**ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO NO CRÉDITO RURAL: ASPECTOS
TEÓRICOS E UM MODELO PARA CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DOS
CRÉDITOS CONCEDIDOS A COOPERATIVAS AGROPECUÁRIAS**

UILSON MELO ARAÚJO

**Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, da
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de Doutor em Agronomia, Área de
Concentração: Economia Agrária.**

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1996

**ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO NO CRÉDITO RURAL: ASPECTOS
TEÓRICOS E UM MODELO PARA CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DOS
CRÉDITOS CONCEDIDOS A COOPERATIVAS AGROPECUÁRIAS**

UILSON MELO ARAÚJO

Economista

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros

**Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de Doutor em Agronomia, Área de
Concentração: Economia Agrária.**

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Fevereiro - 1996

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Araújo, Uilson Melo

Assimetria de informação no crédito rural: aspectos teóricos e um modelo para
classificação do risco dos créditos concedidos a cooperativas agropecuárias / Uilson
Melo Araújo. - - Piracicaba, 1996.
81p.

Tese (doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1996.
Bibliografia.

1. Cooperativa agrícola - Brasil 2. Crédito agrícola - Risco - Modelo I. Título

CDD 332.71

**ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO NO CRÉDITO RURAL: ASPECTOS
TEÓRICOS E UM MODELO PARA CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DOS
CRÉDITOS CONCEDIDOS A COOPERATIVAS AGROPECUÁRIAS**

UILSON MELO ARAÚJO

Aprovada em: 14.03.1996

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros

ESALQ/USP

Prof. Dr. Paulo Fernando Cidade de Araújo

ESALQ/USP

Prof. Dr. Ricardo Shiota

ESALQ/USP

Prof. Dr. Antônio Salazar Pessoa Brandão

IBRE/FGV

Prof. Dr. Erly Teixeira

UFV

Prof. Dr. Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros
Orientador

Ofereço

ao Sr. Vicente e à Sra. Maria Vitória, meus pais

à Tia Ana, em nome dos meus Familiares

e aos meus Amigos Fritz Barbosa e Marconi Albuquerque

**Dedico, por tudo,
a minha Esposa Maria Aparecida
e aos meus Filhos Carolina, Arthur Uilson e Patrícia**

Agradecimentos

Agradeço

a Deus o dom da vida;

ao Banco do Brasil a oportunidade a mim concedida para cursar o Doutorado em Economia Agrária na USP/ESALQ;

aos meu amigos Antônio Salazar P. Brandão e Artur P. de Castello Branco o incentivo;

ao corpo docente do Departamento de Economia e Sociologia Rural da ESALQ os ensinamentos proporcionados ao longo do Curso de Doutorado, especialmente aos Professores Paulo Fernando Cidade de Araújo, Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros, José Roberto Mendonça de Barros e Joaquim José Martins Guilhoto;

aos Professores membros da banca examinadora e ao Professor Pedro Carvalho de Mello as sugestões apresentadas para o aperfeiçoamento desta pesquisa;

aos funcionários do DESR/ESALQ a colaboração e cordial acolhida, particularmente às bibliotecárias Lu e Angélica;

à Júnia e ao Pedro, em nome dos colegas contemporâneos do Curso que de alguma forma contribuíram para a realização deste estudo;

aos colegas de trabalho Cláudia Ohtoshi, João Carlos F. Souza e Renê Sanda a orientação no uso do pacote estatístico para a estimação do modelo empírico.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO	vii
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Assimetria de informação no crédito rural	1
1.2. Problema básico e objetivo	2
1.3. Considerações sobre o problema	7
1.4. Hipóteses	11
1.5. Plano de trabalho	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Inadimplência	13
2.2. Métodos para classificação do grau de risco do crédito	15
2.3. Variáveis destacadas em estudos anteriores	18
2.4. Racionamento de crédito e assimetria de informação	21
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
3.1. Custos de transação na intermediação financeira	25
3.2. Importância da inadimplência	28
3.3. Mercado de crédito e assimetria de informação	32
3.4. Conseqüências da assimetria de informação	35

4. MODELAGEM	38
4.1. Hipóteses	38
4.2. Representação teórica e procedimento estatístico ..	47
5. MODELO EMPÍRICO	50
5.1. Hipóteses básicas	50
5.2. Especificação econométrica	51
5.3. Variáveis e dados	54
5.4. Análise dos resultados	56
6. CONCLUSÕES	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
APÊNDICE 1: Variáveis	72
APÊNDICE 2: Dados	74
APÊNDICE 3: Modelo logístico 1	76
APÊNDICE 4: Modelo logístico 2	79

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1.1 - Anormalidade (operações vencidas há mais de 60 dias mais crédito em liquidação) na carteira rural do Banco do Brasil, 1981-94	4
Figura 1.2 - Fluxograma da atividade de emprestar	10
Figura 3.1 - Mercado de crédito sem custos de transação	26
Figura 3.2 - Mercado de crédito com custos de transação	27
Figura 3.3 - Equilíbrio com racionamento de crédito	37
Figura 4.1 - Racionamento de crédito por classes de tomadores . . .	39
Figura 4.2 - Efeito da redução de teto para taxa de juros sobre tomadores de recursos que têm o crédito racionado e tomadores que não têm o crédito racionado	41

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1.1 - Volume total de créditos concedidos pelo Sistema Nacional de Crédito Rural e a participação do Banco do Brasil, 1970-94	3
Tabela 1.2 - Percentual de inadimplências globais na carteira rural do Banco do Brasil, jan/91 a dez/94	5
Tabela 1.3 - Volume mensal das aplicações e inadimplências da carteira rural do Banco do Brasil no segmento cooperativista	6
Tabela 2.1 - Variáveis financeiras significativas para explicar a inadimplência, segundo Lufburrow et alii (1984)	20
Tabela 5.1 - Teste F univariado para a hipótese de igualdade entre as médias das variáveis dos dois grupos: adimplentes e inadimplentes	55
Tabela 5.2 - Matriz de correlação	56
Tabela 5.3 - Modelo logístico estimado com 47 cooperativas adimplentes e 18 inadimplentes	57
Tabela 5.4 - Classificação dos dados amostrais com probabilidade de 0,68	58
Tabela 5.5 - Modelo logístico estimado - classes de risco	59

**ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO NO CRÉDITO RURAL:
ASPECTOS TEÓRICOS E UM MODELO PARA CLASSIFICAÇÃO DO RISCO
DOS CRÉDITOS CONCEDIDOS A COOPERATIVAS AGROPECUÁRIAS**

Autor: UILSON MELO ARAÚJO

Orientador: PROF. DR. GERALDO SANT'ANA DE CAMARGO BARROS

RESUMO

O presente estudo tem como principal objetivo o desenvolvimento de um modelo para avaliação e classificação do grau de risco das propostas de crédito rural apresentadas por cooperativas agropecuárias ao Banco do Brasil, considerando-se o paradigma da assimetria de informação: os emprestadores não têm o mesmo nível de informação que os tomadores a respeito das características e possibilidades de sucesso dos empreendimentos financiados.

Até junho de 1988, a taxa de inadimplência não atingia 5% do saldo da carteira agrícola do Banco do Brasil. A partir dessa data o percentual passou a crescer ultrapassando a faixa dos 20% em dezembro de 1994.

O que se busca é a redução desta inadimplência, causa de efeitos danosos sobre a saúde financeira do Banco do Brasil e de conseqüentes reflexos negativos sobre os tomadores de crédito rural, tais como menor disponibilidade de recursos para empréstimos, racionamento de crédito e execução de dívidas com arresto de ativos reais pelo Banco.

A assimetria de informação oferece o suporte teórico adequado para a análise econômica do risco de inadimplência. Segundo Hoff & Stiglitz (1990), este enfoque tem como base as seguintes considerações:

- a) os tomadores de crédito diferem na probabilidade em que se tornarão inadimplentes, acarretando custos relativos ao cálculo do risco de cada devedor. Isto é convencionalmente conhecido por problema de seleção (*screening problem*);
- b) é necessário monitorar as atividades dos clientes, para que eles conduzam suas atividades de modo que a quitação dos empréstimos seja a mais provável possível. Este é o denominado problema de incentivo (*incentive problem*); e,
- c) é problemático forçar a quitação do crédito concedido. Este é o problema de

execução (*enforcement problem*).

O modelo logístico estimado classifica corretamente 78,5% das observações com probabilidade de 0,68. A significância estatística do modelo e dos parâmetros indica que as variáveis selecionadas são importantes para classificar o grau de risco das propostas de crédito rural apresentadas por cooperativas agropecuárias ao Banco do Brasil.

A metodologia aqui sugerida permite classificar as propostas não somente entre adimplentes e inadimplentes, mas também entre diferentes classes de riscos.

**INFORMATION ASYMMETRY ON RURAL CREDIT:
THEORETICAL ASPECTS AND A MODEL FOR RANKING THE RISK OF
RURAL COOPERATIVES LOANS**

Author: UILSON MELO ARAÚJO

Adviser: PROF. DR. GERALDO SANT'ANA DE CAMARGO BARROS

SUMMARY

The general purpose of this thesis is the development of a model to evaluate and rank the risk of rural credit loans to cooperatives within the Banco do Brasil, considering the paradigm of information asymmetry: the lenders do not have the same level of information as the borrowers about the characteristics and possibilities of success of the business financed.

Until June 1988, the default rate was below 5% of the total of rural credit loans within the Bank. Since then it has increased to more than 20% by December, 1994.

The idea is to reduce this default in face of the serious effects over the financial health of the Bank, with negative implications to the farmers, such as

reduction of financial resources for lending, credit rationing, debt prosecution, and incorporation of real assets by the Bank, etc.

Information asymmetry offers an adequate theoretical approach to analyze the risk of default. According to Hoff & Stiglitz (1990), this approach is based on the following problems:

- a) borrowers differ in the likelihood that they will default. This is conventionally known as the screening problem;
- b) it is necessary to monitor the borrower actions. This is the incentive problem; and,
- c) it is difficult to compel repayment. This is the enforcement problem.

The logit model estimated classifies correctly 78,5% of observations to a probability level of 0,68. The statistical significance of the model and the parameters means that the variables selected are important to rank the risk of rural credit loan to cooperatives within the Banco do Brasil.

The methodology used allows ranking proposals not only between success and failure loans, but also according different classes of risk.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Assimetria de informação no crédito rural

Nos anos oitenta, surgiram os principais avanços teóricos para a compreensão de como funcionam os mercados de crédito. Esta evolução está baseada no paradigma que enfatiza o problema da informação imperfeita (informação assimétrica: os emprestadores não têm o mesmo nível de informação que seus clientes a respeito das características e possibilidades de sucesso dos empreendimentos financiados).

Os emprestadores trocam recursos hoje pela promessa de recebê-los de volta no futuro e agem de modo que o compromisso dos tomadores apresente a maior probabilidade possível de ser cumprido. Assim, a atividade de emprestar implica troca de consumo corrente por consumo em um período futuro, seguro contra risco de inadimplência, obtenção de informações sobre as características dos projetos a serem financiados e dos candidatos¹ ao empréstimo, e desenvolvimento de mecanismos que tornem a probabilidade de reembolso do crédito concedido a mais elevada possível.

¹ No caso do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), produtores rurais (pessoas físicas e jurídicas) e suas cooperativas, de acordo com a Lei nº 4.829, de 05 de novembro de 1965.

O conceito de assimetria de informação propicia o *background* para três problemas destacados na mais recente evolução teórica acerca dos mercados financeiros rurais (Hoff & Stiglitz, 1990):

- a) os tomadores de crédito diferem na probabilidade em que se tornarão inadimplentes, acarretando custos relativos ao cálculo do risco de cada devedor. Isto é convencionalmente conhecido como problema de seleção (*screening problem*);
- b) é necessário monitorar as atividades dos clientes, para que eles conduzam suas atividades de modo que a quitação dos empréstimos seja a mais provável possível. Este é o denominado problema de incentivo (*incentive problem*); e,
- c) é problemático forçar a quitação do crédito concedido. Este é o problema de execução (*enforcement problem*).

1.2. Problema básico e objetivo

Até o final da década de 70, os recursos destinados ao financiamento das atividades rurais no Brasil apresentaram crescimento médio expressivo em termos reais. Entretanto, o volume total de crédito caiu contínua e significativamente no período 1980-84. Neste último ano, foi atingido um volume menor que o de dez anos atrás e mais de 60% inferior ao pico ocorrido

em 1979 (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 - Volume total de créditos concedidos pelo Sistema Nacional de Crédito Rural e a participação do Banco do Brasil, 1970-94.

Anos	Volume total		Variação	Bco.do Brasil
	Nominal	Real ¹	real - %	Participação - %
1970	Cr\$ 9.247.980	6.508.021.716	19,48	47
1971	Cr\$ 12.869.7111	7.520.542.059	15,56	51
1972	Cr\$ 18.668.785	9.304.409.649	23,72	55
1973	Cr\$ 30.333.919	13.163.074.519	41,47	52
1974	Cr\$ 48.272.761	16.273.404.007	26,36	55
1975	Cr\$ 89.997.117	23.727.076.743	45,80	60
1976	Cr\$ 130.226.160	24.310.879.411	2,46	61
1977	Cr\$ 165.858.671	21.705.545.761	-10,72	64
1978	Cr\$ 233.942.454	22.068.920.224	1,67	64
1979	Cr\$ 448.730.894	27.503.122.912	24,62	65
1980	Cr\$ 859.193.128	26.302.218.865	-4,37	68
1981	Cr\$ 1.564.090.171	22.813.528.950	-13,26	68
1982	Cr\$ 2.960.272.886	22.091.960.769	-3,16	62
1983	Cr\$ 5.687.785.916	16.676.578.843	-24,51	52
1984	Cr\$ 11.138.665.520	10.186.219.661	-38,92	62
1985	Cr\$ 51.705.203.320	14.525.668.684	41,60	67
1986	Cr\$ 186.780.085	21.660.330.698	49,12	62
1987	Cr\$ 478.278.934	17.074.883.300	-21,17	80
1988	Cz\$ 2.648.106.746	12.048.938.214	-30,43	85
1989	NCz\$ 34.335.067	11.001.610.648	-8,69	77
1990	Cr\$ 557.089.211	6.285.885.317	-42,86	62
1991	Cr\$ 2.958.342.826	6.485.251.173	3,17	70
1992	Cr\$ 35.799.339.489	7.190.733.437	10,88	72
1993	CR\$ 677.434.965	6.175.250.803	-14,12	70
1994	R\$ 9.324.644	9.324.643.517	51,00	77

Fonte: Banco Central do Brasil e Banco do Brasil

¹ A preços de 1994 - Inflator = Média do IGP/DI - FGV

O volume de crédito rural concedido cresceu cerca de 42% e 49% em termos reais no biênio 1985-86. Com o fracasso das tentativas de estabilização da economia ocorreram cortes significativos no crédito rural entre 1987 e 1990. Cabe destacar que os créditos concedidos entre 1991 e 1994 foram aproximadamente iguais aos primeiros anos da década de 70, e que o Banco do Brasil sempre foi o principal agente financeiro do setor rural.

