



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

CONDICIONANTES DO RISCO DE CRÉDITO EM UMA COOPERATIVA DO ALTO PARANAÍBA/MG

Determining Factors of Credit Risk in A Cooperative of Alto Paranaíba, State of Minas Gerais

RESUMO

As instituições financeiras ao captarem recursos de poupadores e repassá-los aos agentes deficitários, mediante contratos de crédito, estão sujeitas ao risco de crédito, que se refere à incapacidade dos tomadores arcarem com suas dívidas. As cooperativas de crédito podem ter esse risco ampliado em virtude de um fator subjetivo envolvido nas concessões de crédito: as relações de proximidade existentes entre gestores da cooperativa e cooperados, o que diminui o rigor na avaliação do tomador de crédito. Nesse sentido, esse estudo objetivou avaliar os condicionantes do risco de crédito de uma cooperativa de crédito da região do Alto Paranaíba/Minas Gerais, utilizando dados de 2001 a 2010. Foi utilizado o modelo de regressão *logit*, sendo os contratos de crédito classificados como adimplentes e inadimplentes. Os resultados encontrados indicaram que quanto maior for a idade e os meses de fidelidade menor será a probabilidade de inadimplência na cooperativa e que a linha de crédito que amplia o risco está associada aos empréstimos.

Rosiane Maria Lima Gonçalves
Universidade Federal de Viçosa
rosiane.goncalves@yahoo.com.br

Rodrigo Smarzarzo da Silva
Universidade Federal de Viçosa
smarzarzo@ufv.br

Raquel Santos Soares Menezes
Universidade Federal de Viçosa
raquel.menezes@ufv.br

Ney Paulo Moreira
Universidade Federal de Viçosa
ney.moreira@ufv.br

Recebido em: 15/05/2013. Aprovado em: 09/12/2014.
Avaliado pelo sistema blind review
Avaliador científico: Daniel Carvalho de Rezende

ABSTRACT

During the process of obtaining resources from savers, and transferring them to deficit agents, by means of credit agreements, the financing institutions are subject to credit risk, which refers to the inability of credit borrowers in paying their debts. The credit cooperatives may have that risk increased due to a subjective factor involved in the credit extension, namely: the existing close-related relationships between cooperative managers and members, what reduces the accuracy in assessing the borrowers' credit. The purpose of this study was to assess determining factors of credit risk in a cooperative of Alto Paranaíba, State of Minas Gerais, Brazil, using data from the year of 2001 to 2010. The logic regression model was used, and credit agreements were classified as default and defaulters. According to results, as greater is the age and fidelity months, lesser will be the defaulters probability in the cooperative. Therefore, the credit line which increases the risk is associated with borrowings.

Palavras-chave: Cooperativas de crédito, risco de crédito, Alto Paranaíba/Minas Gerais.

Keywords: Credit cooperatives, credit risk, Alto Paranaíba, State of Minas Gerais.

1 INTRODUÇÃO

O cooperativismo de crédito é responsável pelo desenvolvimento local além de representar uma parcela de recursos de fácil acesso à população de renda mais baixa. Como o proprietário é também o cliente da instituição financeira, os recursos são mais acessíveis, fato que não invalida a gestão de risco da cooperativa, apenas a torna mais necessária.

Vários fatores expõem as cooperativas ao risco de crédito, desde a influência da região onde se localiza

até as atividades produtivas predominantes na região. Em regiões onde a produção rural é dominante, como o caso do Alto Paranaíba/MG, a busca por crédito concentra-se em determinados períodos do ano, ocasionando uma procura por crédito sazonal. E como a produção rural é dotada de incertezas, com lucros e perdas recorrentes, a inadimplência torna-se um grande risco.

Outro fator que também expõe as cooperativas de crédito a maiores níveis de riscos é a compensação de cheque sem fundo dos cooperados, dada à insuficiência

de depósito, também conhecida como adiantamento a depositante, sendo um tipo de concessão extremamente arriscado. Autorizada muitas vezes pela relação de amizade existente entre cooperados e gestores da instituição – relação esta comum em cooperativas de crédito, visto que o número de usuários dos serviços financeiros é bem inferior aos dos bancos comerciais – essas operações não possuem garantias de recebimento futuro, ou melhor, têm como única garantia a relação de confiança.

A sobrevivência da cooperativa de crédito está condicionada a estratégias de minimização do risco de crédito. Os mecanismos para mitigar os riscos inerentes ao processo de concessão de crédito devem derivar em resultados positivos para a cooperativa e conseqüentemente para seus cooperados.

Em qualquer segmento da economia, as empresas devem desenvolver métodos de avaliar riscos e meios para minimizá-los. No ambiente financeiro, em particular, no qual estão inseridas as cooperativas de crédito, a gestão de riscos assume papel significativo e relevante ao processo, isso porque é condicionante de continuidade da entidade junto ao mercado. A natureza das cooperativas de crédito gera a necessidade de políticas de gerenciamento de riscos eficientes e de uma análise de risco que evite perdas futuras.

Conforme Tavares (2005), o risco de crédito é um dos mais importantes de serem avaliados em qualquer instituição, resultando da sua gestão o sucesso ou o fracasso. Nas cooperativas, o duplo papel do associado, dono e usuário dos serviços prestados, deve ser utilizado a favor de uma boa gestão do risco de crédito, visando minimizá-los.

