089**

Nota: \*Ao nível de 5% de significância; \*\* Ao nível de 10% de significância.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Relativo as características do produtor, apenas a participação em cooperativas e/ou associações foi significativa ao nível de 5%. Para as características da propriedade, a área total da fazenda e a presença dos serviços de secador de grão na região são influentes, com significância ao nível de 5%, na adoção de sistemas de integração lavoura pecuária. No último grupo, as tecnologias utilizadas na agricultura e na pecuária apresentam significância ao nível de 10%.

As variáveis idade, escolaridade, renda, relevo, presença de frigorífico, fontes de informação e meios de comunicação não apresentaram significância ao nível de 5% nem de 10%. Os fatores determinantes da adoção de sistemas de integração variam de acordo com as características de cada região e ao grupo de produtores desta região.

### 4.3 Teste de hipótese

A partir do modelo gerado com a regressão logística da sessão anterior, realiza-se a discussão das hipóteses levantadas considerando as variáveis que apresentaram significância ao nível de 5% e 10%, permitindo que não se rejeite ou rejeite cada hipótese levantada no início do estudo.

#### 4.3.1 Teste da hipótese 1

**H0: Quanto maior a capacidade administrativa desenvolvida pelo responsável das tomadas de decisão (idade, nível de escolaridade, participação em associações e cooperativas e porcentagem da renda da atividade agrícola) maior a probabilidade da adoção do sistema ILP.**

De acordo com o modelo gerado, com um intervalo de 95% de confiança, a influência da idade, nível de escolaridade e porcentagem da renda da atividade agrícola não são significativas na adoção da tecnologia de Integração Lavoura-Pecuária. Já a participação em cooperativas e associações de produtores apresenta resposta significativa na adoção da tecnologia de Integração Lavoura-Pecuária com 95% de confiança ao nível de 5%.

Como a participação em cooperativas e associações de produtores foi considerada como significativa para a classificação da amostra com relação a adoção da tecnologia de Integração Lavoura-Pecuária **não se pode rejeitar H0**: Quanto maior a capacidade administrativa desenvolvida pelo responsável das tomadas de decisão maior a probabilidade da adoção do sistema ILP.

A participação em cooperativas, foi observada ser positivamente associada à adoção de novas tecnologias por Francisco e Pino (2004), Silva e Carvalho (2002), Monte e Teixeira (2006), Melo (2008), Manson et al (2014) e Ramirez (2013). A relação do produtor ou tomador de decisões com outros produtores pode propiciar a difusão de informações e facilita na geração de novas capacidades.

#### **4.3.2 Teste da hipótese 2**

**H0: Quanto maior a disponibilidade dos recursos (área, relevo, presença de secador e presença de frigorífico) e sua adequabilidade aos meios de produção, tanto pecuária como agrícola, e melhor for a estrutura logística da região, maior a probabilidade da adoção do sistema ILP.**

O modelo estimado para as características da propriedade classificou com 95% de confiança ao nível de 5% de significância que a área disponível e a presença do serviço de Secagem e Armazenagem na região são significativos para a classificação da adoção da tecnologia de Integração Lavoura-Pecuária.

De acordo com o modelo estimado, **não se pode rejeitar H0**: Quanto maior a disponibilidade dos recursos e sua adequabilidade aos meios de produção tanto pecuária como agrícola e melhor for a estrutura logística da região, maior a probabilidade da adoção do sistema ILP.

A área disponível para a produção e a adoção de tecnologias mostraram-se positivamente relacionadas, segundo Walton et al. (2008), Robertson et al. (2012) e Rojas et al. (2013).

A localização da propriedade e a distância até as estruturas de beneficiamento da produção são positivamente associadas de acordo com os resultados obtidos por Rogers (2003) e Isgin et al. (2008).

### 4.3.3 Teste da hipótese 3

**H0: Quanto maior o acesso à informação (número de fontes de informação e meios de comunicação, tecnologias utilizadas na agricultura, tecnologias utilizadas na pecuária), maior a probabilidade da adoção de novas tecnologias como o sistema ILP.**

Em relação as fontes de informação e as tecnologias utilizadas, o modelo estimado mostrou que as tecnologias são significativas ao nível de 10% de significância. Segundo Rogers (2003), o acesso à informação é imprescindível para a formação das capacidades dos recursos humanos envolvidos em um processo produtivo, principalmente no sentido de absorver uma nova tecnologia. Mesmo as fontes de informação e meios de comunicação não sendo significativos ao nível de 10%, a informação de qualidade que chega ao produtor pode não ser atribuída a quantidade de meios utilizados, mas sim a qualidade deles, fator este que não foi avaliado.

