

## Estimativa de inadimplência na concessão de crédito agrícola pela utilização do modelo de regressão logística: o caso de uma cooperativa de crédito

*Carlos Alberto Gonçalves Júnior<sup>1</sup>*  
*Miguel Angel Uribe Opazo<sup>2</sup>*  
*Weimar Freire da Rocha Jr<sup>3</sup>*  
*Régio Marcio Toesca Gimenes<sup>4</sup>*

---

### RESUMO

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

**Palavras-chave:** Assimetria de Informações, Modelagem Estatística, Inadimplência, Cooperativismo de Crédito.

---

<sup>1</sup> Mestre em Desenvolvimento Regional e Agronegócios pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Professor do Departamento de Administração Faculdade Maringá-PR. [carlosalberto@faculdadesmaringa.br](mailto:carlosalberto@faculdadesmaringa.br)

<sup>2</sup> Doutor em Estatística pela Universidade de São Paulo. Professor Associado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Bolsista de produtividade científica pela Fundação Araucária. [mopazo@unioeste.br](mailto:mopazo@unioeste.br)

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia da Produção pela Universidade Estadual de Santa Catarina. Professor Associado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. [wrocha@unioeste.br](mailto:wrocha@unioeste.br)

<sup>4</sup> Pós-Doutor em Administração pela FEA/USP. Doutor em Engenharia da Produção pela UFSC. Professor Titular da Universidade Paranaense - UNIPAR. [toesca@unipar.br](mailto:toesca@unipar.br)

## INTRODUÇÃO

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

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

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

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

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

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

No entanto, de acordo com Bacha (2004) o modelo de concessão de crédito rural baseado em recursos do tesouro nacional e na emissão de moedas, com taxas de juros subsidiadas, se exauriu. A partir de meados da década de 1980 o governo elege como prioridade o equilíbrio fiscal e controle da inflação e reduz a transferência de renda, através de taxas de juros reais negativas, para o setor agrícola.

Para Bressan, Braga e Lima (2004), as cooperativas de crédito apresentaram-se como uma alternativa viável para o produtor rural obter recursos financeiros. Essa iniciativa partiu de produtores europeus e canadenses; no entanto, no Brasil, várias atribuições podem ser dadas ao sistema financeiro cooperativo, principalmente, o papel de “desintermediadora” financeira, abolindo

a intermediação bancária nas operações de crédito, já que os cooperados são simultaneamente proprietários e clientes nessas organizações.

Porém, para que as cooperativas possam realmente atender às necessidades financeiras dos produtores rurais, é importante que tenham uma estrutura financeira sólida com uma carteira de crédito saudável e baixa inadimplência. Com isso, a rentabilidade dessa organização creditícia está diretamente relacionada com sua capacidade de avaliação de riscos, isto é, da antecipação da confiabilidade dos tomadores de crédito.

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

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

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

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

A terceira seção faz uma breve caracterização do crédito rural no Brasil, abordando as modalidades de crédito e as principais linhas de financiamento agrícola. A quarta seção aborda os aspectos metodológicos que caracterizarão os dados quantitativos e qualitativos utilizados no trabalho e a aplicação do Modelo de Regressão Logística - LOGIT.

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

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

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

Este trabalho propõe-se a analisar a inadimplência nos contratos de crédito rural usando o referencial teórico da Economia dos Custos de Transação - ECT. Para Williamson (1989) qualquer questão que possa formular-se como um problema de contratação pode ser investigada vantajosamente nos termos da ECT.

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

O ponto de partida para a existência de custos de transação é o reconhecimento dos pressupostos comportamentais dos agentes econômicos, caracterizados como a racionalidade limitada e o oportunismo.

### Os pressupostos comportamentais

De acordo com Williamson (1989), na evolução do contrato são empregados diversos enfoques econômicos. Esses enfoques se distinguem principalmente pelos pressupostos comportamentais imputados ao homem contratual.

