

# OS RISCOS DA CONCESSÃO DE CRÉDITO PARA A AGRICULTURA DE LARGA ESCALA NO CENTRO-OESTE BRASILEIRO

Luis Felipe de Souza Rodrigues<sup>1</sup>  
Leonardo Flauzino de Souza<sup>2</sup>

## Resumo

Este estudo analisa os determinantes da concessão de crédito agrícola no Centro-Oeste brasileiro, focando em variáveis da agricultura de larga escala: custos de transação (contratos, seguros), capital de giro, custeio, investimento e fatores ambientais. Utilizando um painel multinível para municípios da região, a pesquisa integra a percepção de risco e a preferência pela liquidez de bancos e firmas agrícolas, superando lacunas teóricas e metodológicas de modelos tradicionais. A abordagem hierárquica combinou variáveis macroeconômicas (custo do crédito, spreads, câmbio) e microeconômicas (transações, investimentos), controlando efeitos fixos municipais e temporais. Os resultados indicam que riscos setoriais (volatilidade de preços, intempéries, desafios tecnológicos) ampliam a aversão ao risco: bancos elevam exigências de garantias, enquanto firmas limitam endividamento para preservar capital. O modelo revelou que a dispersão do crédito está associada a características municipais, demandando políticas localizadas. Conclui-se que o crédito subsidiado é insuficiente para mitigar riscos estruturais, defendendo-se mecanismos privados inovadores, como: (i) flexibilização de garantias com base em produção futura; (ii) derivativos para hedge de riscos climáticos e de preços; (iii) financiamento verde vinculado a práticas sustentáveis. A inovação teórica redefine a liquidez como fator endógeno nas decisões de crédito, enquanto a metodológica reside no painel multinível, que capturou interações entre fatores sistêmicos e locais. O estudo reforça a necessidade de políticas adaptadas a contextos de agricultura extensiva, priorizando soluções do setor privado. Futuras pesquisas devem explorar variações regionais para orientar estratégias em diferentes realidades agrícolas do Brasil.

**Palavras-chave:** Crédito Agrícola; Larga Escala; Risco; Liquidez; Bancos.

## Abstract

*This study analyzes the determinants of agricultural lending in the Brazilian Midwest, focusing on large-scale agricultural variables: transaction costs (contracts, insurance), working capital, funding, investment and environmental factors. Using a multilevel panel for municipalities in the region, the research integrates the perception of risk and preference for liquidity of banks and agricultural firms, overcoming theoretical and methodological gaps in traditional models. The hierarchical approach combined macroeconomic (cost of credit, spreads, exchange rate) and microeconomic (transactions, investments) variables, controlling for municipal and temporal fixed effects. The results indicate that sectoral risks (price volatility, bad weather, technological challenges) increase risk aversion: banks raise collateral requirements, while firms limit indebtedness to preserve capital. The model revealed that the dispersion of credit is associated with municipal characteristics, requiring localized policies. It is concluded that subsidized credit is insufficient to mitigate structural risks, advocating innovative private mechanisms such as: (i) flexible guarantees based on future production; (ii) derivatives to hedge climate and price risks; (iii) green financing linked to sustainable practices. The theoretical innovation redefines liquidity as an endogenous factor in credit decisions, while the methodological innovation lies in the multilevel panel, which captured interactions between systemic and local factors. The study reinforces the need for policies adapted to contexts of extensive agriculture, prioritizing private sector solutions. Future research should explore regional variations to guide strategies in Brazil's different agricultural realities.*

**Key words:** Agricultural Credit; Large Scale; Risk; Liquidity; Banks.

**Classificação JEL:** Q140; G210; G220.

## 1. Introdução

As primeiras teorias voltadas para compreender o sistema de financiamento partiram de pressupostos de mercados perfeitos (Modigliani; Miller, 1958). Nesta suposição, o mercado financeiro era eficiente e autorregulador (Fama, 1980) e a liquidez um atributo não relevante na escolha de conceder ou tomar crédito (Gurley; Shaw, 1955, 1956). Na década de

---

<sup>1</sup> Mestrando em Economia na Universidade Federal de Mato Grosso (lfsouza25@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente na Faculdade de Economia da Universidade Federal de Mato Grosso (leo.frauzino@gmail.com)

1980, a própria ortodoxia passou a questionar esses atributos a partir da compreensão que os mercados de crédito são mercados de informação com relações assimétricas entre ofertantes e demandantes (Stiglitz; Weiss, 1981). No mesmo período, a heterodoxia construiu teorias alternativas para compreender o ciclo de financiamento, atribuindo importância sine qua non para a liquidez (Minsky, 1986).

Os novos pressupostos teóricos abriram uma miríade de áreas de pesquisa para compreender as especificidades dos mercados de crédito, em especial o financiamento agrícola. Ao compreender que os mercados de crédito operam em restrição de financiamento, devido às taxas de juros mais elevadas do mercado, como forma do sistema bancário se proteger do risco informacional, ampliou o espaço de discussão para a promoção e ampliação de políticas de financiamento rurais baseadas em crédito público subsidiado (Hoff; Stiglitz, 1990).

No entanto, a literatura passou a evoluir sistematicamente. Na atualidade, há relativo consenso na ortodoxia de que tanto a preferência pela liquidez do sistema bancário na imposição de taxas de juros mais elevadas e exigências de colateral, quanto a preferência pela liquidez das firmas agrícolas em restringirem investimento e demanda de crédito em favor de recursos líquidos são atributos relevantes na concessão de crédito agrícola total (Barry; Robison, 2001; Boucher; Carter; Guirking, 2008; Braverman; Guasch, 1986). Estas abordagens usualmente utilizam o conceito de preferência pela liquidez de Tobin, estabelecendo que a escolha de ativos que envolve deter ativos mais ou menos líquidos é determinada por uma preferência ou aversão ao risco exógena nas funções utilidades da riqueza (Tobin, 1958).

A heterodoxia, por outro lado, fez poucos esforços para compreender as especificidades dos mercados de crédito agrícola, concentrando esforços no entendimento das especificidades na inovação na agricultura (Possas; Salles-Filho; Silveira, 1996; Vieira Filho; Silveira, 2016). Porém sua compreensão do funcionamento das escolhas de alocação de riqueza quanto ao atributo liquidez têm a mesma origem tobinesca (Tobin, 1969, 1982). Sendo que o ciclo de endividamento dos agentes pode ser explicado pela maior ou menor disposição em perder liquidez e expor-se aos riscos de variação das taxas de retorno esperadas (Godley, 1999; Minsky, 1986).

À sua maneira e com suas especificidades, ortodoxia e heterodoxia compreendem que o mercado financeiro é um coordenador imperfeito do equilíbrio entre poupança e investimento (Tobin, 1982), necessitando de políticas específicas para seu bom funcionamento. No entanto, a agricultura tem especificidades adicionais que usualmente não são tratadas nestas teorias mais gerais e que são relevantes para um melhor desenho de uma política agrícola (Buainain et al., 2014, 2013). Para o mercado de crédito em específico, é necessário compreender que a agricultura tem riscos específicos que tornam a atividade menos atraente para a tomada e concessão de crédito, exigindo que a política pública perpassasse por aspectos mais regulatórios para incentivar o crédito privado (Buainain et al., 2013).

Esta é a lacuna teórica e empírica que este trabalho visa preencher. Para tal, o objetivo deste artigo é estabelecer os determinantes da concessão de crédito de crédito agrícola no centro-oeste a partir das variáveis da agricultura de larga escala: custos de transação (contratos e seguros), capital de giro, custeio, investimento e meio ambiente. A metodologia empregada foi um painel multinível para os municípios da região centro-oeste, que foi escolhida devido à forte presença da agricultura de grande escala, permitindo analisar o impacto dos riscos levantados por Buainain et al. (2014). As variáveis levantadas são indicativas de preferência pela liquidez, tanto por parte de bancos, quanto por parte da própria firma agrícola.

