

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM**  
**DESENVOLVIMENTO REGIONAL E AGRONEGÓCIO, NÍVEL DE**  
**MESTRADO**

**CARLOS ALBERTO GONÇALVES JÚNIOR**

**INADIMPLÊNCIA NO CRÉDITO AGRÍCOLA – A UTILIZAÇÃO DO**  
**MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA - LOGIT**

**Toledo – PR**  
**2009**

**CARLOS ALBERTO GONÇALVES JÚNIOR**

**INADIMPLÊNCIA NO CRÉDITO AGRÍCOLA – A UTILIZAÇÃO DO  
MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA - LOGIT**

Dissertação apresentada como requisito parcial de avaliação para a obtenção do título de Mestre do Programa de Pós-graduação stricto sensu em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, nível de Mestrado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (*Campus* de Toledo), com área de concentração em Gestão e Desenvolvimento Agroindustrial.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Angel Uribe Opazo.

Co-orientador: Prof Dr. Weimar Freire da Rocha Jr.

**Toledo – PR  
2009**

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária  
UNIOESTE/Campus de Toledo.

Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

G635i      Gonçalves Júnior, Carlos Alberto  
Inadimplência no crédito agrícola : a utilização do modelo  
de regressão logística : LOGIT / Carlos Alberto Gonçalves  
Júnior. – Toledo, PR : [s. n.], 2009.  
87 p.

Orientador: Drº Miguel Angel Uribe Opazo

Co-Orientador: Drº Weimar Freire da Rocha Jr.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e  
Agronegócio) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná.  
Campus de Toledo. Centro de Ciências Sociais Aplicadas

1. Crédito agrícola 2. Cooperativas agropecuárias -  
Finanças 3. Cooperativas de crédito 4. Modelo de regressão  
logística 5. LOGIT 6. Cooperativas de crédito - Análise de  
crédito I. Uribe Opazo, Miguel Angel, Or. II. Rocha Jr.,  
Weimar Freire da, Or. III. T

CDD 20. ed. 334.683  
334.2

**CARLOS ALBERTO GONÇALVES JÚNIOR**

**INADIMPLÊNCIA NO CRÉDITO AGRÍCOLA – A UTILIZAÇÃO DO  
MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA - LOGIT**

Dissertação apresentada como requisito parcial de avaliação para a obtenção do título de Mestre do Programa de Pós-graduação stricto sensu em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, nível de Mestrado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (*Campus* de Toledo), com área de concentração em Gestão e Desenvolvimento Agroindustrial.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Angel Uribe Opazo.

Co-orientador: Prof. Dr. Weimar Freire da Rocha Jr.

**Data de Aprovação: 16 de abril de 2009.**

**BANCA AVALIADORA**

Prof. Dr. Miguel Angel Uribe Opazo  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Régio Marcio Toesca Gimenes  
Universidade Paranaense - UNIPAR

Prof. Dr. Joaquim Odilon Pereira.  
Universidade Federal Rural do Semi Árido

## **DEDICATÓRIA**

À minha esposa pelo incentivo incondicional e pela compreensão nos momentos de ausência.

Aos meus familiares por estarem sempre presentes e me incentivarem em mais essa etapa da minha vida.

À força divina que sinto presente em minha vida me fortalecendo para superar todos os obstáculos

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Miguel Angel Uribe Opazo pela orientação e pela paciência.

Ao professor Weimar Freire da Rocha pela co-orientação e pelo incentivo durante todo o curso.

À Yony Brugnolo Alves e todos os outros colegas de mestrado que mostraram-se dispostos a ajudar nos momentos difíceis, sempre com muito bom humor e comprometimento com o curso.

A todos os Professores do Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Desenvolvimento Regional e Agronegócio da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *Campus* de Toledo que contribuíram sobremaneira para meu engrandecimento pessoal e acadêmico.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Estadual de Maringá - UEM por todo o conhecimento adquirido durante as aulas nas disciplinas lá cursadas, em especial aos professores Alexandre Florindo Alves, José Luiz Parré e Ricardo Luiz Lopes.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste sonho.

GONÇALVES JR, C. A. **Inadimplência no Crédito Agrícola – A Utilização do Modelo de Regressão Logística – LOGIT**. 2009. 87 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo.

## **RESUMO**

Este trabalho de pesquisa objetiva criar uma ferramenta que possa auxiliar uma cooperativa de crédito da região de Toledo na análise e concessão de crédito agrícola calculando a probabilidade de cumprimento dos contratos, o que permite antever os possíveis contratos inadimplentes, utilizando-se o modelo de regressão logística – Logit. O referencial teórico utilizado, baseado na Teoria dos Custos de Transação, identifica a inadimplência como sendo resultado da incompletude dos contratos e da assimetria de informações entre as partes envolvidas em uma transação. O objetivo é que essa ferramenta possa reduzir a assimetria de informações entre os tomadores e a cooperativa de crédito, no intuito de evitar a concessão de crédito a possíveis inadimplentes. Para isso, coletou-se junto à cooperativa informações cadastrais dos tomadores, no período de 2004 a 2007, objetivando traçar um perfil do tomador de crédito. Posteriormente estimou-se o modelo de regressão logística para 10 amostras aleatórias diferentes, a fim de identificar a amostra que obtivesse o maior número de acertos entre adimplentes e inadimplentes. Constatou-se que o modelo estimado foi mais eficiente para identificar os contratos adimplentes que os inadimplentes, e que mesmo com um percentual médio de acerto não muito elevado o modelo pode auxiliar a tomada de decisão da cooperativa na concessão de crédito.

**Palavras-chave: Assimetria de Informações, Regressão logística, Inadimplência.**

GONÇALVES JR, C. A. **Defaults in Agricultural Credit - Use of Logistic Regression Model – LOGIT**. 2009. 87 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo.

### **ABSTRACT**

This research work aims to create a tool that can help a credit cooperative in the region of Toledo in the analysis and concession of agricultural credit calculating the probability of completion of the contracts, what permits to predict a possible default, using the logistic regression model - Logit. The theoretical framework used, based on the Theory of Transaction Costs, identifies the default as the result of the incompleteness of contracts and of the asymmetry of information between the parties in a transaction. The goal is that this tool can reduce the asymmetry of information between the borrowers and the credit cooperative, in order to avoid the granting of credit to possible defaulters. To do so, it was collected information about the borrowers from the records of the cooperative from the year 2004 to 2007, aiming to draw a profile of the credit borrower. Later, it was estimated the logistic regression model for 10 different samples to identify the sample that received the greatest number of his between payers and defaulters. It was established that the estimated model was more efficient to identify the payers' contracts than defaulters' contracts, and even with a not too high percentage average of correct the model can assist the decision-making of the cooperative in granting credit.

**Keywords: asymmetry of information, logistic regression, Default.**



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Variáveis Binárias de Intercepto.....	47
Figura 2: Função de distribuição acumulada (FDA).....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Financiamentos Concedidos a Produtores e Cooperativas no ano de 2007 .....	39
Tabela 2: Valores Concedidos a Cooperativas e Produtores por Tipo de Organização e Finalidade no Ano de 2007.....	41
Tabela 3: Financiamentos concedidos a produtores rurais e cooperativas, por cooperativas de crédito.....	41
Tabela 4: Montante liberado por cada linha de crédito no período em análise.....	61
Tabela 5: Montante liberado para cada cultura no período em análise.....	62
Tabela 6 – Relação entre a linha de crédito solicitada e a cultura a que o crédito foi direcionado.....	62
Tabela 7: Relação entre os valores dos contratos e as culturas a que os créditos foram direcionados.....	63
Tabela 8: Proporção de Adimplentes e Inadimplentes.....	63
Tabela 9 – Relação entre a cultura a qual se direcionou o crédito e a condição adimplente ou inadimplente.....	63
Tabela 10 – Relação entre a linha de crédito solicitada e a condição adimplente ou inadimplente.....	64
Tabela 11: Relação entre Inadimplência, Adimplência, Culturas a que o crédito foi direcionado e valor dos contratos.....	65
Tabela 12: Total de crédito liberado por cidade da região.....	65
Tabela 13: Relação entre o município em que fica localizada a propriedade e a condição de adimplente ou inadimplente.....	66
Tabela 14: Relação entre o ano de liberação do crédito e a inadimplência.....	67
Tabela 15: Equações estimadas com o modelo completo e com todas as amostras selecionadas.....	68
Tabela 16: Porcentual de Acerto das Amostras Utilizadas.....	68
Tabela 17: Classificação adimplente ou inadimplente anterior à análise.....	70
Tabela 18: Teste <i>Wald</i> para a constante.....	
Tabela 19: Teste do modelo completo.....	71
Tabela 20: Indicadores de avaliação do desempenho geral da regressão.....	72

Tabela 21: Teste Hosmer e Lemeshow.....	73
Tabela 22: Porcentual de Acerto da Regressão.....	74
Tabela 23: Variáveis que compõem a equação após o sétimo passo do método <i>stepwise forward</i> .....	75
Tabela 24: Escolha do Ponto de Corte.....	76
Tabela 25: Parâmetros estimados e seus Exponenciais.....	77
Tabela 26: Porcentual de Acerto da Regressão na Base de Dados Completa.....	78

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1. O PROBLEMA E A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO.....	13
1.2 JUSTIFICATIVA.....	15
1.3 – OBJETIVOS.....	16
1.3.1 Geral.....	16
1.3.2 Específicos.....	16
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	17
<b>2 – TEORIA DOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO E A ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO .....</b>	<b>18</b>
2.1 ECONOMIA DOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO .....	18
2.2 OS PRESSUPOSTOS COMPORTAMENTAIS .....	20
2.3 AS CARACTERÍSTICAS DAS TRANSAÇÕES .....	23
2.4 O CONTRATO COMO ESTRUTURA DE GOVERNANÇA .....	25
2.5 O PROBLEMA DA ASSIMETRIA DE INFORMAÇÕES COMO CAUSADORA DOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO..	29
2.6 CRÉDITO E ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO (CARACTERIZAÇÃO COMO TEORIA DA AGÊNCIA).....	32
<b>3 – CRÉDITO RURAL .....</b>	<b>35</b>
3.1 HISTÓRICO DO CRÉDITO RURAL NO BRASIL .....	35
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO CRÉDITO RURAL NO BRASIL .....	37
3.3 LINHAS DE CRÉDITO RURAL.....	42
<b>4 – O MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA .....</b>	<b>46</b>
4.1 MODELOS DE REGRESSÃO COM VARIÁVEIS QUALITATIVAS OU BINÁRIAS .....	46
4.2 O MODELO DE PROBABILIDADE LINEAR.....	48
4.3 ALTERNATIVAS AO MODELO DE PROBABILIDADE LINEAR .....	51
4.4 O MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA - LOGIT .....	52
4.5 UTILIZAÇÃO DO MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA .....	54
<b>5 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>56</b>
5.1. O MODELO ESTIMADO.....	56
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>61</b>
6.1. ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS .....	61
6.2 O MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA - LOGIT .....	67
6.2.1. <i>Análise da equação selecionada</i> .....	69
6.2.2. <i>Interpretação dos Coeficientes do Modelo Selecionado de Regressão Logística</i> .....	76
6.2.3. <i>Aplicação os Parâmetros Estimados para a Amostra Selecionada na Base de Dados Completa</i> .....	78
6.2.4. <i>Realizando Predições com o Modelo Estimado</i> .....	79
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>81</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>84</b>

## 1 – INTRODUÇÃO

### 1.1. O Problema e a Importância do Estudo

O agronegócio é de grande importância para o Produto Interno Bruto - PIB brasileiro. No ano de 2007, segundo a Associação Brasileira de Agribusiness - ABAG, o agronegócio representou cerca de 34% do PIB do país e gerou 37% dos empregos.

No que tange ao comércio internacional, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em 2007, as exportações do agronegócio totalizaram US\$ 58 bilhões, com um crescimento de 18% em relação a 2006 e o superávit comercial do setor foi de US\$ 49, 696 bilhões.

No ano de 2006 o setor representou 35,9% do total das exportações do país, em 2007 esse percentual aumentou para 36,4%. Os produtos que mais contribuíram para esse resultado foram respectivamente: o complexo soja, carnes, produtos florestais (celulose e madeira), complexo sucroalcooleiro e café.

O Paraná é um dos estados mais dinâmicos do país no que diz respeito a produção agrícola, segundo a Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Governo do estado - SEAB, o estado é o principal produtor nacional de milho, feijão, trigo, aveia, casulo de seda e carne de frango. É o segundo maior produtor do país de mandioca, cevada, soja, cana-de-açúcar e carne suína, além de se destacar na produção de leite, carne bovina, café, fumo, hortaliças, frutas e produtos florestais.

O bom resultado da agricultura paranaense, de acordo com a SEAB, está baseado em ganhos de produtividade. Estes ganhos são derivados de constantes investimentos em tecnologia, como maquinário, treinamento e manejo, conservação e correção do solo, uso de sementes melhoradas e outras estratégias que exigem investimentos financeiros, na maioria das vezes de grande monta, o que conseqüentemente torna indispensável o acesso ao crédito.

Para a SEAB, as vendas de tratores e colheitadeiras no Paraná apresentaram um crescimento contínuo nos últimos anos, influenciado pelos bons preços dos grãos, boa produtividade e liberação de recursos através do MODERFROTA<sup>1</sup>. De acordo com a

---

<sup>1</sup> Linha de crédito especial para financiamento de máquinas e equipamentos.

SEAB estima-se que 25% dos recursos controlados do crédito rural nacional são aplicados no Paraná anualmente.

O Anuário Estatístico do Crédito Rural demonstra que cerca de 15% do total de crédito rural liberado no país ficou no Paraná no ano de 2007. O que caracteriza o estado como um dos principais tomadores desta modalidade de crédito, legitimando a condição do Paraná como um dos maiores produtores agropecuários do país.

A região Oeste do Paraná, sede da cooperativa de crédito que é foco do presente estudo, é onde localizam-se os núcleos regionais de Toledo e Cascavel. Essa região apresenta um relevo plano, que facilita a mecanização, por isso, é propícia para as culturas típicas de agricultura de escala, que demandam altos investimentos. Esse fator torna o crédito essencial para esta região.

Além do relevo, as condições edafoclimáticas da região são extremamente favoráveis, o que a torna líder estadual em produtividade de soja e milho e também a maior produtora do estado de carne suína, leite e carne de frango.

Os dados nacionais, estaduais e regionais mencionados comprovam a importância do agronegócio para a economia brasileira e a grande contribuição do Paraná no fortalecimento da posição nacional, além de demonstrar a relevância da região Oeste do Paraná no contexto estadual.

Também fica patente a importância do crédito rural no modelo de desenvolvimento da agropecuária paranaense, baseada em ganhos de produtividade provenientes de investimento em tecnologia.

Este modelo de desenvolvimento baseado em grandes investimentos foi incentivado pelo Estado. Desde a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural –SNCR no ano de 1965 até meados da década de 1980 o Estado subsidiava as taxas de juros e direcionava crédito abundantemente aos produtores rurais.

No entanto, o modelo de concessão de crédito rural baseado em recursos do tesouro nacional e na emissão de moedas, com taxas de juros subsidiadas se exauriu. A partir de meados da década de 1980 o governo elege como prioridade o equilíbrio fiscal e controle da inflação e reduz a transferência de renda, através de taxas de juros reais negativas, para o setor agrícola.

Segundo o Anuário Estatístico do Crédito Rural, no ano de 2007, os recursos do tesouro nacional representavam apenas 0,96% do total liberado para o crédito rural, atualmente, as principais fontes de recursos para financiamento rural são os Recursos

Obrigatórios<sup>2</sup>, o Fundo de Amparo ao Trabalhador e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES.

O crédito rural é concedido através de organizações que intermedeiam as relações entre as fontes de recursos e os produtores rurais e cooperativas de produção. Dentre essas organizações, de acordo com o Anuário Estatístico do Crédito Rural, os bancos federais ainda dominam a intermediação do crédito realizando 82,27% dos contratos de crédito agropecuários no ano de 2007. Em segundo lugar aparecem os bancos privados que movimentaram neste mesmo ano 8,51% dos contratos.

As cooperativas de crédito aparecem em terceiro lugar movimentando 7,55% dos contratos de crédito agropecuário no ano de 2007. Em termos de valores isso representa R\$ 3,96 bilhões.

Mesmo com a ainda pequena participação relativa das cooperativas de crédito na intermediação das relações creditícias, a organização dos produtores rurais nessa modalidade de cooperativa é uma opção interessante para estes produtores. Uma das principais vantagens do cooperativismo de crédito é não haver a necessidade de intermediação bancária na liberação do recurso, já que os produtores rurais, como cooperados, são ao mesmo tempo, donos e usuários das cooperativas e, com isso, podem beneficiar-se dos rendimentos das transações financeiras que seriam destinados aos intermediários.

## **1.2 Justificativa**

Para que as cooperativas possam realmente atender às necessidades financeiras dos produtores rurais é importante que tenham uma estrutura financeira sólida com uma carteira de crédito saudável e baixa inadimplência.

Porém, toda transação financeira pode ser caracterizada como um contrato intertemporal de cumprimento incerto, ou seja, a relação entre o credor e o tomador do crédito se apóia na capacidade futura do tomador honrar compromissos.

Conseqüentemente, a rentabilidade de uma organização creditícia está diretamente relacionada com sua capacidade de avaliação de riscos, isto é, da antecipação da confiabilidade dos tomadores de crédito.

---

<sup>2</sup> Vinte e cinco por cento do Valor Sujeito ao Recolhimento Compulsório pelo banco central deve ser emprestado obrigatoriamente à agropecuária.

A incerteza no cumprimento do contrato de crédito acontece porque no ato da concessão do crédito existe uma assimetria de informações entre o credor e o tomador. Ambos possuem condições distintas na avaliação do risco envolvido no projeto a ser financiado e principalmente na capacidade e disposição de pagamento do financiamento.

Logo, a elaboração de mecanismos de seleção e monitoramento dos créditos concedidos, que estejam em consonância com os objetivos da organização e possam aliar a sustentabilidade organizacional, maior alcance do crédito e taxas de juros coerentes com as condições dos beneficiários são de suma relevância para o sistema cooperativista de crédito, seja urbano ou rural.

## **1.3 – Objetivos**

### **1.3.1 Geral**

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo identificar as variáveis referentes ao perfil do tomador de crédito rural que mais influenciam na sua condição de adimplente ou inadimplente. Além de criar um mecanismo de redução de assimetria de informações, que possa mitigar os custos de transação, capaz de prever a inadimplência entre estes tomadores de crédito rural e uma cooperativa de crédito da região Oeste do Paraná.

### **1.3.2 Específicos**

- Construir um banco de dados com as variáveis: valor liberado, tamanho da propriedade, local da propriedade, cultura a que se direcionou o crédito e modalidade de financiamento utilizada. Consideradas relevantes para a construção do modelo;
- Caracterizar o perfil do solicitante de crédito na organização em estudo.
- Construir um modelo de regressão logística onde o regressando é a condição adimplente ou inadimplente e os regressores são as variáveis referentes ao perfil do tomador de crédito.
- Estimar o ponto de corte para a caracterização de adimplente ou inadimplente;
- Verificar a capacidade de previsão dos modelos.



## 1.4 Estrutura do Trabalho

Para se alcançar os objetivos propostos, afora a introdução, o trabalho apresenta seis seções. A segunda traz um levantamento bibliográfico acerca da Teoria dos Custos de Transação, abordando os pressupostos comportamentais, as características das transações, a incompletude dos contratos como estrutura de governança e a assimetria de informações, que é responsável pelo aumento nos custos de transação e pelo comportamento oportunista dos indivíduos. Além disso, esta seção também traz a caracterização da transação como uma relação agente-principal.

A terceira seção faz um breve histórico sobre o crédito rural no Brasil, além de trazer dados atuais no que tange a concessão de crédito rural no país, e a posição do Paraná no cenário nacional.

A quarta seção traz uma revisão bibliográfica acerca da metodologia estatística utilizada, bem como alguns dos modelos de previsão já elaborados utilizando essa metodologia.

A quinta seção aborda os aspectos metodológicos, que caracterizará os dados quantitativos e qualitativos utilizados no trabalho, a descrição da cooperativa em estudo, e a aplicação do método de regressão logística.

A sexta seção traz a discussão dos resultados obtidos, traçando um perfil dos solicitantes de crédito e a estimação dos parâmetros do modelo de regressão logística, bem como o ponto de corte para a caracterização do tomador adimplente ou inadimplente, além da utilização do modelo para realização de predições.

Em seguida são apresentadas as conclusões obtidas, as limitações do estudo e possíveis sugestões para futuras pesquisas.

## 2 – TEORIA DOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO E A ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO

### 2.1 Economia dos Custos de Transação

O trabalho propõe-se a analisar a inadimplência nos contratos de crédito rural através da economia dos custos de transação. Para Williamson (1989) qualquer questão que possa formular-se como um problema de contratação pode-se investigar vantajosamente nos termos da economia dos custos de transação.

Para tanto, se faz necessário uma exposição dos principais conceitos dessa teoria, bem como as condições que corroboraram para o desenvolvimento dessa corrente de pensamento.

A década de 1930 foi um período, economicamente, bastante conturbado, principalmente devido a grande crise de 1929. A teoria econômica predominante era a marginalista, porém bastante contestada devido à crise. Dentre as correntes de pensamento que criticavam o marginalismo econômico estava a Nova Economia Institucional – NEI que é o resultado da contribuição não-ortodoxa de vários autores como *Knight*, *Barnard*, *Commons* e principalmente *Ronald Coase* que apresenta em seu artigo “*The Nature of the Firm*” sua contribuição fundamental para a NEI, o novo conceito de firma.