Antolini (2015) estudou a influência dos meios de informação e verificou que produtores que utilizavam assistência técnica e extensão rural da Emater tem quase 100% de chance a mais de serem adotantes de novas tecnologias. Nas amostras analisadas, nenhum produtor relatou a presença de assistência técnica de programas do governo. Assim, **não se pode rejeitar H0: Quanto maior o acesso à informação, maior a probabilidade da adoção de novas tecnologias como o sistema ILP.**

## 4.4 Verificação com a revisão de literatura

Verificadas as informações geradas pelos modelos de regressão logística, compara-se, no Quadro 2 os fatores encontrados e seus resultados esperados obtidos na revisão literária.

Quadro 2. Comparação dos resultados obtido com os esperados pela revisão de literatura

Variável Independente	Efeito Esperado	Efeito Encontrado
<b>Características do Produtor</b>		
Idade do produtor	-	Não significativo
Escolaridade	+	Não significativo
Participação em cooperativas/associações	+	+
Renda	-	Não significativo
<b>Características da Propriedade</b>		
Área	+	+
Relevo	+	Não significativo
Presença de secador de grãos	+	+
Presença de frigoríficos	+	Não significativo
<b>Meios de Informação e Tecnologias</b>		

Tecnologias aplicadas a agricultura	+	+
Tecnologias aplicadas a pecuária	+	+
Fontes de informação	+	Não significativo
Meios de comunicação	+	Não significativo

Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com o Quadro 2, verifica-se que alguns a participação em cooperativas e associações de produtores, área da propriedade, presença de secadores de grãos e as tecnologias utilizadas na agricultura e na pecuária, corresponderam aos resultados esperados pela revisão literária. As variáveis idade do produtor, nível de escolaridade e fontes de informação não apresentaram significância ao nível de 5% e 10%, porém verificou-se a reprodução do efeito esperado relatado pela revisão de literatura. As variáveis renda, relevo, presença de frigoríficos e meios de comunicação não apresentaram significância estatística ao nível de 5% e 10% e mostram efeito contrário ao esperado na revisão de literatura.

## 5 CONCLUSÕES

Referente ao objetivo geral, de dimensionar os fatores condicionantes para a adoção do sistema de Integração Lavoura-Pecuária, conclui-se que, para a região sudeste do Pará, na região do Araguaia, os fatores com influência significativa foram a participação em cooperativas e associações de produtores, área da propriedade, presença de serviços de secagem de grãos próximo a propriedade, e a busca por implantação de outras tecnologias que auxiliam a produção.

Comparados aos resultados esperados na revisão de literatura, percebe-se que, para as variáveis que apresentaram significância estatística, a relação esperada se manteve. Os resultados que não apresentaram significância podem ser atribuídos a características exclusivas de cada região utilizada no estudo.

Como objetivos específicos, foi realizada a caracterização dos produtores rurais através da estatística descritiva sendo possível verificar a idade média de 58 anos com escolaridade da maioria chegando até o ensino médio completo. Mesmo a participação em associações e cooperativas sendo significativas para a adoção, como visto no modelo gerado, a maioria dos produtores não participam destas organizações. A participação da renda da atividade agrícola na renda total do produtor foi verificada que, em média, fornece 73,3% de sua renda total, mostrando a importância da atividade para os produtores avaliados.

Para as características da propriedade rural percebe-se que a área média das propriedades é de 2.326,6 hectares com relevo predominante na maioria dos casos sendo levemente ondulado ou plano. De acordo com a proximidade de unidades de processamento da produção, percebe-se que na região há uma grande quantidade de frigoríficos, uma vez que a maioria (65,3%) relatou proximidade a este, em relação a serviços de secagem de grãos onde apenas 20,6% relataram esta proximidade.

Com relação as características do sistema de produção agrícola da região, foi possível observar o baixo nível tecnológico empregado verificado nas questões relacionadas as tecnologias utilizadas nas propriedades para a agricultura e para a pecuária onde a grande maioria dos produtores utilizavam menos da metade das tecnologias perguntadas. Atribuído ainda ao acesso à informação limitado a algumas fontes e meios de comunicação informais.

Para a análise dos fatores determinantes da adoção do sistema de Integração Lavoura-Pecuária, as variáveis independentes estudadas que apresentaram significância estatística seguiram o efeito esperado de acordo com a revisão de literatura. Assim, foi possível confirmar a hipótese 1 que se refere as características do produtor, uma vez que a participação em cooperativas foi significativa. A hipótese 2 também foi confirmada pela significância da área da propriedade e a presença de secador na região. A hipótese 3 foi confirmada pela significância das tecnologias utilizadas na agricultura e na pecuária.