Desta forma, para além desta introdução e da conclusão, o artigo está dividido em cinco seções: (i) Teorias do Crédito Bancário e Especificidades de Agricultura, voltada para descrever a evolução dos modelos teóricos de restrição de financiamento, (ii) Definição

Empírica, voltada à expor a escolha da metodologia de um painel multinível para este estudo específico, (iii) Especificação do Modelo e dos Dados, voltado para a construção do modelo empírico, (iv) Análise de Resultados, voltada para a exposição dos resultados encontrados, (v) Implicações de Política Econômica, voltada para o design de policy que pode ser sugerido a partir dos resultados encontrados.

## 2. Teorias do Crédito Bancário e Especificidades de Agricultura

As teorias sobre crédito bancário e sistema financeiro partem de concepções gerais acerca do funcionamento do mercado de financiamento. No entanto, os diferentes setores do mercado de financiamento devem ser avaliados de acordo com suas especificidades, especialmente a agricultura. O mercado de financiamento agrícola envolve antes de tudo expectativas e precificação do risco de liquidez, tanto para emprestadores quanto para tomadores de crédito (Barry; Robison, 2001).

As teorias de financiamento podem ser divididas em três vertentes: (i) mercados perfeitos (Fama, 1980; Modigliani; Miller, 1958); (ii) mercados imperfeitos com assimetria de informação (Greenwald; Stiglitz, 1993; Stiglitz; Weiss, 1981); (iii) ciclos de endividamento baseados em percepção de expectativa de retorno (Cardim de Carvalho, 1999; Minsky, 1986). Cada uma delas terá sua forma de ver o crédito agrícola, com maior ou menor proximidade quanto a preferência pela liquidez dos agentes (emprestadores e tomadores).

Para a teoria dos mercados perfeitos, pressupõe-se que os mercados de financiamento envolvem informação perfeita distribuída, passivos financeiros como produtos homogêneos e comportamento racional maximizador de tomadores e emprestadores de crédito (Modigliani; Miller, 1958). O corolário destas hipóteses restritivas é um sistema financeiro autorregulado que pode ser tratado de forma indistinta entre setores e uma economia não-monetária, na qual bens e ativos são transacionados pelas suas utilidades (Fama, 1980). Sendo assim, liquidez passa a ser um atributo não relevante nesta concepção (Gurley; Shaw, 1955, 1956), tornando o crédito agrícola apenas mais um produto homogêneo e indistinto no mercado financeiro.

A primeira dissidência em relação à hipótese dos mercados perfeitos e eficientes ocorre a partir da concepção de racionamento de crédito em ambientes com informação assimétrica (Stiglitz; Weiss, 1981). Nesta concepção, mercados de crédito são essencialmente mercados de informação para que bancos possam estabelecer a taxa de juros que ampliam seus retornos sem intercorrências de default, como descrito pelas funções:

$$\pi(R, \hat{r}) = \max[R - (1 + \hat{r})B; -C] \quad (1.1)$$

$$\rho(R, \hat{r}) = \min[C; (1 + \hat{r})B] \quad (1.2)$$

Onde  $\hat{r}$  é a taxa de juros definida pelo banco,  $B$  é o total de crédito concedido,  $C$  é o valor do colateral, e  $R$  é o retorno esperado de um dado projeto  $\theta$ , o qual segue uma função de distribuição de probabilidades desconhecida pelo sistema bancário, mas distinguíveis entre si, de tal forma que:

$$\int_0^{\infty} f_r(R_i, \theta_i) dR = \int_0^{\infty} f_r(R_j, \theta_j) dR \quad (2.1)$$

$$\int_0^n f_r(R_i, \theta_i) dR > \int_0^n f_r(R_j, \theta_j) dR \quad (2.2)$$

Pela Equação 2.1., presume-se que o projeto  $\theta_i$  de retorno  $R_i$  a ser financiado em tempo contínuo *ad infinitum* é indistinto em relação ao projeto  $\theta_j$  de retorno  $R_j$ . No entanto, pela Equação 2.2 evidencia-se que os riscos de  $\theta_i$  são maiores que os riscos dos que  $\theta_j$ , uma vez que a tempo finito a antecipação dos retornos de  $\theta_i$  precisa ser maior que a de  $\theta_j$ . Neste sistema de equações, Stiglitz & Weiss (1981) demonstram que quanto maior  $\hat{r}$ , maior a

necessidade de antecipação dos retornos (menores  $n$ ) e maior a chance de ocorrer a necessidade de pagamentos de colaterais ( $\pi(R, \hat{r}) = -C$  e  $\rho(R, \hat{r}) = C$ ).

Desta forma, bancos buscam obter o maior nível de informações quanto a seus clientes a fim de estabelecer a taxa de juros ( $\hat{r}$ ) limite que permite a eles receberem o pagamento do financiamento ( $(I + \hat{r})B$ ) sem incorrer na necessidade de liquidação de colaterais. Quanto maior o nível de assimetria de informação, maior o custo de se obter as informações e maiores as taxas de juros, elevando a probabilidade de falência de firmas com impacto sobre o nível de produção das firmas (Greenwald; Stiglitz, 1993):

$$Y_t^i = \min[f(K_t^i; L_t^i) + A_t^i; f(K_t^i; L_t^i)] \quad (3.1)$$

$$A_t^i = P_t^i q_{t-1}^i - (1 + \hat{r}_{t-1}^i) B_{t-1}^i \quad (3.2)$$

Onde  $Y_t^i$  representa a quantidade de produto da firma  $i$ , e  $A_t^i$  é o custo marginal de falência definido pelas receitas da firma ( $P_t^i q_{t-1}^i$ ) menos o custo de financiamento ( $(1 + \hat{r}_{t-1}^i) B_{t-1}^i$ ). Se  $\hat{r}$  for estabelecido em um patamar muito elevado, ou se o valor se elevar durante o refinanciamento da dívida ( $B_t^i$ ),  $A_t^i$  poderá se tornar negativo, impactando na produção  $Y_t^i$ , podendo levar a firma à falência se pressupormos que o colateral ( $C$ ) será composto por parte do estoque de capital ( $K_t^i$ ).

Desta forma, mercados de crédito agrícola são mercados de elevado nível de assimetria de informações, onde os bancos estabelecem níveis elevados de taxas de juros, o que pode muitas vezes inviabilizar o processo produtivo. Neste cenário, há a necessidade de se estabelecer políticas públicas de fornecimento de crédito subsidiado, quando o risco pela falta de informação é assumido como custo fiscal do governo, mas possibilita o melhor funcionamento da produção agrícola (Hoff; Stiglitz, 1990).

A segunda dissidência da hipótese dos mercados perfeitos de crédito está associado aos ciclos minskyanos de financiamento, nos quais os agentes econômicos tomam crédito que acordo com suas expectativas de retorno e o sistema bancário opera como um ofertante de crédito infinitamente elástico (Minsky, 1986). Porém, conforme o nível de endividamento dos agentes começa a se elevar os bancos interpretam esse fenômeno como um aumento dos riscos e aumentam as taxas de juros dos empréstimos (Cardim de Carvalho, 1999, 2016; Nikolaidi; Stockhammer, 2017).

$$B^S = B^D = B^i \quad (4.1)$$

$$B^i = f(R_i; \hat{r}^i) \quad (4.2)$$

$$\hat{r}^i = r + \varphi \frac{B^i}{K^i} \quad (4.3)$$

Onde  $r$  é a taxa básica de juros e  $\varphi$  é o grau de preferência pela liquidez dos bancos, responsável por definir o tamanho do spread a ser cobrado. O bloco de equações 4 define a lógica do ciclo minskyano: a firma  $i$  irá tomar dívidas de acordo com uma função que compare retornos esperados ( $R_i$ ) e taxa de juros dos empréstimos ( $\hat{r}_i$ ) (Equação 4.2), sendo que o sistema bancário satisfaz toda a demanda por crédito (Equação 4.1), mas estabelece uma curva de juros crescente de acordo com o tamanho do endividamento da firma (Equação 4.3). Quando a taxa de juros dos empréstimos se torna maior do que os retornos, a demanda de crédito cessa.

Os elementos que podem levar a uma crise bancária e financeira estão relacionados a mudanças exógenas nas variáveis dos retornos esperados ( $R_i$ ), da taxa básica de juros ( $r$ ) e do parâmetro de preferência pela liquidez dos bancos ( $\varphi$ ). Em modelos minskyanos, a taxa de retorno esperada é essencialmente volátil, seguindo a volatilidade da demanda (Nikolaidi; Stockhammer, 2017), a taxa básica de juros é definida de forma exógena pela política

monetária, e mudanças na preferência pela liquidez dos bancos também devem ser interpretados como choques exógenos do sistema bancário sobre a economia real.