Williamson (1996) difere o comportamento do "homem contratual" para o "homem maximizador" idealizado pelos ortodoxos, onde predominam a informação completa e as decisões maximizadoras, em dois aspectos. O primeiro aspecto refere-se à existência de racionalidade limitada, ou seja, o agente econômico não tem racionalidade suficiente para tomar decisões ótimas e agir de forma maximizadora o tempo todo. O segundo aspecto refere-se ao comportamento baseado na busca do interesse próprio de forma mais profunda que o "homem maximizador".

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

Para mensurar a magnitude dos custos de transação causados pelos pressupostos comportamentais do homem contratual, faz-se necessário identificar

a dimensão das transações, isto é, os atributos transacionais<sup>5</sup> que diferenciam as relações entre os agentes econômicos. Esse é o motivo fundamental para explicar a existência de diferentes estruturas de governança para reger cada transação, como o mercado, contratos e a integração vertical (firma).

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

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

Além do pressuposto ambiental da incerteza, também existem os pressupostos individuais da racionalidade limitada e do oportunismo por parte dos agentes. O alinhamento desses fatores, ambientais e individuais, irá determinar o custo de transação, neste contexto representado pelo custo de elaboração, negociação e execução dos contratos de crédito agrícola, que pode ser mensurado pelo custo em manter o departamento jurídico e analistas de crédito em que incorre a cooperativa.

Os atributos transacionais, influenciados pelos pressupostos comportamentais, farão a relação entre os agentes envolvidos nas transações de crédito rural caminhar para a estrutura de governança mais eficiente, isto é, aquela que minimiza os custos de transação.

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

### O contrato como estrutura de governança

De acordo com Fiani (2002), os custos de transação são os custos que os agentes incorrem para negociar, redigir e garantir o cumprimento de um contrato. De modo mais simplificado são os custos de relacionamento dos agentes econômicos.

Os Custos de Transação podem ser definidos em quatro níveis: o primeiro nível relaciona-se com os custos de construção e negociação dos contratos; o segundo envolve os custos por medir e monitorar os direitos de propriedade existentes no contrato. Esse nível incorpora os custos de observação dos contratos ao longo do tempo para seu desempenho e atende às expectativas das partes que

---

<sup>5</sup> Os atributos transacionais são: frequência, relacionado com o número de vezes que a transação se repete. Incerteza, que é um pressuposto ambiental. Especificidade dos ativos transacionados, relacionado com a quase-renda gerada pelo ativo quando este é aplicado em sua função específica.

fizeram a transação. O terceiro nível engloba os custos de manter e fazer executar os contratos internos e externos da firma. O quarto e último nível relaciona-se com os custos de adaptação que os agentes sofrem com as mudanças ambientais (Farina, 1999).

Na Nova Economia Institucional – NEI, os contratos são tratados com grande ênfase e têm um papel fundamental, uma vez que cada estrutura de governança detém uma forma de combinação entre os agentes, que é mais compatível com um determinado contrato, pois a sua função é facilitar as trocas de produtos ou serviços entre esses agentes mitigando os custos de transação (ROCHA JR, 2004).

Os contratos possuem custos relacionados a construção, implementação, monitoramento e solução de disputas advindas do não cumprimento do referido contrato. As instituições e organizações são estruturadas para atuar com estas disputas, desenvolvendo ainda tribunais informais e de justiça (ZYLBERSZTAJN e SZTAJN, 2005).

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

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

Para Williamson (1989) as relações contratuais diferenciam-se de acordo com as mudanças no ambiente em que se realizam as transações. O contrato clássico poderia ser usado em um ambiente onde as informações fossem completas e simétricas, sem a presença de incerteza, para ativos não específicos, para contratos de curto prazo e para transações sem nenhuma complexidade. O agente teria comportamento ético e em função de sua racionalidade ilimitada, seria maximizador o tempo todo. Os contratos neoclássicos são para transações em que a informação não é completa. Com isso, aparecem os pressupostos comportamentais da racionalidade limitada e do oportunismo, logo, os contratos não podem mais salvaguardar todas as contingências que surgem no decorrer da transação.