O presente trabalho se justifica pela importância das cooperativas de crédito e pela interferência do risco de crédito em sua atividade, bem como pela carência de estudos cuja abordagem seja a análise de risco de crédito em cooperativas. Torna-se, portanto, relevante a elaboração de trabalhos que tragam metodologias que possam guiar a provisão de crédito nessas instituições. Neste sentido, esse estudo objetiva avaliar os condicionantes do risco de crédito de uma cooperativa de crédito da região do Alto Paranaíba/Minas Gerais, utilizando dados de 2001 a 2010.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O primeiro passo para definir o risco de crédito é delimitar o conceito de risco e de crédito. Conforme Securato (1996), o risco está intimamente ligado à probabilidade de ocorrência dos eventos em estudo. Para Assaf Neto (2003), toda a vez que a incerteza associada à verificação de determinado evento possa ser quantificada por meio de uma distribuição de probabilidades dos

diversos resultados previstos, afirma-se que a decisão está sendo tomada sob condição de risco.

Segundo o Manual de Crédito Geral do Sicoob (SICOOB CENTRAL CREDIMINAS, 2010), o crédito nada mais é que o instrumento de política financeira a ser utilizado na concessão de empréstimos e financiamentos, cuja sistemática consiste na troca de um valor presente por uma promessa de reembolso futuro. Essa operação envolve riscos, visto que ao disponibilizar crédito, uma cooperativa ou qualquer outra instituição financeira assume todos os problemas e os benefícios que envolvem a transação, sendo necessária a adoção de uma política de crédito compatível com o risco que se deseja assumir.

Conforme Morgan (1993), o risco tem estado presente nas preocupações diárias de organizações privadas e governamentais, as quais vêm tentando calculá-lo e administrá-lo. O elemento risco pode surgir de diversos fatores, entre eles o desconhecimento dos valores e variáveis importantes que não permitem realizar projeções precisas.

Para Tavares (2005), o fracasso ou o sucesso de uma instituição financeira está condicionado à efetiva gestão do risco de crédito, sendo um dos mais importantes em qualquer tipo de instituição financeira.

Segundo Duarte Júnior e Lélis (2003), um sistema de risco deve indicar condições para que uma operação seja aprovada ou recusada e explicar os possíveis benefícios ou prejuízos provenientes da decisão tomada.

Para Angelini, Di Salvo e Ferri (1998) e Banerjee, Besley e Guinnane (1994), a disponibilidade do crédito em instituições financeiras locais, como as cooperativas, depende do relacionamento existente entre a cooperativa e os tomadores de empréstimo. Assim, quando há uma relação próxima entre gestores da cooperativa e cooperado, bem como uma maior interação entre os membros daquela comunidade, as restrições de crédito diminuem. Essa maior concessão de crédito decorre da melhor capacidade da cooperativa em examinar e monitorar os tomadores de empréstimos, minimizando a assimetria de informação. No entanto, o impacto dessa política de concessão no custo do crédito, pautada nas características das relações cooperativa/cooperado, ainda é ambíguo.

Conforme Anjos et al. (2010), apesar do desenvolvimento econômico-financeiro das cooperativas de crédito, ainda surgem questionamentos sobre sua credibilidade, segurança e solidez, recaindo uma preocupação em torno do sistema de crédito, com ênfase nas provisões de crédito para devedores duvidosos, entre outros riscos.

Alguns trabalhos foram desenvolvidos visando elucidar o impacto dos riscos inerentes à atividade financeira sobre as cooperativas de crédito brasileiras. Gonçalves (2005) analisou, por meio de indicadores financeiros, no período de 2003 a 2005, todas as cooperativas de crédito do Estado de Minas Gerais e apresentou as principais perspectivas de risco de liquidez. Freitas, Amaral e Braga (2008) analisaram, também por meio de indicadores financeiros, os impactos no risco de crédito e de liquidez do processo de conversão de uma cooperativa de crédito rural em cooperativa de crédito de Livre Admissão, considerando o período de 2004 a 2007.

Bressan et al. (2011) estimaram as probabilidades de insolvência das cooperativas de crédito do Estado de Minas Gerais, condicionadas aos indicadores contábeis financeiros do sistema Pearls, no período entre janeiro de 1995 e maio de 2008. Lima e Amaral (2011) avaliaram possíveis mudanças na inadimplência das carteiras de crédito de 56 cooperativas de crédito filiadas ao SICOOB e ao SICREDI que se transformaram para a modalidade de livre admissão, utilizando como dados os sistemas cooperativistas de crédito e o tamanho das cooperativas analisadas.

3 METODOLOGIA

Este trabalho utilizou como metodologia de análise o estudo de caso, com pesquisa documental, o que permitiu a obtenção de todos os dados cadastrais e financeiros dos cooperados da cooperativa analisada. Segundo Fachin (2006), o estudo de caso dá-se com a observação e compreensão completas das relações dos fatores em cada caso, e tem como principal vantagem o fato de que se pode obter inferência do estudo de todos os elementos que envolvam uma entidade completa, em vez do estudo de vários aspectos selecionados. A pesquisa documental corresponde a toda a informação coletada, seja de forma oral, escrita ou visualizada.

Para identificar os condicionantes do risco de crédito, os contratos de crédito de cada cooperado da cooperativa analisada foram classificados como “adimplentes” e “inadimplentes”. Dessa forma, pode-se definir uma variável binária $Y_i = 1$ se o contrato de crédito realizado pelo cooperado for classificado como “inadimplente” e $Y_i = 0$ se for classificado como “adimplente”.

O modelo para explicar o risco de crédito é de regressão, cuja variável dependente é Y_i , ou seja:

$$Y_i = f(x_i\beta) + \varepsilon_i \quad (1)$$

em que X_i é o vetor de variáveis explicativas e ε_i é um erro aleatório com média zero. Modelos desse tipo explicam a probabilidade (P) de $Y_i = 1$, ou seja, $E(Y_i|x) = P(Y_i = 1) = f(x_i\beta)$.

A estimação da equação (1) possibilita a análise da probabilidade dos cooperados apresentarem ou não risco de inadimplência, caracterizando o risco de crédito para a cooperativa.