Assim, no sentido minskyano, as especificidades do crédito agrícola estariam na variação dos retornos esperados, dependente da demanda doméstica e internacional e das oscilações dos preços agrícolas, e na maior preferência pela liquidez dos bancos. Por outro lado, um modelo ortodoxo convencional adotaria as hipóteses de que os retornos esperados são definidos pelo produto marginal do capital da função de produção ( $f(K^i; L^i)$ ), de que os preços dos produtos agrícolas são definidos pelo equilíbrio de mercado conhecido e de que a preferência pela liquidez dos bancos é nula ou inexistente, reconstruindo um mercado perfeito e eliminando as dissidências descritas anteriormente.

No entanto, no que concerne ao crédito agrícola, há outras questões que se deve considerar que são próprias do setor. O setor é altamente dependente do financiamento bancário tanto para capital de giro quanto para os investimentos e sofre de riscos inerentes da atividade agrícola, como riscos institucionais relacionados a mudanças nas políticas agrícolas, em especial do crédito subsidiado, riscos financeiros associados a perda parcial ou total da produção por intempéries ou mudança climática e choques de preços nos insumos agrícolas, risco tecnológico associado à necessidade de absorver as constantes inovações produtivas no setor (Buainain et al., 2014).

Países em desenvolvimento como o Brasil, ainda sofrem dos riscos sanitários que bloqueiam a venda de produtos em outros países, riscos sociais associados ao conflito distributivo gerada pela heterogeneidade estrutural da produção agrícola, que envolve tanto pequenas propriedades de baixa produtividade, quanto médias e grandes propriedade de alta produtividade, e os riscos logísticos associados às dificuldades de escoamento da produção (Buainain et al., 2014; Fornazier; Vieira Filho, 2013).

Estas especificidades da agricultura fazem com que as firmas agrícolas tenham uma preferência pela liquidez própria. Em outras palavras, a necessidade de buscar elevado nível de financiamento para suas atividades (custeio, investimento, capital de giro) e os elevados riscos da atividade agrícola fazem com que o agricultor ou firma agrícola precisem escolher a alocação da sua riqueza em ativos produtivos geradores de retorno e manter essa riqueza em formas de ativos financeiros líquidos que permitam se proteger dos riscos específicos associados à atividade agrícola (Barry; Robison, 2001).

$$U(W) = \lambda U(K^i) + (1 - \lambda)U(M) \quad (5.1)$$

$$U(W) = \lambda U(R; \sigma_i) + (1 - \lambda)U(r; \sigma_r) \quad (5.2)$$

Onde  $W$  representa a riqueza total do agricultor (financiada ou não financiada), que pode ser alocada produtivamente em estoque de capital, permitindo a aquisição dos retornos esperados ( $R$ ), sujeitos aos riscos da atividade produtiva que tornam os preços voláteis ( $\sigma_i$ ); ou em ativos líquidos ( $M$ ), permitindo o ganho financeiro da taxa básica de juros ( $r$ ), sujeito aos riscos de oscilação dos preços destes títulos ( $\sigma_r$ ). A forma de expor a escolha de ativos da firma agrícola como exposta no bloco de equações 5, parte de uma construção tobinesca (Tobin, 1958), e pode ser utilizada para demonstrar que a elevada exigência de colateral (equações 1.1 e 1.2) nos contratos de crédito pode afetar negativamente a escolha do agricultor em favor dos ativos líquidos (reduzindo  $\lambda$ ), diminuindo a demanda por crédito e criando uma restrição de financiamento pela via do risco (Boucher; Carter; Guirking, 2008).

Por outro lado, em um modelo minskyano, a mesma preposição pode ser exposta mudando a equação 4.2 para:

$$B^i = f\left(R_i; \hat{r}^i; \frac{M}{K^i}\right) \quad (5.3)$$

Pela equação 5.3, a demanda por crédito será definida pelos retornos esperados ( $R_i$ ), a taxa de juros do crédito ( $\hat{r}^i$ ), e o grau de liquidez das firmas agrícolas ( $M/K^i$ ). Desta forma,

adotando a suposição de que  $M$  é constante e de que os retornos são reinvestidos, a própria expansão do processo produtivo agrícola cria uma resistência da firma em contratar mais crédito porque a razão  $M/K^i$  estaria se reduzindo. Quanto mais sensível for a firma agrícola a demandar menos crédito pela queda da razão  $M/K^i$  maior a preferência pela liquidez dos agricultores em face dos riscos mais elevados associados à produção agrícola.

As equações 5.2 e 5.3 são duas formas distintas de se analisar o mesmo fenômeno. A equação 5.2 pressupõe o formalismo usual da ortodoxia, transformando escolhas de ativos em uma quantificação de preferência do alocador entre risco (métrica de oscilação os preços) e retorno esperados (o produto marginal do capital ou a taxa de juros básica), sendo que o grau de preferência pela liquidez da firma agrícola ( $\lambda$ ) é o principal responsável pela escolha alocativa. Quanto mais a escolha for favorável aos ativos líquidos, menores serão os empréstimos contratados. A equação 5.3, usando de princípios heterodoxos de ciclo de endividamento, pressupõe que o próprio processo de expansão produtiva (aumento do estoque de capital) irá operar como uma restrição ao longo do tempo para que os demandantes de crédito reduzam suas tomadas de empréstimos, uma vez que seus ativos líquidos crescem numa proporção inferior ao do estoque de capital. A sensibilidade da firma agrícola à redução de sua liquidez patrimonial (queda de  $M/K^i$ ) define a rapidez da redução da contratação de novos empréstimos.

É importante notar que tanto a preferência pela liquidez da firma agrícola quanto a sensibilidade da firma agrícola à redução de sua liquidez patrimonial são exógenas ao modelo, é fruto de uma maior ou menor percepção dos riscos inerentes à agricultura de larga escala. De forma análoga, a preferência pela liquidez dos bancos, que influencia a taxa de juros dos empréstimos, também é exógena e variável de acordo com a percepção de risco por parte dos bancos. Todos estes elementos afetam a quantidade de crédito emprestada, sendo a percepção de risco dos emprestadores e dos tomadores a variável chave para compreender o fornecimento de crédito.

### 3. Definição Empírica

O ambiente social impõe restrições não causais, mas estruturantes, que delimitam possibilidades de ação. Embora essenciais, tais restrições são pouco estudadas, pois as ciências sociais priorizam características individuais. A análise multinível surge como ferramenta promissora, pois integra fatores individuais e coletivos, evitando armadilhas metodológicas (como a falácia ecológica ou atomística) e permitindo medir a influência do ambiente sobre comportamentos e correlações sociais (Courgeau, 2003).

No entanto, para explicar (e não apenas medir) essa influência, é preciso diferenciar a estrutura do ambiente (sua forma empírica e teórica) de outras características contextuais. Portanto, combinar análise multinível com estudos de funções sistêmicas, analisando como ambientes específicos (cidades, empresas, etc.) operam. Essa abordagem híbrida permitiria entender como a estrutura ambiental molda dinâmicas sociais, superando limitações explicativas. No contexto econômico, houve uma evolução epistemológica do individualismo metodológico (racionalidade perfeita vs. limitada) para o interacionismo, incorporando influências sociais (normas, representações coletivas) e fases de formação das instituições (naturalização, legalização).

Dessa forma, refletindo-se nos desafios da micro e macro análise: agregação de agentes heterogêneos em modelos macro perde racionalidade individual, enquanto a aleatoriedade persiste entre níveis (comportamentos vs. choques externos). Na transição para a análise empírica, modelos teóricos simplificam-se em relações testáveis, integrando dados históricos e experimentais, mas enfrentam limitações como linearidade e dificuldade em conciliar múltiplos níveis (micro, meso, macro) e escalas temporais (curto vs. longo prazo),

expondo a tensão entre complexidade teórica e restrições metodológicas para capturá-la holisticamente (Courgeau, 2003).

