

## SEGURO E CRÉDITO AGRÍCOLA NO MERCADO LIVRE NO BRASIL<sup>1</sup>

João Alberto De Negri<sup>2</sup>

### 1 INTRODUÇÃO

Os mecanismos atuais de securitização da produção agrícola podem melhorar o acesso ao mercado de crédito agrícola livre no Brasil? Este capítulo mensura o aumento da sensibilidade do produtor agrícola às mudanças nas taxas de juros diante da disponibilidade de seguro agrícola das suas operações de crédito no sistema bancário brasileiro. São utilizadas informações de 96 milhões de contratos de crédito rural e outros créditos contratados pelo agronegócio no Brasil no período de 2004 a 2018. A base de dados, por sua vez, é proveniente do Sistema de Informações de Créditos (SCR) do Banco Central do Brasil (BCB). Nesse período, foram contratados R\$ 2,9 trilhões (jan./2017 = 100 IPCA),<sup>3</sup> sendo que 76,26% eram recursos do mercado de crédito direcionado. Apenas 1,09% tinha seguro como garantia, mas a maior parte das operações de crédito, 84,15%, as possuía.

As taxas de juros no mercado de crédito rural direcionado com garantia e sem seguro foram de 6,48% ao ano (a.a.) em média no período. Este mercado é o principal mercado de crédito rural, com 63,46% do valor das operações. As taxas de juros para operações com seguro foram de 6,43%, o que indica pouca variação nas taxas de juros no mercado direcionado para operações com ou sem seguro. Ademais, as operações de crédito rural com garantia no mercado livre foram contratadas com taxas de juros de 50,85% a.a. Essas operações de crédito representam 10,90% do valor total da carteira ativa contratada de crédito para o agronegócio.

Os resultados indicam que os tomadores de empréstimos rurais no Brasil são mais sensíveis às mudanças nas taxas de juros no mercado de crédito livre quando disponibilizam seguro como garantia. Para operações de crédito rural em geral, a elasticidade dos juros da demanda de crédito é de -0,590. Nas operações em que os tomadores dispõem de seguro para dar como garantia, a elasticidade da taxa de juros da demanda aumenta para -0,632. Para crédito de custeio no mercado livre,

1. O autor agradece os comentários e sugestões de Sergio Mikio Koyama, Juliano J. Assunção e Ludmilla Lorrany Mattos Silva.

2. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset) do Ipea; e doutor em economia pela Universidade de Brasília (UnB). E-mail: <joao.denegri@ipea.gov.br>.

3. Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

a elasticidade dos juros da demanda de crédito é de -0,924; já para as operações que dispõem de seguro para dar como garantia, a elasticidade é de -1,057. A elasticidade dos juros da demanda de crédito rural para investimento foi de -0,319 e praticamente insensível à disponibilidade de seguro por parte do tomador de empréstimo. Essas taxas não são menores nas operações com crédito agrícola que têm seguro como garantia no Brasil. Dessa maneira, o trabalho indica que há espaço para melhoria da política de securitização do mercado de crédito agrícola no Brasil, em especial com a integração dos instrumentos, com o uso de mais informação e com novas tecnologias baseadas em inteligência artificial.

## 2 FONTES DO CRÉDITO AGRÍCOLA NO BRASIL

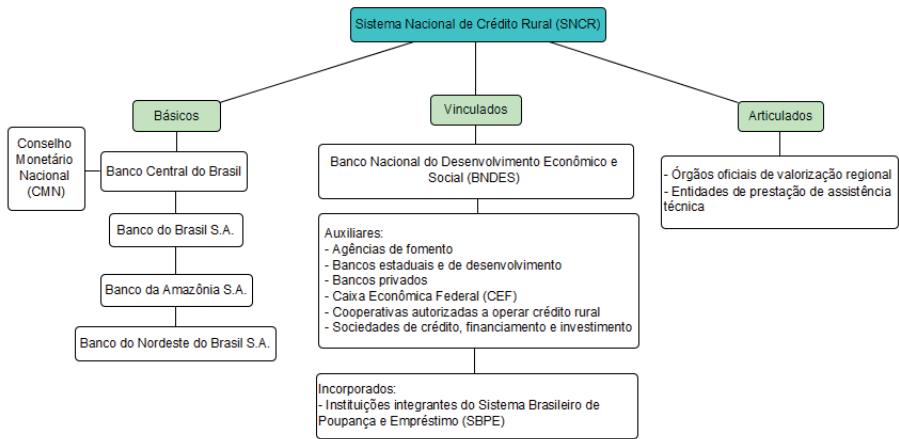
A produção agropecuária enfrenta riscos diferenciados dos outros setores econômicos. Os instrumentos financeiros e de seguro devem levar em conta essas especificidades. Há dois riscos característicos da produção agropecuária especialmente correlacionados que sempre estarão presentes. O primeiro é o risco da volatilidade dos preços. O segundo está associado às incertezas sobre os níveis de produção que os produtores primários podem alcançar com as tecnologias disponíveis. A tendência é que os riscos associados à volatilidade dos preços e aos níveis de produção possam aumentar no futuro, em especial por conta da liberalização do comércio e das incertezas sobre esses níveis associados aos efeitos das mudanças climáticas mundiais. Mudanças tecnológicas estão fortemente focadas nesses grandes desafios.

Para apoiar o setor agropecuário, a maioria dos países adota políticas de crédito e seguros. Nesse setor de produção, o compartilhamento de informações é também crítico. No Brasil, as políticas públicas têm dado preferência a instrumentos de apoio financeiro, principalmente o crédito direcionado. Políticas de garantia de preços e formação de estoques públicos também foram historicamente consolidadas.

Essas políticas têm impacto sobre a produtividade rural, mas não são livres de custos. Os subsídios ao crédito têm custos fiscais diretos e também acabam por estreitar os canais de transmissão da política monetária do BCB aos níveis gerais de preços da economia. O Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) foi criado pela Lei nº 4.829/1965 com o objetivo de modernização da agropecuária nacional. O objetivo do SNCR é financiar atividades de espectro relativamente amplo das atividades do setor rural, de acordo com Araújo (2013) e Coelho (2012).

No sistema de crédito rural brasileiro, o Conselho Monetário Nacional (CMN) estabelece as normas operacionais, e o BCB fiscaliza e controla a execução da política. Todos os procedimentos e normas estão detalhados no Manual de Crédito Rural (MCR). Toda a rede bancária está incorporada ao SNCR de acordo com o BCB, conforme apresentado na figura 1. Os valores envolvidos no sistema de crédito rural desde 2004 são apresentados na tabela 1.