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

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

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

No entanto, a incompletude é uma característica inerente das relações contratuais. Por isso, mesmo com todo o esforço das organizações de crédito em salvaguardar todos os seus interesses, o não cumprimento do contrato, caracterizado pela inadimplência contratual, ainda acontece.

O problema da assimetria de informações como causadora dos custos de transação

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

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

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

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

A redução da assimetria de informações entre a organização concessionária e o tomador beneficia tanto a organização, que reduzirá suas perdas com

inadimplência da carteira de crédito, quanto o tomador, que não assumirá mais compromissos financeiros do que é capaz de liquidar.

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

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

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

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

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

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

De acordo com Azevedo e Shikida (2004), o risco moral pode ser exemplificado quando o tomador desvia o crédito para outras atividades, de maior risco que a estipulada pelo contrato, que pode apresentar ao tomador maior retorno; ou no entanto, comprometendo, no entanto, sua capacidade de honrar o compromisso assumido financeiramente. Com o maior risco assumido pelos tomadores, as chances de se conceder um empréstimo a um mal pagador são grandes, influenciando negativamente as linhas de crédito.

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

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

Nesse contexto, ressalta-se a necessidade de mitigar os custos de transação nas relações de crédito rural, principalmente no que diz respeito ao custo de avaliação da probabilidade de inadimplência, oferecendo um mecanismo capaz de diminuir a assimetria de informações entre os tomadores e as instituições concessionárias de crédito.

### **CARACTERIZAÇÃO DO CRÉDITO RURAL NO BRASIL**

Segundo o Banco Central do Brasil - BACEN (2008) o crédito rural divide-se basicamente em três modalidades: custeio, investimento e comercialização. De acordo com o Anuário Estatístico do Crédito Rural (2007)<sup>6</sup>, o total de crédito liberado em 2007 foi de mais de 51 bilhões de reais, divididos em cerca de três milhões de contratos. Do montante de crédito liberado, 30,5 bilhões foram para custeio, pouco mais de 10 bilhões para investimento e pouco mais de 9 bilhões para comercialização.

As principais fontes de recursos para o crédito rural são: Recursos Obrigatórios<sup>7</sup>, o Fundo de Amparo ao Trabalhador e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES. Os recursos do Tesouro, abundantes na década de 1970, representaram em 2007 apenas 0,96% do total liberado.

No que tange às organizações que intermedeiam as fontes de recursos e a concessão de crédito, as principais ainda são os bancos federais com 82,27% dos contratos de crédito realizados no país em 2007, o que representou quase a metade do valor liberado para o crédito rural no ano.

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

As cooperativas de crédito rural intermediaram cerca de 223 mil contratos de crédito, o que representou em unidades monetárias 3,9 bilhões de reais. Do total de contratos de crédito realizados no país, as cooperativas participaram com

---

<sup>6</sup> Todos os dados apresentados nesta seção têm como fonte o Anuário Estatístico do Crédito Rural (2007).

<sup>7</sup> Recursos que devem ser empregados obrigatoriamente em crédito rural pelos bancos comerciais.

7,55% e movimentaram 7,75% do total de recursos disponibilizados para a agropecuária no ano de 2007.

Em termos relativos, a participação das cooperativas de crédito na intermediação do montante total de crédito rural variou pouco, no período de 2000 a 2007 ficou em torno de 5% a 7%. No entanto, quando considerada a evolução da participação das cooperativas de crédito no total de contratos feitos, percebe-se um crescimento de 135,89% no período de 2000 a 2007, passando de 94.840 contratos no ano 2000 para 223.717 contratos no ano de 2007.

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

### Linhas de crédito rural

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

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

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

O enquadramento dos agricultores pode ser feito nos grupos: PRONAF A, PRONAF B, PRONAF C, PRONAF D e PRONAF E, conforme resolução do Banco Central do Brasil<sup>8</sup>.