Segundo Coase (1993) a firma consiste em um sistema de relações contratuais. A definição coasiana complementa a visão neoclássica de que a firma é apenas uma unidade de processamento de matéria-prima. A definição tradicional, baseada no pensamento neoclássico negligencia os aspectos relacionais entre os agentes, e os únicos custos incorridos no processo produtivo são os custos de produção.

Para Coase (1993), além dos custos ligados diretamente ao processo produtivo, existem os custos de negociação ou elaboração dos contratos para cada transação, por isso são chamados de custos de transação. Esse conceito é complementado por outros autores como Williamson (1989) que define os custos de transação como o custo de administração do sistema econômico. Para este autor os custos de transação estão para a economia assim como o atrito está para a física.

Cheung (1990 *apud* Farina et al 1997) complementa a análise de Coase (1993) e de Williamson (1989) com respeito aos custos de transação e define como sendo os

custos de elaboração e negociação dos contratos, mensuração e fiscalização de direitos de propriedade, monitoramento do desempenho e organização de atividades. Apesar de bastante completa, essa análise ainda desconsidera um dos principais fatores que influenciam a eficiência econômica que foi colocado por Barnard e Hayek que é a capacidade dos agentes de adaptação a mudanças.

De acordo com Williamson (1998) a Nova Economia Institucional se originou na década de 1930 e desde então teve várias contribuições de autores como Davis e North (1971), Williamson (1975, 1976, 1979), Klein Crawford e Alchian (1978), porém, seu crescimento exponencial ocorreu após a década de 1980, quando Ronald Coase em 1991 e Douglas North em 1994 ganharam o prêmio Nobel de Economia.

Para Williamson (1998) a Nova Economia Institucional concentra-se em dois enfoques, distintos e complementares. O primeiro, macroanalítico, trata do Ambiente Institucional, que estuda as chamadas “Regras do Jogo” e tem sua origem no trabalho de Ronald Coase “*The problem of Social Cost*”.

O segundo enfoque, microanalítico, trata das estruturas de governança e concentra-se nos “Jogadores”, tem origem também no trabalho de Coase “*The Nature of the Firm*”.

Douglas North é um dos principais autores que tratam do enfoque macroanalítico da NEI, para North (1994) as instituições são as regras formais e normas de comportamento da sociedade. O Ambiente Institucional é o ambiente onde essas regras se aplicam e deve promover os direitos de propriedade a baixos custos, além de oferecer incentivos que estimulem decisões descentralizadas e mercados efetivamente competitivos.

De acordo com North (1994) o desempenho econômico é função das instituições e de sua evolução, e juntamente com a tecnologia determinam os custos de transação e de produção.

O ambiente institucional influencia sobremaneira o comportamento dos agentes econômicos e o custo das transações, principalmente no que tange a redução da incerteza ambiental. No caso da concessão de crédito, se não houver um ambiente institucional favorável, que garanta os direitos de propriedade e incentive o cumprimento dos contratos de crédito, o nível de inadimplência pode ser muito alto. No entanto, o enfoque deste trabalho está voltado para a abordagem microanalítica da NEI, também chamada de economia dos custos de transação.

De acordo com Williamson (1989), a economia dos custos de transação – ECT - é uma linha de pesquisa da nova economia institucional que se dedica ao estudo da organização econômica, com referência especial nas empresas, nos mercados e nos contratos. Farina *et al.* (1997) colocam Williamson como a principal referência teórica da ECT.

A Economia dos Custos de Transação estuda como parceiros em uma transação protegem-se dos riscos associados às relações de troca, pois, uma transação está freqüentemente sujeita a um não cumprimento dos elementos acordados entre as partes.

Segundo Williamson (1989), em comparação com outros enfoques do estudo da organização econômica, a economia dos custos de transação: (1) é mais microanalítica; (2) está consciente dos pressupostos comportamentais dos agentes econômicos; (3) introduz e desenvolve a importância econômica da especificidade dos ativos; (4) recorre a análise institucional comparada; (5) considera a empresa como uma estrutura de governança e não como uma função de produção; (6) dá um peso maior à instituições contratuais *ex-post*, com enfoque especial ao ordenamento privado, em oposição ao ordenamento judicial; (7) sustenta que a transação é a unidade básica de análise que acaba determinando a forma de organização.

Para Williamson (1981) o estudo dos custos de transação recorre a três literaturas relativamente independentes, porém consideradas sobrepostas em alguns pontos. Considerando que o objetivo central deste estudo é economizar ou reduzir custos de transação não é surpresa que a literatura econômica esteja entre seus antecedentes. Outra literatura que se faz presente é a da teoria das organizações e a terceira, um pouco menos óbvia é a da teoria dos contratos, onde contrato é utilizado como uma forma de governança. Isso confirma a posição da Teoria dos Custos de Transação como multidisciplinar.

O ponto de partida para a existência de custos de transação é o reconhecimento dos pressupostos comportamentais dos agentes econômicos. Os agentes são racionais, porém limitadamente, ou seja, a capacidade de processamento de contratos complexos que dêem conta de todas as contingências é limitada, ou pelo menos, custosa.

## **2.2 Os pressupostos Comportamentais**

De acordo com Williamson (1989), na evolução do contrato são empregados diversos enfoques econômicos. Esses enfoques se distinguem principalmente pelos

pressupostos comportamentais imputados ao homem contratual, que são a racionalidade limitada e o oportunismo, e pelos atributos das transações, que serão abordados no próximo tópico.

Williamson (1996) difere o comportamento do “homem contratual” para o “homem maximizador” idealizado pelos ortodoxos em dois aspectos. O primeiro aspecto refere-se à existência de racionalidade limitada, ou seja, o agente econômico não tem racionalidade suficiente para tomar decisões ótimas e agir de forma maximizadora o tempo todo. O Segundo aspecto refere-se ao comportamento baseado na busca do interesse próprio de forma mais profunda que o “homem maximizador”. Essa busca do interesse próprio pode ser diferentemente descrita como oportunismo, risco moral e teoria da Agência.

A teoria dos custos de transação suspende a hipótese dos economistas clássicos de que as informações são completas, gratuitas e simétricas entre os agentes. Para os clássicos, os agentes tomam decisões ótimas a todo o momento, ou seja, o agente é sempre maximizador.

Segundo Williamson (1989) a racionalidade se distingue em três níveis. A forma forte, considerada a maximização. A racionalidade limitada, chamada de forma semiforte, que é a utilizada pela teoria dos custos de transação, e a racionalidade orgânica.

A economia neoclássica segue a tradição da maximização e reprime o papel das instituições em favor do enfoque de que as empresas são funções de produção, os consumidores funções de utilidade, as formas de organização são tratadas como dadas e a otimização está presente em todas as ações dos indivíduos. A tecnologia e a dotação inicial das preferências e percepção de risco estão plenamente determinadas.

Já a Teoria dos Custos de Transação considera a presença da racionalidade limitada. De acordo com Williamson (1989) a racionalidade limitada é uma forma semiforte de racionalidade em que se supõe que os atores econômicos são intencionalmente racionais, só que de forma limitada. A presença da racionalidade limitada suscita a necessidade de um estudo mais profundo para as formas de organização dos agentes econômicos e outras formas de governança além da firma e do mercado, como os contratos.

A constatação da racionalidade limitada dos agentes econômicos dá margem para a seguinte questão colocada por Williamson: dada à limitação da competência,

como se organizam as partes para utilizar com maior vantagem possível de sua limitada racionalidade?

Quando se afrontam as realidades da racionalidade limitada, deve-se considerar expressamente os custos da elaboração, adaptação e monitoramento das transações. Quais as estruturas de governança mais adequadas para quais tipos de transação? *Coeteris paribus*, as estruturas que exigem muito da racionalidade estão em desvantagem, já que a racionalidade é limitada.

Para Williamson (1989) a forma fraca da racionalidade é uma racionalidade de processo ou orgânica. É o tipo de racionalidade a que se associam os enfoques evolutivos modernos. A racionalidade orgânica trata dos processos evolutivos dentro das empresas e entre elas e de instituições como dinheiro, mercados e alguns aspectos dos direitos de propriedade.

O segundo pressuposto comportamental colocado por Williamson (1989) é o oportunismo, caracterizado como a busca do interesse próprio com dolo. Isso inclui algumas formas mais flagrantes tais como a mentira, o roubo e o engano. O oportunismo compreende algumas formas sutis de engano seja de forma ativa ou passiva, e tanto *ex ante* como *ex post* a transação.

O oportunismo *ex ante* e o *ex post* são encontrados na literatura dos seguros como “seleção adversa” e “risco moral”, respectivamente.

A primeira é consequência da incapacidade dos seguradores obterem todas as informações sobre o seu segurado, logo o segurado pode omitir suas verdadeiras intenções antes do firmamento do contrato. Já a incapacidade dos segurados se comportarem de forma responsável e mitigar os riscos originalmente identificados são problemas de execução *ex post*.

Para Williamson (1989) em termos gerais, o oportunismo se refere a revelação incompleta e distorcida da informação, especialmente aos esforços premeditados para equivocar, distorcer, ocultar, ofuscar ou confundir a outra parte do contrato. O oportunismo é responsável pelas condições reais e ou aparentes da assimetria da informação que complicam enormemente os problemas da organização econômica.

De acordo com Farina et al. (1997), a atitude oportunista não necessita estar presente em todos os indivíduos, nem tampouco que cada indivíduo se comporte de forma oportunista todo o tempo, basta a possibilidade de uma ação oportunista por parte

de um agente para que se justifique a inclusão de salvaguardas contratuais ou atitudes preventivas em qualquer tipo de transação.

Segundo Pessali (1996) nas hipóteses dos pressupostos comportamentais de oportunismo e racionalidade limitada está presente também um “suposto ambiental” implícito caracterizado como “incerteza”. Se o foco for o indivíduo, acredita-se que sua capacidade de interpretação das informações e tomada de decisão são limitadas. Porém quando o foco não é o indivíduo, mas sim o ambiente em que ele atua, percebe-se que fora do indivíduo o mundo continua sendo palco de novos fatos que lhe fogem completamente ao seu controle e conhecimento.

Face ao exposto, percebe-se que o mundo das transações é um ambiente complexo e incerto. E a incerteza, como característica ambiental, agrava o problema da racionalidade limitada do indivíduo.

O pressuposto comportamental de oportunismo, como descrito por Williamson é uma forte manifestação da incerteza. De acordo com Pessali (1996), a presença da incerteza no ambiente em que se realizam as transações torna o comportamento dos agentes difícil de ser previsto.

É preciso, no entanto, diferenciar incerteza e risco, Knight, um dos antecessores da Nova Economia Institucional, faz essa diferenciação colocando que o risco pode ser previsto como qualquer outro custo de produção, não se diferenciando, portanto, de outros custos. Já a incerteza é um tipo de risco que não pode ser previsto (DEMSETZ, 1990).

Fiani (2002) também coloca o conceito de incerteza diferente do conceito de risco. A definição de risco pressupõe que é possível identificar todos os eventos possíveis e calcular suas probabilidades. Já a incerteza é definida como a impossibilidade de identificar todos os eventos que podem vir a ocorrer no futuro. A incerteza revela os limites da racionalidade e evidencia a incompletude dos contratos.

### **2.3 As características das transações**

Para mensurar a magnitude dos custos de transação causados pelos pressupostos comportamentais do homem contratual, faz-se necessário identificar a dimensão das transações, isto é, os atributos transacionais que diferenciam as relações entre os agentes econômicos. Esse é o motivo fundamental para explicar a existência de diferentes

estruturas de governança para reger cada transação, como o mercado, contratos e a integração vertical (firma).

Segundo Farina et al (1997) a teoria dos contratos relacionais<sup>3</sup> serviu como referência à economia dos custos de transação para dimensionar as transações. Na teoria dos contratos relacionais três características das transações destacam-se no que se refere aos impactos sobre os contratos. São elas: (1) a transação se prolonga no tempo, (2) elementos da troca não podem ser mensurados ou especificados precisamente na ocasião do contrato, (3) a interdependência das partes com relação à troca transcende, em alguns momentos, uma única transação, passando a um conjunto de inter-relações sociais.

O primeiro atributo da teoria dos contratos relacionais é interpretado pela economia dos custos de transação como “frequência”, ou seja, recorrência ou regularidade da transação. O segundo atributo, muito identificado com custos informacionais de mensuração é traduzido para a economia dos custos de transação como “incerteza”.

O terceiro atributo enfocado pela teoria dos contratos relacionais é chamado na economia dos custos de transação de “especificidade dos ativos”. Para Farina et al (1997) um ativo é específico quando possui um maior valor se empregado na transação à qual é específico, ou seja, gera uma quase-renda. A quase renda é definida como a diferença entre o retorno de um ativo empregado em uma transação específica e seu retorno em outro emprego alternativo.

As transações entre os tomadores de crédito agrícola e as organizações que concedem crédito apresentam características idiossincráticas, que as difere de outras transações.

Ao caracterizar o crédito rural a partir da Teoria dos Custos de Transação, constata-se que as transações acontecem em um ambiente complexo, onde há incerteza, principalmente, quanto a fatores climáticos e preço do produto que podem comprometer a capacidade de pagamento do agricultor.

Além do pressuposto ambiental da incerteza, também existem os pressupostos individuais da racionalidade limitada e do oportunismo por partes dos agentes. O alinhamento desses fatores, ambientais e individuais vai determinar o custo de transação, neste contexto, representado pelo custo de elaboração, negociação e execução

---

<sup>3</sup> O conceito de contratos relacionais será abordado no próximo tópico.



dos contratos de crédito agrícola, que pode ser mensurado pelo custo em manter o departamento jurídico e analistas de crédito em que incorre a cooperativa.

Os atributos transacionais – frequência, incerteza e a especificidade dos ativos transacionados -, influenciados pelos pressupostos comportamentais, farão a relação entre os agentes envolvidos nas transações de crédito rural caminhar para a estrutura de governança mais eficiente, isto é, aquela que minimiza os custos de transação.

Face à impossibilidade de internalizar essa transação e também não ser possível a ocorrência da mesma via mercado, já que os contratos são de longa duração, o contrato aparece como uma estrutura de governança eficiente, e deverá ser elaborado de acordo com as características das transações e dos pressupostos comportamentais presentes na relação entre os agentes.

## **2.4 O contrato como estrutura de governança**

De acordo com Fiani (2002) os custos de transação são os custos que os agentes incorrem para negociar, redigir e garantir o cumprimento de um contrato. Dessa forma a unidade básica de análise quando se trata de custo de transação é o contrato.

Para Zylbersztajn e Sztajn (2005) se a firma pode ser vista como umnexo de contratos, como proposto por Coase (1993), então, os problemas de quebra contratual, salvaguardas e formas que permitam resolver problemas de inadimplemento, total ou parcial, dos contratos passam a ter destaque na economia.

Segundo Zylbersztajn e Sztajn (2005) o conceito básico da Economia dos Custos de Transação - ECT é que os contratos podem apresentar problemas futuros, esses problemas são antecipados pelos agentes econômicos que buscam desenhar contratos eficientes no presente. Não obstante, os agentes podem descumprir suas promessas, motivados pelo pressuposto comportamental do oportunismo. Na impossibilidade de desenhar contratos completos, principalmente em decorrência da racionalidade limitada, as lacunas contratuais são inevitáveis.

Os agentes não quebrarão contratos se os custos do rompimento do contrato forem maiores do que os benefícios de cumpri-lo, daí a importância da frequência como um atributo das transações.

Para que os contratos sejam mais eficientes e minimizem os custos de transação, é preciso haver um alinhamento eficiente das relações entre: as características das

transações, as características dos agentes e a elaboração das leis. O ambiente institucional tem papel relevante no sentido de mitigar os custos de transação. As instituições afetam a arquitetura das organizações, criando formas para lidar com o oportunismo pós-contratual.

Os contratos, quanto a sua completude e critérios de elaboração, podem ser classificados como: clássicos, neoclássicos e relacionais. Para Williamson (1989) a diversidade contratual origina numerosas questões, cujas soluções, são o objeto de estudo das instituições econômicas do capitalismo.

A economia dos custos de transação sustenta que tal diversidade se explica principalmente pelas diferenças subjacentes nos atributos das transações. Os propósitos de eficiência contratual se satisfazem adaptando os contratos aos atributos das transações, aos pressupostos comportamentais e as características ambientais.

Na análise do direito contratual clássico as informações são completas e é possível antecipar, e prever contratualmente, todas as contingências futuras relativas à transação. Nesse sentido, corresponde exatamente a transação “ideal” de mercado na economia.

Para Hart (1993) Os trabalhos de Coase e Williamson são baseados na idéia de que existem custos nas transações e elaboração dos contratos. Em um mundo onde predominava o pensamento econômico clássico em que era gratuito planejar e redigir provisões para futuros eventos.

De acordo com Williamson (1989) no direito contratual clássico se prescrevem os “remédios” exatos de modo que os contratos são completos e os tribunais resolvem de forma satisfatória todas as querelas contratuais, nesse contexto, as transações se liquidam automaticamente.

Para Zylbersztajn (1995) nem todas as transações se encaixam no esquema da contratação clássica. Em particular os contratos de longo prazo, executados em condições de incerteza, a informação completa tende a ser proibitivamente custosa, se não impossível, surgem com isso, vários tipos de problemas.

Primeiro, nem todas as contingências podem ser previstas, por isso, o contrato necessita de adaptações no decorrer da transação. Segundo, as adaptações apropriadas não serão evidentes. Terceiro, exceto no caso das transações ocorrerem em situações claras, as contratações entre partes autônomas gerarão disputas. Em um mundo onde as

partes se inclinam a ser oportunistas torna-se muito difícil saber em quais das partes deve-se crer.

Frente a queda da possibilidade das transações não se caracterizarem de acordo com o direito contratual clássico restam três coisas a fazer. Uma seria a eliminação total das transações. Uma segunda seria a eliminação das transações de mercado para organizá-las internamente, com um sistema hierárquico de incentivo e controle. Ou uma terceira opção seria elaborar-se uma relação contratual que preservará a negociação, porém, criando uma estrutura de governança adicional.

Essa última condição leva ao contrato neoclássico, ou seja, diferente do proposto por Coase (1993) onde existiam apenas duas opções de estrutura de governança, firma e mercado, aparece aqui o contrato como estrutura de governança.

Para Williamson (1989), uma característica comum aos contratos de longo prazo é a existência de lacunas em seu planejamento. Para contornar esse problema seus redatores utilizam-se de um conjunto de processos e técnicas para dar flexibilidade aos contratos, no lugar de se utilizar contratos rígidos sem a possibilidade de adaptação no decorrer da transação.

O ordenamento privado também é citado por Williamson (1989) como mais eficiente que os tribunais do Estado para resolução de pendências contratuais. A existência de tribunais e arbitragem para a resolução das disputas tem, muitas vezes, vantagens sobre o litígio, pois, cobrem as funções de flexibilidade e eliminam as lacunas. Os árbitros têm informações e métodos que não estão à disposição dos tribunais convencionais, o que resulta em uma rápida dissolução das querelas contratuais.

Outras formas de ordenamento privado também são utilizadas e apresentam resultados satisfatórios. Para controlar os custos de transação nos contratos de crédito, os agentes econômicos contam com bancos de dados que arrolam os maus pagadores, restringindo o crédito para aqueles que não cumprem as condições de seu contrato.

O fato de ter o crédito restrito em todas as outras instituições de crédito inibe o tomador de crédito de praticar uma ação oportunista, pois, na maioria dos casos, o ônus de ter o crédito negado no futuro é maior do que os ganhos pelo não cumprimento do contrato no presente.

Segundo Williamson (1989), o aumento progressivo da duração e da complexidade do contrato conduz ao deslocamento dos processos de ajuste neoclássicos

para os de ajuste administrativo contínuo, específicos de cada transação, chamado de contrato relacional. Contrastando com o sistema neoclássico, cujo ponto de referência para a realização de adaptações é o contrato original, o ponto de referência para um enfoque verdadeiramente relacional é a relação total, tal como se desenrolou através do tempo. Isso pode incluir ou não o acordo original, podendo gerar ou não uma grande distorção nos termos iniciais da contratação.

Face às exposições acima, percebe-se que as relações contratuais diferenciam-se de acordo com as mudanças no ambiente em que se realizam as transações. O contrato clássico poderia ser usado em um ambiente onde as informações fossem completas e simétricas, sem a presença de incerteza, para ativos não específicos, para contratos de curto prazo e transações sem nenhuma complexidade. O agente teria comportamento ético e em função de sua racionalidade ilimitada seria maximizador o tempo todo. Os contratos neoclássicos são para transações onde a informação não é completa, com isso aparecem os pressupostos comportamentais da racionalidade limitada e do oportunismo, logo, os contratos não podem mais salvaguardar todas as contingências que surgem no decorrer da transação.

Os contratos relacionais prevalecem em um ambiente onde além da incerteza se inclui o atributo transacional da frequência, ou seja, a continuidade nas relações. A diferença entre elaboração do contrato neoclássico e o relacional está no ponto de referência para adaptações contratuais. O contrato neoclássico utiliza-se do contrato inicial ou anterior como referência para elaborar as normas contratuais para a próxima transação. O contrato relacional utiliza toda a relação entre as partes como base para adaptações.