Muitos desses elementos são visíveis nas equações trabalhadas na seção anterior. As equações são trabalhadas com um nível de desagregação microeconômico, pressupondo a existência de  $i$  firmas agrícolas e uma escala de tempo que não precisa obedecer limites temporais explícitos. Por outro lado, o sistema financeiro foi trabalhado com alto nível de agregação e dependente de variáveis macroeconômicas como a taxa de juros. Ademais, preços macroeconômicos foram tratados com efeitos de choques exógenos no modelo teórico. Esta forma de construção é responsável por criar as complexidades teóricas de maior dificuldade de serem captadas num modelo empírico, como destacado por Courgeau (2003).

Nesse sentido, os modelos multiníveis se apresentam como alternativa para a presunção de linearidade dos modelos de Mínimos Quadrados Ordinários (OLS), incorporando explicitamente a estrutura hierárquica dos dados. Portanto, esses modelos decompõem a variância em componentes de nível 1 (indivíduos) e nível 2 (grupos), conforme o seguinte esquema de equações:

$$\text{Nível 1} \quad Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (6.1)$$

$$\text{Nível 2} \quad \beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}W_j + \nu_{0j} \quad \& \quad \beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}W_j + \nu_{1j} \quad (6.2)$$

$$\text{Interações} \quad Y_{ij} = (\gamma_{00} + \gamma_{01}W_j + \nu_{0j}) + (\gamma_{10} + \gamma_{11}W_j + \nu_{1j})X_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (6.3)$$

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}X_{ij} + \gamma_{01}W_j + \gamma_{11}W_jX_{ij} + \nu_{0j} + \nu_{1j}X_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

No nível 1, cada grupo  $j$  tem seu próprio intercepto ( $\beta_{0j}$ ) e coeficiente ( $\beta_{1j}$ ) para a variável  $X_{ij}$ , permitindo heterogeneidade entre grupos. No nível 2, esses parâmetros variáveis são explicados por características grupais ( $W_j$ ) e efeitos aleatórios ( $u_{0j}$ ,  $u_{1j}$ ), que capturam variações não observadas entre grupos. Combinando os níveis, o modelo completo inclui efeitos fixos globais, interações de níveis e termos aleatórios, permitindo que interceptos e inclinações variem entre grupos. Além disso, a variância é decomposta ( $\sigma^2_{u0}$ ,  $\sigma^2_{u1}$ ,  $\sigma^2_\varepsilon$ ), calculando-se a correlação intraclasse (ICC) para avaliar a influência dos grupos. Quando o modelo inclui apenas um intercepto aleatório, o ICC ( $\rho$ ) é dado por  $\sigma^2_{u0}/(\sigma^2_{u0} + \sigma^2_\varepsilon)$ , indicando a proporção da variância explicada pelos grupos. No entanto, ao adicionar inclinações aleatórias, a variância total de  $Y_{ij}$  passa a depender também de  $\sigma^2_{u1}$  e do valor do preditor  $X_{ij}$ , ou seja:

$$\rho(x) = \frac{\sigma^2_{\mu_0} + X^2\sigma^2_{\mu_1}}{\sigma^2_{\mu_0} + X^2\sigma^2_{\mu_1} + \sigma^2_\varepsilon} \quad (7)$$

Portanto, enquanto o OLS assume independência entre observações e ignora correlações intraclasse (subestimando erros-padrão), o modelo multinível estima variâncias e covariâncias entre níveis, permitindo calcular correlações intraclasse. Além disso, os resíduos de nível superior são ajustados por shrinkage, puxando estimativas imprecisas para a média global, aumentando a precisão. Modelos multiníveis também permitem coeficientes aleatórios e incluem variáveis composicionais, enquanto o OLS trata todos os efeitos como fixos. Métodos de estimação multinível consideram a estrutura de covariância complexa, ao contrário do OLS, que produz inferências enviesadas em dados hierárquicos (Goldstein, 2011).

Entretanto, a inadequação do método OLS ao usar dados hierárquicos pode ser verificada testando se as variâncias dos termos aleatórios  $\nu_{0j}$  e  $\varepsilon$  são estatisticamente diferentes de zero (Fávero; Belfiore, 2017). Caso a hipótese se confirme, os modelos de OLS não são

adequados, pois ignoram a estrutura hierárquica dos dados e pressupõem independência entre observações e homogeneidade de variância. Além disso, o Teste da Razão de Verossimilhança (LRT) compara o modelo multinível (com termos aleatórios) com o modelo OLS, avaliando se a diferença nas log-verossimilhanças, medida por uma estatística qui-quadrado, é significativa para rejeitar o OLS em favor da estrutura hierárquica (Tabachnick; Fidell, 2007).

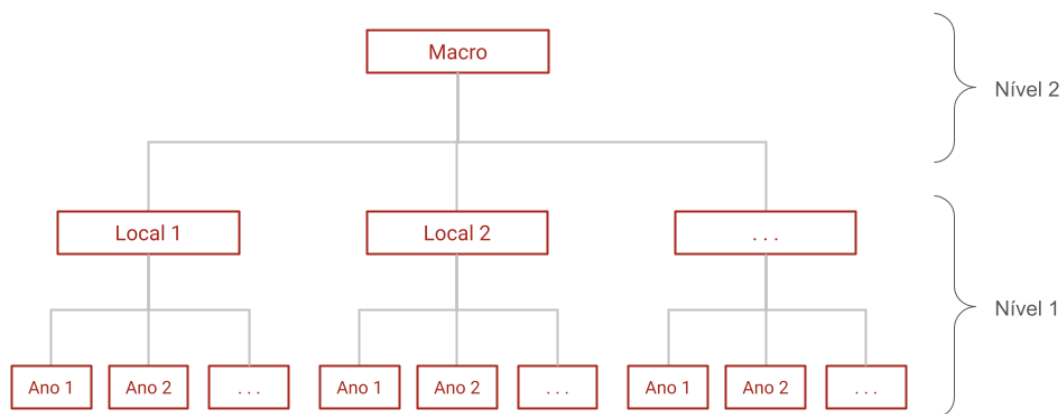
#### 4. Especificação do Modelo e dos Dados

No modelo proposto, consideramos que as variáveis macro representam o ambiente em que o setor bancário é influenciado distinguivelmente a realizar concessões de crédito agrícola *in loco*. Portanto, considerando a estrutura hierárquica dos modelos multiníveis (Figura 1), o nível 1 representa a relação de bancos locais com a concessão de crédito agrícola ao longo do tempo, enquanto o nível 2 retrata o ambiente macro que influencia a escolha desses agentes. Sendo que, localmente, os valores se referem ao setor bancário municipal, ao passo que no macro é agregado todo o sistema financeiro e econômico de um país. Além disso, os valores do primeiro nível são longitudinais, permitindo observar distintivamente como possíveis choques locais interferem na concessão de crédito ao longo do tempo. Por sua vez, os dados macro do segundo nível também variam ao longo do tempo, capturando choques internos e externos ao país.

No nível 1 estão variáveis que representam a relação direta dos bancos locais com os agricultores da região, como a motivação do financiamento (custeio ou investimento) e os custos de transação (contratos, disponibilidade e seguros). Por sua vez, no segundo nível estão o custo médio das operações de crédito no país e o spread gerado por novas operações, além de avaliar o comportamento de commodities agrícolas e do câmbio ponderado pela inflação de preços aos produtores agrícolas.

Os dados são majoritariamente provenientes do Banco Central do Brasil (BACEN), extraídos da Estatística Bancária Mensal por município, da Matriz de Dados de Crédito Rural e do Sistema Gerenciador de Séries Temporais. Outros dados, como seguros, foram obtidos do Ministério da Agricultura e Pecuária, enquanto o câmbio ponderado pela inflação foi extraído do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Os dados abrangem todos os 466 municípios da região centro-oeste do Brasil entre os anos de 2013 até 2021.

Figura 1. Hierarquia para um modelo de financiamento agrícola de dois níveis.



Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela 1. Taxonomia das variáveis.

Sigla	Variável
CTO	Custeio
INV	Investimento
CTR	Operações Contratuais de Crédito
AGC	Agências Financiadoras
SCT	Operações Contratuais de Seguro
CMC	Custo Médio de Operações de Crédito
SPD	Spread de Novas Operações Creditícias
CMD	Índice de Commodities Agrícolas
TCA	Taxa de Câmbio Agropecuário

Fonte: Elaborado pelos autores.