Algumas das variáveis analisadas não apresentaram significância estatística ao nível de 5% nem a 10%. Atribui-se este resultado ao fato de que cada região possui condições específicas, portanto, as variáveis que não apresentaram significância, necessitam de maiores estudos para definição de sua importância ou explicação do seu caráter não significativo naquela região específica.

## 6 REFERÊNCIAS

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

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Perfil da carne bovina brasileira**. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br>>. Acesso em: 14 mar. 2019.

AMIT, R.; SCHOEMAKER, P.J.H. Strategic assets and organizational rent. **Strategic management journal**, v. 14, n. 1, p. 33-46, 1993.

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

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

ANTOLINI, L. S.; Condicionantes de Adoção de Tecnologias de Agricultura de Precisão Por Produtores De Grãos. 106 p.: il. Ribeirão Preto, 2015.

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

BARNEY, J. B. Strategic factor markets: expectations, luck and business strategy. **Management Science**, 32(10), 1231-1241. DOI: 10.1287/mnsc.32.10.1231, 1986.

BARNEY, J. Firm resources and sustained competitive advantage. **Journal of management**, v. 17, n. 1, p. 99-120, 1991.

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

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

BURGO, M. N.; Caracterização espacial de riscos na agricultura e implicações para o desenvolvimento de instrumentos para seu gerenciamento. 103 p.: il. Piracicaba, 2005.

COSTA, A.N. da; CARVALHO, D.L.O.M. de; TEIXEIRA, B.L.; SIMÃO NETO, M. eds. Pastagens Cultivadas na Amazônia. Belém: Embrapa-Amazônia Oriental, 2000. p.151

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

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

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

DAY, G. S. The capabilities of market-driven organizations. **The Journal of Marketing**, p. 37-52, 1994.

DIAS FILHO, J. M.; CORRAR, L. J. Regressão logística. In: CORRAR, L. J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J. M. (Coord.). Análise multivariada para os cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia. São Paulo: Atlas, 2007.

DIECKOW, J.; PERGHER, M.; PIVA, J.T.; BAYER, C.; MORAES, A. de; SAKADEVAN, K. Soil nitrous oxide and methane fluxes in integrated crop-livestock systems in subtropics. *Soils Newsletter*, v.37, 2015.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W. et al. **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, p.3-22. 1994.

EMBRAPA. Análise da área, produção e produtividade da soja no Brasil em duas décadas (1997-2016). 21 p. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Soja, ISSN 2178-1680; n. 11.** Embrapa Soja, 2017.

ENTZ, M.H. et al. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v.94, n.1, p.204-213, 2002.

FARHAT, C. A. V. Análise de diagnóstico em regressão logística. 2003. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

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

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

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

FULLER, A.M. From part-time farming to pluriactivity: a decade of change in rural Europe. **Journal of rural studies**, v. 6, n. 4, p. 361-373, 1990.

GAFSI, M. Exploitation agricole et agriculture durable. **Cahiers Agricultures**, 15(6), 491-497, 2006.

GARRET, R.D.; LAMBIN, E.F.; NAYLOR, R.L. Land institutions and supply chain configurations as determinants of soybean planted area and yield in Brazil. **Land Use Policy**, v.31, p.385-396, 2013.

GASQUES, J. G., BOTELHO, F. e BASTOS, E. T. *Preço de terras e sua valorização*. Brasília: **Mapa/AGE**, versão preliminar, 2015, 8p.

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

- GIL, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. Adoption and development of integrated crop-livestockforestry systems in Mato Grosso, Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 199, p. 394–406, 2015.
- GRANDE, J. New venture creation in the farm sector–Critical resources and capabilities. **Journal of Rural Studies**, v. 27, n. 2, p. 220-233, 2011.
- GRANT, R.M. The resource-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation. In: **Knowledge and strategy**. p. 3-23. 1991.
- HADRICH J.C., VAN WINKLE, A. Awareness and pro-active adoption of surface water BMPs. **Journal of Environmental Management** 127 (2013) 221-227.
- HAIR, J. F. et al. Análise multivariada de dados. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- HARWOOD, J.; HEIFNER, R.; COBLE, K.; PERRY, J.; SOMWARU, A. **Managing risk in farming: concepts, research and analysis**. Washington: USDA, Economic Research Service,. 125p. (Agricultural Economics Report, 774), 1999
- HOMMA, A.K.O. As Questões Emergentes e a Agricultura na Amazônia (compact disk) In: XXXVII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Foz do Iguaçu, PR, 1999.
- HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S.; STURDIVANT, R. X. Applied logistic regression. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 2000.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa pecuária Municipal de 2018*. Disponível em: <<http://ibge.gov.br>>. Acesso em: 5 maio. 2019.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção Agrícola Municipal 2017*. Disponível em: <<http://ibge.gov.br>>. Acesso em: 5 maio. 2019.
- ISGIN, T.; BILGIC, A.; FORSTER D. L.; BATTE, M. T. Using count data models to determine the factors affecting farmers' quantity decisions of precision farming technology adoption. **Computer Electronic Agriculture**. v.62. p.231–42, 2008.