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

O depósito de Poupança Rural foi criado pela Resolução 1.188 do Banco Central do Brasil - BACEN, com o objetivo de captar recursos para o desenvolvimento da agricultura. Inicialmente apenas os bancos federais podiam

---

<sup>8</sup> A Resolução 3.559 do BACEN, de 28.03.2008, traz normas de enquadramento do PRONAF.

operar com essa modalidade de poupança. A Resolução do BACEN 3.188 de 29 de março de 2004 permitiu que os bancos cooperativos cujo controle acionário pertencesse a cooperativas centrais também captem recursos através da Poupança Rural, no entanto, 65% dos recursos captados precisam ser utilizados para o financiamento rural.

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

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atingir o objetivo proposto pelo trabalho, utilizou-se uma carteira de crédito rural com 2.857 contratos para operações de custeio agrícola no período de 2004 a 2007 de uma cooperativa de crédito da região Oeste do Paraná.

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

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

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

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

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

### O modelo estimado

O modelo de regressão logística - LOGIT é uma técnica apropriada para situações em que se deseja prever ou explicar valores de uma variável binária em função de valores conhecidos de outras variáveis, sendo categóricas ou não, como é o caso do presente estudo.

Essa técnica já foi amplamente utilizada em análises de crédito pessoal, ou em solvência de empresas e cooperativas agropecuárias, como em Gimenes e Opazo (2001). Porém, no que tange ao crédito rural, não se encontram modelos de previsão de inadimplência utilizando esta metodologia, o que aumenta a relevância do trabalho.

De acordo com Barth (2004), a regressão logística é frequentemente utilizada por não se basear na distribuição normal (facilitando a utilização de variáveis independentes binárias), nem exigir igualdade nas variâncias e covariâncias nos grupos de adimplentes e inadimplentes.

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

O modelo de previsão utilizado na regressão logística tem a forma:

$$\ln \left[ \frac{p}{1-p} \right] = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n + e \quad (4.1)$$

Em que:

$p = P[COND=1]$ : é a probabilidade de ocorrer adimplência;

$1-p = P[COND=0]$ : é a probabilidade de ocorrer inadimplência;

$X_1, \dots, X_n$  são as n-variáveis preditoras, sendo métricas ou *dummies*;

$b_i$  são os parâmetros desconhecidos a serem estimados e representam coeficientes a serem atribuídos a cada uma das variáveis  $X_i$ ;

$e$ : é o erro aleatório.

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

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

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

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

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

Logo o modelo estimado foi o seguinte:

$$Y = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 AP_i + \beta_2 VL_i + \beta_3 Z_1 + \beta_4 Z_2 + \beta_5 Z_3 + \beta_6 Z_4 + \beta_7 Z_5 + \beta_8 Z_6 + \beta_9 Z_7 + \beta_{10} Z_8 + \beta_{11} Z_9 + \beta_{12} Z_{10} + \beta_{13} Z_{11} + \beta_{14} Z_{12} + \beta_{15} Z_{13} + \beta_{16} Z_{14} + \beta_{17} Z_{15} + \mu_i \quad (4.2)$$

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

As probabilidades de adimplência podem apresentadas em forma matricial:

$$P_x = (1 + e^{Z\beta})^{-1} \quad (4.3)$$

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

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

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

Nesse contexto, dos 2.857 contratos que compõem a carteira de crédito em análise, 349 eram inadimplentes e 2.508 adimplentes. O presente estudo propôs, então, uma seleção aleatória entre os adimplentes de dez amostras, cada uma com 349 contratos.

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

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

Após a estimação dos parâmetros com a amostra perfeitamente proporcional, utilizaram-se estes parâmetros para calcular-se a probabilidade de adimplência para todos os 2.857 contratos da carteira.