Primeiramente, descrever-se-á as variáveis a nível microeconômico que estão associadas à agricultura de larga escala e que podem influenciar a percepção de risco dos tomadores de crédito, ou seja, as variáveis associadas à escala produtiva da agricultura de grande porte que pode operar como uma autocontenção das próprias firmas agrícolas à tomada de crédito. A variável de custeio (CTO) é composta pela cesta de produtos de financiamento destinados à soja, milho, cana-de-açúcar, algodão, sorgo, capital de giro e aquisição de insumos. A escolha dessas culturas decorreu devido a região objeto de estudo, centro-oeste, apresentar a sua predominância. Enquanto que os investimentos (INV) são destinados a máquinas e equipamentos, capital de giro, melhoria e/ou proteção do solo, irrigação, aviação, tecnologia da informação e meio-ambiente. Neste sentido, qualquer ampliação nas variáveis de custeio ou investimento que se transforme em redução da contratação de crédito poderá ser interpretada como uma percepção de risco que transbordou para um comportamento de autocontenção da tomada de financiamento (aumento da preferência pela liquidez das firmas agrícolas ou efeito da sensibilidade à redução da liquidez patrimonial).

Em segundo lugar, serão descritas as variáveis de nível microeconômico que podem influenciar as percepções de risco dos fornecedores de crédito. Os contratos (CTR) são a quantidades de operações contratuais realizadas pelos bancos com os agricultores e a disponibilidade (AGC) é a quantidade de agências presentes no local. O seguro é dividido em quantidade de contratos (SCT) e o risco segurado (SRC). As variáveis dos contratos de crédito e do número de agências estão associadas aos riscos operacionais dos bancos. Se um aumento destas variáveis resultar em uma redução dos financiamentos, tem-se que o aumento da percepção dos riscos operacionais resultou em maior preferência pela liquidez do sistema bancário. As variáveis de seguro indicam o quanto os bancos percebem o risco das firmas agrícolas. Usualmente espera-se que quanto mais seguradas estiverem as unidades, maior a concessão de crédito. No entanto, variações positivas na contratação de seguros, podem indicar aumento da percepção de risco, o que elevaria a preferência pela liquidez dos bancos, reduzindo o volume de financiamento.

Estes dois blocos de variáveis de natureza microeconômica compõem a regressão dentro dos municípios (Equação 3).

$$FIN_{it} = \beta_1 ANO_{it} + \beta_2 CTO_{ijt} + \beta_3 INV_{ijt} + \beta_4 CTR_{it} + \beta_5 AGC_{it} + \beta_6 SCT_{it} + \beta_7 SCR_{it} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

O segundo bloco de variáveis compõem as variáveis de natureza macroeconômica que afetam as taxas de juros dos empréstimos e os retornos esperados das firmas e estão controladas em uma dispersão aleatória nas unidades da amostra. O custo médio das operações de crédito (CMC) é o valor médio das despesas com empréstimos, financiamentos e arrendamento mercantil realizados pelas instituições financeiras do país, incluindo todas as

operações em aberto no ativo circulante. O spread (SPD) é a diferença entre a taxa de juros média dos novos empréstimos contratados e o custo médio de captação de recursos pelas instituições financeiras no período. O índice de commodities (CMD) reflete as flutuações nos preços internacionais de produtos que têm impacto direto na economia nacional e nos preços ao consumidor. A taxa de câmbio agropecuário (TCA) é uma média ponderada das taxas de câmbio reais bilaterais do Brasil com 23 parceiros comerciais, considerando o valor da moeda e os índices de preços do produtor relacionado à produção agropecuária, sendo ajustada para cada país. O custo médio das operações de crédito e spread bancário compõem as variáveis de agregação do sistema financeiro que afetarão a taxa de juros dos empréstimos e por consequência o volume demandado por financiamento. Já o preço das commodities e a taxa de câmbio agropecuário afetam os preços finais da produção agrícola, impactando nas taxas de retorno esperadas, o que também têm seu impacto sobre a demanda por crédito.

Essas variáveis compõem a regressão entre os municípios (Equação 4).

$$FIN_{0i} = \gamma_1 ANO_i + \gamma_2 CMC_i + \gamma_3 SPD_i + \gamma_4 CMD_i + \gamma_5 TCA_i + r_i \quad (9)$$

As regressões anteriores não requerem uma constante, porque, estruturalmente, o financiamento agrícola (FIN) é zero quando todas as variáveis explicativas são zero. Ou seja, se não há operações contratuais ( $CTR = 0$ ), nenhuma agência bancária ( $AGC = 0$ ) e nenhum investimento ( $INV = 0$ ), então não há financiamento disponível, tornando o intercepto irrelevante. Isso sugere que o financiamento é totalmente explicado pelos fatores incluídos no modelo, e quando esses fatores estão ausentes, o financiamento também naturalmente desaparece. Esse comportamento faz sentido em fenômenos onde a variável dependente depende exclusivamente da presença de certos fatores econômicos, operacionais ou estruturais, sem um efeito base independente.

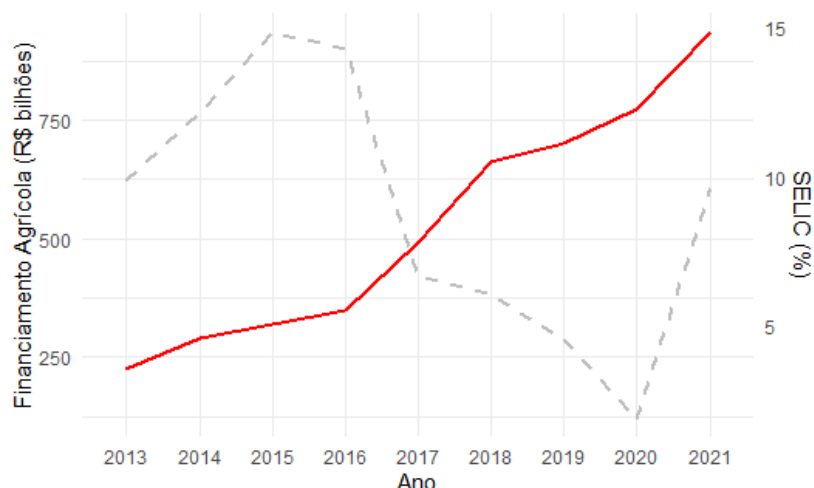
Reordenando as equações 3 e 4 em uma única regressão temos que:

$$FIN_{it} = \beta_1 ANO_{it} + \beta_2 CTO_{ijt} + \beta_3 INV_{ijt} + \beta_4 CTR_{it} + \beta_5 AGC_{it} + \beta_6 SCT_{it} + \beta_7 SCR_{it} + \gamma_1 ANO_i + \gamma_2 CMC_i + \gamma_3 SPD_i + \gamma_4 CMD_i + \gamma_5 TCA_i + r_i + \varepsilon \quad (10)$$

## 5. Análise de Resultados

A figura 2 mostra a evolução do financiamento agrícola em bilhões de reais (linha vermelha, eixo à esquerda) e da Taxa Selic em porcentagem ao ano (linha cinza tracejada, eixo à direita) entre 2013 e 2021. O financiamento agrícola cresceu de forma quase constante ao longo do período, passando de cerca de R\$200 bilhões para quase R\$900 bilhões em 2021, com destaque para um aumento mais acelerado a partir de 2015 e um salto significativo em 2020–2021. Já a Selic sobe até cerca de 14% em 2015–2016, depois cai de forma consistente até aproximadamente 2% em 2020 e volta a subir em 2021, evidenciando uma curva em formato de U invertido que, apesar de influenciar o custo do crédito, não impediu o crescimento contínuo do volume financiado no setor agrícola. Ainda assim, os dados apresentaram uma correlação negativa de -0,64, indicando que uma redução da taxa SELIC estaria representando um aumento do volume financiado no período avaliado.

Figura 2. Financiamento Agrícola vs. SELIC entre 2013 até 2021.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados da regressão da Tabela 2 indicam que o crédito agrícola na região Centro-Oeste é influenciado de forma heterogênea pelas variáveis analisadas. Valores positivos dos regressores indicam que aumento de custo, valores investidos e etc. representaram um aumento do crédito contratado, indicando que não houve restrição ou autorrestrição de financiamento. Por outro lado, valores negativos significam alguma forma de autorrestrição do financiamento.