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

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

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

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

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

MANSON, S. M.; JORDAN, N. R.; NELSON, K. C.; BRUMMEL, R. F. Modeling the effect of social networks on adoption of multifunctional agriculture. **Environmental Modelling & Software** (2014).

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República**. 173 p., 2012.

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

MARTHA JUNIOR, G. B.; VILELA, L. Efeito poupa-terra de sistemas de integração lavoura-pecuária. **Embrapa Cerrados-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2009.

MEDRADO, M.J.S. Sistemas agroflorestais: aspectos básicos e indicações. GALVÃO, APM Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais. Brasília, p. 269-312, 2000.

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

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

NETO, B. M. *A cadeia produtiva da Pecuária de Corte Bovina no Estado do Pará*. Trabalho de Conclusão de Curso. **Ciências Econômicas**. Universidade da Amazônia. Belém, 1999.

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

PALUDZYSZYN FILHO, E.; KIIHL, R.A. de S.; ALMEIDA, L.A. Desenvolvimento de cultivares de soja na região Norte e Nordeste do Brasil. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I. de M. de (Ed.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafos, 1993. p.255-266.

PENROSE, E. T. *The Theory of the Growth of the Firm*. **New York: John Wiley**. (1959).

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

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. 2016a. disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612#notas-tabela>> Acesso em 03/04/2019.

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

RAO, S.C. et al. Potential grain and forage production of early maturing pigeonpea in the Southern Great Plains. **Crop Science**, Madison, v.43, n.6, p.2212-2217, 2003.

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

ROBERTS, R. K., ENGLISH, B. C., & LARSON, J. A. Factors affecting the location of precision farming technology adoption in Tennessee. **Journal of Extension**, 40. (1). 2002.

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

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

RODIGHERI, H.R. Florestas como alternativa de aumento de emprego e renda na propriedade rural. **Embrapa Florestas**, 2000.

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

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

RUMELT, R. P. Toward a strategic theory of the firm. In R. Lamb (Ed.), *Competitive strategic management* (pp. 556–570). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. 1984.

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

SILVA, C. R. L. da; CARVALHO, M. A. de. Uma análise dos fatores que determinam a adoção de tecnologia: aplicação de um modelo de dados de contagem nas regiões de Ourinhos e Ribeirão Preto, São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40., 2002, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: 2002. 1 CD ROM.

SINGER, M.J.; EWING, S. Soil quality. In: SUMNER, M.E. **Handbook of soil science**. Boca Raton: CRC, 2000. p.G271- G298.

TEECE, D. J., PISANO, G., SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic Management Journal**, p. 509-533, 1997.

TORBETT J. C.; ROBERTS R K.; LARSON J.A.; ENGLISH B. C.; Perceived importance of precision farming technologies in improving phosphorus and potassium efficiency in cotton production. **Precision Agriculture**. v.8. p.127–137, 2007.

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). **World Population Prospects 2019**.

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

VILELA, L. et al. Integração lavoura pecuária. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2008. p. 933-962.

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

WERNERFELT, B. A resource-based view of the firm. **Strategic management journal**, v. 5, n. 2, p. 171-180, 1984.

## 7 APÊNDICES

### 7.1 APÊNDICE 1

Referência	Método de análise	Condicionantes de adoção e influência da adoção
Reichardt e Jurgens (2009)	Cross Tab.	Custo de Investimento da Tecnologia (-); Utilização de Fontes de Informação (+); Percepção dos benefícios de adotar (+)
Robertson <i>et al.</i> (2012)	Logit	% da Área Cultivada (+); Área Cultivada (+); Escolaridade (+); Uso de Consultores Externos (+)
Anselmi (2012)	Análise Fatorial e Correlação Linear	Área Cultivada (+); Percepção dos Atributos Tecnológicos (+); Utilização de Fontes de Informação (+); % Participação da Renda Agrícola (+); Utilização de Serviços de AP de Terceiros (+)
Lanna <i>et al.</i> (2011)	Logit	Associativismo (+), Utilização de capital próprio (+), Escolaridade (+), Rentabilidade (+) e Treinamento (+)
Machado e Nantes (2011)	Estudos de Caso	O perfil do produtor, com base em Rogers (2003) influencia a adoção, assim como variáveis de personalidade e fontes de informação.
Araújo <i>et al.</i> (2010)	Regressão múltipla	Escolaridade (+); Crédito (+); Experiência do Produtor (+)
Melo (2008)	Estatística Descritiva	Associativismo (+); Experiência do produtor (+); Renda Familiar Diversificada (+); Fonte de Informação (+);
Monte e Teixeira (2006)	Logit	Associativismo (+), Utilização de capital próprio (+), Escolaridade (+), Rentabilidade (+) e Treinamento (+)
Oliveira, Khan e Lima (2005)	Probit	Assistência técnica (+), Importância do Cultivo Analisado para o Produtor (+); Crédito (+), Escolaridade (+); Idade (+), F22Renda (+) Local de Residência (+)
Segovia (2004)	Estatística Descritiva	Fontes de Informação (+); Assistência Técnica (+); Características da Tecnologia e Adaptabilidade ao Modelo de Produção da Região