Para considerar um contrato adimplente ou inadimplente estipulou-se um ponto de corte nas probabilidades calculadas. Como a amostra é perfeitamente dividida entre 50% adimplentes e 50% inadimplentes, o ponto de corte que

minimiza o erro foi de 50%<sup>9</sup>, ou seja, contratos com probabilidade de adimplência maior que 50% foram considerados adimplentes. Já os contratos com probabilidade de adimplência menor que 50% foram considerados inadimplentes.

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

Para o modelo utilizado no presente trabalho, após coleta das variáveis independentes (local da propriedade, cultura a que se destinou o crédito, volume de crédito, tamanho da propriedade e modalidade de financiamento) junto aos analistas de crédito da organização, utilizou-se um método estatístico para a escolha das variáveis significativas, denominado *stepwise forward*.

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

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Utilizando-se os procedimentos metodológicos apresentados estimaram-se dez equações de regressão logística, com a mesma proporção entre adimplentes e inadimplentes no intuito de encontrar a que melhor explica a adimplência ou inadimplência dos contratos.

A escolha da equação que melhor explica a condição de adimplente ou inadimplente foi feita baseada no percentual de acerto de cada modelo estimado, utilizando-se um ponto de corte de 50%, a Tabela 1 apresenta o percentual de acerto de cada modelo.

**Tabela 1: Porcentual de acerto das amostras utilizadas**

<b>Amostra</b>	<b>Inadimp/ Inadimp.</b>	<b>Inadim./ Adimpl.</b>	<b>Adimp./ Adimp.</b>	<b>Adimp./ Inadimp.</b>	<b>Média Acerto</b>
Amostra 1	59,03	40,97	65,62	34,38	62,32
Amostra 2	53,87	46,13	65,33	34,67	59,60
Amostra 3	54,70	45,30	70,80	29,20	62,80
Amostra 4	53,30	46,70	71,06	28,94	62,18
Amostra 5	52,72	47,28	68,77	31,23	60,74
Amostra 6	60,17	39,83	58,17	41,83	59,17

<sup>9</sup> O cálculo demonstrativo de que 50% é o ponto de corte que minimiza o erro será apresentado na próxima seção.

Amostra 7	53,87	46,13	69,34	30,66	61,60
Amostra 8	56,16	43,84	63,32	36,68	59,74
Amostra 9	59,89	40,11	59,31	40,69	59,60
Amostra 10	54,15	45,85	65,33	34,67	59,74

Fonte: Dados da pesquisa Gonçalves Jr. 2009.

O primeiro passo é comparar os resultados observados com os previstos pelo modelo. Em termos estatísticos o erro tipo II, consiste em considerar adimplente um contrato inadimplente, ou seja, falhar na rejeição de uma hipótese.

A equação que minimizou esse erro foi a que utilizou a amostra quatro.

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

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

### **Análise da equação selecionada**

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

Posteriormente à escolha das variáveis por sua significância teórica, fez-se uma seleção das variáveis por sua significância estatística, utilizando o método *stepwise forward*, já mencionado, dentre todas as variáveis que inicialmente compuseram o modelo, o proposto método estatístico selecionou, após o sétimo passo, as seguintes variáveis: quanto ao local onde a propriedade está localizada, as cidades selecionadas foram Entre Rios ( $Z_{11}$ ) e Pato Bragado ( $Z_{14}$ ); quanto à modalidade de financiamento foram selecionadas PRONAF E ( $Z_{10}$ ) e Demais Produtores ( $Z_6$ ) e, no que diz respeito à cultura a que se direcionou o crédito, a soja ( $Z_4$ ) foi significativa a 5% de probabilidade.

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

A Tabela 2 apresenta o teste *Wald* para todas as variáveis, bem como elenca as variáveis selecionadas pelo método *stepwise* e os parâmetros estimados pelo modelo *logit*.

**Tabela 2: Variáveis que compõem a equação após o sétimo passo do método *stepwise***

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

Fonte: Dados da pesquisa Gonçalves Jr. 2009.