No contrato de crédito rural está presente a condição de frequência e, isto é, os tomadores solicitam crédito quase todo ano e cada solicitação é um contrato individual. Toda a relação do devedor com a organização é utilizada como parâmetro para a elaboração de um novo contrato de crédito, sendo que o contrato original, ou anterior, pode ou não ser utilizado como base para a elaboração do próximo.

No ambiente onde são realizadas as transações de crédito rural também existe a possibilidade de ações oportunistas, logo o contrato de crédito que emerge dessas relações é o relacional.

No entanto, a incompletude é uma característica inerente das relações contratuais, por isso, mesmo com todo o esforço das organizações de crédito em

salvaguardar todos os seus interesses, o não cumprimento do contrato, caracterizado pela inadimplência contratual ainda acontece.

## **2.5 O problema da assimetria de informações como causadora dos custos de Transação**

Para Fiani (2002) a racionalidade limitada, a complexidade das relações e a incerteza têm como consequência informações assimétricas entre os agentes econômicos. A assimetria de informações, nada mais é do que a diferença nas informações que as partes envolvidas em uma transação possuem.

A assimetria de informações pode ser vista como uma falha de mercado, que provoca um elevado custo de transação para os agentes envolvidos. Adaptando as condições propostas por Coase (1993) ao mercado de crédito rural, esses custos de transação podem ser descritos como: (a) custo de avaliação da probabilidade de inadimplência; (b) o monitoramento das atividades dos tomadores, para aumentar a probabilidade de quitação e (c) a execução do contrato para exigir sua quitação.

A existência das informações assimétricas entre os agentes econômicos potencializa o problema do oportunismo, ou seja, se uma das partes detém informações importantes sobre seu comportamento *ex ante* ou *ex post* a realização da transação. Essas informações que não estão em posse da outra parte, abrem oportunidades para ações dolosas por parte de quem detém a informação.

Akerlof (1970) exemplifica os casos de oportunismo *ex ante* e *ex post*. Para o oportunismo *ex ante* o autor utiliza-se do princípio da seleção adversa, utilizando como estudo de caso o mercado americano de automóveis usados. Esse mercado é caracterizado pelo fato de que no ato da transação o vendedor detém informações sobre o veículo que o comprador não possui, podendo omiti-las se lhe for conveniente.

Com isso, todos os carros usados têm seu valor nivelado por baixo, ou seja, todos são considerados *lemons*<sup>4</sup> – por isso o termo “Seleção Adversa”-. Para conseguirem preços melhores pelos seus carros e diferenciarem os mesmos da maioria, os vendedores precisam criar mecanismos que sinalizem para o mercado que seus carros não são *lemons*, ou seja, mecanismos de redução de assimetria de informações.

---

<sup>4</sup> Gíria para carro usado no mercado norte-americano.

Para exemplificar o oportunismo *ex post*, Akerlof (1970) utiliza-se do mercado de seguros de automóveis. Esse caso é caracterizado pelo princípio do “Risco Moral”, ou seja, relacionado com o comportamento do contratante após a realização da transação.

O contratante de um seguro pode acordar condições relacionadas ao seu comportamento e posteriormente não cumpri-las. Como por exemplo, no caso do seguro de automóvel, o segurado pode afirmar que seu automóvel passa as noites dentro da garagem, afirmar a existência de alarmes, e várias outras questões referentes a sua conduta que minimizem o risco de sinistro, porém, após o firmamento do contrato, o segurado não cumpre essas condições pré-estabelecidas e o risco de sinistro aumenta, distorcendo os cálculos feitos pela seguradora.

Essa atitude provoca um aumento no preço dos seguros para todos os segurados, causando prejuízos para aqueles que mantêm uma postura condizente com o contrato estabelecido.

Tanto nesses casos, como no caso da seleção adversa, o comportamento oportunista de alguns agentes causa prejuízos para aqueles que cumprem as condições contratuais com fidelidade.

O problema da assimetria de informações é amplamente discutido em vários setores, Chan, Menkveld, Yang (2008) examinaram o efeito da informação assimétrica no mercado de ações. Utilizaram o mercado de ações da China anterior ao ano de 2001 e constataram que a existência de assimetria nas informações entre investidores locais e estrangeiros afetam sobremaneira o preço das ações naquele mercado. Na China os investidores locais possuem informações que os externos não possuem, por isso, os investidores externos compram apenas ações de grandes companhias onde existe menor incerteza e as informações são mais transparentes, e conseqüentemente o preço destas ações é maior.

Watanabe (2008) destacou a assimetria de informações na explicação da volatilidade dos preços e no comportamento dos investidores. Além das informações heterogêneas, constantemente abordadas pela literatura, também as informações assimétricas fazem os investidores tomarem decisões diferentes. Alguns seguindo tendências e outros apresentando comportamento contrário.

Sufi (2007) explora o mercado de *syndicated loan*, com ênfase em como a assimetria de informações entre os emprestadores e os tomadores de crédito influenciam

a estrutura deste mercado. O *syndicated loan* é uma modalidade de crédito onde no mínimo dois “emprestadores” se juntam para ofertar crédito a uma empresa. Para Sufi (2007) existem evidências de que as informações assimétricas afetam a estrutura dos *syndicated loans* e a composição de seus membros de forma consistente com o risco moral, enfatiza que a reputação das empresas tomadoras pode mitigar o problema do risco moral, mas não podem eliminá-lo.

Martinez (2006) identificou uma situação de risco moral no mercado de crédito do Equador no final da década de 1990. Esse problema aconteceu devido a corrupção no sistema bancário daquele país. Tomadores de crédito desviavam o recurso para outras atividades que não as estabelecidas no contrato, geralmente atividades com maior risco o que causou a deterioração da qualidade dos empréstimos. Os chamados “créditos vinculados” (que são empréstimos concedidos a firmas ou pessoas ligadas a administração de bancos) são os principais responsáveis da causa desse problema.

Especificamente no mercado de crédito a situação é semelhante aos exemplos citados por Akerlof (1970), pois, agentes inadimplentes fazem com que as taxas de juros subam para todos os tomadores de crédito, ou seja, ações oportunistas por parte dos tomadores, fazem com que os agentes que cumprem rigorosamente seus contratos sejam também penalizados.

A existência de mecanismos que possam reduzir a assimetria de informações, com capacidade de antever os elementos com maior possibilidade de não cumprimento dos contratos, poderia sinalizar para as organizações conessoras de crédito os tomadores que apresentam maior risco. As organizações poderiam restringir a concessão de crédito a estes, fazendo com que as taxas não aumentem por conta da inadimplência, o que garante taxas menores para os tomadores adimplentes.

A redução da assimetria de informações entre a organização concessora e o tomador beneficia tanto a organização, que reduzirá suas perdas com inadimplência da carteira de crédito, quanto o tomador, que não assumirá mais compromissos financeiros do que é capaz de liquidar.

Para Einsenhardt (1989) uma teoria bastante utilizada pela literatura para exemplificar o problema da assimetria de informações é a Teoria da Agência. Esta teoria é recomendada para estudos de problemas que envolvam o sistema de cooperação entre indivíduos que integram uma mesma transação.

## 2.6 Crédito e assimetria de informação (caracterização como teoria da agência)

A incapacidade de se redigir contratos que possam prever todas as contingências, aliada a falha de mercado causada pela assimetria de informações, cria os precedentes necessários para a prática de ações oportunistas por parte dos indivíduos envolvidos na transação, seja *ex ante* ou *ex post*, como exemplificado por Akerlof (1970). Essa relação fica muito bem caracterizada como uma situação prevista na Teoria da Agência. Para Arrow (1991) a relação de agência é um fato imanente à vida econômica, mesmo da forma limitada na qual o conceito desta teoria foi usualmente compreendida. A teoria econômica recentemente reconheceu que as interações análogas referentes à teoria são virtualmente universais na economia, como um componente significativo de quase todas as transações.

Esta Teoria tem como elemento comum a presença de dois indivíduos. Um deles (o agente) tem que escolher uma ação, com várias possibilidades de alternativas, essa ação, além de afetar o bem-estar do agente, afeta o bem-estar de um outro indivíduo (o principal), que é então quem normalmente sofre o efeito da ação praticada.

De acordo com Eisenhardt (1989) a Teoria da Agência é uma teoria importante, porém ainda controversa. Em seu artigo *Agency Theory: An Assessment and Review*<sup>5</sup> coloca como principal conclusão sobre a teoria da Agência o fato da mesma oferecer um enfoque diferenciado para a relação informacional entre os indivíduos em uma transação, resultante principalmente da incerteza, dos incentivos e do risco.

Vários autores aplicaram a teoria da agência em estudos nas mais diferentes áreas das ciências sociais e comportamentais, destacando a economia, finanças, marketing, ciências políticas, sociologia e contabilidade.

Para Martinez (1998), os pesquisadores da área de contabilidade encontraram um campo fértil na teoria da agência, devido ao fato desta teoria apresentar um modelo racional para explicar e justificar a relevância da contabilidade no contexto das corporações. Nesse contexto o sujeito considerado “Principal” é o proprietário da empresa e o “agente” são os gerentes, logo os gerentes têm informação sobre a administração da empresa que podem afetar os proprietários, porém privam os proprietários dessas informações para benefício próprio.

---

<sup>5</sup> The Academy of Management Review, vol 14 n.1 jan. p 57-74, 1989.



Albuquerque e Wang (2008) também utilizaram os conflitos de agência para interpretar os problemas existentes por conta da separação entre a propriedade e o controle de empresas, onde o administrador, isto é, o controlador da empresa é o agente e o proprietário, o investidor é o principal. Através de um modelo de equilíbrio geral os autores evidenciaram empiricamente que em países com pouca proteção aos investidores os riscos são maiores os retornos mais voláteis e as taxas de juros são maiores.

Chen, Yao, Yu (2007) utilizam os conflitos de agência como uma das causas para a baixa performance nos rendimentos dos fundos de investimentos mútuos administrados por companhias de seguros. Os mecanismos de governança nestes fundos são fracos e a falta de acompanhamento por parte dos administradores pode ser uma explicação para a baixa performance.

De acordo com Alves et. al. (2003) no mercado de crédito a informação assimétrica torna possível o comportamento oportunista das partes envolvidas na transação. Esse comportamento está associado principalmente aos problemas da seleção adversa (*ex ante* ao contrato) e do risco moral (*ex post* ao contrato).

Nesse contexto, o contrato de concessão de crédito pode ser caracterizado como uma relação de Agência, pois reflete uma relação de dependência entre a organização concessora do crédito (principal) e o tomador de crédito (agente). O principal sofre o efeito da ação do agente, podendo esta ação ser *ex ante* à cessão do crédito, ou *ex post*.

Para Alves et. al. (2003) o problema da seleção adversa ocorre pelo fato dos tomadores de crédito conhecerem melhor sua capacidade de honrar seu contrato de crédito *vis-à-vis* a organização concessora, isto é, anteriormente ao contrato de cessão do crédito o “agente” possui informações que não estão em posse do “principal”. O “agente”, no entanto, pode omitir essas informações do “principal” no intuito de minorar o verdadeiro risco envolvido na transação.

O problema do risco moral acontece após a cessão do crédito ao tomador, ou seja, o “agente” evidencia para o “principal”, através do contrato, que terá um determinado comportamento quando estiver em posse do crédito, porém, após receber o recurso não cumpre as cláusulas pré-estabelecidas.

De acordo com Azevedo e Shikida (2004), o risco moral pode ser exemplificado quando o tomador desvia o crédito para outras atividades, de maior risco que a estipulada pelo contrato, que pode apresentar ao tomador maior retorno, no entanto,

compromete sua capacidade de honrar o compromisso assumido financeiramente. Com o maior risco assumido pelos tomadores, as chances de se conceder um empréstimo a um mal pagador são grandes, influenciando negativamente as linhas de crédito.

As atitudes oportunistas dos agentes, sejam *ex ante* ou *ex post* a transação, potencializadas pela assimetria de informações, aumentam o nível de inadimplência. Com a inadimplência mais alta as instituições de crédito tendem a aumentar suas taxas, pois, um dos componentes que compõe a taxa cobrada é a “provisão para devedores duvidosos”, que aumenta quanto a inadimplência cresce.

As taxas mais altas, além de penalizar os bons pagadores, viabilizarão apenas projetos com taxas de retorno maiores, e conseqüentemente, com maior risco. O risco maior aumenta a probabilidade de inadimplência, o que novamente pressiona a instituição a aumentar a taxa de juros, e assim sucessivamente. O limite deste ciclo é a própria inviabilização do mercado.

Nesse contexto, ressalta-se a necessidade de mitigar os custos de transação nas relações de crédito rural, principalmente no que diz respeito ao custo de avaliação da probabilidade de inadimplência, oferecendo um mecanismo capaz de diminuir a assimetria de informações entre os tomadores e as instituições concessoras de crédito. Outrossim, faz-se necessário entender o processo de formação do mecanismo de crédito rural no país e conhecer a forma de seu funcionamento atual, o que será objeto do próximo capítulo deste trabalho.

### 3 – CRÉDITO RURAL

#### 3.1 Histórico do Crédito Rural no Brasil

A agropecuária apresenta riscos maiores que a produção industrial. Afora os riscos provenientes das condições climáticas ainda existe o risco proveniente do grande hiato de tempo entre o início da produção e a venda do produto, o que torna mais difícil prever o preço pelo qual o produto será vendido. Por conta disso, certos governos podem se interessar em dar um apoio diferenciado ao setor agropecuário por conta de questões estratégicas de interesse nacional, como segurança alimentar (BACHA, 2004).

Por ser um setor diferenciado, o setor agropecuário dispõe de políticas diferenciadas para proporcionar o seu desenvolvimento, dentre essas políticas, no Brasil destaca-se a política de crédito rural.

De acordo com Bacha (2004) o Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) foi criado em 1965, porém o Banco do Brasil já fazia concessões de crédito rural através da Carteira de Crédito Agrícola e Industrial (CREAI) desde 1937, não obstante, foi a partir da década de 1960 que o volume de crédito rural ampliou-se consideravelmente.

Para Gatti, Vieira e Silva (1993) apesar de criticada por alguns autores, por conta da crise do Sistema Nacional de Crédito Rural nos anos 1980, a política de crédito rural adotada no país a partir da década de 1960 foi de grande valia para o modelo de desenvolvimento agropecuário adotado pelo país.

O crédito abundante, principalmente na década de 1970, possibilitou a expansão dos padrões de produtividade agropecuária, além de ser um estímulo ao desenvolvimento de uma importante indústria interna *ex ante* e *ex post* ao setor agropecuário e a formação dos complexos agroindustriais que hoje são predominantes no país.

No entanto, para Bacha (2004) esse crédito foi concentrado em poucas culturas, principalmente as de exportação, que receberam cerca de metade do crédito total. As concessões de crédito também convergiram mais para algumas regiões do país, principalmente a Centro-Sul. Além do fato de que dentro dessas regiões privilegiadas os grandes agricultores foram mais capazes de obter crédito do que os pequenos produtores, já que do ponto de vista da instituição bancária o custo de concessão do

crédito é o mesmo, independente do volume, logo os empréstimos mais volumosos, dão maior retorno aos bancos.

Estima-se que na década de 1970, cerca de 25% dos produtores agrícolas receberam crédito concedido pelo sistema oficial, e que menos de 5% dos agricultores receberam mais da metade do crédito total concedido.(BACHA, 2004)

O crédito abundante e com taxas subsidiadas para o setor agrícola tornou a agricultura dependente das políticas públicas de crédito. Consequentemente a redução do volume de crédito governamental e o aumento nas taxas de juros a partir da década de 1980 provocaram um choque no setor.

Segundo Gasques e Villa Verde (1995) na década de 1980 houve a necessidade de mudanças profundas no modelo de financiamento rural, a fase paternalista do Estado se esgotou, principalmente devido à crise fiscal e ao comprometimento da União com o pagamento da dívida pública. A emissão de moeda, que era uma fonte usual de financiamento rural, também ficou prejudicada por conta da necessidade de controle da base monetária, essencial para o combate à inflação.

De acordo com Bacha (2004) o acirramento da crise fiscal do Estado durante a década de 1990, forçou os produtores a buscarem novas fontes de recursos capazes de atender suas necessidades de financiamento, pois o modelo de crédito baseado nas exigibilidades e na emissão de moeda havia se esgotado.

Para Bressan, Braga e Lima (2004), uma alternativa para o produtor rural na obtenção de recursos financeiros foi a constituição de cooperativas de crédito. As cooperativas de crédito rural surgiram dos produtores europeus e canadenses, não obstante, no Brasil várias atribuições podem ser dadas ao sistema financeiro cooperativo.

Dentre estas atribuições destaca-se o papel de retirada dos “intermediadores” do processo de concessão de crédito. A cooperativa de crédito torna desnecessária a intermediação bancária nas operações de crédito ao produtor, já que a cooperativa é propriedade dos próprios produtores cooperados que são os tomadores de crédito.

A cooperativa de crédito também aumenta a proximidade entre as partes integrantes na transação, ou seja, o pequeno agricultor está mais próximo da organização concessora de crédito. Para Young, Glennon e Nigro (2008) a proximidade entre as organizações concessionárias de crédito e os pequenos negociantes melhora a

qualidade das informações coletadas para a construção de mecanismos de redução de assimetria de informações.

Outrossim, para que as cooperativas possam efetivamente cumprir esse papel de “desintermediadora” do sistema de crédito rural é essencial que sua estrutura financeira seja sólida, com baixos riscos de insolvência e, por conseguinte, baixos índices de inadimplência nos contratos (BRESSAN; BRAGA e LIMA, 2004).

Por isso, a importância de se produzir mecanismos que possam reduzir a assimetria de informações entre as cooperativas de crédito e os produtores rurais, diminuindo o risco de não cumprimento do contrato de crédito e conseqüentemente as taxas de inadimplência, o que torna a cooperativa mais sólida e eficiente para cumprir seu papel no sistema de crédito rural.

### **3.2 Caracterização do Crédito Rural no Brasil**

Segundo o Banco Central do Brasil - BACEN (2008) o crédito rural divide-se basicamente em três modalidades: custeio, investimento e comercialização. O crédito para custeio pode destinar-se ao atendimento das despesas consideradas normais do ciclo produtivo de lavouras periódicas, da entressafra de lavouras permanentes ou extração de produtos vegetais. Também são caracterizadas como despesas de custeio a exploração da pecuária e o beneficiamento ou industrialização de produtos agropecuários.

Classifica-se como crédito para investimento aquele com predominância de verbas para inversões fixas e semi-fixas, amparados por um projeto integrado, mesmo que o orçamento direcione recursos também para gastos de custeio. Investimentos fixos financiáveis são caracterizados como: construção, reforma ou ampliação de instalações, aquisição de máquinas, obras de irrigação, eletrificação e telefonia rural, entre outras. Investimentos semi-fixos financiáveis são aquisição de animais para recriação, engorda ou serviço, máquinas ou equipamentos com vida útil inferior a cinco anos, entre outros.

O crédito para comercialização tem o objetivo de assegurar ao produtor rural e suas cooperativas os recursos necessários para a comercialização de seus produtos no mercado. Este compreende as despesas de pré-comercialização, operações de desconto, empréstimos a cooperativas para adiantamentos a cooperados, Empréstimos do Governo Federal (EGF), Linha Especial de Crédito (LEC) entre outros.

Segundo o Anuário Estatístico do Crédito Rural (2007) o total de crédito liberado em 2007 foi de mais de 51 bilhões de reais, divididos em cerca de três milhões de contratos. Do montante de crédito liberado, 30,5 bilhões foram para custeio, pouco mais de 10 bilhões para investimento e pouco mais de 9 bilhões para comercialização.

A região que mais obteve crédito rural no ano de 2006 foi a Sul com 36,47% do valor concedido, no entanto, essa região realizou 32,58% dos contratos de crédito do país. A região Nordeste realizou 41,95% dos contratos de crédito do país e obteve apenas 8,98% dos recursos. Face ao exposto pode-se constatar que a região Nordeste apresenta um grande volume de contratos com valores relativamente baixos, e a região Sul apresenta um menor volume de contratos, porém com valores mais altos. Como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1. Financiamentos Concedidos a Produtores e Cooperativas no ano de 2007**

<b>REGIÃO/UNIDADE DA FEDERAÇÃO</b>	<b>Nº. de contratos</b>	<b>%</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>%</b>
<b>Norte</b>				
ACRE	5.746	0,19%	64.186.411,90	0,13%
AMAPÁ	587	0,02%	5.423.856,91	0,01%
AMAZONAS	11.108	0,37%	111.366.538,56	0,22%
PARÁ	65.898	2,22%	617.778.580,26	1,21%
RONDÔNIA	20.447	0,69%	312.623.784,11	0,61%
RORAIMA	5.755	0,19%	23.724.853,02	0,05%
TOCANTINS	27.602	0,93%	548.378.588,43	1,07%
<b>TOTAL DA REGIÃO</b>	<b>137.143</b>	<b>4,63%</b>	<b>1.683.482.613,19</b>	<b>3,29%</b>
<b>Nordeste</b>				
ALAGOAS	55.388	1,87%	276.342.192,22	0,54%
BAHIA	240.842	8,12%	1.630.941.022,06	3,19%
CEARÁ	213.511	7,20%	472.509.886,57	0,92%
MARANHÃO	153.381	5,17%	675.330.971,28	1,32%
PARAÍBA	83.009	2,80%	306.281.456,38	0,60%
PERNANBUCO	175.852	5,93%	521.423.348,97	1,02%
PIAUI	136.140	4,59%	310.094.621,74	0,61%
RIOGRANDE DO NORTE	109.168	3,68%	237.318.940,86	0,46%
SERGIPE	76.581	2,58%	164.981.822,93	0,32%
<b>TOTAL DA REGIÃO</b>	<b>1.243.872</b>	<b>41,95%</b>	<b>4.595.224.263,01</b>	<b>8,98%</b>
<b>Sudeste</b>				
ESPÍRITO SANTO	60.983	2,06%	1.069.031.235,23	2,09%
MINAS GERAIS	299.762	10,11%	7.681.669.107,67	15,01%
RIO DE JANEIRO	10.597	0,36%	141.288.531,60	0,28%
SÃO PAULO	111.310	3,75%	9.457.664.516,92	18,48%
<b>TOTAL DA REGIÃO</b>	<b>482.652</b>	<b>16,28%</b>	<b>18.349.653.391,42</b>	<b>35,86%</b>
<b>Sul</b>				
PARANÁ	259.671	8,76%	7.767.487.300,00	15,18%
RIOGRANDE DO SUL	502.834	16,96%	7.356.984.153,00	14,38%
SANTA CATARINA	203.429	6,86%	3.537.777.736,84	6,91%
<b>TOTAL DA REGIÃO</b>	<b>965.934</b>	<b>32,58%</b>	<b>18.662.249.189,84</b>	<b>36,47%</b>
<b>Centro-Oeste</b>				
DISTRITO FEDERAL	1.176	0,04%	105.203.059,29	0,21%
GOIÁS	63.794	2,15%	3.069.289.033,99	6,00%
MATO GROSSO	43.272	1,46%	2.622.528.252,19	5,13%
MATO GROSSO DO SUL	27.142	0,92%	2.077.095.651,77	4,06%
<b>TOTAL DA REGIÃO</b>	<b>135.384</b>	<b>4,57%</b>	<b>7.874.115.997,24</b>	<b>15,39%</b>
<b>TOTAL BRASIL</b>	<b>2.964.985</b>	<b>100%</b>	<b>51.164.725.454,70</b>	<b>100%</b>

Fonte: Anuário Estatístico do Crédito rural 2007.