De acordo com Gujarati (2000), para estimar modelos desse tipo, com variável dependente binária, existem três abordagens comumente mais utilizadas: Modelo de Probabilidade Linear, Modelo *Probit* e Modelo *Logit*. Em virtude das limitações do primeiro – sendo a principal delas o fato de supor que a probabilidade de o evento ocorrer (P_i) aumenta linearmente com x_i , ou seja, o efeito marginal ou incremental de x permanece constante do começo ao fim – optou-se por escolher o último, que, de certa forma, apresenta resultados similares aos do *Probit*. Conforme Laffarga et al. (1987) e Martins (2003) apud Gimenes e Gimenes (2004), modelos *Logit* possuem maior capacidade de previsão de processos de falhas na atividade bancária.

O modelo *Logit* tem sido extensamente usado na análise da situação financeira de instituições financeiras. Metwally (1997) usou o modelo *Logit* para testar as diferenças das características financeiras (liquidez, alavancagem, risco de crédito, lucratividade e eficiência) entre dois tipos de bancos: bancos que não cobram juros e bancos convencionais, sendo utilizados dados de 15 bancos convencionais e 15 bancos islâmicos que operam em várias partes do mundo onde o sistema bancário é dual. Martin (1977) foi o primeiro a aplicar a análise *logit* para os problemas de *bankearlywarning*. Podem ser citados trabalhos mais recentes, como os de Bressan (2002) e Matias e Siqueira (1996), que utilizaram o modelo *logit* para previsão de insolvência de bancos e cooperativas de crédito, respectivamente.

O modelo *logit* usa a função de distribuição acumulada logística, que é dada por:

$$P_i = P(L_i = 1) = E(L_i = 1|x_i) = \frac{1}{1 + e^{-(x_i\beta)}} \quad (2)$$

em que P_i é a probabilidade de o cooperado se tornar inadimplente; $L_i = 1$, se o cooperado for classificado como “inadimplente”; e $L_i = 0$, caso contrário, x_i é o vetor de variáveis explicativas, é o vetor de parâmetros a serem estimados e “e” é a base dos logaritmos naturais. A estimação da equação (2) é feita por máximo verossimilhança (VERBEEK, 2000). A probabilidade de

o cooperado se tornar inadimplente pode ser representada pela seguinte equação:

$$(1 - P_i) = \frac{1}{1 + e^{(x_i, \beta)}} \quad (3)$$

A razão de probabilidade é dada por:

$$\frac{P_i}{(1 - P_i)} = \frac{1 + e^{(x_i, \beta)}}{1 + e^{-(x_i, \beta)}} = e^{(x_i, \beta)} \quad (4)$$

Ao logaritmizar a razão de probabilidade, tem-se:

$$\ln \frac{P_i}{1 - P_i} = x_i \beta = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} \quad (5)$$

dessa forma, os coeficientes a serem estimados irão mensurar o impacto de variação na variável explicativa sobre o logaritmo da razão da probabilidade de os cooperados se tornarem ou não inadimplentes. No entanto, o efeito marginal (EM_{x_k}) das variáveis explicativas sobre $P(L_i = 1)$, ou seja, de o cooperado se tornar inadimplente, é encontrado de forma diferente para a variável explicativa contínua e para a variável *dummy*. O efeito marginal da variável contínua, de um modelo linear, pode ser obtido, em geral, por:

$$\frac{\partial P_i}{\partial x_i} = \frac{e^{-(x_i, \beta)} \beta_k}{(1 + e^{-(x_i, \beta)})^2} \quad (6)$$

Usando as aplicações matemáticas, chega-se ao efeito marginal dado pela fórmula $EM_{x_k} = \beta_k P_i (1 - P_i)$ (GREENE, 2003). Para se obter o efeito marginal de variáveis *dummies*, torna-se necessário particionar a amostra em dois grupos distintos – grupo em que a *dummy* seja igual a 1, ou seja, possui a característica representada por essa variável, e igual a zero, caso a característica analisada não esteja presente – e calcular a probabilidade no ponto médio da amostra para cada grupo. O efeito marginal será o valor encontrado pela diferença das probabilidades médias encontradas em cada grupo, conforme equação 7:

$$EM_{x_k} = P[y_i = 1 / x_k = 1] - P[y_i = 1 / x_k = 0] \quad (7)$$

em que EM_{x_k} é o efeito marginal da variável binária x_k ; $P[y_i = 1 / x_k = 1]$ é a probabilidade de inadimplência nos contratos de crédito da cooperativa quando $x_k = 1$; e $P[y_i = 1 / x_k = 0]$ é a probabilidade de inadimplência nos contratos de crédito da cooperativa quando $x_k = 0$.

Assim, a equação a ser aplicada nesta pesquisa utilizará as seguintes variáveis no modelo de regressão:

$$\ln \frac{P_i}{1 - P_i} = \beta_0 + \beta_1 Idade_i + \beta_2 Escol_i + \beta_3 VB_i + \beta_4 \log Prof_i + \beta_5 MFi + \beta_6 VC_i + \beta_7 LC_i + \beta_8 EC_i + \beta_9 S_i + \varepsilon_i \quad (8)$$

em que \ln é o logaritmo natural; P_i é a probabilidade de o cooperado se tornar inadimplente; $1 - P_i$ é a probabilidade de não se tornar inadimplente; β_i ($i = 0, \dots, 9$) são os parâmetros a serem estimados; $Idade_i$; $Escol_i$, escolaridade; VB , Valor dos Bens; $Profi$, profissão; MFi , meses de fidelidade; VC , valor do contrato; LC , linha de crédito; EC , estado civil; S , sexo; e ε_i termo de erro aleatório.