Perz (2003)	Logit	Presença de Mão de Obra Disponível (+); Capital (+); Posse da terra (+)
Silva e Carvalho (2002)	Contagem	Associativismo (+); Escolaridade (+); Área da fazenda (-) Posse da Terra (-); Renda obtida fora da propriedade (-)
Vicente (2002)	Probit	Área Total do Imóvel (+); % da Área Cultivada (+); Trabalho Não Residente (+); Acesso ao Crédito (+)
Francisco e Pino (2002)	Logit	Caráter empresarial (+); Maior nível tecnológico (+); Idade (-), Escolaridade (+); Atividade Não Agrícola (+); Cooperativismo (+); Pretensão de aumentar a área nos próximos cinco anos (+).
Rojas et al (2013)	Probit	Área da Fazenda (+); Acesso ao Crédito (+); Incentivos do Governo (+)
Lambrecht <i>et al.</i> (2014)	Probit	Educação (+); Capital Social (+)
Abebe <i>et al.</i> (2013)	Probit	Assistência técnica (+); Acesso ao Crédito (+); Educação (+); Fontes de Informação (+); Meios de Comunicação (TV/Rádio) (+)
D'Antoni, Mishra, Joo (2012)	Logit	Percepção da Importância de AP (+); Orientação para Redução de Custos (+); Tamanho da Colheitadeira (+); Tamanho da Fazenda (+); Idade (-)
Walton <i>et al.</i> (2008)	Probit	Idade (-); Área Cultivada (+); Posse da Terra (+); Utilização de Computador na Gestão da Fazenda (+); Utilização de Palm Top no campo (+)
Larson <i>et al.</i> (2008)	Logit	Idade (-); Escolaridade (+); Área Cultivada (+); Irrigação (+)
Isgin <i>et al.</i> (2008)	Logit	Idade (+); Tamanho da Fazenda (+), Qualidade do Solo (+); Influência Urbana (+); Dívidas/Restrições do Produtor (-); Localização da Fazenda (+); Utilização de Computador na Gestão (+); Faturamento (+)
Torbett <i>et al.</i> (2007)	Logit	Idade (+); Arrendamento (+); Utilização de Computador na Gestão da Fazenda (+)

Roberts <i>et al.</i> (2004)	Probit	Área da Fazenda (+)
Daberkow e McBride (2003)	Logit	Tamanho da Fazenda (+); Educação (+); Conhecimento de Informática (+); Idade (-); Dedicção a Atividade Agrícola (+)
Fernandez-Cornejo, Daberkow e McBride (2002)	Tobit	Tamanho da Fazenda (+);
Roberts, English e Larson (2002)	Logit	Área Cultivada (+); Tamanho da Fazenda (+); Posse da terra (+);
Khanna (2001)	Logit	Tamanho da Fazenda (+); Educação (+), colocada como capital humano nesse trabalho; Utilização de Computador (+) Grau de Inovação do Produtor (+)
Daberkow e McBride (1998)	Logit	Tamanho da Fazenda (+); Educação (+); Utilização de Computador (+); Exclusividade na Atividade Agrícola (+); Percepção sobre a Tecnologia (+)
Hadrich e Van Winkle (2013)	Probit	Práticas de Planejamento e Gestão (+); Diversificação de Cultivos (+)
Manson <i>et al.</i> (2014)	Social Networks	Número de Nós na Rede do Produtor, além de simulações feitas com o número de produtores vizinhos, elos fracos e idade do relacionamento se mostraram influentes na adoção de rotação de pastagens
Ramirez (2013)	Social Networks	Participação em organizações de produtores é um fator chave na adoção de irrigação de precisão
Mariano, Villano e Fleming (2012)	Logit	Educação (+), Propriedade de Máquinas (+), Irrigação (+), Atividades de aperfeiçoamento do Produtor (+) e Comportamento Orientado para o Lucro (+).