De acordo com a Tabela 1 o Paraná recebeu 15,18% do total de crédito liberado no país. Desse total 30,46% foram para contratos até R\$ 60.000,00 (sessenta mil reais), e 45,1% para contratos acima de R\$ 300.000,00 (trezentos mil reais). Semelhante aos valores nacionais onde 39,01% do total liberado foi para contratos acima de R\$ 300.000,00 (trezentos mil reais).

O estado de São Paulo movimentou 18,48% do volume total de crédito no país, porém realizou apenas 3,75% dos contratos, o que mostra que os contratos neste estado são de valores mais altos que a média do país. O estado que menos recebeu crédito foi o Amapá com uma participação de 0,01% do total de crédito liberado representando 0,02% dos contratos de crédito liberados no país. A Região Sul foi a que mais movimentou crédito rural no ano de 2007, participando com 36,47% do volume total de crédito liberado, o que representou 32,58% dos contratos.

Aproximadamente 32% do valor liberado no país foram para contratos de crédito com valor até R\$ 60.000,00 (sessenta mil reais) e as principais fontes de recurso são: Recursos Obrigatórios<sup>6</sup> o Fundo de Amparo ao Trabalhador e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES. Os recursos do Tesouro representaram apenas 0,96% do total liberado.

No que tange as organizações concessionárias de crédito, a Tabela 2 mostra que as principais ainda são os bancos federais, sendo que 82,27% dos contratos de crédito do país no ano de 2007 foram feitos nessas organizações, o que representou quase a metade do valor liberado para crédito rural no ano.

Os bancos privados também são de grande relevância na intermediação dos créditos rurais, principalmente operando recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES através do Financiamento de Máquinas e Equipamentos – FINAME, além de concederem recursos através das obrigatoriedades de aplicação em crédito rural imposta pelo Banco Central. No ano de 2007, 8,51% dos recursos foram intermediados por bancos privados.

---

<sup>6</sup> Recursos que devem ser empregados obrigatoriamente em crédito rural pelos bancos comerciais.



**Tabela 2: Valores Concedidos a Cooperativas e Produtores por Tipo de Organização e Finalidade no Ano de 2007**

<b>Tipo de Instituição – Finalidade</b>	<b>Nº. de contratos</b>	<b>%</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>%</b>
BANCOS OFICIAIS FEDERAIS	2.439.235	82,27%	23.210.144.640,03	45,36%
Custeio	1.005.904	33,93%	14.488.221.656,89	28,32%
Investimento	1.418.394	47,84%	6.403.574.991,36	12,52%
Comercialização	14.937	0,50%	2.318.347.991,78	4,53%
BANCOS OFICIAIS ESTADUAIS	49.855	1,68%	1.300.173.471,04	2,54%
Custeio	28.163	0,95%	575.813.908,29	1,13%
Investimento	20.859	0,70%	606.831.623,90	1,19%
Comercialização	833	0,03%	117.527.938,85	0,23%
BANCOS PRIVADOS	252.178	8,51%	22.689.964.561,92	44,35%
Custeio	195.565	6,60%	12.424.323.859,44	24,28%
Investimento	36.783	1,24%	3.312.491.275,30	6,47%
Comercialização	19.830	0,67%	6.953.149.427,18	13,59%
COOPERATIVAS DE CRÉDITO				
RURAL	223.717	7,55%	3.964.442.781,71	7,75%
Custeio	185.304	6,25%	3.114.945.709,76	6,09%
Investimento	28.718	0,97%	585.873.823,94	1,15%
Comercialização	9.695	0,33%	263.623.248,01	0,52%
RESUMO DO PAÍS	2.964.985	100,00%	51.164.725.454,70	100,00%
Custeio	1.414.936	47,72%	30.603.305.134,38	59,81%
Investimento	1.504.754	50,75%	10.908.771.714,50	21,32%
Comercialização	45.295	1,53%	9.652.648.605,82	18,87%

Fonte: Anuário Estatístico do Crédito Rural 2007.

As cooperativas de crédito rural intermediaram cerca de 223 mil contratos de crédito, o que representou em unidades monetárias 3,9 bilhões de reais. Do total de contratos de crédito realizados no país, as cooperativas participaram com 7,55% e movimentaram 7,75% do total de recursos disponibilizados para a agropecuária no ano de 2007.

A participação das cooperativas de crédito no total nacional de crédito rural liberado, ou em número de contratos de crédito firmados ainda é modesta se comparada com os bancos federais, conforme pode ser observado na Tabela 3.

**Tabela 3: Financiamentos concedidos a produtores rurais e cooperativas, por cooperativas de crédito**

<b>Ano</b>	<b>Nº. de contratos</b>	<b>% do total do país</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>% do total do país</b>
2000	94.840	7,03	709.866.044,27	5,15
2001	112.270	7,64	934.303.120,75	5,21
2002	129.532	7,54	1.507.793.891,88	6,72
2003	147.718	7,03	1.948.150.298,95	6,26
2004	174.900	6,37	2.374.347.943,92	5,87
2005	173.871	5,36	2.220.856.514,22	5,29
2006	182.277	5,17	2.679.076.217,09	6,12
2007	223.717	7,55	3.964.442.781,71	7,75

Fonte: Anuário Estatístico do Crédito Rural 2007.

Em termos relativos, a participação das cooperativas de crédito na intermediação do montante total de crédito rural variou pouco, no período de 2000 a 2007 ficou em torno de 5% a 7%. No entanto, quando considerada a evolução da participação das cooperativas de crédito no total do crédito concedido e no total de contratos feitos em termos absolutos, percebe-se um crescimento substancial.

No que tange aos valores não se pode fazer uma análise pormenorizada, já que os mesmos não estão deflacionados, porém no que diz respeito ao número de contratos nota-se um crescimento de 135,89% no período de 2000 a 2007, passando de 94.840 contratos no ano 2000 para 223.717 contratos no ano de 2007.

Os dados mencionados nessa seção contribuíram para ressaltar a importância das cooperativas de crédito, tanto como desintermediadora das transações de crédito entre os produtores rurais e as principais fontes de recursos do crédito rural, como também no volume de contratos e no montante de crédito rural intermediado pelas mesmas.

### **3.3 Linhas de Crédito Rural**

O crédito rural é liberado para os produtores rurais de acordo com o enquadramento destes em linhas de crédito específicas. Na cooperativa de crédito em análise as linhas de crédito utilizadas são: o Programa nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF, o Programa Nacional de Geração de Emprego Rural - PROGER RURAL, A Poupança Rural e uma modalidade caracterizada como “Demais Produtores”, que é destinada para os produtores rurais que não se enquadram nos programas citados.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas - IBASE (2006), o PRONAF foi criado em 1996 com o objetivo de fortalecer e valorizar o agricultor familiar. Fazer a integração do agricultor à cadeia de agronegócios, aumentando sua renda através da profissionalização e modernização de seu sistema produtivo.

Os recursos do PRONAF podem ser utilizados para custeio de safra e investimento. Normalmente são exigidas dos produtores garantias reais para a liberação do crédito, no caso do crédito para custeio, a garantia é o penhor da safra, ou adesão ao Programa de Garantia de Atividade Agropecuária – PROAGRO. No caso do crédito para investimento, a garantia é a alienação fiduciária do bem financiado.

Segundo o IBASE (2006) para beneficiar-se do programa o agricultor precisa enquadrar-se em critérios pré-estabelecidos, comprovados mediante declaração de aptidão ao programa, assinada pelo beneficiário do crédito e emitida por agentes credenciados pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário.

O enquadramento dos agricultores pode ser feito nos grupos: PRONAF A, PRONAF B, PRONAF C, PRONAF D e PRONAF E, conforme resolução do Banco Central do Brasil<sup>7</sup>.

O PRONAF A é destinado aos produtores rurais que foram assentados pelo Programa Nacional de Reforma Agrária e os amparados pelo Fundo de Terras e da Reforma Agrária – Banco da Terra.

O PRONAF B é destinado a agricultores familiares que explorem parcela de terra na condição de proprietário, posseiro arrendatário ou parceiro, que residam na propriedade ou em local próximo, que não disponham de área superior a quatro módulos fiscais<sup>8</sup>, que tenham o trabalho familiar como base na exploração do estabelecimento e obtenham renda bruta anual familiar até R\$ 2.000,00, excluídos os benefícios previdenciários.

Os agricultores familiares que podem ser enquadrados no PRONAF C são os que explorem a terra na condição de proprietário, posseiro, arrendatário, parceiro ou concessionário do Programa Nacional de Reforma Agrária, residam na propriedade ou em local próximo, não disponham de área superior a quatro módulos fiscais, obtenham 80% da renda familiar de exploração agropecuária, ou não-agropecuária<sup>9</sup>, tenham o trabalho familiar como predominante na exploração do estabelecimento, utilizando apenas eventualmente o trabalho assalariado e obtenham renda bruta familiar anual entre R\$2.000,00 e R\$ 14.000,00, descontados os benefícios previdenciários.

Os limites de financiamento para custeio são de R\$ 3.000,00 com juros de 4% ao ano. Para investimentos o limite é até R\$ 6.000, e o prazo de pagamento é de até oito anos, com juros de 3% ao ano.

---

<sup>7</sup> A resolução 3.559 do BACEN de 28.03.2008 faz algumas alterações nas normas de enquadramento do PRONAF, no entanto, como os créditos liberados pela cooperativa são até 2007, as normas de enquadramento utilizadas ainda são as válidas no ano de 2007.

<sup>8</sup> O módulo fiscal é uma forma de categorização econômica dos imóveis rurais que varia e acordo com os indicadores econômicos de cada região e com o grau de aproveitamento da terra. Para os estados da região sul o módulo fica em torno de 25 hectares

<sup>9</sup> Entende-se por atividades não-agropecuárias os serviços relacionados com turismo rural, produção artesanal, agronegócio familiar e outras prestações de serviços no meio rural, que sejam compatíveis com a natureza da exploração rural e com o melhor emprego da mão-de-obra familiar.

O PRONAF D é destinado aos produtores rurais que explorem parcela de terra na condição de proprietário, posseiro, arrendatário, parceiro ou concessionário do Programa Nacional de Reforma Agrária, residam na propriedade ou local próximo, não disponham de área superior a quatro módulos fiscais, tenham o trabalho familiar como predominante na exploração do estabelecimento, podendo manter até 2 empregados permanentes e obtenham renda bruta familiar anual entre R\$ 14.000,00 e R\$ 40.000,00 descontados os benefícios previdenciários

Os limites para financiamento de custeio são de até R\$ 6.000,00, com juros de 4% ao ano e prazo de até dois anos. Para investimento o limite é de até R\$ 18.000,00 com prazo de até oito anos e carência de cinco anos, os juros são de 3% ao ano.

Os agricultores familiares que se enquadram no PRONAF E precisam preencher todos os requisitos do grupo PRONAF D, porém podem auferir renda bruta anual entre R\$ 40.000,00 e R\$ 60.000,00. Os limites de financiamento para custeio são de R\$ 36.000,00, com juros de 7,25% ao ano e o prazo para pagamento é de dois anos. Já para investimento a taxa de juros e o limite de financiamento são os mesmos que para custeio, porém o prazo de pagamento é de oito anos, com até três anos de carência.

A cooperativa em análise trabalha com o PRONAF nos grupos C, D e E, nessas modalidades as exigências cadastrais dos agricultores solicitantes ficam a critério das instituições financeiras conessoras do crédito, assim como todo o risco financeiro.

Outra linha de crédito utilizada pelos agricultores é a do Programa de Geração de Emprego e Renda Rural – PROGER RURAL, que tem como objetivo promover o desenvolvimento das atividades rurais dos pequenos produtores, promovendo o aumento da renda e a geração de empregos no campo.

Enquadra-se nesta linha de financiamento os agricultores que explorem parcela de terra na condição de proprietário, posseiro, arrendatário ou parceiro em área não superior a 15 módulos fiscais. A renda bruta anual não pode ultrapassar a R\$ 220.000,00 e 80% desta renda precisa ser oriunda de atividade agropecuária ou extrativa vegetal. O crédito pode ser utilizado para despesas de custeio agrícola e pecuário e também investimentos fixos ou semifixos da propriedade.

O produtor também necessita, se pessoa jurídica, comprovar que está adimplente com as obrigações trabalhistas, previdenciárias e fiscais, e se pessoa física estar regular com a previdência social.

O depósito de Poupança Rural foi criado pela Resolução 1.188 do Banco central do Brasil - BACEN, com o objetivo de captar recursos para o desenvolvimento da agricultura. Inicialmente apenas os bancos federais podiam operar com essa modalidade de poupança. A Resolução do BACEN 3.188 de 29 de março de 2004 permite que os bancos cooperativos cujo controle acionário pertença a cooperativas centrais também capturem recursos através da Poupança Rural, no entanto 65% dos recursos captados precisam ser utilizados para o financiamento rural.

Na cooperativa em análise as linhas com recursos captados através da poupança rural e também outra caracterizada como “Demais Produtores” são para produtores rurais que não se enquadram no PRONAF nem no PROGER, ou por explorar parcela de terra maior que o limite máximo, ou por auferirem renda superior ao limite de enquadramento. As taxas de juros anuais nessas modalidades são de 6,75% ao ano para custeio e 12% mais Taxa Referencial – TR para investimento.

Após o levantamento bibliográfico referente a teoria dos custos de transação e a assimetria de informações, bem como a caracterização do crédito rural no Brasil, faz-se necessária uma abordagem acerca da metodologia estatística de regressão logística, que será adotada no intuito atingir o objetivo proposto pelo trabalho, ou seja, a criação de um mecanismo que possa reduzir a assimetria de informações entre o agente e o principal nos contratos de crédito rural.

Ao considerar-se estritamente a relação entre as partes integrantes de um contrato de crédito rural, pretende-se utilizar o método de regressão logística para auxiliar o “principal” na redução da assimetria de informações, caracterizada como uma falha de mercado causadora da inadimplência contratual.

## 4 – O MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA

O modelo de regressão logística é amplamente utilizado nas ciências sociais aplicadas, principalmente pela facilidade de combinar variáveis quantitativas e qualitativas, no entanto, a interpretação deste modelo é diferenciada pelo fato de ter uma variável qualitativa como dependente. Nesse contexto, faz-se necessária uma abordagem teórica acerca da utilização de variáveis qualitativas bem como das vantagens do modelo de regressão logística sobre os modelos alternativos. Esta seção também conta com a descrição de algumas aplicações deste modelo em trabalhos de análise de crédito.

### 4.1 Modelos de Regressão com Variáveis Qualitativas ou Binárias

Para Gujarati (2006) na análise de regressão, a variável dependente, também chamada de regressando, é influenciada não apenas por variáveis proporcionais ou quantitativas (como produto, preços, custos, temperatura), mas também por variáveis qualitativas, também chamadas de nominais (como religião, nacionalidade, sexo). Essas variáveis qualitativas também são conhecidas como variáveis indicadoras, de categorias, binárias ou *dummies*.

As variáveis *dummies* são utilizadas para indicar a presença ou não de um atributo, ou seja, uma “qualidade”, como negro ou branco, masculino ou feminino e outros. De acordo com Hill, Griffiths e Judge (2006), um modo de “quantificar” esses atributos é a formulação de variáveis artificiais que assumam os valores 1 ou 0, sendo que o 1 indica a presença do atributo e o 0 a ausência do mesmo. Logo, essas variáveis são artifícios para classificar observações em categorias mutuamente exclusivas.

Os modelos de regressão podem avaliar a significância estatística de relações entre regressandos quantitativos e regressores qualitativos. Uma forma usual de aplicá-los é na comparação de diferenças entre valores médios de dois ou mais grupos ou categorias.

Para os dados da cooperativa em estudo pode-se exemplificar o modelo de regressão com variáveis *dummies* para constatar a diferença entre os valores médios dos financiamentos liberados para cada cultura (algodão, mandioca, milho, milho safrinha, soja, trigo). Utilizando a seguinte equação:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 Z_{1i} + \beta_2 Z_{2i} + \beta_3 Z_{3i} + \beta_4 Z_{4i} + \beta_5 Z_{5i} + u_i \quad (4.1)$$

onde:

$Y_i$  é o valor do financiamento liberado a cada cooperado;

$Z_{1i} = (1,0,0,0,0)$  financiamento direcionado para a cultura da mandioca;

$Z_{2i} = (0,1,0,0,0)$  financiamento direcionado para a cultura do milho;

$Z_{3i} = (0,0,1,0,0)$  financiamento direcionado para a cultura do milho safrinha;

$Z_{4i} = (0,0,0,1,0)$  financiamento direcionado para a cultura da soja;

$Z_{5i} = (0,0,0,0,1)$  financiamento direcionado para a cultura do trigo;

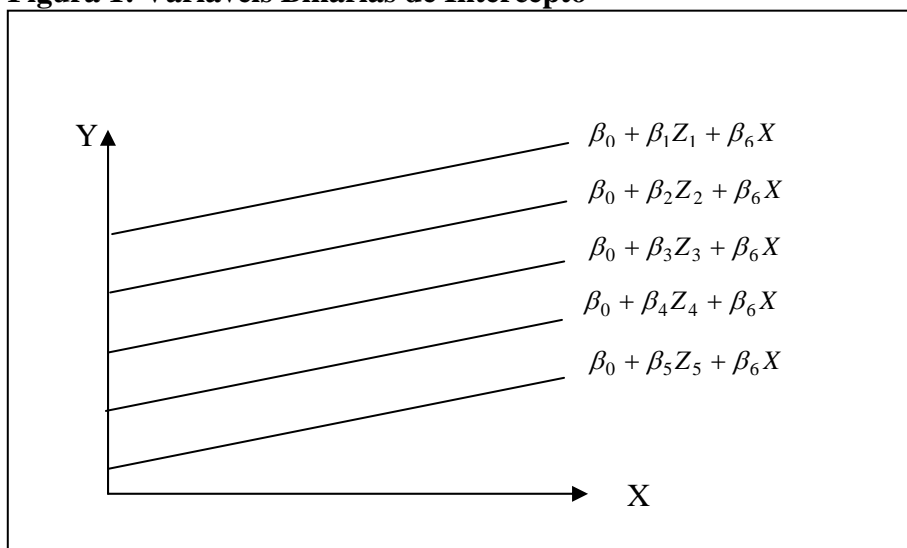
$u_i$  é o erro aleatório<sup>10</sup>.

Partindo do pressuposto que o termo do erro apresente média zero, variância constante  $\delta^2$ , independência das variáveis e não ser combinações lineares entre si, observam-se as seguintes esperanças, isto é, o valor médio liberado para a cultura  $j$  sendo  $j = 1,2,3,4,5$

$$E(Y_i | Z_{ji} = 1, Z_{ki} = 0 \rightarrow k \neq j) = \beta_0 + \beta_j \quad (4.2)$$

Para Hill, Griffiths e Judge (2006) estas variáveis são “binárias de intercepto”, pois a presença do atributo, ou seja, do número “1” provocará apenas um deslocamento paralelo da reta estimada da regressão, isto é, a variação é apenas no intercepto, não variando a inclinação dessa reta quando se tem uma regressão simples, como mostra a Figura 1.

**Figura 1: Variáveis Binárias de Intercepto**



Fonte: Gujarati (2006).

<sup>10</sup> Os financiamentos direcionados para a cultura do algodão não aparecem na equação, pois assumem os valores (0,0,0,0,0) e seu efeito será assumido pela constante  $\beta_0$ .

De acordo com Gujarati (2006), apesar da facilidade na incorporação de variáveis binárias aos modelos de regressão, isso deve ser feito com muita cautela, principalmente no que diz respeito à colinearidade perfeita.