O resultado apresenta destaque para o custeio da soja (CTO Soja), que exhibe coeficiente positivo e altamente significativo em ambos os modelos, reforçando seu papel central na dinâmica do crédito. Já o investimento em máquinas e equipamentos mantém impacto positivo, porém com magnitude reduzida no modelo com dummies, sugerindo que parte de seu efeito é mediado por características municipais. A inclusão das dummies revela mudanças relevantes: variáveis como CTO Cana-de-açúcar e INV Capital de Giro perdem significância ou invertem tendência. Por sua vez, a quantidade de agências financiadoras (AGC) passa de positiva para fortemente negativa, possivelmente indicando que, ao controlar por fatores municipais, regiões com mais agências enfrentam outras limitações (como saturação ou riscos). O ajuste do modelo melhora substancialmente com as dummies ( $R^2$  Ajustado maior e AIC menor), evidenciando que características locais ajudam explicar a variação do crédito. Isso ressalta a importância de políticas diferenciadas por município, considerando particularidades como infraestrutura, riscos e a presença de seguros agrícolas.

Tabela 2. Resultados para estimação por OLS somente para efeitos fixos.

Coeficiente	Modelo com Soja		Modelo com Milho	
	Simples	Com dummies	Simples	Com dummies
CTO Soja	0.218***	0.241***	-	-
CTO Milho	-	-	0.237***	0.229***
CTO Cana-de-açúcar	0.036***	-0.0006	0.039***	0.0004
CTO Algodão	-0.017*	0.002	-0.006	0.004
CTO Sorgo	0.026***	-0.0008	0.036***	-0.0007
CTO Capital de Giro	-0.002	-0.002	-0.003	-0.004
CTO Aqui. Insumos	0.002	-0.006	0.003	-0.009
INV Maq. e Equip.	0.213***	0.067***	0.184***	0.0467**
INV Capital de Giro	-0.001	-0.029***	0.002	-0.027***
INV Solo	-0.021	0.016*	-0.015	0.004
INV Irrigação	-0.015*	-0.009	-0.014	-0.005
INV Aviação	-0.004	0.004	-0.009	0.001

INV TI	-0.030***	-0.003	-0.032***	-0.005
INV Verde	-0.005	-0.005	-0.004	-0.005
CTR	-0.117***	-0.100***	-0.082***	-0.015
AGC	0.807***	-2.190***	0.801***	-2.232***
SCT	0.069***	0.057***	0.036**	0.040***
SRC	0.009	0.009	0.005	0.011
R <sup>2</sup> Ajustado	0.790	0.918	0.794	0.919
Log-Likelihood	-2666.7	-447.3	-2631.9	-419.7
AIC	5369.4	1864.6	5299.9	1809.4

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: O resultado foi dividido em duas culturas de custeio financiado, pois as mesmas são altamente correlacionadas, acarretando multicolinearidade verificada por VIF; As dummies são os municípios; Os valores foram normalizados pelo desvio padrão para melhor interpretação; \* significante em <5%; \*\* significante em <1%; \*\*\* significante em <0,1%.

A comparação entre os modelos com soja e milho evidencia que o custeio (CTO) de ambas as culturas impacta positivamente o crédito, com a soja apresentando coeficiente um pouco maior. O investimento em máquinas (INV Maq. e Equip.) tem redução mais acentuada no milho com dummies, indicando maior influência de fatores locais. Em ambos, a presença de agências financiadoras (AGC) inverte de positiva para fortemente negativa ao considerar dummies, de tal forma que um maior volume de concorrência bancária reduz o volume de financiamento concedido. O resultado pode ser contra intuitivo, mas é lógico dado as características especiais da agricultura de alta escala. Os contratos de crédito para agricultura de alta escala demandam valores concedidos mais elevados por contrato, fazendo com que os ofertantes de crédito também prefiram atuar em escala, fazendo com que regiões com menos agências emprestem volumes maiores do que regiões com mais agências. O modelo com milho tem ajuste marginalmente superior, enquanto seguros agrícolas (SCT) mantêm relevância e o risco segurado (SRC) permanece não significativo.

Entretanto, a inserção de dummies de grupo (como municípios) controla apenas efeitos fixos não observáveis específicos de cada grupo, mas não permite distinguir se as diferenças na variável dependente surgem de características observáveis ou não observáveis (Rabe-Hesketh; Skrondal, 2008). Portanto, modelos hierárquicos como os multiníveis podem preencher essa lacuna ao considerar as diferenças em diferentes níveis. Sua adequação pode ser testada pelas variâncias dos termos aleatórios de um modelo multinível nulo (Tabela 3). Os resultados mostram que as variâncias  $\text{Var}(v_{oj})$  e  $\text{Var}(\varepsilon)$  são estatisticamente diferentes de zero, indicando a presença de variabilidade significativa tanto no nível individual quanto no nível dos grupos. Isso viola os pressupostos do OLS de independência entre observações e homogeneidade de variância, já que os dados possuem estrutura hierárquica com dependência intragrupos. Ignorar essa estrutura levaria a estimativas viesadas e erros padrão incorretos, reforçando a necessidade de modelos multinível, que capturam explicitamente a variação em diferentes níveis e garantam inferências mais robustas.

Tabela 3. Testar as variâncias dos termos aleatórios de um modelo multinível nulo.

Componente	Variância	Erro padrão	Teste Z	P-valor
$\text{Var}(v_{oj})$	0.872	0.057	15.229	0.000
$\text{Var}(\varepsilon)$	0.129	0.002	43.221	0.000

Fonte: elaborado pelos autores.

Além disso, o LRT da Tabela 4 compara o modelo multinível (com termos aleatórios) ao modelo OLS, evidenciando uma diferença significativa. A log-verossimilhança do modelo multinível é consideravelmente maior (menos negativa) que a do OLS, indicando melhor ajuste aos dados. A estatística qui-quadrado confirma que a inclusão de termos aleatórios no modelo multinível melhora significativamente a explicação da variabilidade hierárquica dos

dados. Isso rejeita a adequação do OLS, que ignora a dependência intragrupos e a heterogeneidade entre níveis, reforçando a necessidade de modelos multiníveis para análises robustas em estruturas hierárquicas.

Tabela 4. LRT entre um modelo nulo OLS e multinível.

Método	Log-Likelihood	$\chi^2$	P-valor
OLS	-5963.3	6671.7	0.000
Multinível	-2627.5		

Fonte: elaborado pelos autores.

O modelo multinível (Tabela 5) para crédito agrícola com soja evidencia que os efeitos fixos mais relevantes são o custeio da soja e o investimento em máquinas, ambos positivos e significativos, indicando que essas variáveis impulsionam o crédito. Destaca-se também o impacto negativo do capital de giro e do investimento verde, sugerindo que esses fatores são vistos como risco. A presença de agências financiadoras tem forte influência positiva, reforçando seu papel na ampliação do acesso. Nos efeitos aleatórios, as variâncias do custo médio das operações, do spread e da taxa de câmbio agropecuária indicam que fatores como despesas financeiras, margens de lucro das instituições e flutuações cambiais variam significativamente entre grupos, impactando heterogeneamente o crédito. Já o índice de commodities tem menor variância, refletindo menor influência aleatória. O ajuste do modelo é robusto, confirmando que a estrutura multinível captura adequadamente a interdependência entre níveis e a variabilidade contextual, essencial para políticas creditícias adaptadas a realidades locais e setoriais. Por sua vez, o modelo com milho difere significativamente da soja: o custeio dessa cultura tem maior impacto, enquanto o investimento em máquinas, relevante para a soja, é residual no milho, apontando para diferenças estruturais na dependência de capital fixo. Capital de giro e investimento verde afetam mais negativamente o modelo com milho, sinalizando maior sensibilidade a riscos operacionais e ambientais. Outro ponto relevante é o seguro agrícola, que diminui a demanda de crédito para o milho, mas não para a soja. Essa dinâmica evidencia uma troca estratégica entre ferramentas de gerenciamento de risco e financiamento, já que, no caso da soja, o crédito mantém-se prioritário para investimentos produtivos. Apesar do menor Log-Likelihood, o modelo do milho apresenta melhor ajuste. Fatores macroeconômicos influenciam ambos similarmente.