## 7.2 APÊNDICE 2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA

## QUESTIONÁRIO

## 1. CARACTERÍSTICAS DO PRODUTOR RURAL

<b>Idade do produtor ou tomador de decisões da propriedade rural</b>

<b>Escolaridade</b>	<b>Observações</b>
Fundamental incompleto	
Fundamental completo	
Médio incompleto	
Médio completo	
Técnico incompleto	
Técnico completo	
Graduação incompleta	
Graduação completa	
Pós-graduação incompleta	
Pós-graduação completa	

<b>Participação em cooperativas ou associações de produtores</b>	<b>Observações</b>
Não participa	
Participa	

<b>Participação da renda da atividade agrícola na renda total do produtor</b>

## 2. CARACTERÍSTICAS DA PROPRIEADE RURAL

Área total da propriedade

Relevo predominante da propriedade	Observações
Plano	
Levemente ondulado	
Ondulado	

Presença de serviços disponíveis na região	Sim	Não
Secagem		
Frigorífico		

## 3. FONTES DE INFORMAÇÃO, MEIOS DE COMUNICAÇÃO E TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Fontes de informação utilizados pelo produtor	Marcar com "x"	
Agrônomo, consultor ou técnico contratado		
Representante técnico de vendas do fabricante		
Balconista/vendedor do distribuidor de insumos		
Associação de produtores		
Cooperativa de produtores		
Assistência técnica e extensão rural - EMATER		
Órgãos do governo/EMBRAPA		
Outros produtores		
Meios de comunicação utilizados frequentemente	Marcar com "x"	
Correio/correspondência		
Dia de campo		
Internet		
E-mail		
Feiras e eventos		
Palestras		
Televisão		
Publicação de universidades		
Redes sociais/Facebook/outras		
Revista ou jornal especializado		
Site de fornecedores		
Smartphone e aplicativos		
Tecnologias utilizadas na produção agrícola	Sim	Não

Análise de solo todo ano		
Aplicação de corretivos e fertilizantes a taxa variável		
Amostragem de solo em grade georreferenciada		
Mapa de aplicação		
Piloto automático		
Aplicação de defensivos a taxa variável		
GPS com barra de luz		
Monitor de colheita		
Mapa de produtividade		
Semeadura a taxa variável		
GPS com correção RTK		
Sensoriamento remoto		
Irrigação de precisão		
Sensores de plantas daninhas, pragas e doenças		
<b>Nível de conhecimento sobre agricultura em relação aos produtores da região</b>		<b>Observações</b>
Baixo		
Médio		
Alto		
<b>Conhecimento sobre a comercialização de grãos</b>		<b>Observações</b>
Baixo		
Médio		
Alto		
<b>Acesso aos insumos de produção agrícola</b>		<b>Observações</b>
Fácil		
Médio		
Complicado		

<b>Tecnologias adotadas pelos pecuaristas</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Assistência técnica contratada		
Melhoramento Genético do Rebanho		
Inseminação artificial		
Inseminação Artificial em Tempo Fixo		
Aquisição de Reprodutores P.O.		
Creep - Feeding		
Adubação de Pastagem		
Pastagem dividida em Piquetes		
Aplicação de Herbicidas/Inseticidas nas pastagens		
Piquetes com entrada e saída dos animais pré-definida		
Confinamento como estratégia de terminação		
Acompanhamento dos índices Zootécnicos		

<b>Nível de conhecimento sobre agricultura em relação aos produtores da região</b>	<b>Observações</b>
Baixo	
Médio	
Alto	
<b>Conhecimento sobre a comercialização de bovinos</b>	<b>Observações</b>
Baixo	
Médio	
Alto	
<b>Acesso aos insumos de produção pecuária</b>	<b>Observações</b>
Fácil	
Médio	
Complicado	

### 7.3 APÊNDICE 3

O *Model Chi-Square* testa a hipótese de que todos os coeficientes da equação logística são nulos. De acordo com os resultados obtidos com o processamento dos dados com quatro graus de liberdade, pode-se concluir que pelo menos um dos coeficientes em cada grupo utilizado é diferente de zero. Assim, rejeita-se a hipótese de que todos os parâmetros estimados são nulos. Pode-se afirmar então que os modelos estimados contribuem para melhorar a qualidade das predições sobre a adoção da tecnologia de Integração Lavoura-Pecuária.

Os testes de *Cox e Snell R Square* e *Nagelkerke R* indicam a proporção das variações ocorridas no *log* da razão de chance que é explicada pelas variações ocorridas nas variáveis independentes.