FIGURA 1  
Órgãos do SNCR



Fonte: Araújo e Li (2018).  
Obs.: Figura cujos leiaute e texto não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

TABELA 1  
Crédito rural: evolução dos recursos financeiros

	Valor nominal (R\$)	Valor constante em dez./2018 (R\$)	Variação anual (%)
2004	42.091.743.013	91.940.642.278	24,0
2005	43.112.372.624	88.318.601.402	-3,9
2006	45.460.995.377	89.709.874.683	1,6
2007	52.728.569.911	100.281.055.645	11,8
2008	66.128.422.438	118.925.363.586	18,6
2009	74.096.178.017	127.162.071.646	6,9
2010	82.371.758.565	134.590.805.834	5,8
2011	93.563.090.746	143.261.596.330	6,4
2012	114.413.715.641	166.094.298.410	15,9
2013	139.400.053.179	190.647.873.674	14,8
2014	164.401.382.292	211.567.444.507	11,0
2015	154.140.107.293	181.491.208.852	-14,2
2016	158.846.304.165	172.438.756.866	-5,0
2017	164.746.311.742	173.170.199.484	0,4
2018	180.580.211.954	182.939.691.523	5,6

Fonte: BCB, 1995 a 2012; Registro Comum de Operações Rurais (Recor), 2013 em diante; Sistema de Operações do Crédito Rural (Sicor) e do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro).  
Obs.: Dados extraídos em: 16 out. 2019. Atualização pelo IPCA, mensalmente, até dezembro de 2018.

De acordo com a origem, o BCB classifica como mercado direcionado de crédito os recursos de crédito com taxas de juros controladas pelo governo e como mercado livre de crédito aquele que opera com taxas livres.

Recursos controlados que operam com taxas de juros controladas pelo governo são compostos de: i) recursos obrigatórios provenientes da exigibilidade dos depósitos à vista de 34%;<sup>4</sup> ii) recursos obrigatórios da poupança rural, que é a exigibilidade de dedicação de uma porção de 60% dos investimentos capturados a linhas de crédito rural; iii) Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT) que pode ter taxas de juros equalizáveis; iv) Tesouro Nacional; v) Fundo de Defesa da Economia Cafeeira (Funcafé); e vi) fundos constitucionais capitalizados por 3% das receitas provenientes de Imposto de Renda (IR) e Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI). As regras de exigibilidade são relativamente complexas e se referem a duas das principais fontes: os recursos obrigatórios e a poupança rural.<sup>5</sup>

Recursos não controlados, que operam com taxas de juros livres, são provenientes de: i) poupança rural de aplicação livre, sem porção predefinida por lei; e ii) recursos livres propriamente ditos, ou seja, recursos próprios de bancos comerciais sem porção predefinida por lei. A Letra de Crédito do Agronegócio (LCA) também é fonte de recursos obrigatória; nesse caso, há a exigibilidade de dedicação de uma porção de 35% para aplicação em operações de crédito rural. Essa obrigatoriedade implica alguma restrição à livre flutuação das taxas de juros no mercado livre de crédito. Há também, no caso da LCA, a disposição de recursos livres, de livre aplicação.

Araújo e Li (2018) construíram um fluxograma do crédito rural no Brasil a partir da Matriz de Dados do Crédito Rural (MDCR)<sup>6</sup> que é apresentado na figura 2.

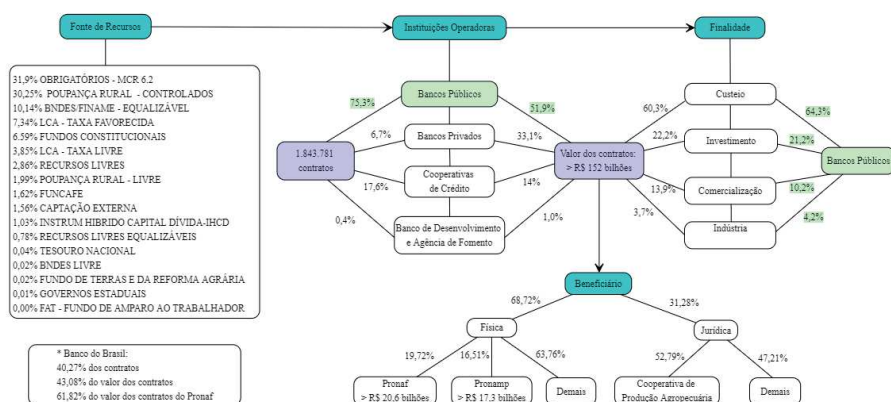
Há diversos estudos sobre o impacto do crédito rural na produção agropecuária. Gasques *et al.* (2004) encontraram relação de causalidade entre a pesquisa no setor agrícola e a produtividade. Segundo esses autores, um choque na variável de gastos com pesquisa e desenvolvimento causa impacto na produtividade no primeiro e no segundo ano após o choque. Bonelli (2001) encontrou que a renda da agropecuária está estreitamente relacionada aos outros setores econômicos, ao crescimento populacional e às melhorias nas condições de vida. Castro e Teixeira (2004) estimaram que os gastos com equalização de taxas de juros estavam estreitamente correlacionados com o crescimento do produto interno bruto (PIB).

4. Resolução nº 4.096/2012.

5. Resolução nº 1.188/1986 e Resolução nº 3.188/2004.

6. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/conteudo/mdcr/Documents/definicoesCreditoRural.pdf>>.

FIGURA 2  
Fluxograma do crédito rural



Fonte: Araújo e Li (2018).

Obs.: Figura cujos leiaute e texto não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Diferenças regionais no crédito, em especial no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), foram estudadas por Silva e Alves Filho (2008), que estimaram o impacto do Pronaf em municípios de baixa renda. A relação entre o desenvolvimento dos mecanismos de financiamento do setor agropecuário e o aumento da produção agrícola foi estudada por Cavalcante (2008). Gasques, Bacchi e Bastos (2017) detalham com exatidão o impacto econômico do crédito rural no período 1996-2015. Para esses autores, o acréscimo de 10% no crédito rural induz um crescimento de 4% na produção, de 2,5% no PIB do agronegócio, de 1,8% do PIB agropecuário e de 1,3% na produtividade total dos fatores.

Os estudos sobre crédito no Brasil não estão restritos à dinâmica própria do setor agropecuário. É relevante ressaltar que mudanças nos sistemas de crédito e garantias alteram a dinâmica do mercado de crédito no Brasil. O estudo de Assunção, Benmelech e Silva (2013) mostrou que mudanças que tornaram mais simples a venda de carros recuperados usados como garantia no mercado de automóveis expandiram o crédito para clientes de maior risco e tornaram possível a compra de carros novos de maior valor. A mudança tornou os *spreads* mais baixos e os prazos mais longos. No entanto, houve também aumento de inadimplência. A conclusão do estudo é relevante porque coloca no centro do debate do mercado de crédito no Brasil o papel crucial das garantias e da reintegração de posse na liberalização e democratização do crédito.<sup>7</sup> Esse é um tema central no mercado rural no Brasil, em especial nas operações de crédito que têm seguro como garantias.

7. Ver também Benmelech e Bergman (2008; 2009) e Tirole (2005).

### 3 RISCOS E SEGURO NO MERCADO DE CRÉDITO AGRÍCOLA

Os riscos associados à produção agrícola têm sido mitigados com o uso de diversas tecnologias. Elas permitem, por exemplo, planejar o plantio de culturas apenas em condições favoráveis, desenvolver ainda mais a infraestrutura de preparo do solo e de irrigação ou mesmo minimizar os efeitos que mudanças climáticas podem ter sobre a produção, principalmente em condições extremas, como secas e geadas. O desenvolvimento tecnológico está no centro de grandes mudanças na produção agrícola, em especial no caso de operações financeiras e de securitização. O uso da inteligência artificial aplicada às imagens de satélites permite um monitoramento maior da produção, no momento do plantio, no manejo dos tratos culturais durante o desenvolvimento até a etapa final da produção agropecuária, que se realiza com a colheita e o armazenamento. Essas tendências têm impulsionado a criação de novos mercados para a securitização da produção agrícola e podem influenciar o mercado de crédito agrícola, baixando os *spreads* bancários<sup>8</sup> e reduzindo as taxas de juros. Isso afeta a demanda e a oferta de crédito agropecuário.