Até junho de 1988, a taxa de anormalidade (operações vencidas há mais de 60 dias mais créditos em liquidação) não ultrapassava 5% do saldo da carteira rural do Banco do Brasil. A partir dessa data o percentual passou a crescer, atingindo um valor superior a 20% em dezembro de 1994, conforme mostra a Figura 1.1.

Figura 1.1- Anormalidade (operações vencidas há mais de 60 dias mais crédito em liquidação) na carteira rural do Banco do Brasil, 1981-94.

Considerando como inadimplência todas operações vencidas mais os créditos em liquidação, os dados mensais disponíveis mais recentes (1991-94) mostram que a menor taxa ficou próxima a 20%. Em alguns meses, o nível ultrapassou 40% do saldo das aplicações rurais (Tabela 1.2).

Tabela 1.2 - Percentual de inadimplências¹ globais na carteira rural do Banco do Brasil, jan/91 a dez/94.

Mês	1991	1992	1993	1994
Jan	29,39	23,16	27,61	30,09
Fev	33,58	21,76	27,75	32,61
Mar	29,00	19,89	28,66	32,32
Abr	27,15	22,06	31,82	32,54
Mai	24,95	21,79	28,30	32,89
Jun	30,31	27,93	31,74	36,33
Jul	45,67	29,38	38,23	39,96
Ago	41,64	31,50	31,78	40,48
Set	36,88	27,51	29,60	37,48
Out	31,39	30,27	35,31	37,04
Nov	27,78	30,02	27,70	25,44
Dez	18,34	19,82	33,10	22,18

Fonte: Banco do Brasil

¹ Inadimplência = operações vencidas mais créditos em liquidação

A Tabela 1.3 da página 6 mostra o saldo e a inadimplência do crédito rural concedido pelo Banco do Brasil ao segmento cooperativista. Nota-se que a inadimplência dessa clientela apresenta percentuais expressivos.

Tabela 1.3 - Volume mensal das aplicações e inadimplências da carteira rural do Banco do Brasil no segmento cooperativista.

Ano/Mês	Aplicações (A) US\$ mil	Inadimplência ¹ (I) US\$ mil	(I) ÷ (A) (%)
1992/jul	811.017	29.619	3,65
ago	782.585	99.466	12,75
set	803.930	70.182	8,73
out	797.400	52.852	6,63
nov	783.794	101.903	13,00
dez	723.694	38.437	5,31
1993/jan	719.619	92.432	12,84
fev	682.952	59.203	8,67
mar	707.652	63.230	8,94
abr	703.402	66.250	9,42
mai	694.343	104.509	15,05
jun	698.667	69.362	9,93
jul	733.462	82.779	11,29
ago	697.893	108.957	15,61
set	721.925	110.721	15,34
out	741.057	125.006	16,87
nov	719.591	104.462	14,52
dez	717.109	107.042	14,93
1994/jan	709.253	135.798	19,15
fev	740.777	133.974	18,09
mar	725.717	162.621	22,41
abr	737.811	150.139	20,35
mai	725.360	171.563	23,65
jun	302.049	49.887	16,52
jul	896.146	212.667	23,73
ago	1.035.062	236.675	22,87
out	1.233.433	469.561	38,07
dez	1.330.129	381.095	28,65

Fonte: Banco do Brasil

¹ Operações vencidas há mais de 30 dias mais créditos em liquidação

É importante destacar que a inadimplência não é um problema que ocorre exclusivamente na área rural. Em dezembro de 1994, as operações vencidas há mais de 60 dias mais os créditos em liquidação representavam, respectivamente, 15,5% e 12,4% do total de empréstimos concedidos nas carteiras de crédito geral e de câmbio do Banco.

Como o Banco do Brasil poderia minimizar o efeito da informação assimétrica (inadimplência) no crédito rural?

Encontrar uma resposta a esta interrogação é o principal objetivo desta Tese. O que se busca é o desenvolvimento de um modelo para avaliação e classificação do grau de risco das propostas de obtenção de recursos apresentadas por cooperativas agropecuárias ao Banco do Brasil.

1.3. Considerações sobre o problema

É importante analisar a questão da inadimplência nos créditos concedidos devido aos efeitos sobre a viabilidade das instituições financeiras. Em particular, quando o fluxo de quitação dos empréstimos declina, há uma redução da capacidade de emprestar. Além disso, a inadimplência penaliza a credibilidade dos tomadores de recursos, se a tecnologia financeira não é sofisticada o suficiente para separar os clientes de alto risco daqueles de baixo

risco.

Donald (1976) sugere que a inadimplência no mercado de crédito rural pode ser resultado da incapacidade ou da má vontade dos tomadores de saldarem os empréstimos obtidos. A incapacidade de quitar as dívidas decorreria de condições exógenas adversas (tais como problemas climáticos, pragas e doenças) ou de problemas estruturais (por exemplo, em comercialização, transporte e serviço de extensão). A má vontade de pagar decorreria da política de anistia de dívidas (Harris, 1983) ou resultaria da desonestidade dos clientes (Jaffee & Russell, 1976, e Braverman & Guash, 1986).

Recentemente, Aguilera & González-Vega (1990) mostraram que empréstimos dirigidos podem também resultar em elevados índices de inadimplência, desde que a capacidade de os bancos rejeitarem clientes de alto risco seja prejudicada por regulamentação governamental ou de instituições provedoras de recursos financeiros.

Bancos que enfrentam problemas de inadimplência num ambiente de informação imperfeita e, em alguns casos, tendo de observar um teto para a taxa de juros podem tentar proteger seus recursos financeiros racionando crédito (Bourne & Graham, 1984). Eles podem também estabelecer cláusulas tornando os contratos mais restritivos, tais como menor período de

carência e custo de transação mais elevado, especialmente para os pequenos tomadores (Bester, 1985).

Bourne & Graham (1984) sugerem que a redução de elevados índices de inadimplência pode ser atingida pelo uso de sistema de dados mais eficiente, que proporcionaria oportunas informações sobre os custos de emprestar e os percentuais de créditos de alto e baixo riscos.

A Figura 1.2 da página seguinte mostra o fluxo de uma proposta de empréstimo no âmbito de uma instituição bancária. A proposta é analisada por meio de tecnologia financeira, usando-se as informações prestadas pelo cliente de acordo com as exigências do banco. O prestador toma a decisão de aprovar ou rejeitar a solicitação de crédito. Se rejeitada, o cliente é informado e o seu pedido é arquivado. Se aprovada, o contrato é assinado e a liberação dos recursos é feita pelo banco.

Após a liberação dos recursos, o tomador decide se cumprirá ou não o contrato e a resposta somente será observada quando do vencimento do empréstimo. Se o cliente cumpre as obrigações contratuais, a quitação ocorrerá com ou sem atraso. Quitando sem atraso, o tomador adquire credibilidade. No caso de quitação após o vencimento, o prestador enfrenta problemas de gerenciamento de liquidez, com elevados custos de

oportunidade. Se o tomador não quita o empréstimo, perde credibilidade, e a viabilidade do banco fica ameaçada quando o índice de inadimplência cresce.

Figura 1.2 - Fluxograma da atividade de emprestar

1.4. Hipóteses

A principal hipótese da pesquisa é que o processamento das informações das propostas de obtenção de crédito possibilita a classificação do grau de risco dos empréstimos concedidos pela carteira rural do Banco do Brasil. Assim, pode-se identificar as características dos tomadores (cooperativas) que possibilitam o monitoramento dos créditos concedidos e que podem ser empregadas na seleção de novas propostas de empréstimo.

Para testar esta hipótese, propõe-se um modelo que permite classificar os créditos concedidos quanto ao grau de risco. A técnica econométrica é empregada para verificar se os parâmetros que definem esta classificação são estatisticamente diferentes de zero (hipóteses específicas). A eficácia do mecanismo de classificação pode ser avaliada com base nos resultados obtidos.

1.5. Plano de trabalho

Além desta introdução, o estudo está estruturado em mais cinco capítulos. O Capítulo 2 mostra uma revisão da literatura que proporciona a base para a fundamentação teórica e a modelagem discutidas nos Capítulos 3 e 4, respectivamente.

O modelo empírico e a análise dos resultados estão no Capítulo 5. No Capítulo 6, são apresentadas as conclusões da pesquisa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Inadimplência

A inadimplência é um sério problema para os bancos que emprestam ao setor rural. González-Vega (1976) analisa a matéria sob o ponto de vista do prestador, que acrescenta um prêmio de risco à taxa de juros, para cobrir perdas decorrentes de inadimplências. Este prêmio é resultado do fato de não se ter certeza da quitação do empréstimo quando do vencimento do mesmo (Hunte, 1993).

Devido ao problema de informação nos mercados financeiros, DeVany (1984) argumenta que, desde que não exista mecanismo que *a priori* identifique corretamente a probabilidade de inadimplência, os bancos devem avaliar esse risco com base nas características de seus clientes. Assim, pesquisadores têm modelado o comportamento do prestador e do tomador de recursos financeiros, utilizando informações que não a taxa de juros. Geralmente as variáveis são classificadas da seguinte maneira:

a) variáveis de potencialidade: terra, benfeitorias, máquinas, equipamentos,

rebanhos, garantias e reciprocidade bancária;

b) variáveis demográficas: idade, região, sexo, número de dependentes, participação em associações de classe, escolaridade, tipo de direito sobre a terra e religião; e,

c) indicadores econômicos: atividade econômica, quantidade de mão-de-obra contratada, tecnologia, propriedades, risco medido pela variância dos preços, produção, renda, insumos utilizados, dívidas e capital próprio.

Evidência empírica recente para o Canadá e os Estados Unidos mostra, usando variáveis segundo a classificação proposta por DeVany (1984), que problemas de liquidez e alavancagem financeira são as principais explicações da inadimplência dos tomadores de empréstimos bancários (Turvey & Brown, 1990; Mortense et alii, 1988; Miller & LaDue, 1989; e Turvey, 1991).

Aguirela & González-Vega (1990) analisam a performance de retorno dos créditos concedidos pelo Banco de Desenvolvimento Agrícola da República Dominicana. Concluem que as restrições sobre o processo de seleção dos tomadores, impostas pelos provedores de recursos (governos e instituições internacionais de desenvolvimento), constituem-se na principal explicação da inadimplência verificada em programas de crédito agrícola

dirigido.

Boyes et alii (1989) sugerem que o objetivo da análise (deferimento) de crédito é estimar as probabilidades de inadimplência ou quitação dos empréstimos concedidos. Para estimativa dos parâmetros que permitam calcular estas probabilidades, os emprestadores devem definir um critério que maximize os ganhos esperados.

2.2. Métodos para classificação do grau de risco do crédito

Bauer & Jordan (1971) usam a análise discriminante para classificar as propostas de empréstimo quanto ao grau de risco. Esse estudo utiliza dados de 84 propostas de empréstimos de duas Associações de Crédito à Produção (PCA) do Estado do Tennessee (EUA). Os dados representam créditos concedidos entre 1958-69. As variáveis mais significativas são: relação dívida/ativo, valor da propriedade, obrigações totais, estado civil, despesa familiar, número de dependentes e renda esperada. Os resultados indicam que o modelo classifica corretamente 85% dos créditos concedidos (Unger, 1988).

Dunn & Frey (1976) determinam medidas que podem ser usadas para distinguir entre empréstimos que se tornam problemáticos e os que permanecem sem problemas após a assinatura do contrato. Os dados

obtidos são de PCA do Estado de Illinois (EUA). Usando a análise discriminante, os autores desenvolvem um modelo de classificação de crédito com quatro variáveis significantes a 5%. Essas variáveis são as relações dívida/ativo, empréstimo/renda líquida do agricultor, seguro de vida/empréstimo e o número de acres possuídos. O modelo classifica corretamente 90% dos empréstimos sem problemas e 60% dos problemáticos (inadimplentes).

Hardy & Weed (1980) usam a análise discriminante para determinar características de diferenciação entre os tomadores problemáticos e os sem problemas. São utilizadas informações de PCA do Estado do Alabama (EUA). Somente duas das 15 variáveis testadas apresentam significância a 5%, ou seja, as relações dívida/ativo e quitação antecipada/ativo total. Os resultados mostram que o modelo classifica corretamente 81% dos empréstimos analisados.

Grablowsky & Talley (1981) avaliam o probito e a análise discriminante como técnicas para classificação das proposta de obtenção de empréstimo. O estudo conclui que o grau de acerto na classificação das propostas de baixo risco é semelhante nas duas metodologias. Entretanto, o probito apresenta maior taxa de classificação correta no que se refere aos empréstimos de risco elevado.

Lufburrow et alii (1984) desenvolvem e testam um modelo de classificação e estabelecimento de preços dos empréstimos agrícolas, baseado

em quatro variáveis financeiras. Estas variáveis (com as respectivas medidas entre parênteses) são: liquidez (ativo corrente/passivo corrente), alavancagem (dívida/capital próprio), garantias (garantias/linha de crédito) e capacidade de pagamento (fluxo de caixa). O modelo é desenvolvido com dados de 1982 para uma amostra de tomadores de crédito de cinco PCA de Illinois (EUA). O probito é a técnica utilizada, sendo classificados corretamente entre 70 e 80% dos empréstimos.

Miller & LaDue (1989) desenvolvem um modelo para classificação de crédito requerido por produtores de leite do interior de Nova Iorque (EUA). Usam como variáveis explicativas o tamanho da fazenda, liquidez, solvência, lucratividade, eficiência do capital e eficiência operacional do produtor. O logito é empregado para discriminar os tomadores entre adimplentes e inadimplentes. O resultado mostra que o grau de risco dos grandes produtores pode ser melhor classificado usando-se índices financeiros.

Turvey & Brown (1990) apresentam um modelo para classificação do risco de crédito no âmbito da Canada's Farm Credit Corporation. A regressão logística testa a importância da liquidez, alavancagem, lucratividade, eficiência e capacidade de pagamento como determinantes da inadimplência.

Knopf & Schoney (1992) avaliam a importância de variáveis

financeira e econômicas na previsão de “bons” e “maus” pagadores, clientes da Agricultural Credit Corporation of Saskatchewan - Canadá. Com base no logito, 20 das 59 variáveis especificadas são selecionadas, resultando numa taxa de previsão correta de 93%.

Na literatura consultada, o estudo de Fischer & Moore (1986) é o único que estima um modelo para classificar o risco de crédito de cooperativas agrícolas. A amostra é de 448 cooperativas e as variáveis utilizadas na regressão logística estão relacionadas à lucratividade dos ativos, eficiência operacional e solvência do tomador, além de uma *dummy* para diferenciar o tipo de grão produzido. O modelo classifica corretamente 85% da amostra.