Com relação a essas variáveis é importante ressaltar que as variáveis estado civil, linha de crédito e escolaridade correspondem a variáveis *dummies*, em que se assume valor caso a variável tenha determinada característica e zero caso contrário. Para estado civil a categoria *outs* foi utilizada como variável de referência para criação das variáveis *dummies*, evitando a colinearidade perfeita entre variável explicada e variáveis explicativas. As categorias: divorciado, desquitado e separado, foram agrupadas. Para variável linha de crédito que possuía três linhas diferentes: crédito rural, empréstimos e títulos descontados, foi utilizada como referência a linha títulos descontados. Para grau de escolaridade, foi utilizado como referência o atributo ensino médio completo e incompleto.

Para criação das variáveis *dummies*, foi utilizado o conceito de risco relativo para categorização das variáveis. Conforme Hand e Henley (1997), existem inúmeras formas alternativas de codificar variáveis categóricas, trabalhando-se com poucas categorias. O Risco Relativo (RR), dado pelo percentual dos bons clientes (sem inadimplência ou inadimplência abaixo de 15 dias) dividido pelo percentual de maus clientes (inadimplência acima de 60 dias), permitiu categorizar as variáveis, identificando os atributos que melhor discriminavam adimplentes de inadimplentes. Quanto mais os percentuais de bons e maus diferirem para os atributos de uma mesma variável, maior será a utilidade dessa variável como um dos fatores determinantes da inadimplência. Assim, o RR mede, para uma variável, se o percentual dos que não estão expostos ao risco supera ou não os que estão expostos a ele. Conforme Alves (2008, p. 15), o RR pode ser dado por:

$$Bons_k (\%) = \frac{b_k}{b} \times 100 \quad (9)$$

$$Maus_k (\%) = \frac{m_k}{m} \times 100 \quad (10)$$

$$RR_k = \frac{Bons_k (\%)}{Maus_k (\%)} \quad (11)$$

em que b_k é o número de clientes Bons na k-ésima categoria; b é o total de clientes Bons observados na variável; m_k é o número de clientes Maus na k-ésima categoria; m é o total de clientes Maus observados na

variável; e RR_k é o risco relativo de um cliente Bom presente na k -ésima categoria em relação a um cliente Mau.

Lewis (1992 apud SELAU, 2008) desenvolveu classes de risco relativo que podem ser utilizadas para agrupamento das variáveis. Estas são separadas nas seguintes classes: péssimo (RR menor que 0,5); muito mau (RR entre 0,5 e 0,67); mau (RR entre 0,67 e 0,90); neutro (RR entre 0,90 e 1,10); bom (RR entre 1,10 e 1,50); muito bom (RR entre 1,50 e 2,00); e excelente (RR maior que 2,00).

Pereira (2004) apresenta como vantagem na categorização das variáveis a eliminação de parâmetros desnecessários, uma vez que se duas categorias de uma mesma variável apresentam nível de risco semelhante, estas podem ser agrupadas. O mesmo pode ser feito para categorias com pequeno número de observações, evitando estimativas pouco robustas.

Para validação do modelo de regressão foi realizada a classificação da inadimplência dos contratos de crédito com a análise dos erros tipo I e tipo II, bem como foi examinada a curva de sensibilidade e especificidade ROC (*Receiver Operating Characteristic*).

A análise da precisão do método utilizado para classificar os contratos de crédito realizados pela cooperativa como com probabilidade de adimplência ou inadimplência, envolve dois tipos de erros, Erro do Tipo I e Erro do Tipo II. O Erro do Tipo I, para o presente estudo, seria a ocorrência de contratos de crédito inadimplentes quando o modelo previa que isso não aconteceria. Já o Erro do Tipo II ocorre quando o modelo classificava os contratos como inadimplentes quando na verdade os contratos estavam adimplentes. Assim, o custo de cometer o Erro do Tipo I é mais elevado relativamente ao Erro do Tipo II, visto que, o fato do modelo não prever que os contratos têm probabilidade de inadimplência amplia o risco de crédito da cooperativa, podendo levá-la a dificuldades financeiras. O Erro do Tipo II também deve ser minimizado, pois contratos adimplentes que estiverem classificados como inadimplentes, levarão a um maior custo de monitoramento por parte da cooperativa.

A curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*), conforme Hosmer e Lemeshow (2000), mostra, por meio de um gráfico, a probabilidade de encontrar verdadeiros sinais (sensibilidade), eixo vertical, e de falsos sinais (1-especificidade), eixo horizontal, mediante um intervalo considerando diferentes pontos de corte. A área sob a curva mede a capacidade de discriminação do modelo, a qual pode ser avaliada da seguinte forma: área igual a 0,5 indica que o modelo não tem poder discriminante; área maior ou

igual a 0,7 e menor que 0,8, aceitável poder discriminante; área maior ou igual a 0,8 e menor que 0,9, excelente poder discriminante; e maior ou igual a 0,9 excepcional poder discriminante. Dessa forma, mede-se a capacidade do modelo de classificar contratos como inadimplentes quando estes realmente são e de classificar contratos como adimplentes, quando na verdade esses são adimplentes.

4 TRATAMENTO DOS DADOS PARA APLICAÇÃO DO MODELO LOGIT

Os dados originais possuíam 373.226 observações, as quais incluíam os contratos de crédito e suas respectivas parcelas. No modelo *logit*, foram considerados do total de observações aqueles contratos que não tiveram atraso em seu pagamento ou que atrasaram menos de 15 dias, sendo classificados como adimplentes, e os contratos com atraso superior a 60 dias, que foram classificados como inadimplentes, prazo em que, segundo a Resolução 2.682, de 21/12/1999 do Banco Central, recomenda-se não emprestar, ou caso empreste deve ser com garantias reais, suficientes e ótimas. Os contratos com atrasos entre 15 e 60 dias foram considerados como indefinidos em termos de classificação do risco e excluídos da amostra (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 1999).