Se, para representar as seis culturas, fossem criadas seis colunas. A soma horizontal das seis colunas seria uma coluna de (1), sabendo que o intercepto também é, implicitamente, uma coluna de (1) resultaria no problema de colinearidade perfeita<sup>11</sup>. Essa é a chamada “armadilha das variáveis binárias”.

Para Gujarati (2006) os modelos que envolvem variáveis econômicas, na grande maioria das vezes, estão presentes variáveis qualitativas e quantitativas, simultaneamente, conforme a equação 4.3

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 Z_{1i} + \beta_2 Z_{2i} + \beta_3 Z_{3i} + \beta_4 Z_{4i} + \beta_5 Z_{5i} + \beta_6 X_{6i} + u_i \quad (4.3)$$

Nesse modelo os parâmetros  $\beta_{1i}, \beta_{2i}, \beta_{3i}, \beta_{4i}, \beta_{5i}$  continuam sendo as diferenças entre a cultura adotada como referência, representada por  $\beta_0$ , e as outras culturas. Não obstante, o parâmetro  $\beta_{6i}$  (que nesse caso é o único relacionado a uma variável quantitativa  $X_{6i}$  que pode ser o tamanho da propriedade, por exemplo) representa o quanto irá variar o regressando  $Y_i$  no caso da variação de uma unidade em  $X_{6i}$ .

Após exemplificar a utilização de variáveis binárias como independentes em uma regressão, é essencial para a interpretação do modelo de regressão logística, o entendimento das variáveis binárias também como dependentes. Para isso, primeiramente será abordado o modelo de Probabilidade Linear.

## 4.2 O Modelo de Probabilidade Linear

O modelo de probabilidade linear não será usado neste estudo, todavia, para entender a necessidade do uso de métodos alternativos ao linear na estimação da probabilidade de adimplência ou inadimplência faz-se necessário conhecer as limitações do modelo de probabilidade linear.

O presente estudo apresenta a condição adimplente ou inadimplente nos contratos de crédito como variável dependente, ou seja, o regressando é uma variável binária, segundo Wooldridge (2006) pode-se estimar os parâmetros de uma equação utilizando como regressando uma variável binária, ou qualitativa, ou seja, a variável

---

<sup>11</sup> Uma maneira de criar as seis colunas e não cair no problema da colinearidade perfeita seria a eliminação do intercepto da equação.



dependente pode assumir valores de “0” ou “1”. O modelo de regressão mantém sua estrutura tradicional:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + u \quad (4.4)$$

Não obstante, para Wooldridge (2006) a interpretação dos parâmetros  $\beta_0, \beta_1 \dots \beta_k$  não pode ser a mudança de  $y$ , dada a variação em uma unidade em  $X_k$ , mantendo fixo todos os outros fatores  $X_1, X_2 \dots X_k$ , pois  $y$  somente muda de “0” para “1”, porém os *betas* ainda têm uma interpretação interessante.

Assumindo  $y$  como variável dependente binária, onde  $y = 1$  seja a presença de um atributo (sucesso) e  $y = 0$  seja a ausência deste atributo (fracasso), a relação obtida, considerando que a esperança do erro é zero, é a seguinte:

$$P(y=1|X_1, X_2, \dots, X_k) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k \quad (4.5)$$

Isso mostra que a probabilidade de sucesso é uma função linear dos  $X_k$ 's. Como a soma total das probabilidades de sucesso e fracasso deve ser igual a um, a probabilidade de fracasso também é uma função linear de  $X_k$ , pois:

$$P(y=0|X_1, X_2, \dots, X_k) = 1 - P(y=1|X_1, X_2, \dots, X_k) \quad (4.6)$$

Logo  $y$  segue uma distribuição de probabilidade de *Bernoulli*. O modelo de regressão múltipla com uma variável dependente binária, de acordo com Wooldridge (2006), é chamado de modelo de probabilidade linear (MPL), pois a probabilidade de resposta é linear nos parâmetros  $\beta_0, \beta_1 \dots \beta_k$ . Os parâmetros, nos modelos de probabilidade linear, assumem então a seguinte interpretação: Os  $\beta_0, \beta_1 \dots \beta_k$  medem a probabilidade de sucesso quando  $X_k$  muda, mantendo fixos os outros fatores.

Pode parecer que a estimação de parâmetros por Mínimos Quadrados Ordinários - MQO são utilizados com facilidade nos modelos de regressão com variáveis dependentes binárias, no entanto, não é isso que acontece, pois o modelo de probabilidade linear apresenta vários problemas.

Para Gujarati (2006) os principais problemas apresentados pelo modelo de probabilidade linear são:

1) Ausência de normalidade dos erros  $u_i$ , isto é, o erro segue uma distribuição de probabilidade de *Bernoulli*. Os MQO não exigem normalidade nos resíduos, porém para que se possa fazer inferência estatística, é necessária essa condição;

2) Heterocedasticidade em  $u_i$ : mesmo que não haja correlação serial, não é possível afirmar que, nos modelos de probabilidade linear, os erros são homocedásticos, pois, em uma distribuição de Bernoulli, a média e a variância são respectivamente  $p$  e  $p(1-p)$ , onde  $p$  é a probabilidade de sucesso, mostrando que a variância é uma função da média. Face ao exposto a variância do erro é heterocedástica;

3) Impossibilidade de satisfazer a condição  $0 \leq E(y_i|x) \leq 1$ : A esperança de  $y$ , dado  $X_1, X_2 \dots X_k$ , nos modelos de probabilidade linear, mede a probabilidade condicional de que o evento  $y$  ocorra dado  $X$ 's. Essa probabilidade situa-se necessariamente entre “0” e “1”. Embora isso seja verdade, não existem garantias de que os estimadores de  $E(y_i|X_1, X_2 \dots X_k)$  satisfaçam essa condição;

4) O valor de  $R^2$  como medida de qualidade do ajuste dos dados é questionável nos modelos de probabilidade linear. Como  $y$  situa-se apenas em “0” ou “1” não se espera que os dados se ajustem bem a um modelo linear, já que  $y$  estará sobre o eixo  $x$ , quando for zero ou em uma linha paralela ao eixo  $x$  quando for igual a 1. Portanto, se o coeficiente de determinação  $R^2$  for calculado da forma convencional assumirá um valor muito abaixo de 1.

De acordo com Gujarati (2006) todos os problemas acima mencionados podem ser contornados utilizando-se algumas técnicas disponíveis para análise de regressão, no entanto, o problema fundamental nos modelos de probabilidade linear (MPL) é que eles não são atrativos do ponto de vista lógico.

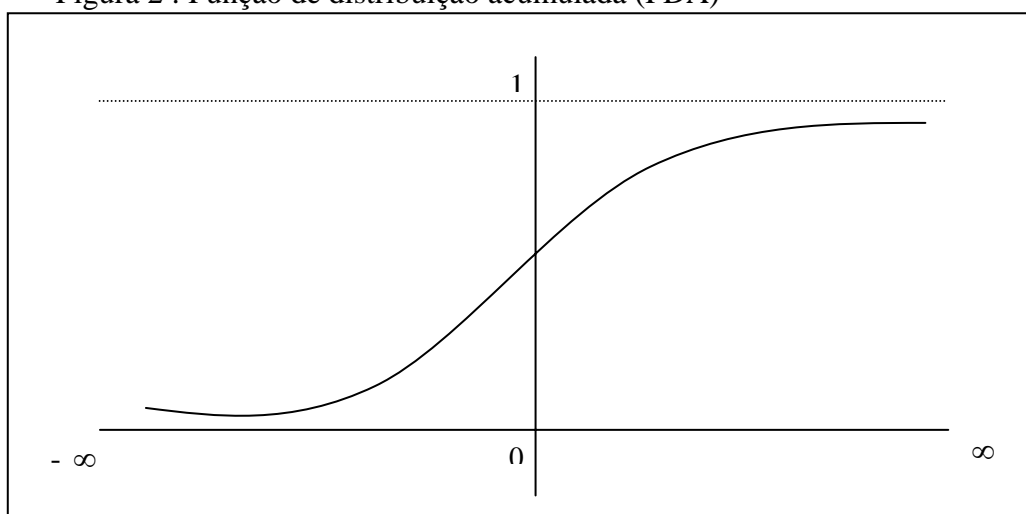
Os MPL pressupõem que  $P_i = E(y=1|X_1, X_2, \dots, X_k)$  aumenta linearmente com  $X_1, X_2 \dots X_k$ , isto é, o efeito marginal de  $x$  permanece constante ao longo da série. Outrossim, nesses modelos a probabilidade varia entre 0 e 1 e não linearmente com  $X_1, X_2 \dots X_k$ . Por isso, o método dos Mínimos Quadrados Ordinários não é completamente adequado para regressões que apresentem variáveis binárias como dependentes, no entanto, pode-se recorrer a alternativas como os métodos LOGIT e PROBIT (também chamado de *normit*) que utilizam o método da máxima verossimilhança para a estimação dos parâmetros.

### 4.3 Alternativas ao Modelo de Probabilidade Linear

Para Gujarati (2006), em substituição ao modelo de probabilidade linear, é necessário encontrar um modelo que satisfaça duas condições, (1) à medida que  $x$  aumenta,  $P_i = E(y = 1|x)$  também aumenta, mas sem ultrapassar os limites “0” e “1”; (2) a relação entre  $P_i$  e  $x$  não é linear, ou seja, aproxima-se de zero a taxas cada vez menores à medida que  $x$  se reduz, e se aproxima de um a taxas cada vez menores quando  $x$  aumenta muito.

Geometricamente, encontra-se a seguinte função na Figura 2:

Figura 2 : Função de distribuição acumulada (FDA)



Fonte: Gujarati (2006)

Segundo Wooldridge (2006), recorre-se à função de distribuição acumulada para modelar regressões quando a variável dependente é binária e assume valores entre “0” e “1”. De acordo com Gujarati (2006), por questões tanto históricas, quanto práticas as funções de distribuição normalmente utilizadas para representar esses modelos são a logística (para o modelo *Logit*) e a normal (para o modelo *Probit* também chamado de *Normit*).

Para Gujarati (2006) os modelos *Logit* e *Probit* apresentam resultados muito semelhantes, não havendo razões convincentes para preferência de um ou outro modelo, no entanto, a interpretação dos parâmetros estimados pelos dois modelos é diferente e não podem ser comparados diretamente.

As distribuições de probabilidades dos modelos *Logit* e *Probit*, como já foi colocado, são respectivamente a logística e a normal padrão. Apesar das duas distribuições de probabilidade apresentarem média zero, suas variâncias são diferentes,

sendo a variância igual a 1 para a normal e  $\frac{\pi^2}{3}$  para a logística, onde  $\pi \approx \frac{22}{7}$ . Portanto, multiplicando o coeficiente *Probit* pela raiz quadrada da variância da distribuição *Logit* ( $\frac{\pi}{\sqrt{3}}$ ) tem-se, aproximadamente, o coeficiente *Logit*.

De acordo com Hill, Griffiths e Judge (2006), a estimação do modelo *Probit* é numericamente complicada por basear-se na distribuição normal, por isso, uma alternativa freqüentemente usada para o modelo *Probit* para situações de escolha binária é o modelo *Logit*.

De acordo com Barth (2004), por não exigir normalidade multivariada dos regressores, o modelo *Logit* mostra-se o método mais adequado para o caso de existirem variáveis independentes binárias.

#### 4.4 O Modelo de Regressão Logística - Logit

O modelo *Logit* pode ser representado com a seguinte função:

$$L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + u_i \quad (4.7)$$

Nesse modelo  $P_i$  é a probabilidade de ocorrer o fato em análise e  $(1-P_i)$  a probabilidade de não ocorrer. Logo a probabilidade de ocorrência do fato ( $P_i$ ) pode ser representada pela seguinte equação:

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k)}} \quad (4.8)$$

No caso específico, objetivo deste estudo, os dados referentes ao *Logit* são individualizados, ou seja, cada observação da amostra é um indivíduo independente, no entanto, também pode-se utilizar no *Logit* dados agrupados, ou replicados.

De acordo com Gujarati (2006), se os dados estão no nível individual, não se pode estimar os parâmetros de uma regressão logística pelo método dos mínimos quadrados ordinários. Nessa situação deve-se recorrer a processos de estimação não lineares, como o método da máxima verossimilhança.

Para Gujarati (2006) a interpretação dos resultados em um modelo de regressão logística também deve ser feita considerando algumas observações, como seguem:

O coeficiente  $R^2$ , convencionalmente utilizado para mensurar a qualidade do ajustamento dos dados, não é especialmente significativo para modelos com a variável dependente binária. Pode-se utilizar como alternativa outra medida de ajustamento dos dados chamada de *Count  $R^2$*  definida como o número de previsões corretas dividido pelo número total de observações.

O teste de hipótese nula para todos os coeficientes angulares  $(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$ , equivalente ao teste  $F$  para o modelo linear, é a estatística da razão de verossimilhança (*Likelihood Value*), que segue a distribuição qui-quadrado ( $\chi^2$ ), com o número de graus de liberdade igual ao número de parâmetros, excluído o intercepto (k-1).

Cada coeficiente angular da equação é considerado um coeficiente angular parcial e mensura a variação no *Logit* estimado para uma variação unitária do valor do regressor, mantendo constantes os demais regressores.

De acordo com Dias Filho e Corrar (2007) outros mecanismos facilitam a análise da acurácia do modelo logístico, como o Teste de *Hosmer e Lemeshow* e o *Model chi-square*. O Teste *Hosmer e Lemeshow* é um teste qui-quadrado que consiste em dividir o número de observações em cerca de dez classes e, posteriormente compara as frequências preditas com as observadas. Este teste busca, a certo nível de significância, não rejeitar a hipótese de que não existem diferenças significativas entre os valores preditos e observados.

O *Model chi-square* também testa a hipótese de que todos os coeficientes da regressão são nulos. O valor do *Model chi-square* corresponde à diferença entre o *Likelihood Value* (-2LL) obtido quando se inclui apenas a constante no modelo e o *Likelihood Value* (-2LL) obtido com a inclusão de todas as variáveis independentes. Para a interpretação deste teste utiliza-se a tabela de distribuição qui-quadrado.

Para Dias Filho e Corrar (2007) outros indicadores interessantes para analisar o desempenho geral do modelo de regressão logística são o *-2 Log Likelihood*, o *Cox & Snell R Square* e o *Nagelkerke R Square*. O *-2 Log likelihood* necessita de uma base de comparação para sua interpretação, utiliza-se um modelo para a estimação deste indicador, posteriormente, inclui-se ou retira-se alguma variável da equação, o menor valor possível é considerado melhor para esse indicador.

Os testes *Cox & Snell* e *Nagelkerke* são considerados Pseudos-R-Quadrados. Eles buscam indicar a proporção das variações ocorridas no logaritmo da razão de

chance que é explicada pelas variações ocorridas nas variáveis independentes, estes indicadores podem ser comparados ao R-Quadrado de uma regressão linear.

Os testes mencionados analisam a regressão logística como um todo. Para Dias Filho e Corrar (2007) a estatística *Wald* é diferenciada destes testes pelo fato de analisar cada coeficiente do modelo de forma individual. A finalidade da estatística *Wald* é aferir o grau de significância de cada coeficiente da equação logística, inclusive a constante, verificando se cada parâmetro estimado é significativamente diferente de zero.

A estatística *Wald* ( $W$ ) tem um papel semelhante ao do teste T utilizado nos modelos lineares. Esta estatística segue uma distribuição qui-quadrado e quando a variável dependente tem um único grau de liberdade pode ser calculada através da seguinte equação:

$$W = \left( \frac{b}{S.E.} \right)^2 \quad (4.9)$$

Em que,  $b$  é o coeficiente de uma variável independente incluída no modelo e  $S.E.$  é seu erro-padrão (*standard error*).

Após a abordagem teórica feita acerca do modelo de regressão logística, percebe-se que ele é o mais apropriado para estudos onde a variável dependente é qualitativa, o próximo tópico demonstra algumas aplicações deste modelo.

#### 4.5 Utilização do Modelo de Regressão Logística

Em termos práticos, o modelo *Logit* é muito utilizado em trabalhos que envolvem previsões. Gimenes e Opazo (2001) utilizaram o modelo *Logit* para prever a insolvência de cooperativas agropecuárias, isto é, através deste modelo os autores constataram que os demonstrativos contábeis das cooperativas em análise fornecem evidências sobre a saúde financeira destas organizações.

Vasconcelos (2002) utiliza o modelo *Logit* para tomada de decisão em concessão de crédito por uma organização financeira a pessoas físicas. O autor utiliza como regressores algumas variáveis qualitativas e quantitativas, de créditos que já foram concedidos, e dizem respeito ao perfil do solicitante, como (tempo de conta corrente, renda, se possui ou não cheque especial e outras). O regressando é a variável binária, adimplente ou inadimplente. O resultado, segundo o autor, é um modelo de fácil implementação e interpretação.

Para Barth (2004), além do modelo de regressão logística, outros métodos são frequentemente adotados na construção de modelos de previsão de inadimplência, como

redes neurais e algoritmos genéticos, no entanto não existem constatações empíricas de maior eficiência de um método sobre o outro, entre os anteriormente citados.

## 5 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atingir o objetivo proposto pelo trabalho, utilizou-se uma carteira de crédito rural com 2857 contratos para operações de custeio agrícola no período de 2004 a 2007 de uma cooperativa de crédito da região Oeste do Paraná.

Esta carteira de crédito estava distribuída em seis cidades da região (Entre Rios, Guaíra, Marechal Rondon, Mercedes, Pato Bragado e Quatro Pontes), e o crédito direcionado para o custeio de culturas de algodão, mandioca, milho, milho safrinha, soja e trigo.

Considerou-se inadimplente o produtor rural que não cumpriu seu contrato de crédito na data do vencimento deste, e ainda tinha alguma parcela em aberto até a data de coleta dos dados.

Inicialmente a escolha das variáveis relevantes para a explicação da variável dependente foi feita através de uma reunião com os analistas de crédito da organização em análise, porém essas variáveis nem sempre serão significativas estatisticamente.

As variáveis referentes ao perfil do solicitante que foram coletadas junto à cooperativa de crédito e que inicialmente compuseram o modelo na tentativa de explicar a condição de adimplente ou inadimplente foram: município onde encontra-se a propriedade e cultura a que foi direcionada o recurso liberado, conforme descritos acima, além do valor liberado, área plantada e linha de crédito (PROGER Rural, PRONAF C, PRONAF D, PRONAF E, Poupança Rural e Demais Produtores).

Com efeito, o trabalho apresenta como hipótese a possibilidade de considerar, a priori, um tomador de crédito adimplente ou inadimplente baseando-se em características específicas que compõe o perfil deste tomador.

Antes de estimar o modelo de regressão logística foi feita uma análise exploratória dos contratos coletados junto à cooperativa de crédito com o intuito de conhecer melhor o perfil da carteira de solicitantes.

### 5.1. O Modelo Estimado

O modelo de regressão logística já foi amplamente utilizado em análises de crédito pessoal, ou solvência de empresas e cooperativas de crédito, porém no que tange ao crédito rural não encontra-se modelos de previsão de inadimplência utilizando esta metodologia, o que aumenta a relevância do trabalho.



O modelo de regressão logística estimado apresentou como dependente uma variável qualitativa denominada “Condição” (COND) que assumiu o valor “0” quando caracterizou um contrato inadimplente e valor “1” quando caracterizou um contrato adimplente.

As variáveis independentes dividiram-se em qualitativas e quantitativas. As quantitativas: área plantada (AP) e valor liberado(VL). As qualitativas: cultura a que foi direcionado o recurso, linha de crédito, e município onde encontra-se a propriedade.

Como se pode observar, além do regressando (adimplente ou inadimplente) outras variáveis regressoras que compuseram o modelo são do tipo binárias e exigem um tratamento especial, tanto na utilização, quanto na sua interpretação em modelos estatísticos. A categorização das variáveis qualitativas independentes foi feita como segue:

A variável “cultura” foi representada como Algodão (ALG)(0,0,0,0,0), Mandioca ( $Z_1$ )(1,0,0,0,0), Milho ( $Z_2$ )(0,1,0,0,0), Milho Safrinha ( $Z_3$ )(0,0,1,0,0), Soja ( $Z_4$ )(0,0,0,1,0), Trigo ( $Z_5$ )(0,0,0,0,1).

A variável “linha de crédito” foi definida como PRONAF C (PC)(0,0,0,0,0), Demais Produtores ( $Z_6$ )(1,0,0,0,0), PROGER Rural ( $Z_7$ )(0,1,0,0,0), Poupança Rural ( $Z_8$ )(0,0,1,0,0), PRONAF D ( $Z_9$ )(0,0,0,1,0) e PRONAF E ( $Z_{10}$ )(0,0,0,0,1).

A variável “Município onde encontra-se a propriedade” foi definida como Guaíra (GUA)(0,0,0,0,0), Entre Rios ( $Z_{11}$ )(1,0,0,0,0), Marechal Cândido Rondon ( $Z_{12}$ )(0,1,0,0,0), Mercedes ( $Z_{13}$ )(0,0,1,0,0), Pato Bragado ( $Z_{14}$ )(0,0,0,1,0) e Quatro Pontes ( $Z_{15}$ )(0,0,0,0,1).