2.3. Variáveis destacadas em estudos anteriores

Krause & Williams (1971) mostram que características gerenciais dos empreendedores afetam o sucesso financeiro da atividade rural. Dois estudos anteriores (Bauer & Jordan, 1971, e Dunn & Frey, 1976) também consideram que estas características são relevantes para determinar o crédito dos solicitantes de recursos.

Lufburrow et alii (1984) concentram seu estudo em variáveis

financeiras (liquidez, solvência, lucratividade, garantias e capacidade de pagamento), dando importância secundária a características pessoais e gerenciais.

Stover et alii (1985) conduzem um estudo para examinar o processo de decisão do prestador quanto a conceder ou não o crédito agrícola. A pesquisa utiliza um modelo que inclui, entre outras variáveis, o custo do empréstimo, a probabilidade de quitação, as garantias, as condições de mercado e a capacidade administrativa do empreendedor. O modelo é testado a partir do comportamento do credor diante de propostas simuladas de empréstimos. Esse trabalho usa medidas descritivas em vez de medidas financeiras específicas. Assim a probabilidade de quitação é descrita como duvidosa, provável e altamente provável.

Thorpe (1987) argumenta que o sucesso gerencial não é determinado pela performance em uma área, mas pela combinação de fatores em toda a esfera da atividade rural (produção, finanças, *marketing* e características gerais do setor).

O estudo de Unger (1988) tem como objetivo analisar as variáveis que afetam a capacidade de crédito dos solicitantes de recursos, não tendo a preocupação de desenvolver um modelo de classificação do risco dos empréstimos. Concentra atenção nas seguintes variáveis financeiras: liquidez,

solvência, lucratividade, garantias e capacidade de pagamento. No entanto, são feitas considerações a respeito de características pessoais e gerenciais dos clientes.

A Tabela 2.1 lista variáveis financeiras que se mostram significantes em estudos aqui relacionados, segundo Lufburrow et alii (1984).

Tabela 2.1 - Variáveis financeiras significativas para explicar a inadimplência, segundo Lufburrow et alii (1984).

Variável	Medida	Estudos*				
		1	2	3	4	5
Liquidez e capacidade pagamento	Ativo circulante/ passivo circulante	x			x	x
	Fluxo de caixa/valor do crédito	x			x	x
	Valor do empréstimo/renda líquida		x			x
Solvência	Despesas anuais/ativo				x	
	Dívida/capital próprio	x				
	Dívida/ativo		x	x	x	x
Lucratividade	Lucro líquido/ativo					x
Garantias	Garantias/valor do crédito	x				

(*) 1-Lufburrow et alii (1984) 2-Dunn & Frey (1976) 3-Hardy & Weed (1980)
4-Bauer & Jordan (1971) 5-Unger (1988)

2.4. Racionamento de crédito e assimetria de informação

Racionamento de crédito é usualmente definido como um evento em que os tomadores não recebem a quantidade de recursos que demandam à taxa de juros prevalecente. Keeton (1979), citado em Hunte (1993), identifica dois tipos de racionamento:

- a) tipo I - alguns ou todos os tomadores recebem uma quantidade de recursos menor que a demandada (racionamento quantitativo); e,
- b) tipo II - alguns tomadores obtêm o empréstimo, enquanto outros não, mesmo apresentando características semelhantes às dos primeiros (racionamento qualitativo).

Bester (1985) define um terceiro tipo de racionamento. Alguns tomadores potenciais não apresentam suas propostas de empréstimos, conhecedores *a priori* dos altos custos de transação impostos pelos bancos e da pequena probabilidade de obterem os recursos demandados (auto-racionamento).

Hodgman (1960 e 1962) é um dos primeiros a apresentar uma teoria sobre o racionamento do crédito baseada no comportamento maximizador do intermediário financeiro, dada a hipótese de que o risco de

inadimplência é uma função do tamanho do empréstimo. Ele argumenta que, se as obrigações dos devedores são limitadas por um valor não superior à riqueza dos mesmos, os credores podem ter como política limitar a concessão de crédito.

A teoria de Hodgman é criticada em alguns pontos. Primeiro, ela não explica o fato de que alguns agentes obtêm empréstimos e outros não, embora estes últimos possam apresentar características semelhantes às dos primeiros. Segundo, não considera que grandes tomadores têm acesso a fontes alternativas de fundos e podem, portanto, trocá-las quando a taxa de juros de uma delas sobe. Finalmente, a interação entre o comportamento do credor e a demanda do solicitante de recursos não é considerada no modelo.

Jaffee & Modigliani (1969 e 1976) expandem o trabalho de Hodgman, considerando a interação entre a oferta e a demanda de crédito. Estes autores são criticados por restringirem a análise ao arcabouço do monopólio e de teto exógeno à taxa de juros. Contudo, esta abordagem é mais apropriada aos mercados financeiros rurais, onde existe uma instituição que controla a oferta de fundos, operando sob uma política de teto para os juros nominais.

Grande parte dos estudos publicados até os anos setenta ignora os efeitos das informações assimétricas sobre os mercados de crédito.

Segundo Braverman & Guasch (1986), a base da literatura que analisa esses efeitos é dada pelos estudos de Jaffee & Russell (1976), Keeton (1979), Stiglitz & Weiss (1981), O'Connell (1984) e Bester (1985). Vários aspectos desta literatura são apresentados a seguir.

Jaffee & Russell (1976) desenvolvem um modelo de racionamento de crédito com dois tipos de tomadores de recursos: honestos e desonestos. Os primeiros quitam seus empréstimos, mesmo quando há um incentivo financeiro para se tornarem inadimplentes, enquanto os últimos não os quitam, mesmo havendo desvantagem financeiras e se tornam insolventes.

Desde que os emprestadores não possam fazer distinção entre seus clientes, o melhor seria racionar o crédito com o fim de diminuir a inadimplência, mesmo reduzindo a lucratividade de emprestar para os tomadores honestos. A política de racionamento dependeria da proporção honestos/desonestos, devido ao problema de seleção adversa.

Keeton (1979) analisa o racionamento do crédito como resultado do problema de incentivo. Ele estuda a atitude dos tomadores quanto ao grau de risco dos projetos, em função das alterações nos termos dos contratos.

Stiglitz & Weiss (1981) argumentam que os bancos podem preferir racionar crédito utilizando outros meios que não o aumento da taxa de

juros, gerando excesso de demanda, pois a elevação da taxa de juros pode atrair tomadores com alta probabilidade de inadimplência e induzir clientes pontuais a deixarem o mercado. Para evitar este problema de seleção adversa, a literatura sobre seleção e racionamento postula que os emprestadores tentem diferenciar seus clientes, com base nas características associadas ao risco de inadimplência.

Beste (1985) mostra que o racionamento de crédito poderia não estar em equilíbrio se os bancos competissem entre si, oferecendo contratos com diferentes exigências de garantias e taxas de juros para clientes com diferentes probabilidades de inadimplência, uma opção não considerada por Stiglitz & Weiss (1981).

A maioria dos estudos que aborda a assimetria de informação nos mercados de crédito, destaca que a taxa de juros não explica satisfatoriamente o comportamento destes mercados. Taxa de juros elevada pode provocar alteração adversa na composição dos *portfolios* dos emprestadores e queda no retorno esperado pelos mesmos (risco moral), elevando a probabilidade de inadimplência dos créditos concedidos.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Custos de transação na intermediação financeira

As transações financeiras impõem custos operacionais para todos os agentes participantes do mercado: depositantes, tomadores de crédito e intermediários. Por exemplo, os depositantes incorrem em custos de investigação para selecionar a instituição com que realizarão suas transações. Tomadores de crédito enfrentam custos de negociação, contratação e quitação dos empréstimos. Para estes agentes o custo de oportunidade do tempo costuma ser um componente expressivo dos custos de transação.

Os custos operacionais das instituições financeiras podem ser classificados em custos de captação de fundos e custos da atividade de emprestar. Além destas fontes, devem ser considerados os custos decorrentes da inadimplência.

Tomando como exemplo o crédito concedido, é possível demonstrar graficamente a importância dos custos transacionais na intermediação financeira (Banco Mundial, 1989).

Na Figura 3.1, o eixo horizontal mede o valor dos empréstimos concedidos por unidade de tempo (E) e o eixo vertical quantifica o custo de se tomar emprestado (i) e o retorno gerado pelos empréstimos (r). A procura por crédito na economia é dada pela curva D^0 e a oferta (quantidade de poupança oferecida por terceiros), pela curva S^0 . Se não existissem custos transacionais e regulamentação dos juros, a taxa determinada pelo mercado seria $r^0 = i^0$ e a quantidade de crédito transacionada, E^0 .

Figura 3.1 - Mercado de crédito sem custos de transação

Contudo, a tarefa de determinar a solvência dos mutuários acarreta custo aos credores. Na Figura 3.2, onde a simbologia é a mesma da Figura 3.1, a quantia que os emprestadores cobram dos mutuários para ressarcimento deste custo é representada pela curva S^2 . A distância vertical entre S^2 e S^0 representa os custos transacionais, inclusive o custo de cobertura de inadimplências esperadas. Se os ofertantes de crédito prestassem diretamente aos tomadores, estariam dispostos a oferecer E^2 na expectativa de ganhar r^2 , após deduzidos os custos esperados de transação. Os mutuários estariam pagando i^2 pelo volume contratado E^2 . Portanto, os custos de transação introduzem uma diferença entre os custos para o mutuário e o retorno para o credor, reduzindo o volume de recursos emprestados.

Figura 3.2 - Mercado de crédito com custos de transação

A existência de bancos e de outros intermediários financeiros resulta, até certo ponto, do fato de poderem reduzir os custos transacionais de emprestar e de tomar emprestado. É o que demonstra a curva S^1 da Figura 3.2. A margem entre o custo para o mutuário e o retorno do credor é agora a sobretaxa cobrada pelo banco (*spread*). Supondo-se que o *spread* seja menor que o custo de emprestar diretamente, o volume de recursos transacionados aumenta de E^2 para E^1 , o retorno para os credores eleva-se de r^2 para r^1 e o custo para os mutuários cai de i^2 para i^1 . Quanto mais os bancos forem capazes de reduzir os custos de transação, mais significativos serão estes efeitos.

3.2. Importância da inadimplência

Para analisar a importância da inadimplência, os custos de transação de um empréstimo são considerados como percentuais do total contratado, definidos em taxas unitárias e assim desagregados:

- a) custo de captação dos fundos (F);
- b) custo de administração (operacionais) dos créditos concedidos (A);
- c) prêmio de risco (PR) proveniente da inadimplência (I).

O componente prêmio de risco (PR) origina-se das perdas associadas à inadimplência. Com 100% de adimplemento, o custo de emprestar é dado por $F+A$. Entretanto, se parcela do crédito concedido não é quitada, o tomador não está saldando também a parte dos custos administrativos e de captação atribuídos aos empréstimos não quitados. Bottomley (1975) define a equação do prêmio de risco como:

$$PR = \frac{I(1 + F + A)}{1 - I} \quad (1)^2$$

Baker et alii (1979) usam este conceito para desenvolver uma equação para o custo de emprestar (CE):

$$CE = F + A + \frac{I(1 + F + A)}{1 - I} \quad (2)$$

É importante destacar que, quando a taxa de inadimplência (I) cresce, sua contribuição para os custos de emprestar aumenta mais que proporcionalmente, se comparada aos efeitos dos outros componentes. Baker

² $0 \leq I < 1$

et alii (1979) denominam este fenômeno de efeito multiplicativo da taxa de inadimplência: "...inadimplência resulta em perdas não somente do principal, mas também dos custos de captação e administração da atividade de emprestar".

Procedendo à derivada parcial da eq. (2) com respeito a seus componentes, obtém-se:

$$\frac{\partial CE}{\partial F} = 1 + \frac{I}{1-I} = \frac{1-I}{(1-I)^2} \quad (3)$$

$$\frac{\partial CE}{\partial A} = 1 + \frac{I}{1-I} = \frac{1-I}{(1-I)^2} \quad (4)$$

$$\frac{\partial CE}{\partial I} = \frac{(1+F+A)}{(1-I)^2} \quad (5)$$

Desde que:

$$1+F+A > 1-I \quad (6)$$

Tem-se:

$$\frac{\partial CE}{\partial I} > \frac{\partial CE}{\partial F} = \frac{\partial CE}{\partial A} \quad (7)$$

Como as variáveis estão em valor percentual, as derivadas parciais representam elasticidades. O efeito da redução de 1% na inadimplência é maior que a queda de 1% em qualquer um dos outros dois componentes do custo de emprestar (captação de fundos e administração do crédito concedido).

Como os emprestadores não têm informação perfeita a respeito do comportamento do cliente, custos de uma possível inadimplência são impostos ao tomador de recursos, no intuito de assegurar a quitação sempre que o devedor apresentar condições para tal e de incentivar uma auto-seleção dos candidatos ao crédito, objetivando a redução de propostas de alto risco.

Assim os devedores esperam ser penalizados quando não quitam os empréstimos obtidos. Já o prestador não pode eliminar a penalidade, pois pode criar incentivos adversos, encorajando clientes indesejáveis a tomarem crédito e devedores a não quitarem seus débitos,

mesmo quando capazes.

Outro ponto a destacar é que o fenômeno da inadimplência e o subsequente arresto das garantias podem levar à dissolução de ativos de uma empresa, pois as garantias exigidas são usualmente parte do capital do tomador (por exemplo, trator ou imóvel).

3.3. Mercado de crédito e assimetria de informação

Os recursos necessários para realizar investimentos estão, geralmente, além da capacidade da maioria dos empreendedores. Os bancos e outras instituições financeiras captam poupanças de um grande número de indivíduos, agregam-nas e, assim, criam recursos disponíveis para investidores de maior porte. Isto é socialmente desejável por causa da importância dos efeitos de escala (se cada agente econômico fosse limitado a investir só o que pudesse financiar com recursos próprios, os retornos seriam correspondentemente limitados).

Porém, os indivíduos não são idênticos e os bancos não têm informação perfeita sobre seus clientes. Logo, uma função básica dessas instituições é avaliar quais clientes e projetos irão apresentar maiores retornos.

Além disso, uma vez concedido o empréstimo, é importante verificar se os recursos são empregados da maneira prometida e se o empreendimento financiado é bem administrado.

Essas funções das instituições financeiras são conhecidas como seleção e monitoramento.

Três características do mercado de crédito têm importância ímpar:

- a) propriedade essencial dos empréstimos: eles não representam trocas contemporâneas, mas sim trocas de recursos por promessa de reembolso no futuro;
- b) heterogeneidade dos clientes: diferenças na probabilidade de inadimplência;
e,
- c) problemas da informação imperfeita: embora o prestador saiba que os tomadores diferem quanto à probabilidade de insolvência, não é possível avaliar perfeitamente quais tomadores apresentam riscos mais elevados e nem monitorar corretamente as ações desses devedores.