As mudanças tecnológicas alteram a forma como os riscos podem ser ainda mais mitigados com a transferência de parte ou de todo risco para terceiros a partir da securitização da produção. O que muda é a forma como o seguro pode melhorar o gerenciamento do risco – portanto, a forma de aumentar a eficiência da proteção contra uma perda contingente e de reduzir os custos associados ao risco moral e à seleção adversa.

O princípio da securitização é uma equitativa transferência de um risco de perda em troca de um prêmio ou uma pequena perda quantificável para evitar uma grande perda. O seguro agrícola é uma linha especial de seguro porque há condições específicas para alcançar uma adequada diversificação da natureza do risco e das assimetrias de informação de diversas naturezas, mas em específico daquelas relacionadas à dispersão geográfica da produção agrícola e à complexidade dos processos biológicos. A assimetria de informações conduz à possibilidade de seleção adversa e ao risco moral que pode levar ao aumento nos prêmios e desencorajar os produtores de baixo risco de tomar crédito associado ao seguro agrícola. Esses problemas não são novos – o que mudou é que eles são o foco das mudanças tecnológicas de hoje.

Os custos operacionais e administrativos da prestação de seguros agrícola podem ser mais altos em comparação com outros tipos de seguro por conta, por exemplo, da dispersão geográfica da produção agrícola. Novas tecnologias de

---

8. *Spread* bancário é definido como a diferença entre a remuneração que o banco paga ao aplicador para captar um recurso e o quanto esse banco cobra para emprestar o mesmo dinheiro. O Relatório de Economia Bancária (REB) de 2017 decompõe o *spread* em termos de custo de captação, inadimplência, despesas administrativas, tributos, Fundo Garantidor de Créditos (FGC) e margem financeira do Indicador de Custo do Crédito (ICC).

monitoramento por satélite foram desenvolvidas no período recente para otimização do serviço, além da melhoria na redução dos custos. A análise de imagem e o uso de inteligência artificial, no entanto, ainda não conseguem dar conta de toda a complexidade da produção agropecuária. As assimetrias, por vezes, só podem ser resolvidas por meio de perícia para avaliar os riscos adequadamente. Maiores custos, assimetrias de informação e características da produção agrícola, como dispersão locacional e fatores climáticos, desafiam as companhias de seguros a ser inovadoras em suas abordagens para o *design* de produtos e sistemas de distribuição dos serviços de seguros.

O Banco Mundial aponta que os riscos de produção agropecuária estão associados aos riscos climáticos de incêndios e relacionados à sanidade animal e vegetal. Os riscos de mercado são os de preços e mudanças referentes ao crédito e ao comércio exterior. Os de ambiente de negócios se relacionam a problemas de logística e infraestrutura. Estima-se em 1 para 4 a relação entre o investimento em mitigação e as perdas evitadas com esses investimentos (World Bank, 2004). Arias *et al.* (2015) sistematizaram 25 programas e políticas de mitigação de riscos no Brasil. Os autores argumentam que o Brasil perde o equivalente a 1% do PIB agrícola, mais de R\$ 11 bilhões, devido a eventos extremos cujos riscos poderiam ser geridos de melhor forma.

Apesar da necessidade de ter que avançar mais rápido em mecanismos de mitigação de risco, o Brasil acompanha o deslocamento da fronteira de mudança tecnológica da securitização da produção agrícola com relativa eficiência. No entanto, o seguro agrícola ainda é realizado de forma relativamente padrão e em especial quando associado ao crédito rural. Nesse caso, o mercado é menos desenvolvido. Os três principais grupos de seguros agrícolas foram classificados da seguinte maneira, tendo como base de cálculo: i) o seguro agrícola baseado em indenização – pagamentos de seguros com base na perda real no nível da unidade segurada; ii) seguros agrícolas baseados em índices – pagamentos de seguros com base em uma medição de índices de produção ou produtividade; e iii) seguros de receita agrícola – pagamentos de seguros com base na medição do rendimento e nos preços das colheitas (World Bank, 2009).<sup>9</sup>

As mudanças tecnológicas nos serviços financeiros e de crédito, em especial os mecanismos atuais de processos de securitização da produção agrícola, podem melhorar o acesso ao crédito agrícola no Brasil? Para dar uma resposta a essa pergunta, este capítulo procura mensurar a sensibilidade do produtor agrícola às mudanças nas taxas de juro ante a disponibilidade de seguro agrícola das suas operações de crédito no sistema bancário brasileiro.

---

9. Ver também Iturrioz (2009).

Estudos semelhantes foram realizados por Maddaloni e Peydró (2011, p. 2145) utilizando um banco de dados único para as operações de crédito na União Europeia (UE) e nos Estados Unidos. Os resultados indicaram que o coeficiente de interação entre securitização e taxas de juros de curto prazo é positivo e estatisticamente significativo, o que implica que o impacto de baixas taxas de juros de curto prazo no abrandamento dos padrões de empréstimos é amplificado pela atividade de securitização. O coeficiente de interação com taxas de longo prazo não é significativo. Para os Estados Unidos, o impacto da securitização é negativo e significativo para todos os empréstimos, indicando que uma maior securitização leva a uma redução mais suave dos padrões de empréstimos em geral. O coeficiente de interação entre securitização e taxas de curto prazo é positivo e estatisticamente significativo apenas para empréstimos a empresas e consumidores.

Os estudos realizados sobre o crédito no Brasil e seus impactos sobre a produtividade, e os relatórios do Banco Mundial sobre riscos e securitização, em especial o trabalho de Maddaloni e Peydró (2011), motivam o exercício empírico deste capítulo. Exercícios similares aos realizados neste estudo ainda não tinham sido realizados para o mercado de crédito rural no Brasil.<sup>10</sup>

### 3.1 Hipóteses da pesquisa

São quatro as hipóteses desta pesquisa: i) H1 – a sensibilidade às mudanças na taxa de juros do tomador de crédito rural que tem disponibilidade de seguro para dar como garantia é maior; ii) H2 – a sensibilidade às mudanças na taxa de juros do tomador crédito agrícola que tenha seguro para dar como garantia é maior para o crédito rural destinado ao custeio e menor para as operações de crédito de investimento e comercialização; iii) H3 – a demanda por crédito agrícola é inelástica em relação aos juros e aos prazos e apresenta elasticidade negativa com respeito à taxa de juros e positiva com respeito ao prazo no mercado de crédito livre; e iv) H4 – as taxas de juros não são menores nas operações com crédito agrícola que têm seguro como garantia no Brasil.

### 3.2 Características do banco de dados

As estimativas apresentadas neste texto são originárias do SCR/BCB.<sup>11</sup> O período de análise foi 2004-2018, com informações do dia de fechamento da operação de crédito pelo banco.

10. Para obter evidências sobre a suavização dos padrões de empréstimos devido à securitização ver Maddaloni e Peydró (2011), Keys *et al.* (2010) e Mian e Sufi (2009). Ver também Estrella (2000) sobre securitização e eficácia da política monetária.