Logo o modelo estimado foi o seguinte:

$$Y = \ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 AP_i + \beta_2 VL_i + \beta_3 Z_1 + \beta_4 Z_2 + \beta_5 Z_3 + \beta_6 Z_4 + \beta_7 Z_5 + \beta_8 Z_6 + \beta_9 Z_7 + \beta_{10} Z_8 + \beta_{11} Z_9 + \beta_{12} Z_{10} + \beta_{13} Z_{11} + \beta_{14} Z_{12} + \beta_{15} Z_{13} + \beta_{16} Z_{14} + \beta_{17} Z_{15} + \mu_i \quad (5.1)$$

Onde  $\beta_0$  é a constante,  $\beta_1$  a  $\beta_{17}$  são parâmetros associados a variáveis dummies a serem estimados e  $\mu_i$  é o erro aleatório.

As probabilidades podem ser calculadas como segue:

$$P_x = (1 + e^{Z\beta})^{-1} \quad (5.2)$$

Onde  $Z = (AP, VL, Z_1, \dots, Z_{17})^T$  Vetor de regressores e variáveis dummies;

$\beta = (\beta_0, \dots, \beta_{17})^T$  Vetor de parâmetros.

No que tange à variável dependente, quando a proporção dos dados é maior para adimplente ou inadimplente, segundo Vasconcelos (2002), a estimação dos parâmetros pode ser tendenciosa, com isso, optou-se por criar amostras para o desenvolvimento do modelo que contivesse o mesmo número de adimplentes e inadimplentes.

Nesse contexto, dos 2857 contratos que compõe a carteira de crédito em análise, 349 eram inadimplentes e 2508 adimplentes. O presente estudo propôs então, uma seleção aleatória entre os adimplentes de dez amostras, cada uma com 349 contratos.

Cada uma das dez amostras aleatórias de contratos adimplentes foi acrescida dos 349 contratos inadimplentes inicialmente considerados. Com isso, foram estimadas dez regressões cada uma com 698 contratos (349 adimplentes e 349 inadimplentes).

Esse método é conhecido como iterativo, ou seja, é um processo de tentativas buscando uma amostra aleatória que melhor represente a realidade da população.

Após a estimação dos parâmetros com a amostra perfeitamente proporcional, utilizou-se estes parâmetros para calcular-se a probabilidade adimplência para todos os 2857 contratos da carteira.

Para considerar um contrato adimplente ou inadimplente estipulou-se um ponto de corte nas probabilidades calculadas. Como a amostra é perfeitamente dividida entre 50% adimplentes e 50% inadimplentes, o ponto de corte que minimiza o erro foi de 50%<sup>12</sup>, ou seja, contratos com probabilidade de adimplência maior que 50% foram considerados adimplentes. Já os contratos com probabilidade de adimplência menor que 50% foram considerados inadimplentes.

A variável resposta, ou dependente, do modelo é a probabilidade de adimplência dos solicitantes de crédito, que estimou-se a partir das variáveis independentes, ou explicativas, porém nem todas as variáveis independentes fornecem necessariamente informações relevantes para o cálculo da probabilidade de adimplência, portanto, é preciso, dentre as variáveis independentes, escolher as que melhor explicam a probabilidade de adimplência dos tomadores de crédito.

Para o modelo utilizado no presente trabalho após coleta das variáveis independentes (local da propriedade, cultura a que se destinou o crédito, volume de crédito, tamanho da propriedade e modalidade de financiamento) junto aos analistas de

---

<sup>12</sup> O cálculo demonstrativo de que 50% é o ponto de corte que minimiza o erro será apresentado na próxima seção.

crédito da organização, utilizou-se um método estatístico para a escolha das variáveis significativas, denominado *stepwise forward*.

O método *stepwise forward* é utilizado em situações onde não se conhece previamente quais as variáveis independentes mais importantes para a composição do modelo. Tais situações são comuns em assuntos em que a variável resposta é um assunto novo, como é o caso da probabilidade de adimplência em crédito agrícola.

Existem algumas variações nos métodos de escolha estatística de variáveis dependentes, no entanto, os mais comuns são o *stepwise forward* e o *stepwise backward*, cujas diferenças são modificações em seus algoritmos básicos.

De acordo com Hosmer e Lemeshow (2000), a escolha das variáveis através do método *stepwise forward* é feita da seguinte maneira: inicialmente parte-se de um modelo sem nenhuma variável explicativa e a cada passo são incluídas variáveis relevantes, até a obtenção do modelo final.

Já no método *stepwise backward* parte-se de um modelo com todas as possíveis variáveis, que a cada passo vão sendo eliminadas, quando não consideradas significativas estatisticamente, até a obtenção do modelo final.

Nestes métodos, a inclusão ou não de explicativas relevantes é baseada em um algoritmo estatístico que detecta a importância das variáveis, no caso da regressão logística, em que os erros têm distribuição binomial, a significância de cada variável é determinada pelo teste de razão de verossimilhança qui-quadrado ( $\chi^2$ ).

Logo, em qualquer passo do método, a variável dependente mais “importante” é a que produz maior variação na função de log-verossimilhança, em relação a um modelo que não contenha essa variável.

O software SPSS tem, na estimação da regressão logística a opção pelo método *stepwise forward*, que foi o utilizado no trabalho, bem como o método *stepwise backward*, porém os resultados obtidos pelos dois métodos, frequentemente são os mesmos.

Segundo Hosmer e Lemeshow (2000) a decisão de inclusão ou exclusão de uma variável explicativa utilizando a probabilidade de 0,05, que é o valor padrão em testes estatísticos, é uma opção muito restritiva em modelos de adimplência. Esta probabilidade pode excluir variáveis importantes para o modelo. A recomendação é que seja adotada a probabilidade de inclusão 0,15 e de exclusão 0,20.

Esses valores irão garantir a presença de variáveis importantes para o modelo e também estatisticamente significativas. Também é importante que a probabilidade de exclusão seja maior que a de inclusão, para evitar que uma variável seja incluída em um determinado passo e excluída no passo subsequente.

A principal crítica aos métodos *stepwise* são no sentido de que seu uso representa assumir ignorância em relação ao fenômeno estudado. No entanto, para Hosmer e Lemeshow (2000) sua utilização é relevante quando o fenômeno estudado é relativamente desconhecido, como o proposto no presente trabalho.

Além disso, o procedimento é condicional por construção, ou seja, a primeira variável a entrar no modelo é mais importante que a segunda e assim sucessivamente. Esse método também leva em consideração a correlação entre as variáveis independentes, o que evita problemas de multicolinearidade no modelo estimado.

Também é importante ressaltar que o modelo desenvolvido não visa maximizar o lucro da carteira de crédito, mas sim reduzir a assimetria de informação existente nesta transação. Ou seja, tomador de crédito que atrasa os pagamentos, e faz várias renegociações de sua dívida pode representar maior lucratividade para a organização do que o cliente que paga suas contas em dia, porém representa um risco muito maior e pode comprometer a sustentabilidade de longo prazo da organização.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Antes da apresentação dos resultados obtidos com a aplicação do modelo de regressão logística, é pertinente que se faça a análise exploratória da carteira de crédito no intuito de identificar as principais características dessa carteira.

### 6.1. Análise Exploratória dos Dados

A carteira de crédito em análise é de R\$ 32.885.516,74 e é composta de 2857 contratos. O valor médio liberado é de R\$ 8.227,32, sendo que o valor máximo liberado em um contrato foi de R\$ 80.000,00 e o valor mínimo de 1.076,46, o que demonstra um desvio-padrão de R\$ 9.583,54, logo o coeficiente de variação é de 1,16. Este coeficiente de variação mostra que os desvios em relação à média atingem 116%.

O tamanho médio das propriedades que compõem a carteira de crédito é de 10,71 hectares (ha). A maior propriedade tem 124,87 ha e a menor 1,25 ha. O desvio-padrão é de 12,26, logo o coeficiente de variação é de 1,14, isto é, os desvios em relação à média atingem 114%.

Os dados expostos mostram que a carteira de crédito, tanto no que diz respeito ao valor liberado, quanto no que diz respeito ao tamanho apresenta uma grande dispersão em torno do valor médio, isso devido ao fato de os dois valores estarem relacionados, ou seja, o tamanho da propriedade é referência para o montante do valor liberado.

Segundo a Tabela 1, as linhas de crédito que tiveram os maiores volumes de recursos liberados foram o PRONAF E e o PROGER Rural, que são programas que beneficiam produtores rurais de médio porte, as duas linhas de financiamento representaram mais de 60% do total de recursos liberados pela cooperativa na região, conforme mostra a Tabela 4.

**Tabela 4: Montante liberado por cada linha de crédito no período em análise**

<b>Linha de Crédito</b>	<b>Valor Liberado (R\$)</b>	<b>%</b>
PRONAF C	121.856,08	0,37%
Poupança Rural	2.498.066,70	7,60%
PRONAF D	4.248.333,94	12,92%
Demais Produtores	4.993.452,67	15,18%
PRONAF E	10.442.793,07	31,75%
PROGER Rural	10.581.014,28	32,18%
<b>TOTAL</b>	<b>32.885.516,74</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Dados da Pesquisa.

A cultura de soja recebeu mais de 60% dos recursos liberados, já o algodão foi a cultura que recebeu o menor volume de recursos, apenas 0,12% do total liberado no

período, como é apresentado na Tabela 5. A soja apresentou maior volume de recursos liberados pelas linhas PRONAF E e PROGER Rural, que beneficiam diretamente os produtores de médio porte.

**Tabela 5: Montante liberado para cada cultura no período em análise**

<b>Cultura</b>	<b>Valor Liberado</b>	<b>%</b>
Algodão	39.759,07	0,12%
Mandioca	55.327,14	0,17%
Trigo	1.642.307,19	4,99%
Milho	5.236.426,96	15,92%
Milho Safrinha	5.572.425,39	16,94%
Soja	20.339.270,99	61,85%
<b>TOTAL</b>	<b>32.885.516,74</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Dados da Pesquisa.

No que diz respeito ao volume de contratos negociados, a linha de crédito PRONAF E foi a mais utilizada, seguida do PRONAF D e do PROGER Rural. A soja foi a cultura que recebeu maior volume de contratos com 62% do total liberado, como é apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6 – Relação entre a linha de crédito solicitada e a cultura a que o crédito foi direcionado**

<b>LINHA DE CRÉDITO</b>	<b>CULTURA</b>						
	<b>Algodão</b>	<b>Mandioca</b>	<b>Milho</b>	<b>Milho Safrinha</b>	<b>Soja</b>	<b>Trigo</b>	<b>Total</b>
PRONAF C	0	0	8	11	24	0	43
Poupança Rural	0	0	0	140	0	0	140
Demais Produtores	0	0	100	39	47	13	199
PROGER Rural	2	0	78	1	489	79	649
PRONAF D	0	5	142	133	532	1	813
PRONAF E	4	3	97	174	691	44	1011
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>425</b>	<b>498</b>	<b>1783</b>	<b>137</b>	<b>2857</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

A grande maioria dos contratos liberados ficou entre R\$ 10.000,00 (Dez mil reais) e R\$ 50.000,00 (Cinquenta mil reais), sendo que 58,39% deles foram de até R\$ 10.000,00 (Dez mil reais) e 40,67% de R\$ 10.000,00 (Dez mil reais) a R\$ 50.000,00 (Cinquenta mil reais) apenas 0,95% dos contratos liberados tiveram valores superiores a R\$ 50.000,00 (Cinquenta mil reais).

A cultura da soja teve 99% de seus contratos liberados com valores até R\$ 50.000,00 (Cinquenta mil reais), para esta cultura, apenas sete contratos superaram este valor, como é apresentado na Tabela 7.

**Tabela 7: Relação entre os valores dos contratos e as culturas a que os créditos foram direcionados**

CULTURA	VALORES (R\$)			TOTAL
	0 a 10.000	10.001 a 50.000	50.001 a 100.000	
Algodão	5	1	0	6
Mandioca	7	1	0	8
Milho	261	153	11	425
Milho Safrinha	292	197	9	498
Soja	1034	742	7	1783
Trigo	69	68	0	137
<b>TOTAL</b>	<b>1668</b>	<b>1162</b>	<b>27</b>	<b>2857</b>

Fonte: Dados da Pesquisa.

A Tabela 8 apresenta a proporção entre contratos adimplentes e inadimplentes que compõem a carteira, dos 2857 contratos, 349 são inadimplentes e 2508 adimplentes. A inadimplência representa 12,22% do total de contratos da carteira.

**Tabela 8: Proporção de Adimplentes e Inadimplentes**

CONDIÇÃO	Frequência	%
Inadimplentes	349	12,22%
Adimplentes	2508	87,78%
<b>TOTAL</b>	<b>2857</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

No que diz respeito a valores a inadimplência da carteira é de R\$ 4.527.882,25 que representa 13,77% do total de empréstimos liberados no período em análise.

Em termos absolutos a cultura que apresentou mais contratos inadimplentes foi a da soja com 159 contratos, no entanto, em termos relativos a cultura que representou maior inadimplência foi a mandioca. Não obstante, o volume de contratos para a cultura da mandioca é muito baixo, apenas 8 contratos. A cultura do milho safrinha apresenta a segunda maior inadimplência percentual com 20,48% dos contratos. Como é apresentado na Tabela 9.

**Tabela 9 – Relação entre a cultura a qual se direcionou o crédito e a condição adimplente ou inadimplente**

CULTURA	CONDIÇÃO			
	Inadimplência	Normal	Total	% Inadimplência
Algodão	0	6	6	0,00%
Mandioca	3	5	8	37,50%
Milho	58	367	425	13,65%
Milho Safrinha	102	396	498	20,48%
Soja	159	1624	1783	8,93%
Trigo	27	110	137	19,71%
<b>Total</b>	<b>349</b>	<b>2508</b>	<b>2857</b>	<b>12,22%</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Utilizando-se o teste qui-quadrado de associação para variáveis qualitativas pode-se constatar que existe associação entre a cultura a que foi direcionado o crédito e a condição de adimplente ou inadimplente do produtor.

No que tange a linha de crédito utilizada pelos tomadores, como apresenta a Tabela 10, PRONAF E foi a que apresentou a maior inadimplência em termos absolutos, no entanto, em termos relativos a Poupança Rural apresentou a maior inadimplência, com 20% dos contratos. A menor inadimplência em termos percentuais foi na linha PRONAF C, ou seja, a linha de crédito disponível para os produtores familiares com menor tamanho de propriedade.

O teste qui-quadrado de associação também mostra que a linha de crédito utilizada está associada à condição de adimplente ou inadimplente do tomador de crédito ao nível de significância de 0,05.

**Tabela 10 – Relação entre a linha de crédito solicitada e a condição adimplente ou inadimplente**

LINHAS DE CRÉDITO	CONDIÇÃO			
	Inadimplência	Normal	Total	% Inadimplência
Demais Produtores	37	162	199	18,59%
Poupança Rural	28	112	140	20,00%
PROGER Rural	78	571	649	12,02%
PRONAF C	4	39	43	9,30%
PRONAF D	77	736	813	9,47%
PRONAF E	125	888	1011	12,36%
<b>TOTAL</b>	<b>349</b>	<b>2508</b>	<b>2857</b>	<b>12,22%</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Em termos absolutos, o contrato de soja com valor até R\$ 10.000,00 (Dez mil reais) foi o que apresentou maior número de inadimplentes, porém também foi o que representou maior número de adimplentes, ou seja, houve um grande volume de contratos com esse perfil. Em termos relativos os contratos que mais oneram a cooperativa são os contratos de milho safrinha e trigo, ambos para culturas de inverno, conforme apresenta a Tabela 11.



**Tabela 11: Relação entre Inadimplência, Adimplência, Culturas a que o crédito foi direcionado e valor dos contratos**

	CULTURA	VALORES			TOTAL
		0 a 10.000	10.001 a 50.000	50.001 a 100.000	
Inadimplência	Mandioca	3	0	0	3
	Milho	27	26	5	58
	Milho Safrinha	61	40	1	102
	Soja	80	77	2	159
	Trigo	8	19	0	27
Normal	Algodão	5	1	0	6
	Mandioca	4	1	0	5
	Milho	234	127	6	367
	Milho Safrinha	231	157	8	396
	Soja	954	665	5	1624
	Trigo	61	49	0	110

Fonte: Dados da Pesquisa.

A cidade de Marechal Cândido Rondon recebeu cerca de R\$ 15 milhões em crédito, o que representa quase a metade dos recursos liberados na região, a cidade de Guaíra foi a que recebeu a menor quantidade de recursos, com apenas 6% do total liberado durante o período, conforme é apresentado na Tabela 12.

**Tabela 12: Total de crédito liberado por cidade da região**

Município	Valor Liberado (R\$)	%
Entre Rios	2.678.690,00	8,15%
Guaíra	1.979.199,63	6,02%
Marechal Rondon	15.480.469,47	47,07%
Mercedes	5.772.935,96	17,55%
Pato Bragado	4.117.748,85	12,52%
Quatro Pontes	2.856.472,83	8,69%
Total	32.885.516,74	100,00%

Fonte: Dados da pesquisa.

Relacionando-se o município em que o tomador solicitou o crédito e a condição de adimplente ou inadimplente, pode-se constatar que, a cidade de Marechal Cândido Rondon é a que realizou o maior número de contratos de crédito, com 1161 contratos, desse total 10,28% foram inadimplentes. A cidade que apresentou o maior percentual de inadimplência foi Entre Rios, onde 22,63% dos contratos realizados por este município foram inadimplentes, conforme apresenta a Tabela 13.

O teste qui-quadrado mostrou ao nível de significância de 5% que existe associação entre o município onde fica localizada a propriedade e a condição de adimplente ou inadimplente.

**Tabela 13: Relação entre o município em que fica localizada a propriedade e a condição de adimplente ou inadimplente.**

Município	Inadimplência	Normal	Total	% Total	% Inadimplente
Entre Rios	55	188	243	8,51%	22,63%
Guaíra	27	110	137	4,80%	19,71%
Mal.Cdo.Rondon	133	1161	1294	45,29%	10,28%
Mercedes	50	448	498	17,43%	10,04%
Pato Bragado	52	356	408	14,28%	12,75%
Quatro Pontes	32	245	277	9,70%	11,55%
Total	349	2508	2857	100,00%	12,22%

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise exploratória dos dados feitas através das tabelas supra mencionadas permite algumas constatações no que tange ao perfil dos tomadores de crédito na organização em análise.

A soja é a cultura predominante na região e conseqüentemente a que mais demanda crédito, no entanto, apresenta uma baixa inadimplência relativa comparada a outras culturas. As linhas de crédito mais utilizadas são o PROGER Rural e os PRONAF D e E, que são linhas de crédito direcionadas para os produtores rurais de médio porte, que é o perfil característico dos produtores da região.

Os contratos de crédito foram em grande maioria com valores entre dez e cinqüenta mil reais, os valores relativamente baixos dos financiamentos acontecem por conta da modalidade de crédito, que, como citado anteriormente, são para custeio de safra e não para investimento, se a carteira de crédito em análise fosse para investimento em imobilizado os valores dos contratos liberados seriam maiores.

O município de Marechal Cândido Rondon recebe quase a metade do crédito liberado na região, no entanto apresenta uma inadimplência relativa menor que a média geral da carteira que é de 12,22%, a cidade que apresenta maior inadimplência é a de Entre Rios, onde mais de 20% dos contratos são inadimplentes.

Outra característica interessante da carteira é que a inadimplência relativa é maior em culturas de inverno, como trigo e milho safrinha, salientando a importância dos fatores climáticos nessa modalidade de crédito.

As condições ambientais podem influenciar sobremaneira o desempenho das lavouras e estas condições nunca são idênticas a cada ano, por isso, também relacionou-se a inadimplência com o ano de solicitação do crédito, conforme a Tabela 14.

**Tabela 14: Relação entre o ano de liberação do crédito e a inadimplência**

<b>ANO</b>	<b>Normal</b>	<b>Inadimplência</b>	<b>Total</b>	<b>% Inadimplência</b>
2004	535	37	572	6,47%
2005	731	96	826	11,62%
2006	888	127	1014	12,52%
2007*	354	89	443	20,09%
<b>TOTAL</b>	<b>2508</b>	<b>349</b>	<b>2857</b>	<b>12,22%</b>

\*até 30 de junho de 2007

Fonte: dados da pesquisa.

O ano de 2004 foi o que apresentou o menor percentual de inadimplência, porém também apresentou o menor número de contratos. O ano de 2006 foi onde aconteceu a maior liberação de contratos e também o maior número absoluto de inadimplentes, já o ano de 2007 apresentou o maior percentual de inadimplentes, mesmo com os dados sendo coletados até a metade do ano.

Após a constatação desses fatores por meio da análise exploratória dos dados o trabalho propõe-se a utilizar o modelo de regressão logística no intuito de mensurar as variáveis referentes ao perfil do solicitante de crédito que mais influenciam sua condição de adimplente ou inadimplente, bem como calcular a probabilidade de adimplência ou inadimplência de cada solicitante.

## **6.2 O modelo de regressão logística - Logit**

Em consonância com o exposto no referencial teórico, o método de regressão logística apresenta-se claramente como uma técnica apropriada para situações onde deseja-se prever ou explicar valores de uma variável binária em função de valores conhecidos de outras variáveis, sendo categóricas ou não, como é o caso do presente estudo.

Com isso, seguindo os procedimentos metodológicos propostos estimou-se dez equações de regressão logística, com a mesma proporção entre adimplentes e inadimplentes no intuito de encontrar a que melhor explica a adimplência ou inadimplência dos contratos, as equações estimadas com cada amostra, bem como o modelo completo, são apresentados na Tabela 15.