Dessas propriedades surgem três importantes consequências.

Primeira, os bancos selecionam os candidatos a empréstimos.

Segunda, por causa dos efeitos adversos associados ao aumento das taxas de juros, os bancos podem não elevar essas taxas, mesmo quando há excesso de demanda de crédito. O equilíbrio de mercado pode ser — e freqüentemente o é — caracterizado por racionamento de crédito.

Terceira, os contratos de empréstimos conterão uma variedade de cláusulas que afetam o comportamento dos candidatos à obtenção de crédito.

Em resumo, destaca-se que, além da atenção ao retorno dos créditos concedidos, a atividade bancária requer a obtenção de informações sobre variáveis que caracterizam o empreendimento e o tomador de recursos. Também há preocupação com o uso dos recursos obtidos e com a fidelidade do cliente aos termos e às condições do contrato assinado.

A existência da assimetria de informação nos mercados de crédito, além de gerar externalidades para prestadores e tomadores de recursos, explicita a conveniência de os bancos elaborarem modelos de seleção que auxiliem a identificação/classificação do grau de risco das propostas de empréstimos.

3.4. Conseqüências da assimetria de informação

Dada a suposição de que os tomadores de recursos financeiros sabem mais do que os emprestadores sobre as características e os riscos dos empreendimentos financiados, o mercado de crédito é caracterizado pela assimetria de informação. A incerteza decorrente deste fenômeno resulta em dois problemas: a) risco moral e b) seleção adversa.

O problema do risco moral surge quando o tomador torna-se inadimplente, fazendo com que o emprestador receba somente uma parte (ou possivelmente nada) dos recursos emprestados. Se a elevação das taxas de juros aumenta as chances de inadimplência, o retorno esperado para o emprestador cai. Neste caso, o comportamento do credor poderá ser o de racionar crédito por instrumentos que não o custo do dinheiro, desde que não exista regulamentação para obrigatoriedade de concessão de empréstimos.

O problema da seleção adversa aparece quando o aumento das taxas de juros “expulsa” os tomadores avessos ao risco, diminuindo o grau médio de aversão ao risco da clientela remanescente.

Logo, a característica comum aos problemas de risco moral e de seleção adversa é que eles podem levar a uma situação de menor retorno

esperado para os emprestadores, incentivando o uso de mecanismos que não a taxa de juros para alocar recursos financeiros.

Na Figura 3.3 da página 38, a demanda por empréstimos (D) é mostrada no quadrante I, sendo negativamente relacionada com a taxa de juros (i). O quadrante II descreve a relação entre o retorno esperado dos empréstimos (R) e a taxa de juros. O quadrante III apresenta uma relação positiva entre o retorno esperado e a oferta de crédito (S). A linha de 45° no quadrante IV possibilita que os recursos emprestados (E) possam ser transportados para o quadrante I. O equilíbrio ($D=S$) em i^* não é o mais lucrativo, pois é a taxa de juros i^* que maximiza o valor esperado do retorno do emprestador. A dimensão do racionamento do crédito é representada por T (Driscoll, 1991).

As recomendações políticas para superar a ineficiência social do racionamento do crédito envolvem, usualmente, medidas que sugerem a expansão da oferta de crédito, ao invés de indicarem alocação mais eficiente da oferta existente. Em termos gerais, a alocação de uma dada oferta de crédito pode ser melhorada pela redução dos custos de transação. No contexto da assimetria de informação, isto implica adotar meios de redução do *gap* de informação entre emprestadores e tomadores, o que pode ser conseguido pelo desenvolvimento de mecanismos de classificação/seleção do risco de inadimplência das propostas de obtenção de empréstimos.

Figura 3.3 - Equilíbrio com racionamento de crédito

4. Modelagem

4.1. Hipóteses

A informação assimétrica no mercado de crédito afeta a capacidade de os bancos preverem o nível de inadimplência de suas carteiras de empréstimo. Assim, eles desenvolvem mecanismos de seleção e racionamento de crédito com o objetivo de reduzir a ocorrência desse fenômeno.

As hipóteses apresentadas nesta seção estão fundamentadas principalmente nos estudos de González-Vega (1976) e Hunte (1993).

Primeira, os clientes são heterogêneos, com diferentes riscos, retornos esperados e probabilidades de inadimplência. Nestas circunstâncias, deveriam ser cobradas dos tomadores de crédito taxas de juros que refletissem o diferencial dos custos da atividade de emprestar.

Segunda, devido à heterogeneidade dos tomadores, a primeira tarefa dos bancos é classificar as propostas de empréstimos em classes

distintas de risco. A classificação é feita a partir das informações fornecidas pelos clientes e pela tecnologia financeira.

Terceira, é regulamentado um teto para a taxa de juros nominal (r_t), a ser cobrada dos tomadores (Figura 4.1). O efeito desta medida é neutralizar a taxa de juros como um mecanismo de seleção/classificação (Stiglitz & Weiss, 1981, e Hoff & Stiglitz, 1990), resultando no uso de outras variáveis para a alocação do crédito entre as diversas classes de tomadores.

Figura 4.1 - Racionamento de crédito por classes de tomadores

Na Figura 4.1 são ilustradas três possibilidades. As curvas de demanda de crédito para cada classe de tomadores (D_1 , D_2 e D_3) são

inversamente relacionadas com a taxa de juros cobrada. O custo marginal do prestador aumenta com o tamanho do empréstimo (L), conforme mostram as curvas CMg_1 , CMg_2 , e CMg_3 . Alguns tomadores receberiam quantia igual àquela demandada à taxa de juros r_t (L_1 na classe 1). Outros seriam racionados por um montante equivalente a $L_3 - L_2$ (classe 2). Os empréstimos não seriam concedidos aos tomadores da classe 3.

Vale destacar o que González-Vega (1984) denomina de lei de ferro das restrições às taxas de juros: "... quando é fixado um teto para a taxa de juros a ser cobrada nos créditos concedidos, as carteiras de empréstimos das instituições financeiras formais usualmente incluem tomadores de recursos que têm o crédito racionado e tomadores que não têm o crédito racionado. Quando o teto torna-se mais restritivo, aumenta o tamanho dos empréstimos concedidos a devedores não racionados e diminui o tamanho dos empréstimos concedidos a devedores racionados".

A Figura 4.2 da próxima página mostra o caso de dois devedores. Nesta figura, quantidades positivas de empréstimos (L_1 e L_2) são medidas em ambas direções a partir da origem. Dado um teto (r_t^0) para a taxa de juros, o tomador racionado, representado pelo quadrante da direita, recebe uma quantidade de recursos representada por L_1^0 . O tomador não racionado, representado pelo quadrante da esquerda, recebe os recursos que demanda, L_2^0 .

Se o teto para a taxa de juros é reduzido de r_t^0 para r_t^1 , os recursos concedidos ao tomador que não tem o crédito racionado aumentam de L_2^0 para L_2^1 . Ao mesmo tempo, os recursos concedidos ao devedor que tem o crédito racionado diminuem de L_1^0 para L_1^1 .

Figura 4.2 - Efeito da redução de teto para taxa de juros sobre tomadores de recursos que têm o crédito racionado e tomadores que não têm o crédito racionado.

Quarta, a inadimplência afeta as ações de seleção e de

racionamento dos bancos, com base nas seguintes considerações:

- a) o prestador é risco neutro, emprestando por um dado período;
- b) a renda potencial (y) do projeto financiado é limitada pelo intervalo $k < y < K$, com função densidade de probabilidade dada por $f(y)$;
- c) os encargos contratuais são dados por $(1+r_t)L_i$. L_i é o tamanho do empréstimo e $i=1,2,\dots,n$;
- d) o valor esperado de reembolso $E(L_i)$ do principal emprestado é dado por:

$$E(L_i) = \int_k^{L_i} y f(y) dy + \int_{L_i}^K L_i f(y) dy \quad (8)$$

onde o primeiro termo representa o pagamento esperado quando ocorre inadimplência ($y < L_i$) e o segundo representa esse pagamento na possibilidade de quitação do empréstimo.

A eq. (8) pode ser reescrita, expressando-se as integrais da seguinte maneira:

$$\begin{aligned}
E(L_i) &= G(y)\Big|_k^{L_i} + L_i \left[F(y) \right]_{L_i}^K = \\
&= G(L_i) - G(k) + L_i \left[F(K) - F(L_i) \right] = \\
&= G(L_i) + L_i \left[1 - F(L_i) \right]
\end{aligned} \tag{9}$$

onde $F(K)$ é igual a um e $[1-F(L_i)]$ é a probabilidade de cada tomador saldar o crédito obtido. $G(L_i)$ é o valor esperado da quitação parcial e $G(k)$ é igual a zero;

e) o retorno esperado de cada contrato de empréstimo $E(R_i)$ é dado por;

$$\begin{aligned}
E(R_i) &= E[(1+r_i)L_i] - L_i = \\
&= (1+r_i)E(L_i) - L_i
\end{aligned} \tag{10}$$

f) o custo variável da atividade de emprestar é igual a $v_i(L_i)$, que aumenta com o tamanho do crédito concedido, e o custo fixo de administração é H_i ;

g) a demanda por crédito (D_i) é negativamente relacionada à taxa de juros cobrada, existindo a seguinte restrição:

$$L_i \leq D_i \quad (11)$$

h) dada a taxa de juros r_t , o problema de maximização do lucro esperado ($E(\pi)$) de uma carteira de empréstimos com n tomadores pode ser representado como:

$$\text{Max } E(\pi) = \sum_{i=1}^n [(1+r_t)E(L_i) - L_i] - \sum_{i=1}^n v_i(L_i)L_i - nH \quad (12)$$

sujeito a:

$$L_i \leq D_i \quad (13)$$

$$E(L_i) = G(L_i) + L_i[1 - F(L_i)] \quad (14)$$

$$\begin{aligned} L_i &\geq 0 \\ D_i &> 0 \\ D_i &\geq L_i \\ r_t &> 0 \end{aligned} \quad (15)$$

A função lagrangiana para este problema é definida por:

$$\begin{aligned}
 LG = \sum_{i=1}^n \{ (1+r_i) [G(L_i) + L_i(1-F(L_i))] - L_i \} - \\
 - \sum_{i=1}^n v_i(L_i)L_i - nH - \sum_{i=1}^n \lambda_i(L_i - D_i)
 \end{aligned} \tag{16}$$

i) assumindo que a função $E(\pi)$ seja côncava, a restrição seja convexa e ambas sejam diferenciáveis, as condições de Kuhn-Tucker são satisfeitas³. Logo:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial LG}{\partial L_i} &= (1+r_i) \{ L_i f(L_i) - L_i f(L_i) + [1-F(L_i)] \} - 1 - v_i - \frac{\partial v_i}{\partial L_i} L_i - \lambda_i \leq 0 \\
 &= (1+r_i) [1-F(L_i)] - 1 - CMg_i - \lambda_i \leq 0 \\
 &= RMg_i - CMg_i - \lambda_i \leq 0
 \end{aligned} \tag{17}$$

$$\begin{aligned}
 L_i \frac{\partial LG}{\partial L_i} &= L_i (RMg_i - CMg_i - \lambda_i) = 0 \\
 \Rightarrow \sum_{i=1}^n L_i [RMg_i - CMg_i - \lambda_i] &= 0
 \end{aligned} \tag{18}$$

³ Chiang (1982)

$$\frac{\partial LG}{\partial \lambda_i} = -[L_i - D_i] \geq 0 \Rightarrow (L_i - D_i) \leq 0$$

$$\lambda_i \frac{\partial LG}{\partial \lambda_i} = \lambda_i [L_i - D_i] \leq 0 \quad (19)$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i [L_i - D_i] = 0$$

onde:

$$\lambda_i \geq 0 \quad (20)$$

$$\text{Custo Marginal Esperado} = CMg_i = v_i - \frac{\partial v_i}{\partial L_i} L_i \quad (21)$$

$$\text{Receita Marginal Esperada} = RMg_i = (1 + r_i)[1 - F(L_i)] - 1 \quad (22)$$

Estes resultados implicam que, quando o multiplicador de Lagrange for estritamente positivo ($\lambda_i > 0$) para o nível de crédito demandado, a

receita marginal esperada será maior que o custo marginal esperado. O crédito não é racionado, e o tomador recebe o empréstimo solicitado:

$$\lambda_i > 0 \Rightarrow RMg_i = CMg_i + \lambda_i \Rightarrow L_i = D_i \quad (23)$$

Alternativamente, quando $\lambda_i=0$, a receita marginal esperada é igual ao custo marginal esperado. O crédito é racionado, e o tomador recebe uma quantia menor que a demandada:

$$\lambda_i = 0 \Rightarrow RMg_i = CMg_i \Rightarrow L_i < D_i \quad (24)$$

4.2. Representação teórica e procedimento estatístico

O sucesso de uma proposta de empréstimo (quitação) pode ser representado por uma função de variáveis que mostram as características financeiras e econômicas dos projetos candidatos ao financiamento, bem como as características do cliente empreendedor.

Genericamente, esta função pode ser escrita como:

$$S = s(F, E, C) \quad (25)$$

onde:

S = sucesso

F = variáveis financeiras (empreendimento)

E = variáveis econômicas (mercado do produto)

C = características do cliente

Supondo que a probabilidade (P) de ocorrência de um determinado sucesso (Y) dependa de um vetor de variáveis independentes (X) e de um vetor de parâmetros desconhecidos (β), sendo que Y assume os valores Y=1, se o sucesso ocorre, e Y=0, se o sucesso não ocorre, para um cliente *i* qualquer, pode-se escrever:

$$P_i = P(Y = 1 | X_i) = F(\beta' X_i) \quad (26)$$

A maioria dos modelos de classificação de crédito (*credit scoring*) utiliza técnicas estatísticas que selecionam os atributos relevantes à ordenação do grau de risco das propostas de empréstimos, refletindo a relativa capacidade de os clientes tomarem recursos.

Neste estudo, é utilizada a regressão logística. Esta técnica proporciona simplicidade no uso do pacote estatístico para a estimação empírica do modelo e facilidade no entendimento e na utilização dos resultados encontrados. Além disso, as estimativas dos parâmetros são assintoticamente não-viesadas e eficientes (Aldrich & Nelson, 1984, e Turvey & Brown, 1990).

Técnicas alternativas, tais como análise discriminante, modelos de probabilidade linear e probito, podem ser empregadas na modelagem do *credit scoring*. Para uma revisão destas opções, ver Madalla (1983), Aldrich & Nelson (1984) e Chhikara (1989).