11. Ver documento no 3.040 do Banco Central, disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/scrdoc3040>>.



Para escolha da amostra das operações no SCR foram selecionadas todas as operações de crédito de pessoas físicas e jurídicas que satisfizeram pelo menos uma das seguintes condições: i) empresas que estão enquadradas na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) do setor rural e setor de comércio atacadista de produtos agrícolas não industrializados; ii) financiamentos concedidos ao amparo de recursos controlados do crédito rural; iii) modalidades classificadas como financiamentos rurais (custeio, investimento, comercialização e industrialização); iv) operações com garantia classificadas como seguro rural; e v) informações adicionais relacionadas ao crédito rural no SCR.

O critério da seleção da amostra permitiu observar todas as operações de crédito rural e também de crédito não rural contratadas por produtores rurais ou por *trading companies* de produtos agrícolas *in natura*. Foram também incluídas quaisquer operações de crédito que tenham utilizado seguros classificados como seguro rural. Na amostra, há créditos bancários classificados como crédito não rural porque há empresas rurais, produtores propriamente ditos e/ou *trading companies*, por exemplo, que realizam operações de crédito não rural como crédito imobiliário e crédito para investimentos em maquinários provenientes de fonte não classificada como rural. Assim, todas as operações de crédito do agronegócio brasileiro estariam incluídas na formação do banco de dados.

O número de contratos diferentes analisados foi de 96.767.670. O SCR disponibiliza informação mensal de todos os contratos ativos. Cada contrato aparece no banco de dados tantas vezes quanto o número de meses em que ele está ativo. As informações são atualizadas e servem para estimativas de prazo, juros, desembolsos e liquidação. Dessa maneira, foram consolidadas 910 milhões de informações dos contratos de crédito da amostra selecionada.

O valor total da carteira ativa, contabilizada no mês da contratação, para a amostra no período 2004-2018, foi de R\$ 2,9 trilhões (jan./2017 = 100 IPCA). Os dados da tabela 2 detalham informações adicionais. Nesse período, 76,26% dos recursos eram direcionados. Apenas 1,09% tinha seguro como garantia, e a maior parte das operações de crédito, 84,15%, contava com garantias. Na amostra selecionada, 89,93% das operações foram classificadas como crédito rural.

TABELA 2  
Carteira ativa das operações de crédito (2004-2018)

Características da operação de crédito				Jan./2017 = 100 IPCA (R\$)	Total (%)
Sem seguro	Sem garantia	Direcionado	Não rural	5.080.135.127,90	<b>0,17</b>
Sem seguro	Com garantia	Direcionado	Não rural	53.225.815.159,74	<b>1,78</b>
Com seguro	Com garantia	Direcionado	Não rural	979.585.962,29	<b>0,03</b>
Sem seguro	Sem garantia	Direcionado	Rural	310.870.049.321,21	<b>10,39</b>
Sem seguro	Com garantia	Direcionado	Rural	1.899.695.865.902,00	<b>63,46</b>
Com seguro	Com garantia	Direcionado	Rural	13.729.201.838,09	<b>0,46</b>
Sem seguro	Sem garantia	Livre	Não rural	18.856.978.657,95	<b>0,63</b>
Sem seguro	Com garantia	Livre	Não rural	206.933.167.050,94	<b>6,91</b>
Com seguro	Com garantia	Livre	Não rural	16.305.064.803,02	<b>0,54</b>
Sem seguro	Sem garantia	Livre	Rural	139.727.122.067,49	<b>4,67</b>
Sem seguro	Com garantia	Livre	Rural	326.203.129.394,64	<b>10,90</b>
Com seguro	Com garantia	Livre	Rural	1.738.497.442,54	<b>0,06</b>

Fonte: SCR/BCB.

As características das taxas de juros no período 2004-2018 são apresentadas na tabela 3. Os números indicam que as menores taxas de juros são contratadas no mercado de crédito direcionado. A taxa de juros no mercado de crédito rural direcionado com garantia e sem seguros foi de 6,48% a.a., em média, no período. Esse é o principal mercado de crédito rural, com 63,46% do valor das operações. As taxas de juros para operações com seguros foram de 6,43%, o que indica pouca variação nas taxas de juros no mercado direcionadas para operações com ou sem seguro.

As taxas de juros no mercado livre de crédito rural são substancialmente maiores. As operações de crédito rural com garantias são efetuadas com taxas de juros contratadas de 50,85% a.a. e representam 10,90% do valor total da carteira ativa contratada de crédito para o agronegócio. As operações de crédito rural que disponibilizaram seguro como garantia no mercado livre representam apenas 0,06% da carteira ativa contratada, mas com taxas de juros significativamente menores, 18,41% a.a., em comparação com outras operações no mesmo mercado de crédito livre. O diferencial de juros cobrados no mercado de crédito livre para operações com seguro e sem seguro pode ser resultante da redução do *spread* bancário com a redução do risco associada à expectativa de prejuízos com a inadimplência.

**TABELA 3**  
**Taxas de juros das operações de crédito (2004-2018)**

Características da operação de crédito				Taxa média ponderada a.a. (%)
Sem seguro	Sem garantia	Direcionado	Não rural	61,46
Sem seguro	Com garantia	Direcionado	Não rural	22,13
Com seguro	Com garantia	Direcionado	Não rural	6,29
Sem seguro	Sem garantia	Direcionado	Rural	18,59
Sem seguro	Com garantia	Direcionado	Rural	6,48
Com seguro	Com garantia	Direcionado	Rural	6,43
Sem seguro	Sem garantia	Livre	Não rural	65,34
Sem seguro	Com garantia	Livre	Não rural	66,01
Com seguro	Com garantia	Livre	Não rural	35,33
Sem seguro	Sem garantia	Livre	Rural	32,57
Sem seguro	Com garantia	Livre	Rural	50,85
Com seguro	Com garantia	Livre	Rural	18,41

Fonte: SCR/BCB.

As características dos prazos de contratação de liquidação das operações de crédito no período 2004-2018 são apresentadas na tabela 4. Os dados mostram que os maiores prazos foram contratados no mercado de crédito direcionado. O prazo das operações no mercado de crédito direcionado são menores – as operações com seguro têm prazos menores.

**TABELA 4**  
**Prazos das operações de crédito (2004-2018)**

Características da operação de crédito				Prazo médio ponderado (meses)
Sem seguro	Sem garantia	Direcionado	Não rural	33,29
Sem seguro	Com garantia	Direcionado	Não rural	57,91
Com seguro	Com garantia	Direcionado	Não rural	37,51
Sem seguro	Sem garantia	Direcionado	Rural	41,70
Sem seguro	Com garantia	Direcionado	Rural	42,68
Com seguro	Com garantia	Direcionado	Rural	20,86
Sem seguro	Sem garantia	Livre	Não rural	19,29
Sem seguro	Com garantia	Livre	Não rural	27,05
Com seguro	Com garantia	Livre	Não rural	38,29
Sem seguro	Sem garantia	Livre	Rural	23,38
Sem seguro	Com garantia	Livre	Rural	23,91
Com seguro	Com garantia	Livre	Rural	27,88

Fonte: SCR/BCB.