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

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(0,3094 - 0,9447ER - 0,4426PB + 0,000166VL - 1,263DP - 0,3833PE + 0,3991S - 0,1412HA)}} \quad (5.1)$$

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

O cálculo da probabilidade, conforme a Equação (5.1), induz a decisão do ponto de corte do modelo, ou seja, qual a probabilidade mínima para que um contrato seja considerado adimplente. Na Tabela 3 a decisão do ponto de corte foi de 0,5; isso significa que todos os contratos que apresentarem a probabilidade de adimplência maior que 50% serão considerados adimplentes. Dessa forma, a Tabela 3 confirma 50% como o ponto de corte que maximiza o número de "acertos" do modelo.

<sup>10</sup> A probabilidade de inclusão da variável pelo método *stepwise* foi ampliada para o nível de significância de 0,15, porém já são significativas a 0,1.

Tabela 3: Escolha do Ponto de Corte

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

Fonte: Dados da Pesquisa Gonçalves Jr. 2009.

De acordo com a Tabela 3, o ponto de corte que apresenta o maior número de acertos é o de 50% com 438 acertos do total de 698 observações, o que representa 62,8% de acertos. Qualquer outro ponto, maior ou menor, apresenta um número de acertos menor.

A interpretação dos parâmetros no Modelo de Regressão Logística - LOGIT tem algumas semelhanças com o Modelo de Regressão Linear, isto é, cada coeficiente é interpretado como uma estimativa do efeito que cada variável independente produz individualmente na variável dependente, mantendo as demais constantes. Porém, o Modelo de Regressão Logística é expresso em termos de logaritmos da razão de chance ( $p/(1-p)$ ) ou modelo LOGIT.

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

Conforme a Tabela 4, o parâmetro relacionado à cultura da soja, o valor liberado e a constante influenciam a adimplência de forma positiva, pois seus exponenciais são maiores que a unidade; no caso dos parâmetros negativos, o

exponencial é menor que a unidade, por isso quando multiplicados pela razão de chance diminuem a probabilidade de adimplência.

**Tabela 4: Parâmetros estimados e seus exponenciais**

<b>Variáveis</b>	<b>B</b>	<b>Exp(B)</b>
Entre Rios(1)	-0,9447138	0,3887908
Pato Bragado(1)	-0,4426214	0,6423503
Valor liberado	0,0001663	1,0001664
Demais Produtores(1)	-1,2630151	0,2828001
PRONAFE(1)	-0,3833283	0,6815891
Soja(1)	0,3990949	1,490475
Área Plantada	-0,1402065	0,8691787
Constante	0,3094	1,3626073

Fonte: Dados da pesquisa Gonçalves Jr. 2009.

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

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

As linhas de financiamento selecionadas também apresentaram sinais negativos em seus parâmetros, devido ao fato de estarem relacionadas com a área plantada. Tanto a linha de financiamento PRONAF E quanto a Demais Produtores, são direcionadas a propriedades maiores que, por conseguinte, também apresentaram sinal negativo em seu parâmetro.

As cidades de Pato Bragado e Entre Rios também apresentaram sinais negativos em seus parâmetros, o que significa que os produtores com propriedades situadas nessas cidades têm menor probabilidade de adimplência.

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

Quando a probabilidade de ocorrência do fato estiver muito próxima de zero ou muito próxima de 1 (100%), o impacto de variações das variáveis

independentes na variável dependente será menor do que quando a probabilidade estiver em uma posição intermediária. Isso ocorre devido ao formato da curva logística.

### Realizando predições com o modelo estimado

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

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

Dado o modelo apresentado na equação 5.1 e supondo-se que o analista de crédito da organização concessora deseje conhecer o risco de um tomador qualquer cumprir ou não seu contrato de crédito, estabeleceu-se as seguintes circunstâncias:

- Valor do crédito solicitado: R\$ 10.000,00 (Dez mil reais);
- Localização da propriedade: Pato Bragado-PR;
- Linha de financiamento utilizada: PRONAF E;
- Cultura a qual o financiamento será direcionado: Soja;
- Tamanho da propriedade do solicitante: 5 hectares.