5. MODELO EMPÍRICO

5.1. Hipóteses básicas

A variável dependente assume os valores $Y=1$, se o empréstimo é quitado (ocorrência de sucesso), e $Y=0$, em caso de inadimplência (sucesso não ocorre). Logo, estas possibilidades são mutuamente excludentes.

A questão de interesse está relacionada ao valor de P , a probabilidade de Y ser igual a um, ou seja, $P = P(Y=1)$.

Assume-se que Y depende de k variáveis exógenas ($X_1, X_2, \dots, X_k$) e de uma constante (X_0), representadas pela matriz $X = (X_0, X_1, \dots, X_k)$. A relação entre Y e X pode ser indicada por $P = P(Y=1|X_0, X_1, \dots, X_k)$ ou $P=P(Y|X)$.

A outra hipótese é de que não existe dependência linear exata entre os X_{ki} 's, isto é, não existe correlação perfeita entre duas ou mais variáveis explicativas.

Os dados para a estimação empírica são gerados de uma amostra aleatória de tamanho N , sendo cada observação representada por X_{ki} , onde $i=1,2,\dots,N$.

5.2. Especificação econométrica

É utilizado o modelo logístico, expresso na eq. (27):

$$P_i = P(Y_i|X_i) = F(Z_i) = \frac{\exp(\beta' X_i)}{1 + \exp(\beta' X_i)} \quad (27)$$

onde P_i é a probabilidade de quitação do empréstimo, $F(Z_i) = F(\beta' X_i)$ e β é o vetor $p \times 1$ ($p=k+1$) dos parâmetros a serem estimados.

Da eq. (27), obtém-se:

$$\ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = Z_i = \beta' X_i \quad (28)$$

Sendo Z_i^* o escore a partir do qual uma dada proposta de empréstimo é classificada como de baixo risco, ou seja, com probabilidade de ser quitada, tem-se:

$$\begin{aligned} Z_i > Z_i^* &\Rightarrow Y_i = 1 \\ Z_i < Z_i^* &\Rightarrow Y_i = 0 \end{aligned} \tag{29}$$

Os parâmetros do modelo logístico são estimados pelo método da máxima verossimilhança. Desde que Y (quitação ou valor esperado de reembolso dado pela eq. (8)) assume o valor um (sucesso representado pela eq. (26)), com probabilidade $P_i = F(\beta'X_i)$, e o valor zero, com probabilidade $P_i = 1 - F(\beta'X_i)$, a função de verossimilhança deste modelo é dada por:

$$L = L(Y_i|X_i) = \prod_{i=1}^N P_i^{Y_i} (1 - P_i)^{1-Y_i} \tag{30}$$

Logo:

$$\begin{aligned}
 L = L(Y_i|X_i) &= \prod_{i=1}^N \left[\frac{\exp(\beta' X_i)}{1 + \exp(\beta' X_i)} \right]^{Y_i} \left[\frac{1}{1 + \exp(\beta' X_i)} \right]^{1-Y_i} = \\
 &= \frac{\exp \sum_{i=1}^N (\beta' X_i Y_i)}{\prod_{i=1}^N [1 + \exp(\beta' X_i)]}
 \end{aligned} \tag{31}$$

Tomando o logaritmo da eq. (31):

$$\log L = \sum_{i=1}^N [\beta' X_i Y_i - \log(1 + \exp(\beta' X_i))] \tag{32}$$

Assim, a condição de primeira ordem para a maximização é dada por:

$$\frac{\partial \log L}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^N \left[Y_i - \frac{\exp(\beta' X_i)}{1 + \exp(\beta' X_i)} \right] X_i = 0 \tag{33}$$

Como estas equações são não-lineares nos parâmetros β'_s , a solução requer o uso de processo iterativo (Madalla, 1983).

Após determinar os valores dos β'_s , utilizando-se o *Statistical Analysis System (SAS)*, pode ser estimada a probabilidade da i-ésima

observação assumir o valor 1, isto é, o empréstimo ser liquidado:

$$\hat{P}_i = \frac{\exp(\hat{\beta}' X_i)}{1 + \exp(\hat{\beta}' X_i)} \quad (34)$$

5.3. Variáveis e dados

No Apêndice 1, página 72, são relacionados 17 índices com base nos balanços de 1994 de 94 cooperativas agropecuárias, sendo 47 adimplentes e 47 inadimplentes. Do total de inadimplentes, as primeiras 18 são observações reais e 29 restantes são observações obtidas por simulação de Monte Carlo, geradas pelo *Statistical Graphics System - Statgraphics*. O objetivo é o de obter mais graus de liberdade. O modelo empírico considerando esta simulação é apresentado no Apêndice 4, página 67.

As mais relevantes características determinantes do sucesso (quitação) dos créditos concedidos são selecionadas em duas etapas, cujos critérios de seleção são gerados pelo *Statgraphics*.

Na primeira, é analisada a significância estatística do teste F univariado. Este teste avalia, para cada característica em estudo, a hipótese de

igualdade entre as médias dos dois grupos: adimplentes e inadimplentes. Considerando-se o nível de significância de 15%, a hipótese de igualdade das médias é rejeitada para as nove primeiras variáveis listadas na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Teste F univariado para a hipótese de igualdade entre as médias das variáveis dos dois grupos: adimplentes e inadimplentes

Variáveis	Teste F	Significância
01. LIC - liquidez corrente	11,71	0,0009
02. PAO - passivo oneroso	16,08	0,0001
03. RAT - rentabilidade do ativo	19,52	0,0000
04. ROP - rentabilidade operacional	18,96	0,0000
05. ENI - endividamento interno	18,97	0,0000
06. LIS - liquidez seca	6,84	0,0104
07. ECP - endividamento de curto prazo	17,66	0,0001
08. ENG - endividamento geral	24,97	0,0000
09. STV -saldo de tesouraria	2,34	0,1296
10. TAM - tamanho (ativo)	1,72	0,1924
11. IPL - imobilização do patrimônio líquido	0,21	0,6455
12. LIM - liquidez imediata	0,27	0,6073
13. MAB - margem bruta	1,59	0,2101
14. PCT - participação de capitais de terceiros	1,54	0,2182
15. RPL - rentabilidade do patrimônio líquido	0,32	0,5734
16. CEX - composição das exigibilidades	0,70	0,4063
17. GAT - giro do ativo	0,49	0,4847

Na segunda etapa, as variáveis que apresentam elevada correlação não são incluídas simultaneamente no modelo logístico. Ver Tabela 5.2 da página seguinte.

Tabela 5.2 - Matriz de correlação

	LIC	PAO	RAT	ROP	ENI	LIS	ECP	ENG	STV
LIC	1,00								
PAO	-0,07	1,00							
RAT	0,34	-0,49	1,00						
ROP	0,31	-0,30	0,83	1,00					
ENI	0,05	-0,19	0,07	-0,02	1,00				
LIS	0,83	-0,16	0,33	0,13	0,09	1,00			
ECP	-0,31	0,67	-0,59	-0,44	-0,01	-0,30	1,00		
ENG	-0,13	0,81	-0,18	-0,30	-0,12	-0,22	0,85	1,00	
STV	0,17	-0,61	0,35	0,12	-0,02	0,30	-0,55	-0,411	1,00

5.4. Análise dos resultados

O modelo de regressão estimado inclui as seguintes variáveis: LIC (liquidez corrente = ativo circulante/passivo circulante), ENI (endividamento interno = crédito de cooperados/ativo total), PAO (passivo oneroso = empréstimos bancários mais créditos de cooperados mais antecipação de

clientes/ativo total) e STV (saldo de tesouraria = ativo financeiro menos passivo financeiro/ativo total). Ver Apêndice 3, página 76.

O qui-quadrado do modelo (20,298) indica que o efeito conjunto das variáveis explicativas é estatisticamente significativo a 0,4%. Os parâmetros das variáveis ENI (endividamento interno) e PAO (passivo oneroso) são diferentes de zero a um percentual inferior a 1%. Já os parâmetros das variáveis LIC (liquidez corrente) e STV (saldo de tesouraria) são significantes a 15% e 25%, respectivamente (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 - Modelo logístico estimado com 47 cooperativas adimplentes e 18 inadimplentes

Variável	Parâmetro	Desvio padrão	Qui-quadrado	Significância
Constante	1,6852	1,1998	1,9727	0,1602
LIC	1,1275	0,7667	2,1625	0,1414
ENI	-23,2181	9,9635	5,4304	0,0198
PAO	-3,8404	1,6272	5,5701	0,0183
STV	-1,8453	1,0684	1,3347	0,2480
Qui-quadrado do modelo = 20,298				0,0004
Número de observações = 65				

O modelo estimado classifica corretamente 78,5% das 65 observações amostrais, considerando a probabilidade de 0,68 ($Z_i^*=0,75$). Ou seja, do total de créditos adimplentes, 39 apresentam probabilidade de quitação ($Z_i > 0,75 \Rightarrow P_i > 0,68$), e do total de créditos inadimplentes, 12 apresentam probabilidade de não serem quitados ($Z_i \leq 0,75 \Rightarrow P_i \leq 0,68$)⁴. Ver Tabela 5.4.

Tabela 5.4 - Classificação dos dados amostrais com probabilidade de 0,68

Dados reais	Previsão		Total
	Evento ¹	Não-evento ²	
Evento	39 (83%)	8 (17%)	47
Não-evento	6 (33%)	12 (67%)	18
Percentual de classificação correta = 78,5%			
1=Adimplentes 2=Inadimplentes			

Outra medida da qualidade do modelo é dada pela estatística que mede a proporção de pares concordantes. Um par é dito concordante quando, para cada par considerado, a probabilidade do elemento que representa o evento ($P_i=1$) é maior que a probabilidade do elemento que representa o não-evento ($P_i=0$). Cada par é formado por um evento e um não-

⁴ A probabilidade estimada P_i é dada pela eq.(34). $Z_i^*=0,75$ é o ponto de truncamento (*breaking point*) a partir do qual $P_i > 0,68 \Rightarrow Y_i=1$ (empréstimo com probabilidade de ser quitado).

evento, sendo que o modelo estimado tem 846 pares (47 eventos e 18 não-eventos). O percentual de pares concordantes do modelo é de 83,7%.

O uso de uma ferramenta como a proposta nesta pesquisa significa não realizar negócios com clientes que poderiam quitar suas obrigações, pois seriam classificados como de alto risco e suas propostas de obtenção de empréstimos não seriam acatadas.

Entretanto, é possível minimizar esse erro, já que a amostra pode ser classificada em diferentes classes de riscos, permitindo que se recusem propostas com risco próximo ao do *breaking point* (Z_i^*). Este procedimento minimizaria a quantidade de “bons” clientes (baixo risco), que teriam suas solicitações de crédito recusadas. A Tabela 5.5 ilustra esta assertiva.

Tabela 5.5 - Modelo logístico estimado - classes de risco¹

Escore (Z_i)	Nível de probabilidade (P_i)	Classes de risco
$Z_i \leq -0,944$	$P_i \leq 0,280$	muito elevado
$-0,944 < Z_i \leq 0,750$	$0,280 < P_i \leq 0,680$	elevado
$0,750 < Z_i \leq 1,266$	$0,540 < P_i \leq 0,780$	aceitável
$1,266 < Z_i$	$0,780 < P_i$	baixo

¹ Ver Apêndice 3.

6. CONCLUSÕES

Duas importantes constatações motivaram a realização desta pesquisa: uma empírica e outra teórica.

A empírica está relacionada aos elevados índices de inadimplência — atualmente mais de 20% — verificados na carteira agrícola do principal agente financeiro do setor primário nacional, o Banco do Brasil.

Esta inadimplência é causa de efeitos danosos à saúde financeira da Instituição e de reflexos negativos sobre os tomadores de recursos, tais como racionamento de crédito, menor disponibilidade de recursos para empréstimos e execução de dívidas com arresto de ativos reais pelo Banco.

A assimetria de informação é uma abordagem teórica adequada para a análise da inadimplência no mercado de crédito. Segundo esta abordagem, os emprestadores não têm o mesmo nível de informação que os tomadores a respeito das características e possibilidades de sucesso dos empreendimentos financiados.

Isto significa que embora o fornecedor de recursos saiba que os tomadores diferem na probabilidade de liquidação (sucesso) dos créditos contratados, não há como avaliar perfeitamente quais tomadores apresentam elevada probabilidade de inadimplência (risco mais elevado ou insucesso).

Disso decorrem três importantes conseqüências. Primeira, o processo de alocação de crédito (e monitoramento de seu uso) não é determinado pelo mercado. Os bancos selecionam os candidatos à contratação de empréstimos.

Segunda, por causa da seleção adversa — isto é, quando a taxa de juros dos empréstimos aumenta, a qualidade do grupo de candidatos à obtenção de empréstimos se altera desfavoravelmente — os bancos podem não elevar a taxa de juros, mesmo quando há excesso de demanda de crédito. O equilíbrio do mercado pode ser então caracterizado por racionamento de crédito.

Terceira, os contratos de empréstimos conterão uma variedade de cláusulas punindo os tomadores de recursos, em caso de inadimplência.

Assim, com base no arcabouço da assimetria de informação, pode-se inferir duas funções essenciais que um banco deve desempenhar a fim de assegurar sua viabilidade econômico-financeira: seleção e monitoramento.

A abordagem deste estudo está relacionada à seleção dos clientes candidatos à obtenção de recursos para custear empreendimentos agrícolas. O principal objetivo é o desenvolvimento de um modelo empírico para avaliação e classificação do grau de risco das propostas de crédito rural apresentadas ao Banco do Brasil.

O que se busca é oferecer um mecanismo auxiliar para análise de crédito, contribuindo para o aprimoramento do processo de deferimento das operações propostas.

O aperfeiçoamento do estudo das propostas de obtenção de crédito rural apresentadas ao Banco tem importância ímpar, dada a imperiosidade de que os novos créditos concedidos apresentem a menor taxa de inadimplência possível.

Esta importância é salientada também pelo esgotamento das fontes de recursos de baixo custo sob a égide do Sistema Nacional de Crédito Rural. Assim, a análise de risco de crédito rural deve ser aprimorada, pois a alternativa de fundos para o financiamento do setor primário é a captação de recursos no mercado, mais onerosa ao Banco e com maiores reflexos negativos sobre a Instituição, em caso de inadimplência.

É empregado o *Statiscal Analysis System* (SAS) para a

estimação do modelo empírico. Este pacote estatístico apresenta a vantagem de minimizar o tempo de uso de computador.

A qualidade do modelo é avaliada considerando-se os testes de hipóteses para os parâmetros, o percentual de pares concordantes e o grau de acerto na classificação da amostra (adimplente x inadimplente).

Este estudo também possibilita à administração do Banco do Brasil escolher entre maximizar o percentual de classificação correta ou minimizar o erro do Tipo I (classificar como de baixo risco uma proposta de risco elevado) ou o erro do Tipo II (classificar como de alto risco uma proposta de baixo risco), e com que probabilidade esta opção poderá ocorrer.