Tabela 5. Resultado para estimação multinível.

Efeitos Fixos	Modelo com Soja		Modelo com Milho	
	Coefficiente	Erro Padrão	Coefficiente	Erro Padrão
CTO Soja	0.1540***	0.0119	-	-
CTO Milho	-	-	0.1753***	0.0117
CTO Cana-de-açúcar	0.0009	0.0034	0.0024	0.0034
CTO Algodão	-0.0007	0.0052	0.0009	0.0052
CTO Sorgo	0.0194***	0.0045	0.0104*	0.0046
CTO Capital de Giro	-0.0052*	0.0023	-0.0060**	0.0022
CTO Aqui. Insumos	-0.0033	0.0039	-0.0064	0.0038
INV Maq. e Equip.	0.0314***	0.0093	0.0529***	0.0088
INV Capital de Giro	-0.0099***	0.0026	-0.0089***	0.0025
INV Solo	0.0111*	0.0045	0.0066*	0.0045
INV Irrigação	-0.0017	0.0038	-0.0016	0.0039
INV Aviação	0.0037	0.0031	0.0006	0.0031
INV TI	-0.0036	0.0032	-0.0057	0.0032
INV Verde	-0.0047*	0.0023	-0.0039**	0.0023
CTR	-0.0229*	0.0113	0.009	0.0102

AGC	0.4826***	0.0120	0.438***	0.0120
SCT	0.0014	0.0057	-0.016**	0.0056
SRC	-0.0042	0.0037	-0.003	0.0036
Efeitos Aleatórios	$\sigma^2$		$\sigma^2$	
Ano	0.0002		0.0002	
CMC	0.2144		0.2160	
SPD	0.1283		0.1225	
CMD	0.0419		0.0483	
TCA	0.1980		0.1946	
<i>r</i>	0.1300		0.1270	
Log-Likelihood	437.92		452.81	
AIC	-809.85		-839.63	

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: O resultado foi dividido em duas culturas de custeio financiado, pois as mesmas são altamente correlacionadas, acarretando multicolinearidade verificada por VIF; Os valores foram normalizados pelo desvio padrão para melhor interpretação; \* significante em <5%; \*\* significante em <1%; \*\*\* significante em <0,1%.

Os resultados do modelo multinível revelam que as variáveis CTO Capital de Giro, INV Capital de Giro e INV Verde exercem impacto negativo no financiamento agrícola, tanto para a soja quanto para o milho, sinalizando seu papel crítico na definição de restrições creditícias. O custo e o investimento em capital de giro estão associados aos riscos inerentes à agricultura em larga escala (Buainain et al., 2014), levando a uma auto-restrição por parte das empresas, que priorizam a liquidez para mitigar incertezas operacionais (Barry e Robison, 2001). Já os investimentos verdes são percebidos como riscos tecnológicos, devido à necessidade de adoção de novas práticas e tecnologias, o que pode desencadear tanto limitações autoimpostas pelas empresas quanto restrições externas pelo sistema financeiro. Neste último caso, instituições bancárias enxergam a transição para modelos sustentáveis como potencialmente instáveis, ampliando a aversão ao risco (Semieniuk et al., 2021). Assim, as restrições de crédito emergem de dois mecanismos: a precaução das firmas agrícolas em manter liquidez e a avaliação conservadora dos bancos frente a investimentos que desafiam padrões tradicionais, como os vinculados à sustentabilidade.

## 5. Implicações de Política Econômica

O atual desenho institucional da política agrícola permanece centrado na concessão de crédito subsidiado à agricultura (Buainain, et al., 2013). No entanto, a demanda de financiamento da agricultura de larga escala é muito maior, exigindo um custo fiscal cada vez mais elevado. Pelos resultados apresentados na seção anterior, nota-se que a necessidade de capital de giro já atua como o limitador para a concessão de crédito, atuando como uma auto imposição de restrição de financiamento por parte das firmas agrícolas. Isto significa que as elevadas taxas de juros ou exigências colaterais muito significativas podem estar atuando como limitadores do crédito de curto prazo.

Neste sentido, dada a dificuldade estrutural de redução da taxa de juros básica da economia brasileira, e o custo fiscal do crédito subsidiado, uma melhor regulamentação da exigência de colaterais pode contribuir para reduzir a preferência pela liquidez das firmas agrícolas. Muitas firmas agrícolas já demandam crédito fora do sistema bancário tradicional, recorrendo a holdings e tradings financeiras, uma vez que elas aceitam a produção futura como colateral do crédito fornecido, ou pelo fornecimento direto de insumos. Estas operações são denominadas de Barter. Bancos tradicionais têm mais restrição nessas operações devido aos riscos envolvidos em aceitar um produto ainda inexistente como colateral. No entanto, regulamentar e estimular mecanismos de comercialização de riscos nos mercados de derivativos é uma possibilidade viável para expandir estas operações.

Já a restrição de financiamento pelo investimento verde demonstra um dos focos da transição verde no Brasil. A transição verde em países desenvolvidos está associada a mudanças na matriz energética, na qual a descarbonização das economias está diretamente relacionada ao menor uso de petróleo, carvão e outros emissores de carbono. Por outro lado, países em desenvolvimento como o Brasil, não têm uma matriz energética concentrada em carbono, mas suas emissões de carbono estão relacionadas à produção e/ou extração de commodities.

Isto se transforma na necessidade de desenvolver no Brasil um mercado de financiamento verde que passa por incentivos à emissão de títulos verdes, facilitação de mecanismos de securitização de crédito verde e melhorar a comercialização dos riscos, estimulando e desenvolvendo nos mercados de derivativos melhores formas de negociação destes riscos como Credit Default Swaps específicos para estes títulos e/ou estas formas de crédito (Campiglio, 2016; Dafermos; Nikolaidi; Galanis, 2018). Porém, estes mecanismos devem levar em consideração o setor agrícola brasileiro, que será central para alcançar as metas de transição para uma economia de baixo carbono.

Neste sentido, o mercado de financiamento da agricultura praticamente não possui um mercado de títulos de dívida nem mecanismos específicos para a comercialização de riscos, fora cobertura de riscos de variação dos preços das commodities ou da taxa de câmbio, embora possua um mercado bastante significativo de securitização de crédito agrícola. Assim, políticas de financiamento verde, como diferencial tributário entre modalidades verdes e tradicionais, taxas de juros diferenciadas estabelecidas pelos bancos centrais para a captação de recursos voltados a empréstimos verdes (Campiglio, 2016), voltadas setorialmente para o crédito agrícola securitizado podem contribuir de imediato para a expansão do financiamento verde da agricultura.

## **6. Conclusão**

O presente trabalho mostrou que riscos específicos da agricultura de larga escala, com foco no Centro-Oeste brasileiro, acabam por afetar a preferência pela liquidez de bancos e firmas agrícolas, mesmo num contexto de uso intenso de crédito subsidiado, exigindo um redesenho da política agrícola em favor da expansão de mecanismos de financiamento privado. Portanto, este trabalho inovou ao demonstrar que os riscos inerentes à agricultura de larga escala exigem um enfoque teórico distinto, integrando a percepção de risco à preferência pela liquidez tanto dos tomadores (firmas agrícolas) quanto dos concedentes de crédito (bancos). Ao contrário das abordagens tradicionais, que tratam a liquidez como um atributo secundário ou exógeno, evidenciou-se que a aversão ao risco específico do setor agrícola — como volatilidade de preços, intempéries, riscos tecnológicos e ambientais — molda decisões de alocação de recursos, restringindo a demanda e a oferta de crédito. As firmas agrícolas, por exemplo, auto-controlam seu endividamento para preservar liquidez diante de incertezas, enquanto os bancos elevam exigências de colaterais e taxas de juros, refletindo uma preferência pela liquidez ampliada pela assimetria informacional.