No modelo estimado para as características do produtor, os pseudo  $R^2$  *Cox e Snell R Square* e *Nagelkerke R* têm, respectivamente, os valores de 0,162 e 0,255. Interpreta-se que, para as características do produtor, o teste de *Cox e Snell R Square* indica que 16,2% das variações ocorridas no *log* das razões de chance são explicadas pelo conjunto de variáveis independentes. Para o teste de *Nagelkerke R*, este valor é de 25,5%. Os valores para as características da propriedade e dos meios de comunicação e tecnologias utilizadas são de 37,5% e 59,0%, 51,2% e 80,5% respectivamente.

O teste de Hosmer e Lemeshow testa a hipótese de que não há diferenças significativas entre os resultados preditos pelo modelo e os observados (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2007). Dividem-se os casos em aproximadamente dez grupos e comparam-se os valores observados com os esperados, apresentados na tabela de contingência. Na distribuição Qui-quadrado, o cálculo apresenta estatística de 8,434 e um nível de significância de 0,296, indicando que os valores preditos não são significativamente diferentes dos observados. Isto indica que o modelo pode ser utilizado para estimar a probabilidade de um produtor adotar a tecnologia de Integração Lavoura-Pecuária.

Apêndice 2, Tabela 1. *Teste model Chi-Square* para a hipótese 1 sobre as características do produtor

**Omnibus Tests of Model Coefficients**

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	8,681	4	,070
	Block	8,681	4	,070
	Model	8,681	4	,070

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice 2, Tabela 2. *Teste model Chi-Square* para a hipótese 2 sobre as características da propriedade

**Omnibus Tests of Model Coefficients**

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	23,054	4	,000
	Block	23,054	4	,000
	Model	23,054	4	,000

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice 2, Tabela 3. *Teste model Chi-Square* para a hipótese 3 sobre as fontes de informação e tecnologias utilizadas

**Omnibus Tests of Model Coefficients**

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	35,171	4	,000
	Block	35,171	4	,000
	Model	35,171	4	,000

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice 2, Tabela 4. Testes *-2LL*, *Cox e Snell R Square* e *Nagelkerke R Square* para as características do produtor

**Model Summary**

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	40,908 <sup>a</sup>	,162	,255

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice 2, Tabela 5. Testes *-2LL*, *Cox e Snell R Square* e *Nagelkerke R Square* para as características da propriedade

**Model Summary**

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	26,535 <sup>a</sup>	,375	,590

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice 2, Tabela 6. *Testes -2LL, Cox e Snell R Square e Nagelkerke R Square* para os meios de comunicação e tecnologias utilizadas

**Model Summary**

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	14,418 <sup>a</sup>	,512	,805

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice 2, Tabela 7. Teste de Hosmer e Lemeshow para as características do produtor

**Hosmer and Lemeshow Test**

Step	Chi-square	df	Sig.
1	8,434	7	,296

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice 2, Tabela 8. Tabela de contingência do teste de Hosmer e Lemeshow para as características do produtor

**Contingency Table for Hosmer and Lemeshow Test**

	Produtor realiza integração lavoura-pecuária = Não		Produtor realiza integração lavoura-pecuária = Sim		Total
	Observed	Expected	Observed	Expected	
1	6	5,807	0	,193	6
2	4	4,756	1	,244	5
3	4	4,587	1	,413	5
4	5	4,407	0	,593	5
Step 1 5	5	4,271	0	,729	5
6	4	4,150	1	,850	5
7	6	4,641	0	1,359	6
8	2	3,315	3	1,685	5
9	3	3,065	4	3,935	7

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice 2, Tabela 9. Teste de Hosmer e Lemeshow para as características da propriedade

**Hosmer and Lemeshow Test**

Step	Chi-square	df	Sig.
1	12,740	8	,121

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice 2, Tabela 10. Tabela de contingência do teste de Hosmer e Lemeshow para as características da propriedade

**Contingency Table for Hosmer and Lemeshow Test**

	Produtor realiza integração lavoura-pecuária = Não	Produtor realiza integração lavoura-pecuária = Sim	Total
--	---	---	-------

	Observed	Expected	Observed	Expected	
Step 1	5	4,986	0	,014	5
2	5	4,953	0	,047	5
3	5	4,910	0	,090	5
4	4	4,888	1	,112	5
5	5	4,860	0	,140	5
6	5	4,571	0	,429	5
7	4	4,271	1	,729	5
8	5	3,375	0	1,625	5
9	0	1,484	5	3,516	5
10	1	,703	3	3,297	4

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice 2, Tabela 11 Teste de Hosmer e Lemeshow para as características dos meios de comunicação e tecnologias utilizadas