### 3.3 Método

O modelo econométrico proposto mede a sensibilidade do produtor agrícola por meio do volume da carteira ativa relacionada às mudanças nas taxas de juros, nos prazos e no seguro contratado. Ou seja, arbitrariamente, podemos considerar que temos uma medida de demanda do lado esquerdo da equação, enquanto do lado direito temos variáveis ligadas à oferta de crédito. Entretanto, a taxa de juros é uma variável que explica simultaneamente demanda e oferta, gerando um problema de causalidade reversa e violação de pressupostos do modelo.

Para mitigar essa ambiguidade, a variável taxa de juros foi instrumentalizada, e os parâmetros do modelo foram estimados pelo método de mínimos quadrados em dois estágios (*two-stage least squares* – 2SLS). O processo de instrumentalização soluciona a violação do pressuposto da estimação de mínimos quadrados, quando  $E(\varepsilon|x_j) \neq 0$  a partir da introdução de uma variável observável  $z_1$  não correlacionada com o erro  $Cov(\varepsilon, z_1) = 0$ . No primeiro estágio do modelo, a taxa de juros é estimada por variáveis ligadas à oferta de crédito (classificação de risco do cliente e número de agências no município). No segundo estágio do processo, a estimativa obtida é o instrumento utilizado para encontrar parâmetros consistentes e não enviesados.

O método de estimação em apenas um estágio (*ordinary least squares*) também foi utilizado para comparação, análise de sensibilidade dos parâmetros e busca de parcimônia na escolha das variáveis explicativas.

A estratégia deste estudo se baseia em uma sequência com quatro especificações:

- modelo apenas com taxa de juros;
- modelo com taxa de juros e prazo;
- modelo com interação da *dummy* de seguro com a taxa de juros; e
- modelo completo com as demais variáveis.

Na especificação do modelo, as variáveis de interesse principal para validar as hipóteses são a taxa de juros, o prazo e a interação das variáveis taxas de juros e seguro (*dummy* que assumiu valor 0 para operações sem seguro ou 1 para operações com seguro). A variável IPCA foi incluída para correção em valores reais. Foram utilizadas ainda variáveis que identificaram a submodalidade das operações (custeio, investimento e comercialização), o porte do cliente, a origem mensurada pelos dois primeiros dígitos do código de endereçamento postal (CEP) da operação e uma variável para identificar se o cliente era inadimplente em operações anteriores.

As variáveis utilizadas no trabalho são definidas conforme descrito a seguir.

- 1) Carteira ativa de crédito (R\$) são operações de crédito contabilizadas no balancete patrimonial da instituição financeira, representando direitos de futuros recebimentos de operações vencidas e a vencer. Foi considerada a carteira ativa no mês da contratação da operação.
- 2) Taxa de juros (% a.a.) é a taxa de juros fixa mais o percentual da taxa de juros variável.
- 3) O prazo médio foi mensurado em meses.
- 4) O risco do cliente é classificado em nove categorias que variam de AA a H.
- 5) O porte da empresa é a classificação da empresa em micro, pequena, média e grande.
- 6) Empresa adimplente é aquela que não apresenta valores baixados a prejuízo até 48 meses correspondentes a mais de 1% da carteira de crédito (nesse caso considerando a soma da carteira ativa e dos valores em prejuízo) e que não possuem operações inadimplidas há mais de noventa dias que correspondam a mais de 1% da carteira ativa.
- 7) As modalidades das operações são classificadas pelo SCR em vinte categorias principais.
- 8) A origem dos recursos é classificada em duas categorias principais no SCR, livre e direcionados, relacionadas à origem dos recursos que o banco empresta para as empresas.
- 9) O CEP da operação são os dois primeiros dígitos do CEP de cada operação.
- 10) O tipo de cliente, pessoa física ou jurídica, foi identificado.

Como motivação para a abordagem de estimação baseada em variáveis instrumentais, considere o modelo linear,  $y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_K x_K + \varepsilon$ , em que  $E(\varepsilon) = 0$ . As variáveis  $x_1, x_2, \dots, x_{K-1}$  são estritamente exógenas, ou seja,  $E(\varepsilon | x_1, x_2, \dots, x_{K-1}) = 0$ . Entretanto,  $x_K$  é potencialmente endógena, ou seja,  $Cov(\varepsilon, x_K) \neq 0$ , o que fere o pressuposto da estimação via mínimos quadrados ordinários.

A abordagem de variáveis instrumentais consiste na introdução de uma variável observável e externa ao modelo  $z_1$  que seja não correlacionada com o erro  $Cov(\varepsilon, z_1) = 0$ .

Outro requerimento necessário à abordagem de variáveis instrumentais é uma relação linear entre a variável endógena ( $x_K$ ), a variável instrumental ( $z_1$ ) e todas as variáveis exógenas modelo, ou seja:

$$x_K = \delta_0 + \delta_1 x_1 + \delta_2 x_2 + \dots + \delta_{K-1} x_{K-1} + \theta_1 z_1 + r,$$

$$E(r) = 0$$

$$E(r|x_1, x_2, \dots, x_{K-1}, z_1) = 0.$$

Uma condição-chave dessa equação linear é que  $\theta_1 \neq 0$ , o que significa que  $z_1$  é parcialmente correlacionado com  $x_K$ , uma vez que todas as variáveis  $x_1, x_2, \dots, x_{K-1}$  sejam controladas. Se  $x_K$  é a única variável explicativa no modelo, então a projeção linear se reduz a  $x_K = \delta_0 + \theta_1 z_1 + r$ , onde  $Cov(z_1, x_K) \neq 0$  e  $\theta_1 = Cov(z_1, x_K) / Var(z_1)$ . Quando  $z_1$  satisfaz as condições  $\theta_1 \neq 0$  e  $Cov(z_1, \varepsilon) = 0$ , então  $z_1$  é um candidato à variável instrumental de  $x_K$ . Pode-se reescrever a equação de regressão inicial em  $y$  contendo variáveis explicativas exógenas e endógenas na forma:

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_{K-1} x_{K-1} + \lambda_1 z_1 + v$$

Em que:

$$v = \varepsilon + \beta_K x_K, \lambda_1 = \theta_1 z_1$$

E por pressuposição:

$$(v|x_1, x_2, \dots, x_{K-1}, z_1) = 0$$

Os pressupostos realizados sobre  $z_1$  na abordagem de variáveis instrumentais resolve o problema de sobreidentificação de  $\beta_j$ . Para uma demonstração, pode-se escrever a equação inicial na forma  $y = x\beta + \varepsilon$ , onde  $x = (1, x_1, x_2, \dots, x_K)$ ,  $E(z'\varepsilon) = 0$ . Multiplicando a equação linear inicial em  $y$  por  $z$ , e tomando-se a esperança, temos:

$$E(z'x)\beta = E(z'y)$$

A equação anterior constitui um sistema de  $K$  equações e  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_K$  parâmetros desconhecidos. Esse sistema possui solução única se a matriz  $E(z'x)$  tem posto completo:  $\text{posto}\{E(z'x)\} = K$ . Nesse caso, a solução é dada por:

$$\beta = [E(z'x)]^{-1} E(z'y)$$

Dada uma amostra aleatória simples retirada de uma população finita,  $\{x_i, y_i, z_i; i = 1, 2, \dots, N\}$ , o estimador de variáveis instrumentais de  $\beta$  será:

$$\hat{\beta} = \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z_i' x_i \right)^{-1} \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z_i' y_i \right) = (Z'X)^{-1} Z'Y$$