A principal inovação metodológica deste estudo reside na aplicação de um painel multinível para analisar os determinantes do crédito agrícola, superando as limitações de modelos tradicionais de regressão que ignoram a estrutura hierárquica dos dados. Ao integrar variáveis macroeconômicas (como custo médio do crédito, spread bancário e câmbio) e microeconômicas (custos de transação, investimentos e custeio) em um único modelo, o método permitiu capturar a interdependência entre fatores sistêmicos e decisões locais, controlando efeitos fixos municipais e temporais. Essa abordagem revelou como variações contextuais (ex.: concentração de agências bancárias) e choques macro (ex.: volatilidade cambiais) interagem para moldar a concessão de crédito, evitando armadilhas como a falácia ecológica. Além disso, ao decompor a variância em componentes individuais e grupais, o

modelo identificou que 20% da dispersão do financiamento agrícola é explicada por características municipais, reforçando a necessidade de políticas diferenciadas por localidade.

O estudo evidenciou que, no Centro-Oeste brasileiro, variáveis como capital de giro e investimentos verdes remodelam a percepção de risco tanto de tomadores quanto de credores, atuando como elementos centrais na restrição ao financiamento. Diante disso, políticas públicas centradas apenas em crédito subsidiado revelam-se limitadas para enfrentar os riscos estruturais do setor, além de onerarem significativamente o orçamento público. Surge, portanto, a necessidade de promover mecanismos inovadores de crédito privado, sustentados por três pilares: (i) reformas regulatórias que flexibilizem o uso da produção futura como garantia em operações financeiras; (ii) desenvolvimento de mercados de derivativos especializados em hedge de riscos agrícolas (como oscilações climáticas e de preços); e (iii) estímulo a um mercado de financiamento verde segmentado, capaz de integrar práticas sustentáveis à gestão de riscos, assegurando competitividade e resiliência ao agronegócio.

Novos estudos são essenciais para compreender as particularidades regionais em diferentes contextos. O modelo empírico utilizado neste trabalho focou no Centro-Oeste brasileiro, região marcada pela predominância da agricultura extensiva. Contudo, em outras áreas do país, os fatores determinantes das limitações ao crédito podem (e devem) divergir significativamente, demandando a construção de políticas públicas mais sofisticadas e adaptadas. Embora complexa, essa abordagem permitiria uma análise mais precisa e abrangente da dinâmica agrícola nacional, garantindo soluções alinhadas às múltiplas realidades do setor.

## 7. Referências

- BARRY, Peter J.; ROBISON, Lindon J. Chapter 10 Agricultural finance: Credit, credit constraints, and consequences. In: HANDBOOK OF AGRICULTURAL ECONOMICS. [S. l.]: Elsevier, 2001. (Agricultural Production). v. 1, p. 513–571. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574007201100137>. Acesso em: 18 mar. 2025.
- BOUCHER, Stephen R.; CARTER, Michael R.; GUIRKINGER, Catherine. Risk Rationing and Wealth Effects in Credit Markets: Theory and Implications for Agricultural Development. *American Journal of Agricultural Economics*, [s. l.], v. 90, n. 2, p. 409–423, 2008.
- BRAVERMAN, Avishay; GUASCH, J. Luis. Rural credit markets and institutions in developing countries: Lessons for policy analysis from practice and modern theory. *World Development*, [s. l.], v. 14, n. 10, p. 1253–1267, 1986.
- BUAINAIN, Antônio Márcio et al. O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. [S. l.]: Brasília, DF: Embrapa, 2014., 2014. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/994073>. Acesso em: 19 mar. 2025.
- CAMPIGLIO, Emanuele. Beyond carbon pricing: The role of banking and monetary policy in financing the transition to a low-carbon economy. *Ecological Economics*, [s. l.], v. 121, p. 220–230, 2016.
- CARDIM DE CARVALHO, Fernando J. On Banks Liquidity Preference. In: CARDIM DE CARVALHO, Fernando J. On the nature and role of financial systems in Keynes's entrepreneurial economies. *Journal of Post Keynesian Economics*, [s. l.], v. 39, n. 3, p. 287–307, 2016.
- COURGEAU, Daniel. Methodology and epistemology of multilevel analysis: approaches from different social sciences. Vol. 1. Springer Science & Business Media, 2003.
- DAFERMOS, Yannis; NIKOLAIDI, Maria; GALANIS, Giorgos. Climate Change, Financial Stability and Monetary Policy. *Ecological Economics*, [s. l.], v. 152, p. 219–234, 2018.
- DAVIDSON, Paul; KREGEL, J A (org.). Full Employment and Price Stability in a Global Economy. 1. ed. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 1999.

FAMA, Eugene F. Banking in the Theory of Finance. *Journal of Monetary Economics*, [s. l.], v. 6, p. 39–57, 1980.

FÁVERO, Luiz Paulo Lopes; BELFIORE, Patrícia Prado. *Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com excel, SPSS e stata*. Rio de Janeiro: Elsevier. 2017.

FORNAZIER, Armando;; VIEIRA FILHO, José E. R.; *Heterogeneidade Estrutural na Produção Agropecuária: uma comparação da produtividade total dos fatores no Brasil e nos Estados Unidos*. Brasília, 2013.

GREENWALD, B. C.; STIGLITZ, J. E. Financial Market Imperfections and Business Cycles. *The Quarterly Journal of Economics*, [s. l.], v. 108, n. 1, p. 77–114, 1993.

GODLEY, Wynne. Money and credit in a Keynesian model of income determination. *Cambridge Journal of Economics*, [s. l.], v. 23, n. 4, p. 393–411, 1999.

GOLDSTEIN, Harvey. *Multilevel statistical models*. John Wiley & Sons, 2011.

GURLEY, J; SHAW, E. Financial {A}spects of {E}conomic {D}evelopment. *American Economic Review*, [s. l.], v. 45, n. 4, p. 515–538, 1955.

GURLEY, John G.; SHAW, Edward S. Financial Intermediaries and the Saving-Investment Process. *The Journal of Finance*, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 257–276, 1956.

HOFF, Karla; STIGLITZ, Joseph E. Introduction: Imperfect Information and Rural Credit Markets: Puzzles and Policy Perspectives. *The World Bank Economic Review*, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 235–250, 1990.

MINSKY, H.P. *Stabilizing an Unstable Economy*. [S. l.]: Yale University Press, 1986. (Twentieth Century Fund report). Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=MmGtHAAACAAJ>.

MODIGLIANI, Franco; MILLER, Merton. The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment. *The American Economic Review*, [s. l.], v. 48, n. 3, p. 261–297, 1958.

NIKOLAIDI, Maria; STOCKHAMMER, Engelbert. MINSKY MODELS: A STRUCTURED SURVEY: MINSKY MODELS: A STRUCTURED SURVEY. *Journal of Economic Surveys*, [s. l.], v. 31, n. 5, p. 1304–1331, 2017.

POSSAS, Mario Luiz; SALLES-FILHO, Sergio; SILVEIRA, José Maria Da. An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: Some preliminary remarks. *Research Policy*, [s. l.], v. 25, n. 6, p. 933–945, 1996.

RABE-HESKETH, Sophia; SKRONDAL, Anders. *Multilevel and longitudinal modeling using Stata*. STATA press, 2008.

SEMIENIUK, Gregor et al. Low-carbon transition risks for finance. *WIREs Climate Change*, [s. l.], v. 12, n. 1, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wcc.678>. Acesso em: 1 ago. 2023.

STIGLITZ, Joseph E.; WEISS, Andrew. Credit Rationing in Markets with Imperfect Information. *The American Economic Review*, [s. l.], v. 71, n. 3, p. 393–410, 1981.

TABACHNICK, B. G.; FIDELL, L. S. *Using multivariate statistics*. Alyn and Bacon. 2007.

TOBIN, J. Liquidity Preference as Behavior Towards Risk. *The Review of Economic Studies*, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 65, 1958.

TOBIN, James. A General Equilibrium Approach To Monetary Theory. *Journal of Money, Credit and Banking*, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 15–29, 1969.

TOBIN, James. Money and Finance in the Macroeconomic Process. *Journal of Money, Credit and Banking*, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 171–204, 1982.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; SILVEIRA, José Maria Da. Competências organizacionais , trajetória tecnológica e aprendizado local na agricultura : o paradoxo de rebisch. *Economia e Sociedade*, [s. l.], v. 3, n. December, p. 599–630, 2016.