**Tabela 15: Equações estimadas com o modelo completo e com todas as amostras selecionadas**

	Equações
Modelo Completo <sup>13</sup>	$Cond = 0,384 - 0,68AP + 0,0000749VL - 2,165Z_1 - 0,365Z_2 + 0,690Z_3 - 0,184Z_4 + 0,2737Z_5 - 0,590Z_6 - 0,529Z_7 + 0,125Z_8 - 0,166Z_9 - 0,466Z_{10} - 0,238Z_{11} + 0,632Z_{12} + 0,747Z_{13} + 0,218Z_{14} + 0,594Z_{15}$
Amostra 1 <sup>14</sup>	$Cond = 0,425 - 0,016AP - 20,913Z_1 - 0,602Z_2 + 1,038Z_4 - 0,614Z_5 + 0,429Z_7 - 0,667Z_{11} - 0,267Z_{12}$
Amostra 2	$Cond = 0,583 - 0,086AP + 0,0001VL + 0,449Z_4 - 0,808Z_6 - 0,304Z_{10} - 1,027Z_{11} - 0,405Z_{14}$
Amostra 3	$Cond = 0,309 - 0,141AP + 0,0001VL + 0,399Z_4 - 1,263Z_6 - 0,383Z_{10} - 0,944Z_{11} - 0,442Z_{14}$
Amostra 4	$Cond = 0,698 - 0,109AP + 0,0001VL - 21,462Z_1 + 0,571Z_4 - 0,854Z_8 - 0,981Z_{11} - 0,4783Z_{14}$
Amostra 5	$Cond = 0,142 - 0,011AP - 0,587Z_3 + 0,535Z_4 - 0,386Z_9 - 0,520Z_{11} - 0,445Z_{13}$
Amostra 6	$Cond = 0,359 + 0,750Z_4 - 0,558Z_6 - 0,598Z_{11} - 0,328Z_{13}$
Amostra 7	$Cond = 0,356 - 0,012AP - 21,323Z_1 + 0,398Z_2 + 0,755Z_4 - 0,3484Z_9 - 1,476Z_{11} - 0,348Z_{13}$
Amostra 8	$Cond = 0,659 - 0,015AP + 0,686Z_4 - 0,404Z_{10} + 0,501Z_{12} - 0,492Z_{13}$
Amostra 9	$Cond = 0,956 - 0,014AP + 0,596Z_4 + 0,521Z_{12} - 0,571Z_{13}$
Amostra 10	$Cond = 0,469 - 0,026AP - 0,426Z_3 + 0,823Z_4 - 0,270Z_{10} - 0,554Z_{11}$

Obs: Cond (Condição adimplente ou inadimplente), AP (Área plantada), VL (Valor liberado)  $Z_1$  a  $Z_{13}$  (parâmetros associados as variáveis dummies conforme descrito na página 56.

Fonte: Dados da Pesquisa.

A escolha da equação que melhor explica a condição de adimplente ou inadimplente foi feita baseada no percentual de acerto de cada modelo estimado, a Tabela 16 apresenta o percentual de acerto de cada modelo.

**Tabela 16: Porcentual de acerto das amostras utilizadas**

Amostra	Inadimp/Inadimp.	Inadim./Adimpl.	Adimp./Adimp.	Adimp./Inadimp.	Média Acerto
Amostra 1	59,03	40,97	65,62	34,38	62,32
Amostra 2	53,87	46,13	65,33	34,67	59,60
Amostra 3	54,70	45,30	70,80	29,20	62,80
Amostra 4	53,30	46,70	71,06	28,94	62,18
Amostra 5	52,72	47,28	68,77	31,23	60,74
Amostra 6	60,17	39,83	58,17	41,83	59,17
Amostra 7	53,87	46,13	69,34	30,66	61,60
Amostra 8	56,16	43,84	63,32	36,68	59,74
Amostra 9	59,89	40,11	59,31	40,69	59,60
Amostra 10	54,15	45,85	65,33	34,67	59,74

Fonte: dados da pesquisa

O primeiro passo é comparar os resultados observados com os previstos pelo modelo. Em termos estatísticos o erro tipo II, consiste em considerar adimplente um

<sup>13</sup> O modelo completo foi estimado com todas as 2857 observações e sem a utilização da técnica de *stepwise*.

<sup>14</sup> As equações referentes às amostras foram estimadas utilizando a técnica *stepwise*.

contrato inadimplente, ou seja, falhar na rejeição de uma hipótese. A equação que minimizou esse erro foi a que utilizou a amostra quatro.

Já o erro tipo I, consiste em rejeitar uma hipótese válida, ou seja, considerar inadimplente um contrato adimplente, a equação que minimizou o erro tipo I foi da amostra seis. Não obstante, na medida em que a probabilidade do erro tipo II diminui, aumenta a susceptibilidade da ocorrência do erro tipo I.

Com isso, a melhor média de acerto, foi da amostra três com 62,80%, por esse motivo foi essa a equação escolhida para continuar a análise, apesar de não ser um valor considerado alto para modelos de previsão de adimplência. No entanto, outros estudos inclusive aqui apresentados, como Vasconcelos (2002), onde o modelo estimado obteve uma média de acerto de mais de 90%, a modalidade de crédito estudada era “Crédito Pessoal” e não agrícola, onde fatores exógenos, como climáticos, por exemplo, podem afetar sobremaneira a análise.

Além disso, o modelo estimado pode não ter incluído alguma variável importante do perfil do agricultor solicitante de crédito, principalmente por não haver sido coletada pela cooperativa em análise.

No entanto, o modelo mostra uma probabilidade de acerto de mais de 50%, ou seja, melhor que se considerasse à priori todos os contratos adimplentes ou inadimplentes, já que a amostra é composta de proporções idênticas entre adimplentes e inadimplentes, por isso, justifica-se seu desenvolvimento. Igualmente, é de suma importância identificar, dentre as variáveis que compõem o modelo, aquelas que mais influenciam a condição de adimplente ou inadimplente.

### **6.2.1. Análise da equação selecionada**

Esta seção dedica-se a analisar a qualidade estatística da amostra 3, que foi selecionada como a que melhor explica a condição de adimplência e inadimplência.

A Tabela 17 apresenta a classificação dos contratos anteriormente à análise, ou seja, como seriam classificados os indivíduos no caso do modelo guiar-se pela condição em que se enquadra a maioria dos casos observados.

**Tabela 17: Classificação adimplente ou inadimplente anterior à análise**

Observado	Previsto			% acerto
		Condição		
		Inadimplente	Adimplente	
Inadimplente	0	349	0	
Adimplente	0	349	100	

**Obs: Ponto de corte: 0,50**

Fonte: Dados da pesquisa

Como a amostra é exatamente proporcional, a um ponto de corte de 0,5, se o modelo considerasse todas as observações inadimplentes o percentual de acerto seria de 50%, conforme a Tabela 17. Essa classificação anterior à análise serve como referência para avaliar a eficácia do modelo quando ele passa a operar com as variáveis independentes para prever qual a condição de cada contrato, adimplente ou inadimplente. Como o percentual de acerto do modelo, já apresentado na Tabela 10 foi de 62,80%, isto é, maior que optar por considerar todos os contratos adimplentes ou inadimplentes, pode-se considerar que o modelo é eficaz.

Conforme já mencionado a estatística *Wald* também é muito interessante na análise dos modelos de regressão logística para testar a significância dos parâmetros, nesse caso específico, primeiramente avalia-se apenas a significância da constante incluída no modelo. O objetivo deste teste é criar uma base de comparação que permita verificar se as variáveis independentes melhoram a qualidade das previsões.

**Tabela 18: Teste *Wald* para a constante**

		Variáveis na Equação					
		B	S.E.	Wald	df	p-valor	Exp(B)
Passo 0	Constant	0	0,075701116	0	1	1	1

Fonte: Dados da pesquisa

Apenas com a constante incluída no modelo, de acordo com a Tabela 18, este não seria significativo. A estatística *Wald* que segue uma distribuição qui-quadrado teve seu valor calculado igual a zero, ou seja menor que o valor tabelado com 1 grau de liberdade, com isso não se pode rejeitar a hipótese de que o parâmetro estimado é nulo.

Além disso, o nível crítico, ou p-valor, é bem maior que 0,05, conseqüentemente, não pode-se rejeitar a hipótese nula, ou seja, o modelo apenas com a constante não explica a condição de adimplente ou inadimplente. Esse resultado era esperado e significa que a inclusão das variáveis independentes melhora o modelo estimado. Contudo o teste será feito para todas as variáveis incluídas no modelo no intuito de constatar o quanto a inclusão das outras variáveis independentes irão contribuir para a análise.

O objetivo final da análise é verificar se as variáveis independentes referentes ao perfil do tomador de crédito podem explicar a condição de adimplente ou inadimplente. Caso exista essa relação, esse modelo pode ser utilizado na predição de adimplência para futuros contratos.

Conforme descrito na metodologia utilizou-se o método *stepwise forward* para selecionar as variáveis estatisticamente mais significativas, esse método utiliza um processo iterativo em busca do modelo que melhor explica a variável dependente. No presente estudo, conforme apresenta a Tabela 19, foram necessários sete passos para encontrar a equação 3, já exposta na tabela 15, que melhor explica a condição de adimplente ou inadimplente.

**Tabela 19: Teste do modelo completo**

iterações		qui-quadrado	df	p-valor
Passo1	Step	26,94883957	1	0,000
	Block	26,94883957	1	0,000
	Model	26,94883957	1	0,000
Passo2	Step	10,17702157	1	0,001
	Block	37,12586114	2	0,000
	Model	37,12586114	2	0,000
Passo3	Step	7,923550166	1	0,005
	Block	45,0494113	3	0,000
	Model	45,0494113	3	0,000
Passo4	Step	8,134333778	1	0,004
	Block	53,18374508	4	0,000
	Model	53,18374508	4	0,000
Passo5	Step	8,453389389	1	0,004
	Block	61,63713447	5	0,000
	Model	61,63713447	5	0,000
Passo6	Step	3,971962498	1	0,046
	Block	65,60909697	6	0,000
	Model	65,60909697	6	0,000
Passo7	Step	3,615626055	1	0,057
	Block	69,22472302	7	0,000
	Model	69,22472302	7	0,000

Fonte: Dados da pesquisa

O *Model chi-square* testa a hipótese de que todos os coeficientes da equação logística são nulos. Como pode-se constatar na Tabela 19 o valor do *model chi-square* é de 69,22472302 para o sétimo passo do *stepwise forward*, esse número corresponde a diferença entre o *Likelihood Value* (-2LL) obtido quando se inclui apenas a constante no modelo e o *Likelihood Value* (-2LL) obtido com a inclusão de todas as variáveis independentes selecionadas pelo método *stepwise forward*.

Com sete graus de liberdade, que correspondem à diferença entre o número de parâmetros do modelo inicial estimado apenas com a constante, e o modelo final estimado com todas as variáveis independentes significativas, pode-se concluir que pelo menos um dos coeficientes da regressão é diferente de zero. Como o valor da estatística qui-quadrado calculada (69,22) é maior que o valor qui-quadrado tabelado para 7 graus de liberdade, rejeita-se a hipótese de que todos os parâmetros estimados são nulos. Isso significa que a inclusão das variáveis independentes na regressão contribui para melhorar a qualidade das predições.

Na Tabela 19 também são apresentados dois outros testes além do *Model*, são o *Block* e o *Step* que apesar de não terem sido abordados no referencial teórico, têm o significado rigorosamente igual ao do *Model* e, por isso, pode ser interpretado de forma análoga.

Outros indicadores que também contribuem para avaliar o desempenho geral do modelo são os descritos na Tabela 20.

**Tabela 20: Indicadores de avaliação do desempenho geral da regressão**

Passos	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	940,6846245	0,037872839	0,050497118
2	930,5076029	0,051799132	0,069065509
3	922,5840528	0,062502046	0,083336062
4	914,449719	0,073364021	0,097818694
5	905,9963296	0,084518708	0,112691611
6	902,0243671	0,089713452	0,119617936
7	898,408741	0,094416527	0,125888702

Fonte: Dados da pesquisa

O *-2 log likelihood* não é passível de uma interpretação isolada. Para analisar esse valor é preciso ter uma base de comparação, como no caso anterior em que a regressão foi calculada apenas com a constante e posteriormente com as outras variáveis independentes. No entanto, o menor valor de *-2 log likelihood* possível é considerado o melhor para esse indicador. No passo sete o método *stepwise forward* encontrou o menor valor possível.

Nesse contexto o *Cox & Snell*, no passo sete mostra que apenas cerca de 9% das variações ocorridas no logaritmo da razão de chance são explicadas pelo conjunto das variáveis independentes. Já o *Nagelkerke*, que é uma versão do *Cox & Snell* adaptada para fornecer resultados entre 0 e 1, mostra que a regressão explica apenas cerca de 12,5% das variações registradas na variável dependente.



A Tabela 21 apresenta o teste Hosmer e Lemeshow, que é um teste qui-quadrado e tem o objetivo de testar a hipótese de que não há diferenças significativas entre os resultados preditos pelo modelo e os observados, a Tabela 21 mostra que no passo sete o valor calculado da estatística qui-quadrado foi de 5,535 e o nível descritivo foi de 0,69.

**Tabela 21: Teste Hosmer e Lemeshow**

Passos	qui-quadrado	G1	p-valor
1	0	0	.
2	0,010136848	1	0,919803
3	16,11388839	8	0,040779
4	7,040246553	8	0,532297
5	6,847329676	8	0,553191
6	7,622622329	8	0,471173
7	5,535108897	8	0,699147

Fonte: Dados da Pesquisa.

Como o valor da estatística qui-quadrado calculada é menor que o valor tabelado, com oito graus de liberdade, e o nível de significância é superior a 0,05, não rejeita-se a hipótese de que não existe diferença entre os valores observados e os valores preditos.

A escolha das variáveis independentes primeiramente é feita pela relevância teórica de cada variável, isto é, em termos teóricos, o tamanho da propriedade o local onde a propriedade está instalada, a modalidade do financiamento feito, o montante financiado e a cultura a que se direcionou o crédito são variáveis que influenciam a probabilidade de adimplência do contrato de crédito.

Posteriormente a escolha das variáveis por sua significância teórica, fez-se uma seleção das variáveis por sua significância estatística, utilizando o método *stepwise forward*, já mencionado, dentre todas as variáveis que inicialmente compuseram o modelo, o proposto método estatístico selecionou após o sétimo passo as seguintes variáveis: quanto ao local onde a propriedade está localizada, as cidades selecionadas foram Entre Rios ( $Z_{11}$ ) e Pato Bragado ( $Z_{14}$ ), quanto à modalidade de financiamento foram selecionadas PRONAF E ( $Z_{10}$ ) e Demais Produtores ( $Z_6$ ) e no que diz respeito à cultura a que se direcionou o crédito a soja ( $Z_4$ ) foi a única significativa.

Além das variáveis categóricas acima arroladas também foram significativas estatisticamente as variáveis quantitativas: valor liberado (VL) e área plantada (AP), além da constante.

Pode-se observar que até esse ponto todos os testes estatísticos mostraram-se favoráveis a utilização das variáveis independentes para explicar a condição de adimplente ou inadimplente nos contratos analisados. Outrossim, torna-se necessário testar o percentual de acerto do modelo nos dados já obtidos, ou seja, dos 349 adimplentes da amostra, quantos por cento foram acertadamente considerados pelo modelo e dos 349 inadimplentes, quantos por cento foram acertadamente considerados pelo modelo.

De acordo com a Tabela 18, se todos os contratos fossem considerados adimplentes, sem a utilização de nenhuma ferramenta de análise, o percentual de acerto seria de 50%, já que a amostra selecionada foi exatamente proporcional. A tabela 22 apresenta o percentual de acerto do modelo com a inclusão das variáveis independentes selecionadas.

**Tabela 22: Porcentual de Acerto da Regressão**

		Previsto		% acerto
		Inadimplente	Adimplente	
observado	Inadimplente	191	158	54,728
	Adimplente	102	247	70,773
	Média de acerto			62,750

**Obs: Ponto de corte: 0,50**

Fonte: Dados da pesquisa.

O percentual de acerto dos inadimplentes não mostrou-se muito significativo, apenas 54,7%, no entanto o percentual de acerto dos adimplentes foi de 70,8% o que em média resultou em um acerto de 62,8% para a regressão.

Como já mencionado, esse percentual não é alto se comparado com outros modelos de previsão de inadimplência, no entanto, como o presente trabalho refere-se a créditos direcionados à agricultura, considera-se que outras variáveis, que não o perfil do solicitante, tem uma influência maior sobre a condição de adimplência, por isso, o menor percentual de acerto nesse modelo.

Os testes feitos consideraram o modelo como um todo, sem a análise individual de cada variável, a Tabela 18 apresentou o teste *Wald* feito para a equação, porém apenas com a constante, agora a Tabela 23 mostra este teste para todas as variáveis, bem como, mostra as variáveis selecionadas pelo método *stepwise forward* e os parâmetros estimados pelo modelo *logit*.

**Tabela 23: Variáveis que compõem a equação após o sétimo passo do método *stepwise forward***

Parâmetros	GL	B	S.E	Wald	p-valor
Constante	1	0,3094	0,1857	2,7762	0,0957
Entre Rios	1	-0,9447	0,2747	11,8227	0,0006
Pato Bragado	1	-0,4426	0,2334	3,5949	0,058
Valor Liberado	1	0,000166	0,000047	12,6864	0,0004
Demais Produtores	1	-1,263	0,4132	9,3406	0,0022
PRONAF E	1	-0,3833	0,1719	4,9702	0,0258
Soja	1	0,3991	0,1798	4,9262	0,0265
Área Plantada	1	-0,1402	0,037	14,3534	0,0002

Fonte: Dados da pesquisa.

O teste *Wald* segue uma distribuição qui-quadrado, conforme citado anteriormente, logo os valores calculados pelo teste precisam ser maiores que o valor tabelado da estatística qui-quadrado para a rejeição da hipótese nula do parâmetro. O valor tabelado da estatística qui-quadrado, com 1 grau de liberdade e 0,10 de significância é 2,70554<sup>15</sup>, ou seja, menor que todos os calculados pelo teste *Wald*, por isso, todos os parâmetros, mesmo que analisados individualmente são significativos, o que, considerando o modelo de regressão logística, leva à seguinte equação:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(0,3094 - 0,9447ER - 0,4426PB + 0,000166VL - 1,263DP - 0,3833PE + 0,3991S - 0,1412HA)}} \quad (6.1)$$

Onde (*P*) é a probabilidade de adimplência, (*ER*) a cidade de Entre Rios, (*PB*) a cidade de Pato Bragado, (*VL*) é o valor liberado, (*DP*) e (*PE*) são respectivamente as linhas de crédito Demais Produtores e PRONAF E, (*S*) é a cultura da soja e (*HA*) é a Área Plantada

O cálculo da probabilidade, conforme a Equação (6.1), leva a decisão do ponto de corte do modelo, ou seja, qual a probabilidade mínima para que um contrato seja considerado adimplente, na Tabela 22 a decisão do ponto de corte foi de 0,5, isso significa que todos os contratos que apresentarem a probabilidade de adimplência maior que 50% serão considerados adimplentes, a Tabela 24 confirma 50% como o ponto de corte que maximiza o número de “acertos” do modelo.

<sup>15</sup> A probabilidade de inclusão da variável pelo método *stepwise* foi ampliada para o nível de significância de 0,15, porém já são significativas a 0,1.

**Tabela 24: Escolha do Ponto de Corte**

<b>P. Corte</b>	<b>Evento</b>	<b>N-evento</b>	<b>Acertos</b>	<b>P. Corte</b>	<b>Evento</b>	<b>N-evento</b>	<b>Acertos</b>
<b>0</b>	349	0	349	<b>0,4</b>	300	126	426
<b>0,02</b>	349	0	349	<b>0,42</b>	292	137	429
<b>0,04</b>	348	1	349	<b>0,44</b>	283	147	430
<b>0,06</b>	348	3	351	<b>0,46</b>	279	155	434
<b>0,08</b>	348	3	351	<b>0,48</b>	266	166	432
<b>0,1</b>	348	4	352	<b>0,5</b>	247	191	<b>438</b>
<b>0,12</b>	348	7	355	<b>0,52</b>	240	196	436
<b>0,14</b>	346	15	361	<b>0,54</b>	226	207	433
<b>0,16</b>	346	20	366	<b>0,56</b>	203	224	427
<b>0,18</b>	345	26	371	<b>0,58</b>	154	264	418
<b>0,2</b>	345	29	374	<b>0,6</b>	135	285	420
<b>0,22</b>	343	36	379	<b>0,62</b>	121	295	416
<b>0,24</b>	341	43	384	<b>0,64</b>	96	308	404
<b>0,26</b>	339	48	387	<b>0,66</b>	74	322	396
<b>0,28</b>	336	54	390	<b>0,68</b>	28	344	372
<b>0,3</b>	326	75	401	<b>0,7</b>	11	346	357
<b>0,32</b>	319	88	407	<b>0,72</b>	9	348	357
<b>0,34</b>	317	95	412	<b>0,74</b>	4	348	352
<b>0,36</b>	310	108	418	<b>0,76</b>	1	349	350
<b>0,38</b>	306	121	427	<b>0,78</b>	0	349	349

Fonte: Dados da Pesquisa.

De acordo com a Tabela 24 o ponto de corte que apresenta o maior número de acertos é o de 50% com 438 acertos do total de 698 observações, o que representa 62,8% de acertos. Qualquer outro ponto, maior ou menor, apresenta um número de acertos menor.