O estimador em dois estágios pode ser ilustrado considerando o vetor  $z \equiv (1, x_1, x_2, \dots, x_{K-1}, z_1, z_2, \dots, z_M)$ . Entre todas as combinações possíveis de  $z$  o estimador 2SLS escolhe aquela que é mais correlacionada com  $x_K$ . Escrevendo a equação de regressão em  $x_K$  na forma reduzida:

$$x_K = \delta_0 + \delta_1 x_1 + \delta_2 x_2 + \cdots + \delta_{K-1} x_{K-1} + \theta_1 z_1 + \theta_2 z_2 + \cdots + \theta_M z_M + r_K$$

Sendo:

$$E(r_K) = 0$$

$$E(r_K | x_1, x_2, \dots, x_{K-1}, z_2, \dots, z_M) = 0.$$

Assim como qualquer combinação linear de  $Z$ , a expressão

$$x_K^* = \delta_0 + \delta_1 x_1 + \delta_2 x_2 + \cdots + \delta_{K-1} x_{K-1} + \theta_1 z_1 + \theta_2 z_2 + \cdots + \theta_M z_M$$

Também será não correlacionada com  $\varepsilon$  na equação de regressão inicial em  $\mathcal{V}$ , e dessa forma pode-se utilizar  $x_K^*$  como instrumento de  $x_K$ . Também podem ser estimados os parâmetros da equação em  $x_K^*$  por meio do método dos mínimos quadrados. Assim, obtém-se para cada observação  $x_{iK}^*$  através de:

$$x_{iK}^* = \delta_0 + \delta_1 x_{i1} + \delta_2 x_{i2} + \cdots + \delta_{K-1} x_{iK-1} + \hat{\theta}_1 z_{i1} + \hat{\theta}_2 z_{i2} + \cdots + \hat{\theta}_M z_{iM}$$

Cada observação define um vetor  $\hat{x}_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iK-1}, \hat{x}_{iK})$ . Utilizando  $\hat{x}_i$  como variável instrumental obtemos:

$$\hat{\beta}_{2SLS} = \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{x}_i' x_i \right)^{-1} \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{x}_i' y_i \right) = (\hat{X}' X)^{-1} \hat{X}' Y$$

Em que  $\hat{X} = Z(Z'Z)^{-1}Z'X$ . O estimador acima é frequentemente representado também como:

$$\hat{\beta} = (X'Z(Z'Z)^{-1}Z'X)^{-1}X'Z(Z'Z)^{-1}Z'Y$$

#### 4 RESULTADOS

Os resultados são apresentados nas tabelas 5 e 6. As estimativas comprovam a hipótese H1 de que os tomadores de empréstimos rurais no Brasil são mais sensíveis às mudanças nas taxas de juros no mercado de crédito livre quando disponibilizam seguros como garantia. Para operações de crédito rural, em geral, a elasticidade dos juros da demanda de crédito é de -0,590. Nas operações que os tomadores dispõem de seguro para dar como garantias, a elasticidade da taxa de juros da demanda aumenta para -0,632.

Os resultados também comprovam a hipótese H2. Para crédito de custeio no mercado livre, a elasticidade de juros da demanda de crédito é de -0,924. Para as operações que dispõem de seguro para dar como garantia, a elasticidade é de -1,057. Isso significa que uma redução das taxas de juros de 10% aumentaria a demanda de crédito livre em 9,24%, mas, caso o tomador tenha seguro

para dar como garantia, a sensibilidade do demandante às mudanças na taxa de juros é maior, pois uma redução em 10% das taxas de juros implicaria um aumento de 10,57% na demanda de crédito. A elasticidade de juros da demanda de crédito rural para investimento foi de -0,319, praticamente insensível à disponibilidade de seguro por parte do tomador de empréstimo. A elasticidade de juros da demanda de crédito rural para comercialização foi de -4,221 e a disponibilidade de seguro reduz essa elasticidade.

A hipótese H3 é parcialmente verificada pois a demanda por crédito agrícola é inelástica em relação aos juros e aos prazos, apresenta elasticidade negativa com respeito à taxa de juros e positiva com respeito ao prazo no mercado de crédito livre. No entanto, a elasticidade é elástica em relação aos juros no mercado de crédito livre para custeio quando o produtor tem seguro para disponibilizar como garantia.

Os exercícios simples de média mostram que as taxas de juros não são menores nas operações com crédito agrícola que têm seguro como garantia no Brasil, conforme a hipótese H4. No entanto, as operações de crédito rural que disponibilizaram seguro como garantia no mercado livre representam uma parcela muito pequena da carteira ativa de crédito rural contratada, mas operaram com taxas de juros significativamente menores.

TABELA 5

**Brasil: determinantes da demanda de crédito rural – crédito livre (2004-2018)**

Número da equação	(2)	(5)	(11)	(17)	(20)
Mercado de crédito rural	Todas as operações	Todas as operações	Custeio	Investimento	Comercialização
Variáveis					
ln_taxa juros	-0,173 <sup>1</sup> (0,00809)	-0,590 <sup>1</sup> (0,00730)	-0,924 <sup>1</sup> (0,00973)	-0,319 <sup>1</sup> (0,0127)	-4,221 <sup>1</sup> (0,363)
ln_prazo	0,115 <sup>1</sup> (0,00104)	-0,0581 <sup>1</sup> (0,000846)	0,284 <sup>1</sup> (0,00274)	-0,117 <sup>1</sup> (0,00342)	0,140 <sup>1</sup> (0,0177)
Dummie seguro x ln_TAXA	-0,126 <sup>1</sup> (0,000802)	-0,142 <sup>1</sup> (0,000869)	-0,133 <sup>1</sup> (0,00524)	0,00124 (0,00525)	0,673 <sup>1</sup> (0,206)
Dummie custeio	0,373 <sup>1</sup> (0,00730)	-0,335 <sup>1</sup> (0,00688)	-	-	-
Dummie investimento	0,0109 <sup>1</sup> (0,00300)	-0,0811 <sup>1</sup> (0,00343)	-	-	-
Dummie comercialização	0,792 <sup>1</sup> (0,00655)	0,479 <sup>1</sup> (0,00653)	-	-	-
Dummie industrialização	3,902 <sup>1</sup> (0,0700)	4,038 <sup>1</sup> (0,0813)	-	-	-

(Continua)



(Continuação)