Atrasos que correspondam a um período de 61 a 90 dias, segundo Resolução 2.682 do Banco Central são classificados com risco de nível D, no mínimo, e é exigida uma provisão de 10,0% para fazer face aos créditos de liquidação duvidosa, sendo constituída mensalmente. Assim, foram trabalhadas 27.565 observações (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 1999).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta o resultado do modelo de regressão *logit* da probabilidade de a cooperativa de crédito analisada estar em risco de crédito, estimado por meio do *software EvIEWS 5.0*, utilizando 27.565 observações, envolvendo contratos de crédito da cooperativa analisada, no período de 2001 a 2010. Nesse modelo, foram identificados os fatores, considerando os dados cadastrais dos cooperados, valores monetários dos empréstimos e a modalidade do financiamento, que aumentaram a probabilidade de inadimplência na cooperativa no período analisado (Tabela 1).

A variável sexo foi excluída da análise pelo fato do sexo masculino, que representa 86,8% da amostra analisada, ter baixo poder de discriminação entre bons e maus pagadores, uma vez que o resultado do risco relativo ficou próximo de 1, seguindo as classes Lewis (1992 apud

SELAU, 2008). Optou-se por excluir da amostra a variável valor dos bens, uma vez que aproximadamente 23% das observações continham informação igual a zero para esta variável, o que pode ser decorrente da efetiva ausência de bens por parte dos cooperados analisados como também do não preenchimento dessa informação no momento de cadastro.

O modelo pode ser considerado globalmente válido pela análise da razão estatística de máxima verossimilhança (LR *statistic*), apresentada nas notas da Tabela 1. Pode-se verificar que o p-valor do teste de validade global do modelo, dado pela Probabilidade (LR *statistic*), foi altamente significativo, dessa forma existe uma relação entre a variável dependente “inadimplência” e as variáveis explicativas. O R_2 McFadden encontrado indica que o modelo teve um bom grau de ajustamento: 0,22.

As variáveis idade do cooperado, meses de fidelidade, valor do contrato, produto empréstimo, produto crédito rural, estado civil solteiro e casado foram estatisticamente diferentes de zero, considerando o nível de significância de até 5%. Estas variáveis exercem, portanto, influência sobre a probabilidade de a cooperativa de crédito analisada estar em risco de crédito.

Os coeficientes estimados, apresentados na Tabela 1, dão a variação no logaritmo da razão da probabilidade de a cooperativa de crédito estar em risco de crédito, dado o aumento unitário nas variáveis consideradas. Para se obter a influência direta de cada variável explicativa na probabilidade de a cooperativa analisada estar em risco de crédito, foi calculado o efeito marginal, considerando as formas de cálculo apresentadas nas equações 6 e 7, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1. Assim, a interpretação dos resultados concentrou-se no efeito marginal de cada uma das variáveis, ficando a interpretação dos coeficientes restrita aos sinais e às significâncias estatísticas.

Ao analisar o efeito marginal das variáveis, foi possível verificar que as variáveis idade e meses de fidelidade foram significativas e negativas, o que indica que a idade do cooperado e o tempo em que ele está associado à cooperativa caminham em sentidos opostos às taxas de inadimplência. Assim, o aumento de um ano na idade do cooperado implica na redução de 0,11 pontos percentuais na probabilidade de ele vir a se tornar inadimplente. Já o aumento de um mês de fidelidade (tempo que o cooperado está na cooperativa) reduz a probabilidade desse cooperado se tornar inadimplente em 0,02 pontos percentuais (Tabela 1).

Apesar de a variável valor do contrato ter apresentado sinal positivo e ter sido significativa,

indicando sua relação com a probabilidade de inadimplência, esta apresentou efeito marginal com valor igual a zero. Com esse resultado não foi possível captar seu impacto efetivo sobre a inadimplência na cooperativa (Tabela 1).

As variáveis *dummies* relacionadas às linhas de crédito oferecidas pela cooperativa apresentaram efeitos marginais significativos, porém com sinais contrários. Pode-se perceber que a linha empréstimo apresentou sinal positivo, indicado que este é um dos fatores que aumenta a probabilidade de inadimplência na cooperativa. Considerando seu efeito marginal, verifica-se que quando a linha contratada na cooperativa é o empréstimo, a probabilidade de ela aumentar a inadimplência em relação ao produto títulos descontados (linha utilizada como referência) aumenta em 14,67 pontos percentuais. Já o produto crédito rural apresentou sinal negativo, indicando que em relação aos títulos descontados ele reduz em 12,03 pontos percentuais a probabilidade de inadimplência (Tabela 1).

Os diferentes resultados obtidos para as linhas de crédito empréstimos e crédito rural associam a inadimplência na cooperativa, principalmente, aos contratos de empréstimos. O fato dessa linha ser a que possui maior volume de contratos, com exigências menos restritivas em termos de garantias em relação aos contratos de crédito rural, pode ser a causa das perdas no recebimento dos empréstimos.

Em relação ao estado civil, as variáveis casado e solteiro foram significativas e positivas, indicando que estas aumentam a probabilidade de inadimplência na cooperativa, as quais, pelos efeitos marginais, ampliam a probabilidade de inadimplência em 5,06 e 4,91, respectivamente, em relação à variável outros (variável de referência). Já as variáveis *dummies* associadas à escolaridade dos cooperados não foram significativas, indicando que o fato de o cooperado pertencer, respectivamente, a uma dessas faixas (analfabeto, fundamental incompleto, fundamental completo e nível superior até pós-graduação), não exerce influência sobre a probabilidade de inadimplência comparada ao ensino médio (Tabela 1).