Após submissão aos testes supra citados, verifica-se que o modelo está estatisticamente apto a ser utilizado para a solução do problema proposto, ou seja, auxiliar na consideração prévia de tomador de crédito agrícola como um possível adimplente ou inadimplente reduzindo a assimetria de informações entre a organização concessora do crédito e o agricultor tomador.

### **6.2.2. Interpretação dos Coeficientes do Modelo Selecionado de Regressão Logística.**

A interpretação dos parâmetros no modelo de regressão logística tem algumas semelhanças com o modelo de regressão linear, isto é, cada coeficiente é interpretado como uma estimativa do efeito que cada variável independente produz individualmente na variável dependente, mantendo as demais constantes. Porém o modelo logístico é expresso em termos de logaritmos da razão de chance ou *logit*.

Nesse contexto, cada coeficiente deve ser interpretado como o efeito que uma variação unitária sofrida pela variável independente tende a produzir sobre o logaritmo da razão de chance.

Conforme a Tabela 25 o parâmetro que mais influencia a adimplência é o relacionado à cultura da soja, seguido do valor liberado. Os dois, além da constante, influenciam a adimplência de forma positiva, pois seus exponenciais são maiores que a unidade, no caso dos parâmetros negativos, o exponencial é menor que a unidade, por isso quando multiplicados pela razão de chance diminuem a probabilidade de adimplência.

**Tabela 25: Parâmetros estimados e seus Exponenciais**

Variáveis	B	Exp(B)
EntreRios(1)	-0,9447138	0,3887908
PatoBragado(1)	-0,4426214	0,6423503
valorliber	0,0001663	1,0001664
DemaisProdutores(1)	-1,2630151	0,2828001
PRONAFE(1)	-0,3833283	0,6815891
Soja(1)	0,3990949	1,490475
Área Plantada	-0,1402065	0,8691787
Constant	0,3094	1,3626073

Fonte: dados da pesquisa

Analisando a equação selecionada no presente trabalho pode-se interpretar que se um produtor rural direcionar seu crédito para a cultura da soja o impacto sobre o logaritmo da razão de chance será da ordem de 0,3991. O sinal do coeficiente é que vai direcionar a direção da mudança, no caso da cultura da soja, como o sinal é positivo, está contribuindo de forma positiva para a razão de chance de adimplência dos contratos, isto é, se o crédito liberado pela cooperativa em análise for direcionado para a cultura da soja a probabilidade de adimplência do contrato aumenta, o que coincide com a análise exploratória dos dados que mostrou a soja com grande relevância e baixa inadimplência relativa.

O tamanho da propriedade também diminui a probabilidade de adimplência do contrato, já que o parâmetro estimado é -0,1412. Pode-se constatar com isso, que as propriedades maiores têm uma probabilidade de adimplência menor que as propriedades menores.

As linhas de financiamento selecionadas também apresentaram sinais negativos em seus parâmetros, devido ao fato de estarem relacionadas com a área plantada, tanto a linha de financiamento PRONAF E quanto a Demais Produtores, são direcionadas a

propriedades maiores que, por conseguinte, também apresentou sinal negativo em seu parâmetro.

As cidades de Pato Bragado e Entre Rios também apresentaram sinais negativos em seus parâmetros, o que significa que as propriedades situadas nestas cidades têm menor probabilidade de adimplência, isso também se confirmou na análise exploratória dos dados quando as cidades mencionadas apresentaram percentual de inadimplência acima da média, outra cidade que apresentou percentual de inadimplência acima da média foi Guaíra, porém não teve um volume de contratos significativo para ser selecionada pelo modelo.

A interpretação do sinal do parâmetro é semelhante à interpretação do modelo linear, porém a dimensão do impacto da variação de uma variável independente na variável dependente não é da mesma forma que no modelo linear. O efeito de cada coeficiente sobre a probabilidade é de natureza multiplicativa e vai depender do nível em que a probabilidade se encontrar.

Quando a probabilidade de ocorrência do fato estiver muito próxima de zero ou muito próxima de 1 (100%) o impacto de variações das variáveis independentes na variável dependente será menor do que quando a probabilidade estiver em uma posição intermediária. Isso devido ao formato da curva logística, já apresentada no referencial teórico.

### 6.6.3. Aplicação os Parâmetros Estimados para a Amostra Selecionada na Base de Dados Completa

Após analisar a relação de cada parâmetro com a probabilidade de adimplência dos contratos, tomando como base a equação logística estimada a partir de uma amostra proporcional de adimplentes e inadimplentes, torna-se necessário utilizar os parâmetros estimados para interpretar a base completa de dados, coletados junto à cooperativa de crédito em análise, composta de 2.857 observações, sendo, 349 inadimplentes e 2508 adimplentes.

**Tabela 26: Porcentual de Acerto da Regressão na Base de Dados Completa**

		Previsto		% acerto
		Inadimplente	Adimplente	
observado	Inadimplente	191	158	54,72
	Adimplente	854	1654	65,95
	Média de acerto			60,34

**Obs: Ponto de corte: 0,50**

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme a Tabela 26, aplicando os parâmetros estimados com a amostra proporcional na base de dados completa, o percentual de acerto do modelo diminui de 62,75%, conforme a Tabela 22, para 60,34%.

Esse percentual de acerto, para modelos de previsão de adimplência tradicionais é considerado baixo, porém considerando que a capacidade de cumprimento do contrato de crédito agrícola é afetada por fatores exógenos e não controláveis, um percentual de acerto menor é aceitável.

Observando que se todos os 2.508 contratos de crédito da base completa de dados forem caracterizados à priori como inadimplentes o erro seria considerar os 349 inadimplentes como adimplentes, ou seja, o erro seria de  $349/2508$ , o que corresponde a 14%. Esse erro é menor do que os aproximadamente 40% de erros cometidos pelo modelo.

Porém, o objetivo do presente estudo não é criar um modelo que possa suprir totalmente o problema de análise de crédito agrícola em que incorre a cooperativa em análise, mas sim reduzir a assimetria de informações entre as partes envolvidas no contrato, criando uma ferramenta que possa ser mais uma, entre as várias formas de que a cooperativa dispõe para o controle da concessão de crédito.

#### **6.2.4. Realizando Predições com o Modelo Estimado**

Conforme demonstrado nas seções anteriores, chegou-se a um modelo capaz de descrever a relação existente entre o cumprimento de um contrato de crédito e algumas variáveis históricas da cooperativa de crédito em análise relativas ao perfil do tomador do crédito, sendo elas a cidade onde a propriedade está localizada, o valor liberado, o tamanho da propriedade, a modalidade do financiamento e a cultura a que se direcionou o crédito.

Nesse contexto, esta seção pretende demonstrar o funcionamento do modelo estimado na realização de predições. Com isso, pode-se calcular a probabilidade de um determinado tomador de crédito cumprir seu contrato sob certas condições.

Dados o modelo apresentado na equação 6.1, supondo-se que o analista de crédito da organização concessora deseje conhecer o risco de um tomador qualquer cumprir ou não seu contrato de crédito nas seguintes circunstâncias:

- A solicitação é de R\$ 10.000,00 (Dez mil reais);
- A propriedade está localizada na cidade de Pato Bragado;
- A linha de financiamento utilizada é o PRONAF E;
- O financiamento será direcionado para a cultura da soja;
- A propriedade do solicitante é de 5 ha.

A probabilidade de um tomador de crédito com as características acima cumprir seu contrato é de 69,95%, e analisando a equação 6.1.:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(0,3094 - 0,9447ER - 0,4426PB + 0,000166VL - 1,263DP - 0,3833PE + 0,3991S - 0,1412HA)}}$$

$$P = \frac{1}{1 + e^{-0,8449956}} = 0,6995$$

Onde  $P$  é a probabilidade de cumprimento do contrato.

Com essa informação e também outras, disponibilizadas no ato da solicitação do crédito, a cooperativa poderá escolher medidas preventivas para minimizar sua inadimplência, como exigir garantias reais ou fidejussórias adequadas ao risco que este tomador oferece.

Supondo um outro solicitante de crédito que apresente maior probabilidade de cumprimento de seu contrato, a organização concessora poderá exigir garantias menores, adequando o montante de garantias solicitadas ao risco incorrido na operação, podendo chegar ao ponto de restringir o crédito caso a probabilidade de adimplência apresentar-se muito baixa.

Uma alta taxa de inadimplência obriga as cooperativas de crédito a praticarem taxas mais altas, no intuito de cobrir os maus pagadores, isso fará com que os clientes adimplentes paguem mais caro pelo recurso, além do que, taxas mais altas irão atrair apenas projetos com maior taxa de retorno, que por regra são mais arriscados, por conseguinte tendem a aumentar cada vez mais a inadimplência em um círculo vicioso.



## 7. CONCLUSÃO

A análise exploratória dos dados permite concluir que a soja é a cultura que mais obteve recursos e também apresentou o menor percentual de contratos inadimplentes. As linhas de crédito mais utilizadas foram o PRONAF E e o PROGER Rural que são linhas de crédito direcionadas aos produtores de médio porte, que é o perfil característico da região.

Os contratos de crédito foram, em sua maioria, feitos com valores entre dez e cinquenta mil reais. Os valores foram relativamente baixos devido ao fato do crédito ser para custeio da safra e não para investimento.

Constatou-se também que a inadimplência é maior nas chamadas culturas de inverno, como o milho safrinha e o trigo, o que salienta a importância de fatores climáticos nessa modalidade de crédito.

Além disso, os testes de qui-quadrado mostraram que existem associações significativas entre a cultura a que se direciona o crédito e a condição de adimplência ou inadimplência, bem como a linha de financiamento utilizada e a condição de adimplência ou inadimplência.

As constatações no que tange ao perfil dos tomadores, foram confirmadas com a estimação da equação de regressão logística.

As variáveis estatisticamente significativas para a equação foram, além da constante, as cidades de Pato Bragado e Entre Rios, as linhas de financiamento Demais Produtores e PRONAF E, o Tamanho da Propriedade – estas com sinal negativo nos parâmetros – e também a cultura da Soja e o Valor Liberado – estas com sinal positivo.

A presença do sinal negativo nos parâmetros estimados significa que quando o tomador de crédito assume uma dessas características, diminui a razão de chance de sua adimplência, já que o exponencial de um número negativo é sempre menor que a unidade, e quando multiplicadas pela razão de chance deixa esta menor.

No que diz respeito ao tamanho da propriedade, que é a única variável quantitativa com sinal negativo, constata-se que, quando as propriedades são maiores, a probabilidade de adimplência é menor, ou seja, os produtores rurais estabelecidos em pequenas propriedades têm maior chance de cumprir seus contratos no prazo estabelecido.

O sinal positivo no parâmetro é interpretado como o aumento da probabilidade de cumprimento do contrato quando o produtor assume a característica, como no caso, o plantio da soja. Esta constatação também pode ser feita pela análise exploratória dos dados, já que os produtores de soja apresentaram o menor percentual de inadimplência.

No que tange o valor liberado, constata-se que valores maiores também apresentam maior percentual de adimplência, o que também condiz com o perfil dos tomadores, já que 670 contratos de soja foram maiores que dez mil reais, o que representa aproximadamente 4 vezes mais que qualquer outra cultura analisada, como a maioria dos contratos com valores mais altos foram direcionados à cultura da soja, e esta apresentou o menor percentual de inadimplência, logo os contratos maiores apresentam maior probabilidade de adimplência.

A equação estimada, apesar de cumprir todos os critérios estatísticos necessários para sua significância apresentou um percentual médio de acerto de suas previsões para os dados da amostra selecionada de 62,8%, com um ponto de corte de 0,5. Sendo que o modelo mostrou-se mais ajustado para a adimplência, onde 70,8% dos adimplentes foram corretamente considerados pelo modelo, no entanto o percentual de acerto do modelo para os inadimplentes foi de 54,72%, por isso, a média 62,8%.

Este percentual, para modelos de adimplência, não é considerado alto, no entanto, como trata-se de um modelo para crédito agrícola, onde fatores climáticos afetam significativamente a condição de pagamento dos produtores, pode-se considerar um percentual aceitável, já que a amostra utilizada foi perfeitamente proporcional, isto é, em condições de aleatoriedade o poder de previsão seria de 50%, o que é menor que os 62,8% do modelo estimado.

Quando utilizou-se os parâmetros amostrais estimados, para previsões na base de dados completa, o poder de acerto do modelo diminuiu para 60,34%, com o ponto de corte também em 0,5.

O percentual de acerto nas previsões da equação estimada pode não ter sido maior pelo fato dos contratos de crédito ligados a agricultura estarem expostos a variáveis exógenas, como fatores climáticos, e também por alguma variável importante para o modelo não ter sido considerada, dadas as limitações de disponibilidade de dados junto à cooperativa.

No entanto, o que foi proposto como objetivo do trabalho não foi a resolução do problema de inadimplência nos contratos de crédito agrícola, mas sim, um instrumento

capaz de auxiliar a cooperativa na análise dos contratos, sem dispensar nenhuma outra ferramenta já utilizada pela organização.

O trabalho sugere que novas variáveis referentes ao perfil dos tomadores, como o número de vezes que já tomaram crédito junto à cooperativa, que caracteriza a frequência da transação, sejam coletadas e incorporadas à equação na tentativa de melhorar o percentual de acerto em suas predições.

## REFERÊNCIAS

- ABAG - Associação Brasileira do Agronegócio [www.abag.com.br](http://www.abag.com.br) acesso em 07 de maio de 2008.
- ABRAMOVAY, R.; JUNQUEIRA, R. G. **A Sustentabilidade das Microfinanças Solidárias**. In: XLI Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Juiz de Fora. 2003.v. CD-Rom.
- AKERLOF, G. A. The market for “lemons”: quality uncertainty and the market mechanism. **Quartely Journal of Economics**, Cambridge, v. 84, n. 3, p. 488-500, Aug. 1970.
- ALBUQUERUE, R.; WANG, N. **Agency Conflicts, Investment and Asset Pricing**. The Journal of Finance, Vol. LXIII, n 1 Feb 2008, 40 p.
- ALVES, A. F.; SHIKIDA, P. F. A.; PARRÉ, J. L.; PEREIRA, M. F. **Assimetria de informações e o crédito rural brasileiro**. Revista de Ciências Empresariais da Unipar, Toledo, v. 4, n. 1, p. 79-90, 2003.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CRÉDITO RURAL [www.bcb.gov.br](http://www.bcb.gov.br). Acesso em 12 de janeiro de 2009.
- ARROW, K.J. The Economics of Agency In. Pratt, J. W.; Zeckhauser R. J. (org.) **Principals and Agents: Structure of business**. Boston: Harvard Business School Press, cap.2, p.37-51, 1991.
- AZEVEDO, C. M.; SHIKIDA, P. F. A. **Assimetria de informação e o crédito agropecuário: o caso dos cooperados da COAMO**. Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília-DF, v. 42, n. 2, p. 267-291, 2004.
- BACHA, C. J. C. **Economia e Política Agrícola no Brasil**. São Paulo: Atlas 2004. 226p.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Resolução n. 3.559, de 28 de março de 2008. Altera as Disposições Estabelecidas no Manual de Crédito Rural, 2008.
- BARTH, N.L.; **Inadimplência: Construção de Modelos de Previsão**. São Paulo: Nobel, 2004. 98p.
- BRESSAN, V. G. F.; BRAGA, M. J.; LIMA, J. E. **Análise de Insolvência das Cooperativas de Crédito Rural do Estado de Minas Gerais**. Estudos Econômicos (IPEA/USP), São Paulo, v. 34, n.3, p. 553-585, 2004.
- CHAN, K.; MENKVELD, A. J.; YANG, Z. **Information Asymmetry and Asset Prices: Evidence from the China Foreign Share Discount**. The Journal of Finance, Vol. LXIII, n 1, Feb 2008, 40 p.

CHEN, X., YAO T., YU T. **Prudent man or agency problem? On the performance of insurance mutual funds.** Journal of Financial Intermediation. v. 16, p. 175-203, 2007.

COASE, R. **The nature of the firm.** In: WILLIAMSON, O.; WINTER, S. G. (Ed.) In the nature of the firm origins, evolution, and development. New York: Oxford University Press, 1993, 256 p.

DEMSETZ, H. **Ownership control and the firm: The organization of economic activity.** Cambridge: Basil Blackwell, v. 1, 1990, 300 p.

DIAS FILHO, J.M.; CORRAR L.J. **Regressão Logística.** In: CORRAR L. J.; PAULO E.; DIAS FILHO J. M. Análise Multivariada para os Cursos de Administração Ciências Contábeis e Economia. Atlas, 2007, 541p.

EISENHARDT, K. M. **Agency Theory: An Assessment and Review.** The Academy of Management Review, vol 14, n.1, jan. p 57-74, 1989.

FARINA, E. M. M. Q; AZEVEDO, P. F; SAES, M. S. M. **Competitividade: Mercado, Estado e Organização.** São Paulo: Editora Singular, 1997, 286p.

FIANI, R. A teoria dos custos de transação. In: KUPFER, D. e HASENCLEVER, L. **Economia industrial.** Rio de Janeiro: Campus. p. 267-306, 2002.

GASQUES, J.G.; VILLA VERDE, C.M. **Novas Fontes de Recursos, Propostas e Experiências de Financiamento Rural.** Textos para discussão n 392. IPEA, p 0-0, 1995.

GATTI, E. U; VIEIRA, J. L. T. M; SILVA, V. **Análise do Perfil Distributivo do Crédito Rural no Brasil, 1969-90.** Revista de Economia Agrícola disponível em [www.iea.gov.br](http://www.iea.gov.br). p 65-99 (Instituto de Economia Agrícola.1993).

GIMENES, R. M. T.; URIBE-OPAZO, M. A. **Previsão de Insolvência de Cooperativas Agropecuárias por Meio de Modelos Multivariados.** Revista da FAE, Curitiba-PR, v. 4, n. 3, p. 65-78, 2001.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica.** São Paulo: Campus, 2006, 812p.

HART, O.D. **Incomplete Contracts and the Theory of the Firm.** In: WILLIAMSON, O.; WINTER, S. G. (Ed.) In the nature of the firm origins, evolution, and development. New York: Oxford University Press, 1993, 256 p.

HILL, C. R.; GRIFFITHS, W.E.; JUDGE G. G. **Econometria;** 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2006, 496p.

HOSMER, D.W., LEMESHOW, S. **Applied Logistic Regression.** Wiley Publication, 2nd edition, USA, 2000. 392 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ANÁLISES ECONÔMICAS E SOCIAIS – IBASE. **Relatório PRONAF – Resultados da Etapa Paraná.** Rio de Janeiro, 2006. 169p.

MARTINEZ, A.L. **Agency Theory e a Pesquisa contábil.** In: ENANPAD, Foz do Iguaçu. Anais do ENANPAD, v. CD-Rom, 1998.

MARTINEZ, G. X. **The Political Economy of the Ecuadorian Financial Crisis.** Cambridge Journal of Economics, v. 30, p. 567-585, 2006.

NORTH, D. **Custos de transação, instituições e desempenho econômico.** Rio de Janeiro: Instituto Liberal, 1994. 38 p.

PESSALI, H. F. **Teoria dos custos de transação: uma avaliação crítica.** In: Associação Nacional de pós-graduação de Economia, Campinas, 1996. Anais ...ANPEC, p.682-701, 1996.

ROCHA JÚNIOR, W. F. **A Matriz Estrutural Prospectiva com o Enfoque da Nova Economia Institucional: O caso do Agronegócio da Erva-Mate.** Florianópolis, 110p. Tese (Doutorado) – UFSC, 2001.

SEAB DERAL **Perfil da Agricultura Paranaense.** Novembro 2003.

SUFI, A; **Information Asymmetry and Financing Arrangements: Evidence from Syndicated Loans.** The Journal of Finance; v. LXII, n. 2, Apr 2007, 40 p.

VASCONCELOS, M. S. **Proposta de Método para Análise de Concessões de Crédito a Pessoas Físicas.** São Paulo, 142f. Dissertação (Mestrado) – USP, 2002.

WATANABE, M. **Price Volatility and Investor Behavior in an Overlapping Generations Model with Information Asymmetry.** The Journal of Finance, Vol. LXIII n 1, Feb 2008, 38 p.

WILLIAMSON, O. E. **Las Instituciones Económicas del Capitalismo.** Tradução de Eduardo L. Suárez. 1 Edição. México: Fondo de Cultura Económica S/A, 1989. 435p.

WILLIAMSON, O. E. **The Economics of Organization: The Transaction Cost Approach.** The American Journal of Sociology, v. 87, n. 3, p. 548-577, Nov., 1981.

WILLIAMSON, O. E. **The Mechanisms of Governance.** New York. Oxford University Press, 1996. 429 p.

WILLIAMSON, O. E. **Transaction Cost Economics: How it Works: Where it is Headed.** De Economist, Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands, v.146, n. 1, p. 23-58, 1998.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria – uma abordagem moderna.** São Paulo: Thomson, 708p, 2006.

YOUNG R.; GLENNON D.; NIGRO P. **Borrower-lender Distance, Credit Scoring, and Loan Performance: Evidence from Informational-opaque Small Business Borrowers.** Journal of Financial Intermediation. v. 17, p. 113-143, 2008.

ZYLBERSZTAJN, D. **A estrutura de governança e coordenação do agribusiness: uma aplicação da nova economia das instituições.** 1995. 238 f. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

ZYLBERSZTAJN, D; SZTAJN, R. Análise Econômica do Direito e das Organizações. In: ZYLBERSZTAJN, D; SZTAJN, R.(Org). **Direito e Economia:** análise econômica do direito e das organizações. Rio de Janeiro: Elsevier, Cap 1 p. 01-15, 2005.