Número da equação	(2)	(5)	(11)	(17)	(20)
Mercado de crédito rural	Todas as operações	Todas as operações	Custeio	Investimento	Comercialização
Variáveis					
Ln_IPCA (% a.a.)	0,0387 <sup>1</sup> (0,000742)	0,0583 <sup>1</sup> (0,000846)	0,213 <sup>1</sup> (0,00229)	-0,00654 <sup>2</sup> (0,00265)	-0,0404 <sup>2</sup> (0,0181)
<i>Dummie</i> pequeno porte	-0,613 <sup>1</sup> (0,00207)	-	-	-	-0,793 <sup>1</sup> (0,0642)
<i>Dummie</i> TPC_CD	1,027 <sup>1</sup> (0,00282)	-	-	-	-0,592 <sup>1</sup> (0,125)
<i>Dummie</i> 1.CEP	0,0560 <sup>1</sup> (0,00227)	-	-	-	-1,745 <sup>1</sup> (0,167)
<i>Dummie</i> 2.CEP	-0,154 <sup>1</sup> (0,00258)	-	-	-	-5,015 <sup>1</sup> (0,467)
<i>Dummie</i> 3.CEP	-0,158 <sup>1</sup> (0,00240)	-	-	-	-5,570 <sup>1</sup> (0,465)
<i>Dummie</i> 4.CEP	-0,106 <sup>1</sup> (0,00347)	-	-	-	-1,307 <sup>1</sup> (0,144)
<i>Dummie</i> 5.CEP	-0,169 <sup>1</sup> (0,00327)	-	-	-	-6,422 <sup>1</sup> (0,573)
<i>Dummie</i> 6.CEP	-0,132 <sup>1</sup> (0,00287)	-	-	-	-11,36 <sup>1</sup> (0,610)
<i>Dummie</i> 7.CEP	0,365 <sup>1</sup> (0,00236)	-	-	-	0,694 <sup>1</sup> (0,0627)
<i>Dummie</i> 8.CEP	-0,282 <sup>1</sup> (0,00222)	-	-	-	-0,716 <sup>1</sup> (0,0830)
<i>Dummie</i> 9.CEP	-0,442 <sup>1</sup> (0,00305)	-	-	-	-1,192 <sup>1</sup> (0,118)
<i>Dummie</i> inadimplente	0,260 <sup>1</sup> (0,00162)	-	-	-	0,132 <sup>1</sup> (0,0302)
Constante	9,690 <sup>1</sup> (0,0310)	12,19 <sup>1</sup> (0,0258)	10,40 <sup>1</sup> (0,0217)	11,85 <sup>1</sup> (0,0521)	23,30 <sup>1</sup> (1,179)
Observações	4.877.380	4.991.827	1.254.401	571.068	187.246
<i>R-squared</i>	0.175	-	-	-	-

Fonte: SCR/BCB.

Notas: <sup>1</sup>  $p < 0,01$ .<sup>2</sup>  $p < 0,05$ .<sup>3</sup>  $p < 0,1$ .

Obs.: 1. Procedimento em 2SLS.

2. Desvio-padrão entre parênteses.

**TABELA 6**  
**Brasil: determinantes da demanda de crédito rural – crédito direcionado (2004-2018)**

Número da equação	(3)	(6)	(12)	(18)	(21)
Mercado de crédito rural	Todas as operações	Todas as operações	Custeio	Investimento	Comercialização
Variáveis					
ln_taxa juros	0.552 <sup>1</sup> (0.00219)	0.350 <sup>1</sup> (0.00181)	0.146 <sup>1</sup> (0.00215)	0.683 <sup>1</sup> (0.00313)	0.707 <sup>1</sup> (0.0103)
ln_prazo	0.107 <sup>1</sup> (0.000733)	0.0333 <sup>1</sup> (0.000697)	-0.00521 <sup>1</sup> (0.000908)	0.125 <sup>1</sup> (0.00128)	-0.0710 <sup>1</sup> (0.00369)
Dummie seguro x ln_TAXA	0.0283 <sup>1</sup> (0.00193)	0.0709 <sup>1</sup> (0.00190)	0.162 <sup>1</sup> (0.00220)	-0.0865 <sup>1</sup> (0.00461)	-0.296 <sup>1</sup> (0.0283)
Dummie custeio	0.160 <sup>1</sup> (0.00296)	-0.135 <sup>1</sup> (0.00277)	-	-	-
Dummie investimento	-0.0772 <sup>1</sup> (0.00227)	-0.208 <sup>1</sup> (0.00218)	-	-	-
Dummie comercialização	1.283 <sup>1</sup> (0.00353)	1.303 <sup>1</sup> (0.00330)	-	-	-
Dummie industrialização	3.192 <sup>1</sup> (0.0452)	3.284 <sup>1</sup> (0.0461)	-	-	-
ln_IPCA (% a.a.)	0.0147 <sup>1</sup> (0.000405)	0.0310 <sup>1</sup> (0.000408)	0.0580 <sup>1</sup> (0.000506)	-0.0478 <sup>1</sup> (0.000786)	-0.0626 <sup>1</sup> (0.00389)
Dummie pequeno porte	-0.889 <sup>1</sup> (0.00125)	-	-	-	-0.0678 <sup>1</sup> (0.0156)
Dummie TPC_CD	0.183 <sup>1</sup> (0.00147)	-	-	-	0.0431 <sup>1</sup> (0.00798)
Dummie 1.CEP	0.0786 <sup>1</sup> (0.00311)	-	-	-	0.446 <sup>1</sup> (0.0124)
Dummie 2.CEP	-1.047 <sup>1</sup> (0.00323)	-	-	-	0.450 <sup>1</sup> (0.0212)
Dummie 3.CEP	-0.439 <sup>1</sup> (0.00306)	-	-	-	0.607 <sup>1</sup> (0.0129)
Dummie 4.CEP	-0.799 <sup>1</sup> (0.00346)	-	-	-	1.910 <sup>1</sup> (0.0291)
Dummie 5.CEP	-1.019 <sup>1</sup> (0.00379)	-	-	-	1.037 <sup>1</sup> (0.0335)
Dummie 6.CEP	-0.906 <sup>1</sup> (0.00340)	-	-	-	0.375 <sup>1</sup> (0.0300)

(Continua)

(Continuação)

Número da equação	(3)	(6)	(12)	(18)	(21)
Mercado de crédito rural	Todas as operações	Todas as operações	Custeio	Investimento	Comercialização
Variáveis					
<i>Dummie</i> 7.CEP	0.243 <sup>1</sup> (0.00307)	-	-	-	1.866 <sup>1</sup> (0.0146)
<i>Dummie</i> 8.CEP	-0.608 <sup>1</sup> (0.00301)	-	-	-	0.878 <sup>1</sup> (0.0125)
<i>Dummie</i> 9.CEP	-0.825 <sup>1</sup> (0.00302)	-	-	-	1.034 <sup>1</sup> (0.0126)
<i>Dummie</i> inadimplente	0.276 <sup>1</sup> (0.000803)	-	-	-	0.421 <sup>1</sup> (0.00779)
Constante	9.122 <sup>1</sup> (0.0102)	9.561 <sup>1</sup> (0.00865)	9.877 <sup>1</sup> (0.00798)	8.377 <sup>1</sup> (0.0130)	10.09 <sup>1</sup> (0.0284)
Observações	22,349,348	22,746,768	13,708,661	7,743,725	487,436
<i>R-squared</i>	0.046	0.002	0.008		

Fonte: SCR/BCB.

Notas: <sup>1</sup>  $p < 0,01$ .<sup>2</sup>  $p < 0,05$ .<sup>3</sup>  $p < 0,1$ .

Obs.: 1. Procedimento em 2SLS.