Diante do resultado apresentado pela linha de crédito empréstimo, o qual apresentou maior efeito marginal em relação a outras variáveis consideradas no estudo, ampliando a probabilidade de inadimplência, buscou-se investigar mais detalhadamente os fatores que levaram a esse aumento. Assim, foi estimado novamente o modelo *logit*, considerando somente as variáveis associadas aos contratos de empréstimo.

TABELA 1 – Resultados do modelo binário de regressão da probabilidade de a cooperativa de crédito analisada estar em risco de crédito, para contratos de crédito realizados no período de 2001 a 2010

Variável	Coefficiente	Erro-padrão	Estatística T	P-valor	Efeito Marginal
Constante	2,0039	0,1405	14,2622	0,0000*	0,1343
Idade do Cooperado	-0,0157	0,0020	-7,9166	0,0000*	-0,0011
Meses de Fidelidade	-0,0035	0,0004	-8,9298	0,0000*	-0,0002
Valor do contrato	0,0000	0,0000	-2,1697	0,0300**	0,0000
Crédito Rural	-1,2107	0,0513	-23,5967	0,0000*	-0,1203
Empréstimo	1,6900	0,0541	31,2230	0,0000*	0,1467
Solteiro	1,0584	0,1413	7,4910	0,0000*	0,0506
Casado	0,6229	0,1120	5,5637	0,0000*	0,0491
Separado	0,0038	0,1264	0,0297	0,9763 ^{n.s.}	0,0003
Viúvo	-0,2686	0,1551	-1,7321	0,0833 ^{n.s.}	-0,0201
Analfabeto	0,0552	0,6899	0,0800	0,9362 ^{n.s.}	0,0036
Fundamental Incompleto	-0,0817	0,0828	-0,9866	0,3239 ^{n.s.}	-0,0056
Fundamental Completo	-0,0491	0,0503	-0,9749	0,3296 ^{n.s.}	-0,0033
Superior Incompleto, completo e Pós	-0,0304	0,0668	-0,4548	0,6493 ^{n.s.}	-0,0021

LR *statistic* = 4,595,05

P-valor (LR *statistic*) = 0,0000

R_2 McFadden = 0,22

Área abaixo da curva *receiver operating characteristic* (ROC) = 0,8308

P-valor (ROC) = 0,0000.

Fonte: Resultados da pesquisa

*significativo a 1%; ** significativo até5%; n.s., não significativo

6 DETERMINANTES DA PROBABILIDADE DE RISCO DE CRÉDITO PARA OS CONTRATOS DE EMPRÉSTIMO

Ao considerar somente os contratos de empréstimos, obteve-se 17.729 observações. Os resultados da LR *statistic* e do R_2 McFadden, conforme notas da Tabela 2, mostram a qualidade estatística do modelo, apresentando alta relação entre variável explicada e variáveis explicativas, assim com bom grau de ajustamento.

Na Tabela 2, considerando somente os contratos de empréstimos, foram significativas as variáveis meses de fidelidade, valor do empréstimo, estado civil solteiro, escolaridade fundamental incompleto e curso superior incompleto, completo até pós-graduação. A variável meses de fidelidade apresentou o mesmo comportamento da Tabela 1, indicando que quanto mais tempo o

cooperado está na cooperativa, menor é a probabilidade de inadimplência do mesmo.

O sinal negativo encontrado para a variável valor do empréstimo mostra que quanto maior for o montante do crédito concedido, menor a probabilidade de inadimplência. O resultado indica que a inadimplência nos contratos de empréstimo tem maiores chances de ocorrer quando estes são de menor valor, os quais são adquiridos com maior facilidade junto à instituição, dada a menor exigência de garantias. No entanto, seu efeito marginal, considerando quatro casas decimais foi igual a zero (Tabela 2).

A variável estado civil solteiro foi significativa e positiva, indicando que as alterações nessa variável e na inadimplência ocorrem no mesmo sentido. Seu efeito marginal indica que o aumento de um cooperado solteiro na cooperativa analisada aumenta a probabilidade de

inadimplência em 1,83 pontos percentuais, em relação à variável estado civil outros (variável de referência) (Tabela 2).

As variáveis *dummies* ensino fundamental incompleto e curso superior até pós-graduação foram significativas e positivas. Assim, quando ocorre o aumento de um cooperado com um desses graus de escolaridade, a probabilidade de inadimplência aumenta em 1,50 e 0,93 respectivamente, comparado ao aumento de cooperados que possuem ensino médio (Tabela 2).

7 VALIDAÇÃO DO MODELO DE REGRESSÃO

A Tabela 3 apresenta a classificação da inadimplência dos contratos de crédito pelo modelo e análise dos Erros Tipo I e Tipo II, com base no ponto de corte de 0,5. O modelo geral englobando todos os contratos de crédito realizados pela cooperativa analisada, no período de 2001 a 2010, apresentou um poder de previsão de 88%, conforme Tabela 3. Já ao analisar separadamente somente os contratos de empréstimos, o modelo apresentou um poder de previsão de 96,27%.

Na Tabela 3, referente a todos os contratos analisados – crédito rural, empréstimos e títulos descontados – pode-se verificar que foram classificados como adimplentes pelo modelo 1.093 observações, quando de fato, desse total, 580 contratos estavam adimplentes, incorrendo, neste caso, no Erro do Tipo I, ou seja, 513 observações foram consideradas adimplentes quando na verdade estavam inadimplentes. Apesar do bom poder de previsão apresentado pelo modelo, este apresentou elevado Erro do Tipo I. O mesmo aconteceu para as classificações do modelo gerado pelas informações referentes aos contratos de empréstimos, em que, dos cinco contratos identificados pelo modelo como adimplentes, todos estavam inadimplentes, gerando um percentual de Erro Tipo I igual a 100%, já o Erro do Tipo II foi de 3,71% (Tabela 4). Apesar do resultado em termos percentuais do Erro do Tipo I para regressão referente aos contratos de empréstimos ser elevado, em termos numéricos, foram somente cinco contratos com classificação incorreta, não invalidando o modelo.