O modelo estimado nesta pesquisa classifica corretamente 78,5% da amostra à probabilidade de 0,68. O qui-quadrado do mesmo apresenta elevada significância estatística (0,4%). Os parâmetros das variáveis ENI (endividamento interno) e PAO (passivo oneroso) são diferentes de zero a um percentual inferior a 1%. Já os parâmetros das variáveis LIC (liquidez corrente) e STV (saldo de tesouraria) são significantes a 15% e 25%, respectivamente.

A saída (*output*) do SAS permite classificar facilmente o risco das propostas de empréstimos. Para um score maior que 0,75 (probabilidade

maior que 0,68), a proposta de empréstimo é classificada como de baixo risco. Para um escore menor que 0,75 (probabilidade menor que 0,68), a proposta é classificada como de alto risco.

Os resultados obtidos mostram a adequabilidade da metodologia aqui desenvolvida e testada para se analisar o grau de risco de propostas de obtenção de recursos destinadas ao financiamento da atividade rural, a partir de uma amostra de cooperativas agropecuárias clientes do Banco do Brasil.

O uso desta metodologia, pode proporcionar melhor gerenciamento do risco dos créditos concedidos ao setor rural pelo Banco do Brasil, contribuindo também para a redução do índice de inadimplência verificado na carteira.

O método proposto poderá ser empregado no processo de seleção de novos contratos de empréstimos, inclusive e principalmente no que se refere a produtores pessoas físicas. Para tanto, devem ser coletadas informações sobre as características da atividade financiada e as do produtor, a fim de identificar as variáveis relevantes à classificação entre créditos adimplentes e créditos inadimplentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILERA, N. Credit Rationing and Loan Default in Formal Rural Credit Markets. Ohio, 1990. (Doutorado - The Ohio State University).

AGUILERA, N. & GONZÁLEZ-VEGA, C. Loan Repayment in Rural Financial Markets: S Multinomial Logit Analysis. *Economics and Sociology Occasional Paper*, The Ohio State University, **No. 1776**, 1990.

ALDRICH, J. H. & NELSON, F. D. *Linear Probability, Logit, and Probit Models*. 3.ed. Londres, Sage Publications Paper, 1974. 95p.

BAKER, C.B. & DIA, B. Default Management in an Agricultural Lending Program in Ivory Coast. *Savings and Development* **2**: 161-180, 1987.

BAKER, C.B., RICHARD, M. & ONCHAN, T. Agricultural Credit in Thailand. *Unpublished paper*. The Ohio State University, maio 1979.

BANCO MUNDIAL. *Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial - Sistemas*

Financeiros e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1989. 265p.

BAUER, L. L. & JORDAN, J. P. A Statistical Technique for Classifying Loan Applications. *Univ. Tenn. Ag. Exp. Sta. Bul.* **476**, mar. 1971.

BESTER, H. Screening versus Rationing in Credit Markets with Imperfect Information. *American Economic Review* **31**: 887-889, 1985.

BOYES, W. J., HOFFMAN, D. & LOW, S. A. An Econometric Analysis of the Bank Credit Scoring Problem. *Journal of Econometrics* **40**: 3-14, 1989.

BOTTOMOLEY, A. Interest Rate Determination in Underdeveloped Rural Areas. *American Journal of Agricultural Economics* **57**: 279-291, 1975.

BOURNE, C. & GRAHAM, D. H. Problems with Specialized Agricultural Lenders. In: ADAMS, D. W., GRAHAM, D. H. and Von PISCHKE, J. D., ed. *Undermining Rural Development with Cheap Credit*, Colorado. Westview Press, 1984, cap. 3, p. 36-48.

BRAVERMAN, A. & GUASH, J. L. Rural Credit Markets and Institutions in Developing Countries: Lesson for Policy Analysis from Practice and Modern Theory. *World Development* **14**: 1253-67, 1986.

CHHIKARA, R. K. The State of the Art in Credit Evaluation. *Asmerican Journal of Agricultural Economics*: 1138-44, dez. 1989.

CHIANG, A. *Matemática para Economistas*, São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1982. 654p.

DeVANY, A. S. Comment on Modeling in Banking Firm: A Survey. *Journal of Money and Banking* **16**: 603:609, 1984.

DRISCOLL, M. Deregulation, Credit Rationing, Financial Fragility and Economic Performance. *OCDE Department of Econ. and Statistics - Working Papers No. 97*, 1991.

DONALD, G. *Credit for Small Farmers in Developing Countries*. Boulder, Colorado, Westview, Press, 1976.

DUNN, D. J. & FREY, T. L. Discriminant Analysis of Loans for Cash Grain Farms. *Agricultural Finance Review* **36**: 60-66, 1976.

FISCHER, M. L. & MOORE, K. An Improved Credit Scoring Function for the St. Paul Bank of Cooperatives. *Journal of Agricultural Cooperation* **1**: 11-21, 1986.

GONZÁLEG-VEGA, C. Farmer Borrowing Costs: The Case of Costa Rica. Ohio, 1976. (Mestrado - The Ohio State University).

GONZÁLEG-VEGA, C. Credit-Rationing Behavior of Agricultural Lenders: The Iron Law of Interest-Rate Restrictions. In: ADAMS, D. W., GRAHAM, D. H. & VON PISCHKE, J. D. *Undermining Rural Developement with Cheap Credit*. Londres, Westview Press, 1984, cap. 7, p.79-95.

GRABLOWSKY, B. J. & TALLEY, W. K. Probit and Discriminant Functions for Classifying Credit Appplicants: A Comparasion. J. Econ. and Bus. **33**: 254-61, 1981.

HARDY, W. E. & WEED, J. B. Objective Evaluation for Agricultural Lending. S.J.A.E. **12**: 159-164, 1980.

HARRIS, B. Money and Commodities: Their Interaction ina a Rural Indian Setting. In: PISCHKE, J. D., ADAMS, D. W., and DONALD, G. ed. *Rural Financial Markets in Developing Countries*. Baltimore, Jonh Hopkins, University Press, 1983.

HODGMAN, D. Credit Risk and Credit Rationing. *Quartely Journal of Economics* **74**: 258-278, 1960.

_____. Reply. *Quarterly Journal of Economics*, 483-493, 1962.

HOFF, M. & STIGLITZ, J. E. Introduction: Imperfect Information and Rural Credit Markets - Puzzles and Policy Perspectives. *The World Bank Economic Review* **4**: 235-50, 1990.

HUNTE, C. K. Loan Default and the Efficacy of the Screening Mechanism: The Case of the Development Bank in Guyana. Ohio, 1993. (Doutorado - The Ohio State University).

JAFFEE, D. M. & MODIGLIANI, F. A Theory and Test of Credit Rationing. *American Economic Review* **59**: 850-872, 1969.

_____. A Theory and Test of Credit Rationing. Reply. *American Economic Review*, 393-411, 1976.

JAFFEE, D. M. & RUSSELL, T. Imperfect Information, Uncertainty and Credit Rationing. *Quarterly Journal of Economics* **90**: 651-666, 1976.

KEETON, W. *Equilibrium Credit Rationing*. New York, Garland Publishing, 1979.

KNOPF, E. & SCHONEY, R. An Evaluation of Farm Financial Benchmarks and Loan Success/Failure: The Case of the Agricultural Credit Corporation of

Saskatchewan. *Canadian Journal of Agricultural Economics* **41**: 61-69, 1992.

KRAUSE, K. P. & WILLIAMS, P. L. Personality Characteristics e Successful Use of Credit By Farm Families. *American Journal of Agricultural Economics* **53**, 1971.

LaDUE, E. L. The Role of Credit Evaluation in Agricultural Finance. *American Journal of Agricultural Economics*, 1152-54, dez. 1989.

LUFBURROW, J., BARRY P. J. & DIXON, B. L. Credit Scoring for Farm Loan Pricing. *Agricultural Finance Review* **44**: 8-14, 1984.

MADALLA, G.S. *Limited Dependent and Quantitative Variables in Econometrics*. Cambridge, Cambridge University Press, 1983.

MORTENSEN, T., WATT, D. L. & LEISTRITZ, F. L. Predicting Probability of Loan Default. *Agriculture Finance Review* **48**: 60-67, 1988.

MILLER, L. H. & LaDUE, E. L. Credit Assessment Models for Farm Borrowers: A Logit Analysis. *Agriculture Finance Review* **49**: 22-36, 1989.

O'CONNELL, S. A. Moral Hazard, Reputation and Intertemporal Substitution of

Bankruptcies. *M.F.T., Mimeo*, 1984

STIGLITZ, J. E. & WEISS, A. Credit Rationing in Markets with Imperfect Information. *American Economic Review*, 393-411, 1981.

STOVER, R. , TEAS, R. K & GARDNER, R. J. Agricultural Lending Decision: A Multiattribute Analysis. *American Journal of Agricultural Economics*, 513-20, aug. 1985.

THORPE, J. Identifying Varying Levels of Long-Term Managerial Performance and Its Causal Factors. Illinois, 1987. (Mestrado - University of Illinois at Urbana Champaign).

TURVEY, C. G. Credit Scoring for Agricultural Loans: A Review with Applications. *Agricultural Finance Review* **51**:43-54, 1991.

TURVEY, C. G. & BROWN, R. Credit Scoring for a Federal Lending Institution: The Case of Canada's Farm Credit Corporation. *Agricultural Finance Review* **50**: 47-57, 1990.

UNGER, J. E. Borrower Characteristics Affecting an Expert Lender's Assessment of Loan Risk. Illinois, 1988. (Doutorado - University of Illinois at Urbana Champaign).

APÊNDICE 1: Variáveis

- 1) **LIC** - liquidez corrente = $\text{ativo circulante} / \text{passivo circulante}$
- 2) **PAO** - passivo oneroso = $(\text{empréstimos bancários mais créditos de cooperados mais antecipação de clientes}) / \text{ativo total}$
- 3) **RAT** - rentabilidade do ativo = $\text{sobras líquidas do exercício} / \text{ativo total}$
- 4) **ROP** - rentabilidade operacional = $\text{sobras líquidas do exercício} / \text{receita operacional líquida}$
- 5) **ENI** - endividamento interno = $\text{crédito de cooperados} / \text{ativo total}$
- 6) **LIS** - liquidez seca = $(\text{ativo circulante menos estoques menos despesas antecipadas}) / \text{passivo circulante}$
- 7) **ECP** - endividamento de curto prazo = $\text{passivo circulante} / \text{ativo total}$
- 8) **ENG** - endividamento geral = $(\text{passivo circulante mais exigível a longo prazo}) / \text{ativo total}$
- 9) **STV** - saldo de tesouraria = $\text{ativo financeiro menos passivo}$

financeiro)/receitas operacionais líquida

10) **TAM** - tamanho = logaritmo do ativo total

11) **IPL** - imobilização do patrimônio líquido = ativo permanente/patrimônio líquido

12) **LIM** - liquidez imediata = disponibilidade/passivo circulante

13) **MAB** - margem bruta = (receitas operacionais líquidas menos custo dos produtos vendidos)/receitas operacionais líquidas

14) **PCT** - participação do capital de terceiros = (passivo circulante mais exigível a longo prazo)/patrimônio líquido

15) **RPL** - rentabilidade do patrimônio líquido = sobras líquidas do exercício/patrimônio líquido

16) **CEX** - composição das exigibilidades = passivo circulante/(passivo circulante mais exigível a longo prazo)

17) **GAT** - giro do ativo = receitas operacionais líquidas/ativo total

APÊNDICE 2: Dados (1 = Cooperativas adimplentes)