A probabilidade de um tomador de crédito com as características acima citadas cumprir seu contrato é de 69,95%, conforme resolução da equação 5.1 dada a seguir:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(0,3094 - 0,9447ER - 0,4426PB + 0,000166VL - 1,263DP - 0,3833PE + 0,3991S - 0,1412HA)}} = 0,6995$$

Em que  $p$  é a probabilidade de cumprimento do contrato.

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

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

## CONCLUSÃO

O controle da inadimplência é essencial, pois uma alta taxa de inadimplência obriga as cooperativas de crédito a praticarem taxas mais altas, no intuito de cobrir os maus pagadores. Isso fará com que os clientes adimplentes paguem mais caro pelo recurso. Além disso, taxas mais altas irão atrair apenas projetos com maior taxa de retorno que por regra, são mais arriscados. Por conseguinte a tendência é aumentar cada vez mais a inadimplência em um círculo vicioso.

O modelo estimado apresentou como variáveis estatisticamente significativas para explicar a adimplência dos tomadores, além da constante, as cidades de Pato Bragado e Entre Rios, as linhas de financiamento. Demais Produtores e PRONAF E, o tamanho da propriedade – essas com sinal negativo nos parâmetros – e também a cultura da soja e o valor liberado – essas com sinal positivo.

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

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

O sinal positivo no parâmetro é interpretado como o aumento da probabilidade de cumprimento do contrato quando o produtor assume esta característica, como no caso deste estudo, o plantio da soja.

No que tange ao valor liberado, constatou-se que valores maiores apresentam maior percentual de adimplência, no entanto seu efeito sobre a razão de chance é pequeno, já que o exponencial do parâmetro estimado é praticamente igual à unidade.

A equação estimada, apesar de cumprir todos os critérios estatísticos necessários para sua significância, apresentou um percentual médio de acerto de suas predições para os dados da amostra selecionada de 62,8%, com um ponto de corte de 0,5.

O modelo mostrou-se mais ajustado para a adimplência, sendo 70,8% dos adimplentes corretamente considerados pelo modelo; no entanto, o percentual de acerto do modelo para os inadimplentes foi de 54,72%, com a média de 62,8%.

Este percentual, para modelos de adimplência, não é considerado alto, no entanto, como se trata de um modelo para crédito agrícola, em que fatores climáticos afetam significativamente a condição de pagamento dos produtores, pode-se considerar um percentual de acerto aceitável, já que a amostra utilizada

foi perfeitamente proporcional, isto é, em condições de aleatoriedade o poder de predição seria de 50%, o que é menor que os 62,8% do modelo estimado.

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

No entanto, o que foi proposto como objetivo do trabalho não foi a resolução do problema de inadimplência nos contratos de crédito agrícola, mas sim, a elaboração de um instrumento capaz de auxiliar a cooperativa na análise dos contratos, sem dispensar nenhuma outra ferramenta já utilizada pela organização.

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

---

## Default estimation in agricultural credit using a regression model: the case of a credit cooperative

### ABSTRACT

This paper aims at developing a model that may help a credit cooperative in the region of Toledo, Paraná, in the analysis and concession of agricultural credit, estimating the probability of execution of the contracts, what permits to predict a possible default, using the logistic regression model – Logit. The theoretical framework used, based on the Theory of Transaction Costs, identifies the default as the result of the incompleteness of contracts and the asymmetry of information between borrowers and the credit cooperative, in order to avoid the granting of credit to possible defaulters. To do so, we collected information on the borrowers from the records of the cooperative from 2004 to 2007, aiming at drawing a profile of the credit borrower. Later, we estimated the logistic regression model for 10 different samples to identify the one that received the greatest number of hits between payers and defaulters. We established that the estimated model was more efficient to identify the payers' contracts than the defaulters' contracts. Even with a rather low percentual average of accuracy the model may help the cooperative's decision making in granting credit.