TABELA 2 – Resultados do modelo binário de regressão da probabilidade de a cooperativa de crédito analisada estar em risco de crédito, para contratos de empréstimos realizados no período de 2001 a 2010

Variável	Coefficiente	Erro-padrão	Estatística T	P-valor	Efeito Marginal
Constante	4,0825	0,3008	13,5567	0,0000*	0,1054
Idade do Cooperado	-0,0058	0,0039	-1,4864	0,1372 ^{n.s.}	-0,0002
Meses de Fidelidade	-0,0087	0,0008	-11,0225	0,0000*	-0,0002
Valor do empréstimo	-0,1010	0,1400	-7,2280	0,0000*	0,0000
Solteiro	0,9899	0,3422	2,8931	0,0038*	0,0183
Casado	0,0786	0,2571	0,3056	0,7599 ^{n.s.}	0,0021
Separado	0,1327	0,2996	0,4430	0,6578 ^{n.s.}	0,0033
Viúvo	-0,1421	0,3603	-0,3944	0,6933 ^{n.s.}	-0,0039
Analfabeto	27,4475	0,1052	0,0000	1,0000 ^{n.s.}	0,0280
Fundamental Incompleto	0,7645	0,2470	3,0955	0,0020*	0,0150
Fundamental Completo	-0,1054	0,0971	-1,0851	0,2779 ^{n.s.}	-0,0028
Superior Incompleto, completo e Pós	0,3956	0,1254	3,1550	0,0016*	0,0093

LR *statistic* = 422,8708

P-valor (LR *statistic*) = 0,0000.

R₂McFadden = 0,07525

Área abaixo da curva *receiver operating characteristic* (ROC) = 0,7486

P-valor (ROC) = 0,0000.

Fonte: Resultados da pesquisa

*significativo a 1%; n.s., não significativo

TABELA 3 – Resultados da classificação do modelo referente à situação de inadimplência dos contratos de crédito realizados pela cooperativa de crédito analisada, no período de 2001 a 2010

Situação real dos contratos de crédito da cooperativa	Situação estimada dos contratos de crédito da cooperativa		Percentual de Acerto	Classificação dos Erros
	Adimplentes	Inadimplentes		
Adimplentes	580	2.794	$580/1.093 = 53,07\%$	Erro do Tipo I = $(513/1.093)*100 = 46,94\%$
Inadimplentes	513	23.678	$23.678/26.472 = 89,45\%$	Erro do Tipo II = $(2.794/26.472) * 100 = 10,55\%$
Total	1.093	26.472	$(580 + 23.678)/27.565 = 88,00\%$	$(2.794 + 513)/ 27.565 = 12,00\%$

Fonte: Dados de pesquisa

TABELA 4 – Resultados da classificação do modelo referente à situação de inadimplência dos contratos de empréstimos da cooperativa de crédito analisada, no período de 2001 a 2010

Situação real dos contratos de empréstimos da cooperativa	Situação estimada dos contratos de empréstimos da cooperativa		Percentual de Acerto	Classificação dos Erros
	Adimplentes	Inadimplentes		
Adimplentes	0	657	$0/5 = 0\%$	Erro do Tipo I = $(5/5)*100 = 100\%$
Inadimplentes	5	17.067	$17.067/17.724 = 96,29\%$	Erro do Tipo II = $(657/17.724) * 100 = 3,71\%$
Total	5	17.724	$(0 + 17.067)/17.729 = 96,27\%$	$(657 + 5)/ 17.729 = 3,73\%$

Fonte: Dados de pesquisa

Para confirmar o bom poder de predição dos modelos estimados, foi avaliada também a área entre a curva ROC produzida e a diagonal principal (Tabelas 1 e 2), sendo que quanto maior essa área, melhor desempenho global tem o modelo. Para a regressão, considerando todos os contratos de crédito, foi encontrado o valor de 0,8308, indicando excelente poder preditivo, conforme Hosmer e Lemeshow (2000). Quando considerados somente os contratos de empréstimos, foi encontrado o valor de 0,7486, estando dentro de um nível aceitável de assertividade.

8 CONCLUSÕES

Existem vários fatores que expõem as instituições financeiras a maiores níveis de riscos, tornando indispensável que as cooperativas realizem uma análise da estrutura financeira capaz de estabelecer os principais aspectos que necessitam de adequação e mudanças, a fim de incorrer em resultados positivos e uma gestão de sucesso.

Ao serem avaliados os determinantes do risco de crédito na cooperativa, foi encontrado, quando analisados todos os contratos de crédito, no período de 2001 a 2010, que o fato dos cooperados serem mais velhos e

estarem a mais tempo na cooperativa reduz os índices de inadimplência. Esse resultado encontrado pode ser visto com tranquilidade pela cooperativa analisada uma vez que em seu quadro de cooperados aproximadamente metade possui entre 40 e 60 anos e cerca de 90% está a mais de oito anos na cooperativa. Também foi constatado que a linha de crédito que amplia o risco da cooperativa está associada aos empréstimos.

Os determinantes do risco de crédito, quando foram avaliados somente os contratos de empréstimos, foram a idade, que também indicou que quanto mais velho o cooperado, menor a chance de inadimplência, o estado civil solteiro, que amplia o risco, a escolaridade ensino fundamental incompleto e os que ingressaram no ensino superior até aqueles que possuem pós-graduação, os quais aumentam a probabilidade de risco. Os impactos contrários no risco de crédito das variáveis estado civil solteiro, aumentando a probabilidade de risco, e idade, quanto mais velho menor a probabilidade de risco de crédito, vão de encontro às tradições das regiões de interior, como a que está a cooperativa analisada, em que a maioria dos mais velhos são casados, sendo este o estado civil de cooperados mais representativo na cooperativa.