Obs.	LIC	PCT	CEX	IPL	ENG	RPL	GAT	PAO	ENI	STV	ROP	ECP	RAT	TAM	LIM	LIS	MAB	SIT
01	1.5084	0.2745	1.0000	0.8604	0.2154	0.1017	0.3230	0.1981	0.0000	-0.4290	0.2470	0.2154	0.0798	12.7927	0.2764	0.5464	0.2181	1
02	1.0518	2.8457	0.8277	1.2713	0.7400	0.0328	0.0510	0.2790	0.0000	-0.2939	0.1672	0.6125	0.0085	15.1236	0.0052	0.3116	0.3521	1
03	0.3590	2.4050	1.0000	0.5415	0.5269	-1.1197	2.5401	1.1918	0.0000	-0.4692	0.0253	0.3981	0.0259	11.2437	0.1061	0.2583	0.2066	1
04	0.5757	0.9520	1.0000	1.4039	0.4877	-0.2307	1.1797	0.3199	0.0000	-0.2038	-0.1002	0.4877	-0.1182	12.1126	0.1630	0.5757	0.0857	1
05	1.0516	1.4041	1.0000	0.1853	0.9405	0.4416	1.1486	0.9394	0.0000	-0.8146	0.0229	0.9405	0.0263	12.6865	0.0040	1.0285	0.2382	1
06	1.3607	0.8701	1.0000	0.6862	0.4653	0.0094	2.6004	0.1258	0.0000	-0.0022	0.0019	0.4653	0.0051	12.1978	0.2581	0.2618	0.3481	1
07	1.2875	2.1979	1.0000	0.3680	0.6873	0.2701	1.5467	0.3844	0.0000	-0.2434	0.0546	0.6873	0.0845	13.1263	0.0116	0.9516	0.2779	1
08	0.5932	4.9667	0.3816	4.7515	0.8324	-0.4648	0.6917	0.8063	0.0000	-0.4178	-0.1126	0.3176	-0.0779	14.1450	0.0082	0.5510	0.0244	1
09	0.3588	0.4194	0.3277	1.3289	0.2955	-0.4687	0.0383	0.2367	0.0000	-0.8005	-0.0146	0.0968	-0.3302	17.3375	0.0767	0.0796	0.0851	1
10	1.1734	0.1314	0.9999	0.9751	0.1161	0.0043	0.9177	0.0155	0.0468	0.0569	0.0042	0.1161	0.0038	14.4681	0.4498	0.6709	0.0735	1
11	2.8169	4.5724	0.1454	0.6667	0.8205	0.4249	1.1082	0.7013	0.0000	0.0022	0.0688	0.1193	0.0762	14.4368	0.0202	1.5639	0.3947	1
12	1.3221	0.4542	0.9867	0.8614	0.3123	0.1600	1.6222	0.0041	0.0000	0.0516	0.0678	0.3082	0.1101	14.1534	0.2718	0.6925	0.3550	1
13	2.6303	0.2483	1.0000	0.5778	0.1989	0.4118	1.9036	0.0194	0.0000	0.0582	0.1733	0.1989	0.3299	14.1380	0.6546	1.6536	0.2046	1
14	1.5046	0.8143	1.0000	0.5656	0.4488	0.0883	1.9038	0.3392	0.0000	-0.1594	0.0256	0.4488	0.0486	14.1488	0.0796	0.7454	0.5068	1
15	1.8712	0.6818	1.0000	0.4060	0.4054	0.3346	1.4211	0.1882	0.0000	-0.1201	0.1400	0.4054	0.1990	14.4801	0.0433	1.4048	0.2925	1
16	0.8713	0.8424	0.8430	1.1970	0.4572	0.0158	1.5623	0.1759	0.0000	-0.0587	0.0055	0.3854	0.0086	14.4570	0.0320	0.5314	0.1399	1
17	1.3096	0.6279	0.9839	0.8188	0.3857	0.1857	1.9596	0.1016	0.0000	-0.0448	0.0582	0.3795	0.1141	14.2560	0.0198	0.8459	0.2191	1
18	1.4973	0.5749	0.6819	0.8170	0.3651	0.1590	1.7510	0.1329	0.0000	0.0108	0.0577	0.2489	0.1010	14.3709	0.1433	1.0186	0.1577	1
19	1.6905	0.2544	0.9331	0.8520	0.2028	0.1751	1.9557	0.1765	0.0000	-0.0559	0.0714	0.1892	0.1396	14.3232	0.2840	1.5252	0.0711	1
20	5.6688	0.0921	1.0000	0.5699	0.0843	0.4537	1.8645	0.0000	0.0387	0.0145	0.2228	0.0843	0.4154	14.6833	0.3210	4.7091	0.1357	1
21	0.9219	1.8576	0.9269	1.1824	0.6501	-0.2134	0.6142	0.5013	0.0000	-0.7283	-0.1216	0.6025	-0.0747	15.8134	0.0106	0.8214	0.1672	1
22	6.3563	1.4041	0.1269	-2.0423	1.0679	2.1590	2.8637	0.9324	0.0200	0.0716	-0.0512	0.1355	-0.1466	14.3445	0.1061	2.4431	0.1750	1
23	1.4134	0.6208	0.4901	1.1903	0.3830	-0.0231	0.5439	0.2811	0.0000	-0.1141	-0.0262	0.1877	-0.0142	16.1124	0.1265	1.0635	0.1489	1
24	1.1622	1.2491	0.7021	1.1283	0.5554	0.0000	0.4384	0.5252	0.0031	-0.7583	0.0000	0.3899	0.0000	16.5188	0.0092	0.2850	0.4744	1
25	1.4478	0.6364	0.7261	0.9672	0.3889	0.3637	2.8519	0.1385	0.1304	0.0112	0.0779	0.2824	0.2223	14.8102	0.2258	1.1746	0.1625	1
26	0.8558	1.4642	1.0000	0.1109	0.5942	0.6061	1.2822	0.1905	0.0000	0.0087	0.0334	0.5942	0.2460	13.9125	0.1073	0.2429	0.0760	1
27	0.4480	3.6571	0.7472	3.4213	0.7853	-1.0054	0.3981	0.5439	0.0000	-0.8665	0.0253	0.5867	-0.2159	16.8427	0.0008	0.2471	0.1134	1
28	2.8646	0.6933	0.1924	0.8079	0.4094	-0.0061	0.8184	0.3935	0.0075	-0.0204	-0.0044	0.0788	-0.0036	16.2800	0.5865	2.4645	0.2099	1
29	0.4510	2.5143	0.7331	1.2332	0.7154	-0.4510	0.2260	0.5348	0.0000	-1.5189	0.0253	0.5245	-0.1283	17.6098	0.0011	0.2811	0.2432	1
30	1.0078	0.9350	0.8115	1.0969	0.4832	-0.0514	0.6209	0.3827	0.0356	-0.4598	-0.0428	0.3921	-0.0266	16.8426	0.0157	0.6393	0.2678	1
31	1.2174	1.2607	1.0000	0.7181	0.5577	0.2320	4.7254	0.2807	0.0000	-0.0468	0.0217	0.5577	0.1026	14.8952	0.1072	0.6747	0.0231	1
32	1.1345	3.1946	0.6279	1.9188	0.7616	-0.1457	0.6823	0.6775	0.0033	-0.5345	-0.0509	0.4782	-0.0347	17.0121	0.0615	0.5266	0.4871	1
33	0.9643	0.9093	0.8331	1.0898	0.4762	0.0741	1.1288	0.2082	0.0000	-0.1061	0.0344	0.3968	0.0388	16.5900	0.0227	0.5742	0.1729	1
34	0.8844	1.1972	0.9447	1.0190	0.5449	0.0391	0.9580	0.3325	0.0000	-0.2809	0.0186	0.5148	0.0178	16.8094	0.0420	0.5696	0.2038	1
35	0.9881	2.7553	0.8861	1.2269	0.7337	0.0339	0.9986	0.2212	0.0026	-0.1068	0.0090	0.6502	0.0090	16.9329	0.0366	0.3360	0.2332	1
36	1.1087	0.8783	0.7676	0.8086	0.4676	0.1017	1.2996	0.3586	0.0176	-0.1788	0.0417	0.3589	0.0542	16.8677	0.0454	0.6772	0.1861	1
37	0.8680	1.1485	0.6929	1.0209	0.5346	0.0777	0.9123	0.3509	0.0257	-0.1797	0.0396	0.3704	0.0362	17.2427	0.0617	0.5587	0.1987	1
38	1.5336	1.3941	0.7270	0.6102	0.5823	0.0524	0.6748	0.4849	0.0505	-0.4715	0.0325	0.4233	0.0219	17.5523	0.0144	1.1086	0.3640	1
39	0.8198	1.2791	0.7425	1.0809	0.5612	-0.0662	1.0275	0.4302	0.0000	-0.2580	-0.0283	0.4167	-0.0291	17.1540	0.0494	0.6404	0.1869	1
40	1.0740	0.9733	0.8685	1.0527	0.4932	-0.0630	0.2439	0.3985	0.0000	-1.3507	-0.1308	0.4284	-0.0319	18.5948	0.0098	0.2219	0.2377	1
41	1.2439	1.6281	0.6544	0.8372	0.6195	0.0190	0.3992	0.4753	0.0552	-0.6453	0.0181	0.4054	0.0072	18.3173	0.0088	0.4351	0.5105	1
42	0.8939	1.4572	0.9507	1.2133	0.5930	0.0952	1.4856	0.4864	0.0431	-0.2365	0.0261	0.5638	0.0387	17.0615	0.0390	0.7118	0.1527	1
43	1.0779	1.9612	0.7468	0.9943	0.6623	0.0080	1.7647	0.5172	0.0834	-0.1877	0.0015	0.4946	0.0027	17.0431	0.0185	0.8244	-0.0176	1
44	1.0011	1.5987	0.7689	1.3040	0.6152	-0.0373	1.6374	0.3269	0.0000	-0.0831	-0.0088	0.4730	-0.0143	17.1332	0.1028	0.8084	0.2959	1
45	0.6399	1.0251	0.8766	1.0781	0.5062	0.0060	1.2837	0.4368	0.0000	-0.2828	0.0023	0.4437	0.0029	17.8791	0.0126	0.1873	0.2560	1
46	1.2951	0.5468	0.8029	0.8442	0.3535	0.0970	1.7956	0.1553	0.0120	-0.0415	0.0349	0.2838	0.0627	17.7776	0.0391	0.7011	0.1401	1
47	0.3340	2.1251	0.8392	2.3053	0.6800	-0.5505	0.4995	0.4787	0.0435	-0.5284	0.0253	0.5706	-0.1762	19.1103	0.0051	0.2422	0.1927	1

Dados - continuação (0 = Cooperativas inadimplentes)

Obs.	LIC	PCT	CEX	IPL	ENG	RPL	GAT	PAO	ENI	STV	ROP	ECP	RAT	TAM	LIM	LIS	MAB	SIT
48	1.1400	0.5647	0.8796	0.9651	0.3609	0.0986	1.8762	0.1248	0.1164	-0.0395	0.0336	0.3174	0.0630	12.8109	0.0228	0.6996	0.0851	0
49	0.4450	5.2801	0.7325	4.4081	0.8408	-1.2000	0.0237	0.5646	0.0235	-0.4710	-0.1485	0.6159	-0.1911	17.1875	0.0005	0.3560	-0.3267	0
50	1.7209	6.9059	0.4594	2.4361	0.8735	1.2021	0.2276	0.7154	0.0000	-1.0606	0.6680	0.4013	0.1520	15.1908	0.0045	0.2600	0.5698	0
51	0.9434	1.4582	0.3618	1.9604	0.5932	-0.2136	0.2862	0.4356	0.0061	0.5395	-0.3037	0.2146	-0.0869	16.0714	0.9296	0.9313	0.1923	0
52	0.7381	1.5357	0.8359	3.3909	0.9112	-1.3844	0.3995	0.5815	0.1999	-1.0340	-0.3076	0.7617	-0.1229	15.9710	0.0247	0.6694	-0.0185	0
53	0.2179	-3.7981	0.9985	-1.8162	1.3574	3.4761	0.9982	1.2318	0.0000	-1.2292	-1.2446	1.3553	-1.2423	15.1833	0.0006	0.2130	0.4824	0
54	0.7442	0.5309	0.4048	1.3546	0.3468	-0.0552	0.3609	0.2612	0.0000	-0.1471	-0.0999	0.1404	-0.0361	16.3209	0.0119	0.6328	0.2763	0
55	0.8003	3.3971	0.3013	1.3843	0.7726	-0.0007	0.4479	0.6060	0.0000	-0.1381	-0.0004	0.2328	-0.0002	16.3089	0.0185	0.3014	0.4159	0
56	0.1841	-1.8158	0.9392	-0.4768	2.2258	0.4328	0.7997	1.9097	0.0248	-2.1696	-0.6635	2.0906	-0.5306	15.7607	0.0145	0.1684	0.3221	0
57	0.3396	-1.9280	0.7722	-0.4204	2.0776	0.2718	0.8334	0.8709	0.0487	-0.0305	-0.0225	1.6043	-0.2929	13.2567	0.0003	0.1915	0.0225	0
58	0.9865	1.5357	0.4131	0.6203	0.9006	0.1085	0.6247	0.7523	0.0000	-0.0995	0.0173	0.3720	0.0108	16.4866	0.0334	0.8637	0.1130	0
59	1.5336	1.3941	0.7270	0.6102	0.5823	0.0524	0.6748	0.4832	0.0505	-0.4715	0.0325	0.4233	0.0219	17.5523	0.0144	1.1086	0.3640	0
60	1.1917	0.7487	0.7591	1.0713	0.4281	0.0056	0.7170	0.3271	0.0552	-0.3041	0.0045	0.3250	0.0032	17.5349	0.0182	0.8629	0.2174	0
61	0.9446	1.8095	0.9853	0.9306	0.6441	0.0086	4.2683	0.5278	0.0188	-0.0980	0.0007	0.6346	0.0031	15.9291	0.1579	0.7609	0.0674	0
62	0.7424	0.6351	0.4503	1.3625	0.3884	-0.1699	0.6702	0.2637	0.0537	-0.0617	-0.1550	0.1749	-0.1039	17.8988	0.0506	0.3539	0.1833	0
63	0.7402	4.6110	0.3942	4.2575	0.8218	-0.3260	0.7431	0.5668	0.0000	-0.0826	-0.0782	0.3240	-0.0581	18.0371	0.0233	0.5552	0.1138	0
64	0.8751	2.6534	0.9637	1.2357	0.7263	-0.1074	0.5499	0.6083	0.0187	-1.0525	-0.0534	0.6999	-0.0294	18.3899	0.0044	0.3549	0.1472	0
65	0.3340	2.1251	0.8392	2.3053	0.6800	-0.5505	0.4995	0.4787	0.0435	-0.5284	-0.3527	0.5706	-0.1762	19.1103	0.0051	0.2422	0.1927	0
66	0.9378	2.2995	0.7148	1.4897	1.2688	1.0265	0.9178	0.9874	0.0045	-0.8173	-0.1607	0.9779	-0.3458	15.0384	0.0351	0.4935	0.2394	0
67	1.2832	-0.1923	0.3525	-1.1457	0.4968	0.5409	1.4747	0.1971	0.0042	0.7272	0.2049	0.0620	0.1770	15.9392	0.3448	0.7296	0.5489	0
68	0.6918	-0.4681	0.6777	-0.2017	1.5072	1.3465	0.2600	1.1172	0.0022	-0.8941	-0.3716	1.2030	-0.5178	14.9444	0.1047	0.3864	0.2513	0
69	1.0580	1.0833	0.9966	0.2219	0.9221	0.1781	2.1366	0.6255	0.0371	-0.6765	0.0679	0.8837	0.0280	14.0335	0.0192	0.6138	0.2209	0
70	0.4712	3.5896	0.4891	4.4998	0.6295	-1.8186	1.1508	0.0974	0.0632	0.6008	0.0415	0.2518	0.1239	16.4140	0.2463	0.5721	-0.1855	0
71	1.0440	3.1984	0.5290	2.5626	0.3308	-0.8896	0.4235	0.2190	0.0825	-0.3683	0.1287	0.1062	0.1436	19.0755	0.0092	0.4046	0.2447	0
72	0.3215	0.3036	0.9066	1.8723	1.0482	-0.3289	0.4584	0.6650	0.0990	-0.7973	-0.4757	0.9675	-0.3814	15.9060	0.1245	0.3248	-0.0081	0
73	0.6814	-0.5887	0.9917	0.3109	0.8763	0.2914	1.2143	0.8887	0.0546	-1.2059	-0.5103	0.9470	-0.3385	17.7424	0.1279	0.6237	0.2817	0
74	0.4233	0.0218	0.4064	1.5902	0.8207	-1.0110	0.7159	0.5369	0.0247	0.5232	-0.3478	0.3876	-0.0676	18.1679	0.2650	0.7554	-0.0023	0
75	0.0922	-2.2252	0.9049	1.2411	0.8078	-0.7524	1.4555	0.3112	0.0980	0.1874	-0.6670	0.7670	-0.3703	16.4717	0.0115	0.5626	-0.1185	0
76	1.3649	2.2763	0.7143	0.9006	1.2439	0.8185	0.4306	0.8673	0.1104	-1.5246	0.3770	0.9312	-0.0047	13.6250	0.1265	0.2208	0.3645	0
77	0.9277	-1.0771	1.1667	0.6306	0.7608	-0.0723	1.2442	0.5125	0.1186	-1.0631	-0.1971	0.9114	-0.1685	16.6004	0.1265	0.7424	0.0717	0
78	0.6038	-0.6506	0.9343	-0.1232	1.0437	0.5214	1.4304	0.8287	0.0574	-1.0939	-0.3498	1.0673	-0.2706	14.3912	0.1896	0.2656	0.2745	0
79	0.5674	-2.2308	0.9964	0.1934	1.3267	1.2767	0.3386	0.7617	0.1186	-0.8407	-0.5966	1.2257	-0.6308	12.9840	0.0606	0.4282	0.1781	0
80	0.9684	2.7304	0.8832	2.6234	0.2923	-0.0859	1.7806	0.3216	0.1152	-0.8734	-0.1425	0.3643	-0.0597	14.7651	0.1626	0.4504	0.2627	0
81	0.6180	0.4807	0.8259	-0.4844	1.2182	1.4826	1.1706	0.9020	0.0117	-0.6934	-0.2340	0.9578	-0.3067	14.8436	0.2137	0.0576	0.3389	0
82	0.7311	0.6812	0.9748	1.3100	0.5275	0.8234	2.2826	0.3105	0.0598	-0.1682	-0.3121	0.5286	-0.3430	14.3075	0.0164	0.6030	0.0261	0
83	1.4507	5.5130	0.3775	3.8066	0.6258	-1.8121	1.1301	0.7562	0.0402	-0.4253	0.2932	0.1612	0.4430	19.5836	0.1205	1.1722	0.0208	0
84	0.3315	-1.9369	0.7873	0.3246	1.6184	0.2110	1.7092	0.9364	0.0029	0.3266	-0.5910	1.3670	-0.4324	13.0731	0.7572	0.6505	-0.0180	0
85	0.5222	-1.6526	0.9368	0.0428	0.9902	0.5892	2.1584	0.4466	0.0465	-0.0685	-0.3017	0.9565	-0.3153	15.1913	0.1144	0.4019	0.1992	0
86	1.0107	3.5910	0.9930	1.1096	1.1153	1.0081	1.8839	1.1002	0.0162	-1.2968	-0.1427	1.0212	-0.3029	15.6808	0.0358	0.3602	0.2116	0
87	0.2839	-1.3014	0.5949	0.0343	0.8331	0.8380	1.1953	0.4418	0.0117	0.4401	-0.5986	0.5287	-0.4785	15.1794	0.2360	0.4417	0.1897	0
88	0.8746	1.4824	0.7759	1.5731	0.4469	0.4890	0.9897	0.1939	0.0746	-0.1553	-0.1192	0.2763	-0.1441	16.1774	0.0155	0.4385	0.1369	0
89	0.5957	0.3429	0.4381	1.7586	0.1792	-0.6902	0.3741	0.2964	0.0303	0.0452	-0.5218	0.0518	-0.1368	18.8821	0.4111	0.7088	0.2469	0
90	1.1791	2.5578	0.7390	0.6888	0.8236	-0.2648	2.3361	0.4419	0.0291	-0.1435	0.4464	0.5791	0.3006	13.8471	0.1582	0.5573	0.1704	0
91	0.4992	2.2994	1.0302	3.2328	1.0486	-1.0494	1.5728	0.7839	0.1174	-0.9832	-0.4108	1.0505	-0.1976	16.9762	0.2223	0.3383	-0.0715	0
92	1.0593	2.1890	0.9953	0.7711	1.1528	0.4253	2.0683	0.8802	0.0234	-0.7892	0.0309	1.0090	-0.0751	16.5360	0.0856	0.5905	0.2653	0
93	0.6401	-4.2579	0.8420	-1.8061	0.7109	1.0544	2.8985	0.5089	0.0392	0.1314	-0.5018	0.7217	-0.3631	15.1762	0.2355	0.7428	0.2571	0
94	0.6531	-2.0051	1.1719	-1.1694	0.7642	0.5730	2.2171	0.7316	0.0130	-0.9546	-0.4529	1.0170	-0.3182	18.2714	0.0208	0.6152	0.3499	0