2. Desvio-padrão entre parênteses.

## 5 CONCLUSÕES

Neste trabalho, é mensurada a sensibilidade do produtor agrícola às mudanças nas taxas de juros ante a disponibilidade de seguro agrícola de suas operações de crédito no sistema bancário brasileiro. Foram utilizadas informações de 96 milhões de contratos de crédito rural e outros créditos contratados pelo agronegócio no Brasil no período 2004-2018. A base de dados é proveniente do SCR/BCB.

No período analisado foram contratados R\$ 2,9 trilhões (jan./2017 = 100 IPCA) de crédito rural, sendo que 76,26% eram recursos do mercado de crédito direcionado. Apenas 1,09% tinha seguro como garantia, mas a maior parte das operações de crédito, 84,15%, tinham garantias. Na amostra selecionada, 89,93% foram classificadas como crédito rural. O restante são outros tipos de créditos bancários classificados como crédito não rural porque há produtores rurais que realizam outros tipos de operações de crédito.

Os números indicam que as menores taxas de juros são contratadas no mercado de crédito direcionado. A taxa de juros no mercado de crédito rural direcionado com garantia e sem seguros foi de 6,48% a.a. em média no período. Esse mercado é

o principal mercado de crédito rural, com 63,46% do valor das operações. As taxas de juros para operações com seguros foram de 6,43%, o que indica pouca variação nas taxas de juros no mercado direcionado para operações com ou sem seguro. As taxas de juros no mercado livre de crédito rural são substancialmente maiores. As operações de crédito rural com garantias foram contratadas com taxas de juros de 50,85% a.a. Essas operações de crédito representam 10,90% do valor total da carteira ativa contratada de crédito para o agronegócio.

Os resultados econométricos indicam que os tomadores de empréstimos rurais no Brasil são mais sensíveis às mudanças nas taxas de juros no mercado de crédito livre quando disponibilizam seguros como garantia. Para operações de crédito rural em geral, a elasticidade juros da demanda de crédito é de -0,590. Nas operações que os tomadores dispõem de seguro para dar como garantias, a elasticidade da taxa de juros da demanda aumenta para -0,632. Para crédito de custeio no mercado livre, a elasticidade de juros da demanda de crédito é de -0,924. Para as operações que dispõem de seguro para dar como garantia, a elasticidade é de -1,057. A elasticidade de juros da demanda de crédito rural para investimento foi de -0,319 e praticamente insensível à disponibilidade de seguro por parte do tomador de empréstimo. Os exercícios simples de média mostram que as taxas de juros não são menores nas operações com crédito agrícola que têm seguro como garantia no Brasil.

Os resultados indicam que há espaço para melhoria da política de securitização do mercado de crédito agrícola. Em especial ações de fortalecimento do uso de tecnologias de informação e comunicação para gestão de riscos na agropecuária, como é o caso do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc). Seu aprimoramento depende de incorporar cada vez mais informações dos produtores e compatibilizar estas informações com as informações do SCR/BCB.

A governança dos programas de proteção a riscos agropecuários deveria ser mais integrada tendo em vista que hoje há pelo menos quatro instâncias governamentais gestoras de programas de proteção a riscos. O aumento da concorrência entre agentes seguradores é importante para impulsionar o mercado e para a melhoria no aprendizado em especial dada a necessidade de estimular a diversificação das modalidades de seguros oferecidos. Criar incentivos à cultura de gestão de riscos agropecuários depende da integração entre os instrumentos de crédito, seguro e assistência técnica rural e em especial no uso de novas tecnológicas como a inteligência artificial.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, B. C.; LI, D. L. Crédito Rural. In: DE NEGRI, J. A.; ARAÚJO, B. C.; BACELETTE, R. (Org.). **Financiamento do desenvolvimento no Brasil**. Brasília: Ipea, 2018. p. 225-258.

ARAÚJO, P. F. C. **Política de crédito rural**: reflexões sobre a experiência brasileira. Brasília: Ipea, 2013. (Texto para Discussão, n. 1555).

BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Manual do crédito rural (MCR)**. Rio de Janeiro: BCB, 2018. Disponível em: <<http://www3.bcb.gov.br/mcr>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

\_\_\_\_\_. **Matriz de dados do crédito rural (MDCR)**. Rio de Janeiro: BCB, 2019. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/pt-br/#!/c/MICRRURAL/>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

BENMELECH, E.; BERGMAN, N. K. Liquidation values and the credibility of financial contract renegotiation: evidence from U.S. airlines. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 123, n. 4, p. 1635-1677, 2008.

\_\_\_\_\_. Collateral pricing. **Journal of Financial Economics**, v. 91, n. 3, p. 339-360, 2009.

BONELLI, R. **Impactos econômicos e sociais de longo prazo da expansão agropecuária no Brasil**: revolução invisível e inclusão social. Rio de Janeiro: Ipea, 2001. (Texto para Discussão, n. 838).

CASTRO, E. R.; TEIXEIRA, E. C. Retorno dos gastos com a equalização das taxas de juros do crédito rural na economia brasileira. **Revista de Política Agrícola**, v. 13, n. 3, p. 52-57, 2004.

CAVALCANTE, I. M. **Crédito rural e produto agropecuário municipal**: uma análise de causalidade. 2008. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

COELHO, C. N. 70 anos de política agrícola no Brasil (1931-2001). **Revista de Política Agrícola**, v. 10, n. 3, p. 3-58, 2012.

ESTRELLA, A. Securitization and the efficacy of monetary policy. **Economic Policy Review**, v. 8, n. 1, 2000.

GASQUES, J. G.; BACCHI, M.; BASTOS, E. Impactos do crédito rural sobre variáveis do agronegócio. **Revista de Política Agrícola**, ano 26, v. 26, n. 4, p. 132-140, 2017.

GASQUES, J. G. *et al.* **Condicionantes da produtividade da agropecuária brasileira**. Brasília: Ipea, 2004. (Texto para Discussão, n. 1017).

ITURRIOZ, R. **Agricultural insurance**. Washington: World Bank, 2009. (Primer Series on Insurance, n. 12).

KEYS, B. T. *et al.* Did securitization lead to lax screening? Evidence from subprime loans 2001-2006. **Quarterly Journal of Economics**, v. 125, n. 1, p. 307-362, 2010.

MADDALONI, A.; PEYDRÓ, J.-L. Bank risk-taking, securitization, supervision, and low interest rates: evidence from the Euro-area and the U.S. lending standards. **The Review of Financial Studies**, v. 24, n. 6, p. 2121-2165, 2011.

MIAN, A.; SUFI, A. The consequences of mortgage credit expansion: evidence from the 2007 mortgage default crisis. **Quarterly Journal of Economics**, v. 124, n. 4, p. 1449-1496, 2009.

SILVA, S. P.; ALVES FILHO, E. **Análise dos impactos econômicos do Pronaf em territórios de baixa dinamização econômica**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Economia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

TIROLE, J. **The theory of corporate finance**. Princeton: Princeton University Press, 2005.

WORLD BANK. **Natural disasters**: counting the cost. Washington: World Bank, Mar. 2004. Disponível em: <<https://goo.gl/N5qKA6>>.

\_\_\_\_\_. **Insurance for the poor program**: public intervention for agricultural insurance. Washington: World Bank, 2009.

#### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

DE NEGRI, J. A.; ARAÚJO, B. C.; BACELETTE, R. (Org.). **Financiamento do desenvolvimento no Brasil**. Brasília: Ipea, 2018. 316 p.