As limitações que podem ser apontadas nesse trabalho se referem ao fato das análises tomarem como base o histórico passado da cooperativa, estando os resultados sujeitos a alterações de acordo com as novas conjunturas que a cooperativa vivencie nos próximos anos. Também podem ser consideradas como limitações, o fato de algumas variáveis relevantes para esse tipo de análise terem sido excluídas por falta de informação ou, no caso da profissão, haver duplicidade em seu exercício. Como a região analisada tem sua força motriz na agropecuária, muitos exercem simultaneamente atividade de médico, de comerciante, entre outras, ao mesmo tempo em que são produtores rurais.

Apesar das limitações, este estudo buscou contribuir para um maior entendimento do risco de crédito nas cooperativas de crédito, sendo importante ressaltar que poucos são os estudos que trabalharam esse tema com a riqueza de dados que foram aqui analisados, como os dados cadastrais e financeiros dos cooperados.

9 REFERÊNCIAS

ALVES, M. C. **Estratégias para o desenvolvimento de modelos de credit score com inferência de rejeitados**. 2008. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

ANGELINI, P.; DI SALVO, R.; FERRI, G. Availability and cost of credit for small businesses: customer relationships and credit cooperatives. **Journal of Banking & Finance**, Carbondale, v. 22, p. 925-954, 1998.

ANJOS, F. et al. Os riscos e as provisões de crédito: um estudo na Unicred Mato Grosso. **Revista Contabilidade e Amazônia**, Sinop, v. 3, n. 1, p. 14-29, 2010.

ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. São Paulo: Atlas, 2003.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução 2.682**, de 21 de dezembro de 1999. Brasília, 1999.

BANERJEE, A. V.; BESLEY, T.; GUINNANE, T. W. Thy neighbor's keeper: the design of a credit cooperative with theory and a test. **Quarterly Journal of Economics**, Cambridge, v. 109, p. 491-515, 1994.

BRESSAN, V. G. F. **Análise de insolvência das cooperativas de crédito rural do Estado de Minas Gerais**. 2002. 121 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

BRESSAN, V. G. F. et al. Avaliação de insolvência em cooperativas de crédito: uma aplicação do sistema Pearls. **Revista de Administração da Mackenzie**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 113-144, 2011.

DUARTE JÚNIOR, A. M.; LÉLIS, R. J. F. Alocação de capital em bancos no Brasil. In: DUARTE JÚNIOR, A. M.; VARGA, G. (Org.). **Gestão de riscos no Brasil**. Rio de Janeiro: Financial Consultoria, 2003. p. 39-52.

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

FREITAS, A. F. de; AMARAL, I. de C.; BRAGA, M. J. A influência dos riscos de liquidez e de crédito no processo de conversão das cooperativas de crédito rural em cooperativas de livre admissão: um estudo de caso. **Revista de Contabilidade e Organizações**, Ribeirão Preto, v. 2, n. 4, p. 126-147, set./dez. 2008.

GIMENES, R. M. T.; GIMENES, F. M. P. Fontes de financiamento das necessidades líquidas de capital de giro nas cooperativas agropecuárias: aplicações do modelo dinâmico de análise financeira. **Contabilidade Vista & Revista**, Belo Horizonte, v. 15, n. 3, p. 89-109, 2004.

- GONÇALVES, R. M. L. **Condicionantes do risco de liquidez em cooperativas de economia e crédito mútuo do Estado de Minas Gerais**. 2005. 118 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- GREENE, W. **Econometric analysis**. 5th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2003.
- GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. São Paulo: Makron Books, 2000.
- HAND, D. J.; HENLEY, W. E. Statistical classification methods in consumer credit scoring: a review. **Journal of Royal Statistical Society**, London, v. 160, p. 523-541, 1997.
- HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S. **Applied logistic regression**. 2nd ed. New York: J. Wiley, 2000.
- LIMA, R. E.; AMARAL, H. F. Inadimplência nas cooperativas de crédito de livre admissão. **Revista de Contabilidade e Organizações**, Ribeirão Preto, v. 5, n. 12, p. 72-89, 2011.
- MARTIN, D. Early warning of bank failure: a logit regression approach. **Journal of Banking and Finance**, New York, v. 1, p. 249-276, 1977.
- MATIAS, A. B.; SIQUEIRA, J. O. Risco bancário: modelo de previsão de insolvência de bancos no Brasil. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 19-28, abr./jun. 1996.
- METWALLY, M. M. Differences between the financial characteristics of interest-free banks and conventional banks. **European Business Review**, Oslo, v. 97, n. 2, p. 92-98, 1997.
- MORGAN, M. G. Probing the question of technology-induced risk. In: GLICKMAN, T. S.; GOUGH, M. (Org.). **Resources for the future**. Washington: Resources for the Future, 1993. p. 5-16.
- PEREIRA, G. H. A. **Modelos de risco de crédito de clientes: uma aplicação a dados reais**. 2004. 96 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- SECURATO, J. R. **Decisões financeiras em condições de risco**. São Paulo: Atlas, 1996. 244 p.
- SELAU, L. P. R. **Construção de modelos de previsão de risco de crédito**. 2008. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- SICOOB CENTRAL CREDIMINAS. **Manual de crédito geral**. Belo Horizonte, 2010.
- TAVARES, J. F. S. Gestão de riscos em cooperativas de crédito: caso SICREDI. **Revista FAE Business**, Curitiba, n. 12, p. 28-30, set. 2005.
- VERBEEK, M. **A guide to modern econometrics**. Chichester: J. Wiley, 2000.