APÊNDICE 3 - Modelo logístico 1: 47 cooperativas adimplentes e 18 cooperativas inadimplentes

The LOGISTIC Procedure

Data Set: WORK.COMPARA
 Response Variable: SIT
 Response Levels: 2
 Number of Observations: 65
 Link Function: Logit

Response Profile

Ordered Value	SIT	Count
1	0	47
2	1	18

The LOGISTIC Procedure

Criteria for Assessing Model Fit

Criterion	Intercept Only	Intercept and Covariates	Chi-Square for Covariates
AIC	78.703	66.405	.
SC	80.877	77.277	.
-2 LOG L	76.703	56.405	20.298 with 4 DF (p=0.0004)
Score	.	.	18.047 with 4 DF (p=0.0012)

The LOGISTIC Procedure

Analysis of Maximum Likelihood Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > Chi-Square
INTERCPT 1	1	1.6852	1.1998	1.9727	0.1602
LIC	1	1.1275	0.7667	2.1625	0.1414
ENI	1	-23.2181	9.9635	5.4304	0.0198
PAO	1	-3.8404	1.6272	5.5701	0.0183
STV	1	-1.2308	1.0654	1.3347	0.2480

Association of Predicted Probabilities and Observed Responses

Concordant = 83.6% Somers' D = 0.675
 Discordant = 16.1% Gamma = 0.677
 Tied = 0.4% Tau-a = 0.275
 (846 pairs) c = 0.837

Modelo logístico 1 - continuação

The LOGISTIC Procedure

Classification Table

	Correct		Incorrect		Percentages				
Prob	Non-		Non-		Sensi-	Speci-	False	False	
Level	Event	Event	Event	Event	Correct	tivity	ficity	POS	NEG
0.020	47	0	18	●	72.3	100.0	0.0	27.7	.
0.040	46	0	18	1	70.8	97.9	0.0	28.1	100.0
0.060	46	2	16	1	73.8	97.9	11.1	25.8	33.3
0.080	46	2	16	1	73.8	97.9	11.1	25.8	33.3
0.100	46	3	15	1	75.4	97.9	16.7	24.6	25.0
0.120	46	3	15	1	75.4	97.9	16.7	24.6	25.0
0.140	46	3	15	1	75.4	97.9	16.7	24.6	25.0
0.160	46	3	15	1	75.4	97.9	16.7	24.6	25.0
0.180	46	3	15	1	75.4	97.9	16.7	24.6	25.0
0.200	46	3	15	1	75.4	97.9	16.7	24.6	25.0
0.220	46	3	15	1	75.4	97.9	16.7	24.6	25.0
0.240	44	3	15	3	72.3	93.6	16.7	25.4	50.0
0.260	44	3	15	3	72.3	93.6	16.7	25.4	50.0
0.280	44	4	14	3	73.8	93.6	22.2	24.1	42.9
0.300	44	4	14	3	73.8	93.6	22.2	24.1	42.9
0.320	44	4	14	3	73.8	93.6	22.2	24.1	42.9
0.340	44	4	14	3	73.8	93.6	22.2	24.1	42.9
0.360	44	4	14	3	73.8	93.6	22.2	24.1	42.9
0.380	44	4	14	3	73.8	93.6	22.2	24.1	42.9
0.400	43	4	14	4	72.3	91.5	22.2	24.6	50.0
0.420	42	4	14	5	70.8	89.4	22.2	25.0	55.6
0.440	42	4	14	5	70.8	89.4	22.2	25.0	55.6
0.460	42	4	14	5	70.8	89.4	22.2	25.0	55.6
0.480	42	4	14	5	70.8	89.4	22.2	25.0	55.6
0.500	41	4	14	6	69.2	87.2	22.2	25.5	60.0

Modelo logístico 1 - continuação

0.520	40	5	13	7	69.2	85.1	27.8	24.5	58.3
0.540	40	5	13	7	69.2	85.1	27.8	24.5	58.3
0.560	40	6	12	7	70.8	85.1	33.3	23.1	53.8
0.580	40	7	11	7	72.3	85.1	38.9	21.6	50.0
0.600	40	8	10	7	73.8	85.1	44.4	20.0	46.7
0.620	40	8	10	7	73.8	85.1	44.4	20.0	46.7
0.640	40	10	8	7	76.9	85.1	55.6	16.7	41.2
0.660	39	12	6	8	78.5	83.0	66.7	13.3	40.0
0.680	39	12	6	8	78.5	83.0	66.7	13.3	40.0
0.700	38	12	6	9	76.9	80.9	66.7	13.6	42.9
0.720	36	12	6	11	73.8	76.6	66.7	14.3	47.8
0.740	34	14	4	13	73.8	72.3	77.8	10.5	48.1
0.760	33	14	4	14	72.3	70.2	77.8	10.8	50.0
0.780	32	14	4	15	70.8	68.1	77.8	11.1	51.7
0.800	30	15	3	17	69.2	63.8	83.3	9.1	53.1
0.820	30	15	3	17	69.2	63.8	83.3	9.1	53.1
0.840	28	15	3	19	66.2	59.6	83.3	9.7	55.9
0.860	24	16	2	23	61.5	51.1	88.9	7.7	59.0
0.880	20	16	2	27	55.4	42.6	88.9	9.1	62.8
0.900	15	17	1	32	49.2	31.9	94.4	6.3	65.3
0.920	12	17	1	35	44.6	25.5	94.4	7.7	67.3
0.940	11	17	1	36	43.1	23.4	94.4	8.3	67.9
0.960	4	17	1	43	32.3	8.5	94.4	20.0	71.7
0.980	3	18	0	44	32.3	6.4	100.0	0.0	71.0
1.000	0	18	0	47	27.7	0.0	100.0	.	72.3

APÊNDICE 4 - Modelo logístico 2: 47 cooperativas adimplentes e 47 cooperativas inadimplentes

The LOGISTIC Procedure

Data Set: WORK.LOGICAL
 Response Variable: SIT
 Response Levels: 2
 Number of Observations: 94
 Link Function: Logit

Response Profile		
Ordered Value	SIT	Count
1	0	47
2	1	47

Criterion	Criteria for Assessing Model Fit		Chi-Square for Covariates
	Intercept Only	Intercept and Covariates	
AIC	132.312	87.631	.
SC	134.855	100.348	.
-2 LOG L	130.312	77.631	52.681 with 4 DF (p=0.0001)
Score	.	.	39.742 with 4 DF (p=0.0001)

Analysis of Maximum Likelihood Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > Chi-Square
INTERCPT	1	1.6159	1.0260	2.4805	0.1153
LIC	1	1.4467	0.6873	4.4311	0.0353
ENI	1	-37.6151	9.8322	14.6361	0.0001
PAO	1	-5.5614	1.5615	12.6845	0.0004
STV	1	-1.8453	0.8623	4.5801	0.0323

Association of Predicted Probabilities and Observed Responses

Concordant = 89.1% Somers' D = 0.784
 Discordant = 10.7% Gamma = 0.785
 Tied = 0.1% Tau-a = 0.396
 (2209 pairs) c = 0.892

Modelo logístico 2 - continuação

The LOGISTIC Procedure									
Classification Table									
Correct		Incorrect		Percentages					
Prob	Non-	Non-			Sensi-	Speci-	False	False	
Level	Event	Event	Event	Event	Correct	tivity	ficity	POS	NEG
0.000	47	0	47	0	50.0	100.0	0.0	50.0	.
0.020	46	6	41	1	55.3	97.9	12.8	47.1	14.3
0.040	46	8	39	1	57.4	97.9	17.0	45.9	11.1
0.060	44	8	39	3	55.3	93.6	17.0	47.0	27.3
0.080	44	11	36	3	58.5	93.6	23.4	45.0	21.4
0.100	44	13	34	3	60.6	93.6	27.7	43.6	18.8
0.120	44	14	33	3	61.7	93.6	29.8	42.9	17.6
0.140	44	16	31	3	63.8	93.6	34.0	41.3	15.8
0.160	44	17	30	3	64.9	93.6	36.2	40.5	15.0
0.180	43	21	26	4	68.1	91.5	44.7	37.7	16.0
0.200	42	21	26	5	67.0	89.4	44.7	38.2	19.2
0.220	42	22	25	5	68.1	89.4	46.8	37.3	18.5
0.240	42	23	24	5	69.1	89.4	48.9	36.4	17.9
0.260	41	27	20	6	72.3	87.2	57.4	32.8	18.2
0.280	41	27	20	6	72.3	87.2	57.4	32.8	18.2
0.300	40	28	19	7	72.3	85.1	59.6	32.2	20.0
0.320	40	30	17	7	74.5	85.1	63.8	29.8	18.9
0.340	40	30	17	7	74.5	85.1	63.8	29.8	18.9
0.360	40	32	15	7	76.6	85.1	68.1	27.3	17.9
0.380	40	32	15	7	76.6	85.1	68.1	27.3	17.9
0.400	40	35	12	7	79.8	85.1	74.5	23.1	16.7
0.420	40	36	11	7	80.9	85.1	76.6	21.6	16.3
0.440	40	38	9	7	83.0	85.1	80.9	18.4	15.6
0.460	39	39	8	8	83.0	83.0	83.0	17.0	17.0
0.480	39	40	7	8	84.0	83.0	85.1	5.2	16.7
0.500	38	40	7	9	83.0	80.9	85.1	15.6	18.4

Modelo logístico 2 - continuação

0.520	38	40	7	9	83.0	80.9	85.1	15.6	18.4
0.540	38	42	5	9	85.1	80.9	89.4	11.6	17.6
0.560	37	42	5	10	84.0	78.7	89.4	11.9	19.2
0.580	36	43	4	11	84.0	76.6	91.5	10.0	20.4
0.600	35	43	4	12	83.0	74.5	91.5	10.3	21.8
0.620	35	43	4	12	83.0	74.5	91.5	10.3	21.8
0.640	34	43	4	13	81.9	72.3	91.5	10.5	23.2
0.660	34	43	4	13	81.9	72.3	91.5	10.5	23.2
0.680	33	43	4	14	80.9	70.2	91.5	10.8	24.6
0.700	32	43	4	15	79.8	68.1	91.5	11.1	25.9
0.720	31	43	4	16	78.7	66.0	91.5	11.4	27.1
0.740	30	44	3	17	78.7	63.8	93.6	9.1	27.9
0.760	30	44	3	17	78.7	63.8	93.6	9.1	27.9
0.780	30	44	3	17	78.7	63.8	93.6	9.1	27.9
0.800	28	44	3	19	76.6	59.6	93.6	9.7	30.2
0.820	26	45	2	21	75.5	55.3	95.7	7.1	31.8
0.840	24	45	2	23	73.4	51.1	95.7	7.7	33.8
0.860	22	46	1	25	72.3	46.8	97.9	4.3	35.2
0.880	18	46	1	29	68.1	38.3	97.9	5.3	38.7
0.900	15	46	1	32	64.9	31.9	97.9	6.3	41.0
0.920	12	46	1	35	61.7	25.5	97.9	7.7	43.2
0.940	12	46	1	35	61.7	25.5	97.9	7.7	43.2
0.960	8	47	●	39	58.5	17.0	100.0	●.●	45.3
0.980	3	47	●	44	53.2	6.4	100.0	●.●	48.4
1.000	0	47	●	47	50.0	●.●	100.0	.	50.0