#### Hosmer and Lemeshow Test

Step	Chi-square	df	Sig.
1	1,935	8	,983

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice 2, Tabela 12. Tabela de contingência do teste de Hosmer e Lemeshow para os meios de comunicação e tecnologias utilizadas

#### Contingency Table for Hosmer and Lemeshow Test

	Produtor realiza integração lavoura-pecuária = Não		Produtor realiza integração lavoura-pecuária = Sim		Total
	Observed	Expected	Observed	Expected	
Step 1	5	5,000	0	,000	5
2	5	5,000	0	,000	5
3	5	5,000	0	,000	5
4	5	4,999	0	,001	5
5	5	4,998	0	,002	5
6	5	4,989	0	,011	5
7	4	4,643	1	,357	5
8	4	3,159	1	1,841	5
9	1	1,193	4	3,807	5
10	0	,021	4	3,979	4

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice 2, Tabela 13. Tabela de classificação sem a introdução das variáveis independentes

#### Classification Table<sup>a,b</sup>

Observed			Predicted		Percentage Correct
			Produtor realiza integração lavoura-pecuária		
			Não	Sim	
Step 0	Produtor realiza integração lavoura-pecuária	Não	39	0	100,0
		Sim	10	0	,0
Overall Percentage					79,6

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice 2, Tabela 14. Tabela de classificação com a introdução das variáveis independentes com relação as características do produtor

**Classification Table<sup>a</sup>**

Observed			Predicted		Percentage Correct
			Produtor realiza integração lavoura-pecuária		
			Não	Sim	
Step 1	Produtor realiza integração lavoura-pecuária	Não	37	2	94,9
		Sim	7	3	30,0
Overall Percentage					81,6

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice 2, Tabela 15. Tabela de classificação com a introdução das variáveis independentes com relação as características da propriedade

**Classification Table<sup>a</sup>**

Observed			Predicted		Percentage Correct
			Produtor realiza integração lavoura-pecuária		
			Não	Sim	
Step 1	Produtor realiza integração lavoura-pecuária	Não	37	2	94,9
		Sim	2	8	80,0
Overall Percentage					91,8

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apêndice 2, Tabela 16. Tabela de classificação com a introdução das variáveis independentes com relação as fontes de informação e tecnologias utilizadas

**Classification Table<sup>a</sup>**

Observed			Predicted		
			Produtor realiza integração lavoura-pecuária		
					Percentage Correct

			Não	Sim	
Step 1	Produtor realiza	Não	38	1	97,4
	integração lavoura- pecuária	Sim	2	8	80,0
	Overall Percentage				93,9

Fonte: Elaborado pelo autor

Apêndice 2, Tabela 17. Modelo estimado para as características do produtor

**Variables in the Equation**

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
								Lower	Upper
Step 1 <sup>a</sup>	Idade	-,007	,041	,029	1	,865	,993	,916	1,077
	Escolaridade	,164	,178	,850	1	,356	1,178	,831	1,670
	Cooperativa_Associacao (1)	1,863	,827	5,076	1	<b>,024*</b>	6,445	1,274	32,596
	Renda	,024	,015	2,485	1	,115	1,024	,994	1,055
	Constant	- 4,416	2,857	2,389	1	,122	,012		

\*Ao nível de 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelo autor

Apêndice 2, Tabela 18. Modelo estimado para as características da propriedade

**Variables in the Equation**

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
								Lower	Upper
Step 1 <sup>a</sup>	Área	,000	,000	3,884	1	<b>,049*</b>	1,000	1,000	1,001
	Relevo	- 1,936	1,263	2,351	1	,125	,144	,012	1,714
	Presença_Secador(1)	2,483	1,123	4,884	1	<b>,027*</b>	11,972	1,324	108,222
	Presença_Frigorífico(1)	-,145	1,182	,015	1	,903	,865	,085	8,767
	Constant	-,296	2,024	,021	1	,884	,743		

\*Ao nível de 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelo autor

Apêndice 2, Tabela 19. Modelo estimado para Fontes de informação, meios de comunicação e tecnologias utilizadas na agricultura e pecuária

**Variables in the Equation**

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
								Lower	Upper
Step 1 <sup>a</sup>	Tecnologias_Agricultura	,936	,486	3,713	1	<b>,054**</b>	2,551	,984	6,611
	Tecnologias_Pecuária	,990	,582	2,894	1	<b>,089**</b>	2,692	,860	8,425
	Fonte_Informação	2,608	2,343	1,239	1	,266	13,574	,138	1339,500
	Meio_Comunicação	-,694	,633	1,203	1	,273	,499	,144	1,728
	Constant	- 25,786	16,450	2,457	1	,117	,000		

\*\*Ao nível de 10% de significância.

Fonte: Elaborado pelo autor