**Keywords:** Asymmetry of information, statistical modeling, default, credit cooperative.

---

## REFERÊNCIAS

- ABAG - Associação Brasileira do Agronegócio [www.abag.com.br](http://www.abag.com.br) acesso em 07 de maio de 2008.
- ALVES, A. F.; SHIKIDA, P. F. A.; PARRÉ, J. L.; PEREIRA, M. F. Assimetria de informações e o crédito rural brasileiro. *Revista de Ciências Empresariais da Unipar, Toledo*, v. 4, n. 1, p. 79-90, 2003.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CRÉDITO RURAL [www.bcb.gov.br](http://www.bcb.gov.br). Acesso em 12 de janeiro de 2009.
- AZEVEDO, C. M.; SHIKIDA, P. F. A. Assimetria de informação e o crédito agropecuário: o caso dos cooperados da COAMO. *Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília-DF*, v. 42, n. 2, p. 267-291, 2004.
- BACHA, C. J. C. *Economia e Política Agrícola no Brasil*. São Paulo: Atlas 2004. 226p.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Resolução n. 3.559, de 28 de março de 2008. Altera as Disposições Estabelecidas no Manual de Crédito Rural, 2008.
- BARTH, N.L.; *Inadimplência: Construção de Modelos de Previsão*. São Paulo: Nobel, 2004. 98p.
- BRESSAN, V. G. F.; BRAGA, M. J.; LIMA, J. E. Análise de Insolvência das Cooperativas de Crédito Rural do Estado de Minas Gerais. *Estudos Econômicos (IPEA/USP), São Paulo*, v. 34, n.3, p. 553-585, 2004.
- COASE, R. The nature of the firm. In: WILLIAMSON, O.; WINTER, S. G. (Ed.) *In the nature of the firm origins, evolution, and development*. New York: Oxford University Press, 1993, 256 p.
- EISENHARDT, K. M. Agency Theory: An Assessment and Review. *The Academy of Management Review*, vol 14, n.1, jan. p 57-74, 1989.
- FARINA, E. M. M. Q. Competitividade e coordenação de sistemas agroindustriais: um ensaio conceitual. *Revista Gestão & Produção*. São Carlos, v. 6, n. 3, p. 147-161, dez. 1999.
- FIANI, R. A teoria dos custos de transação. In: KUPFER, D. e HASENCLEVER, L. *Economia industrial*. Rio de Janeiro: Campus. p. 267-306, 2002.
- GIMENES, R. M. T.; URIBE-OPAZO, M. A. Previsão de Insolvência Cooperativas Agropecuárias por Meio de Modelos Multivariados. *Revista da F. ...*, Curitiba-PR, v. 4, n. 3, p. 65-78, 2001.
- GONÇALVES JR, C. A. *Inadimplência no Crédito Agrícola – A Utilização do Modelo de Regressão Logística – LOGIT*. 2009. 87 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE ANÁLISES ECONÔMICAS E SOCIAIS – IBASE. *Relatório PRONAF – Resultados da Etapa Paraná*. Rio de Janeiro, 2006. 169p.
- PESSALI, H. F. Teoria dos custos de transação: uma avaliação crítica. In: *Associação Nacional de pós-graduação de Economia, Campinas*, 1996. Anais ...ANPEC, p.682-701, 1996.
- ROCHA JUNIOR, W. F. da. A nova economia institucional revisitada. *Revista de Economia e administração*. São Paulo, v. 3, n. 4, out./dez. 2004. p. 301-319.
- SEAB DERAL *Perfil da Agricultura Paranaense*. Novembro 2003.
- VASCONCELOS, M. S. *Proposta de Método para Análise de Concessões de Crédito a Pessoas Físicas*. São Paulo, 142f. Dissertação (Mestrado) – USP, 2002.

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

\_\_\_\_\_. The Mechanisms of Governance. New York. Oxford University Press, 1996. 429 p.

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