

ACESSO AO CRÉDITO ABC E RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS EM MINAS GERAIS: UMA ANÁLISE DA CORRELAÇÃO ENTRE AS ESTRUTURAS PRODUTIVAS E PRODUTIVIDADE

*Access to ABC Credit and Pasture Recovery in Minas Gerais: An Analysis of the
Correlation Between Productive Structures and Productivity*

Kaique Henrique da Rosa Silva

Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Uberlândia, MG, Brasil

Bruno Benzaquen Perosa

Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Uberlândia, MG, Brasil

GT 04 - Meio ambiente, agroecologia, sustentabilidade e mudanças climáticas.

Resumo: A recuperação de pastagens é essencial para a sustentabilidade da pecuária, uma vez que a degradação reduz a matéria orgânica do solo, a cobertura vegetal e a qualidade nutricional das forragens. O manejo inadequado compromete o vigor produtivo e eleva as emissões de gases de efeito estufa. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo compreender se as estruturas produtivas das mesorregiões de Minas Gerais apresentam correlação com a contratação de crédito para recuperação de pastagens e com os níveis de produtividade. Por estruturas produtivas o estudo se refere ao conjunto de instituições, organizações e serviços que dão suporte ao processo produtivo agropecuário, incluindo instituições financeiras, revendas de insumos, cooperativas agrícolas e serviços de assistência técnica e extensão rural que se encontram distribuídos de forma heterogênea nas mesorregiões de Minas Gerais. Para tanto, utiliza-se o coeficiente de correlação de Spearman, método não paramétrico que mensura através de postos as associações entre as variáveis. Os resultados indicam que as estruturas produtivas não apresentaram correlação com o crédito para recuperação de pastagens, com as mesorregiões mais estruturadas tendo tomado menos recursos em média. Por outro lado, identifica-se uma correlação positiva entre estruturas produtivas e produtividade, com mesorregiões mais estruturadas registrando um maior número de animais por hectare.

Palavras-chave: Agricultura de Baixo Carbono; Recuperação de Pastagem; Crédito Rural; Sustentabilidade.

Abstract: Pasture recovery is essential for the sustainability of livestock farming, since manipulation reduces soil organic matter, vegetation cover, and the nutritional quality of forages. Inadequate management compromises productive vigor and increases greenhouse gas emissions. In this sense, this work aims to understand whether the productive structures of the mesoregions of Minas Gerais show correlations with the contracting of credit for pasture recovery and with productivity levels. By productive structures, the study refers to the set of institutions, organizations, and services that support the agricultural production process, including financial institutions, input resellers, agricultural cooperatives, and technical assistance and rural extension services that are heterogeneously distributed across the mesoregions of Minas Gerais. To this end, Spearman's splendor coefficient is used, a non-parametric method that measures the associations between variables through positions. The results indicate that the productive structures were not correlated with credit for pasture recovery, with the more structured mesoregions having used fewer resources on average. On the other hand, a positive correlation is identified between productive structures and productivity, with more structured mesoregions registering a higher number of animals per hectare.

Keywords: Low Carbon Agriculture; Pasture Recovery; Rural Credit; Sustainability.

1. Introdução

Nos últimos anos vem se observando uma maior ocorrência de eventos climáticos extremos, resultantes sobretudo da elevada concentração de Gases Causadores de Efeito Estufa (GEEs) na atmosfera (Silva et al, 2023). A imprevisibilidade desses fenômenos tem preocupado

cientistas e governantes, que trabalham no desenvolvimento de ações que estejam alinhados com a redução das emissões e a preservação do meio ambiente.

Nesse sentido, a Agricultura de Baixa Emissão de Carbono se apresenta como um conjunto de técnicas capazes de reduzir substancialmente os lançamentos de GEEs do setor Agropecuário, que no Brasil em conjunto ao setor de Mudanças do Uso da Terra e Florestas (MUTF) é responsável por cerca de dois terços do total das emissões (Observatório Do Clima, 2024).

As técnicas ligadas a agricultura sustentável vem ganhando notoriedade ao passo que as exigências provenientes de parceiros comerciais e consumidores conscientes se acentuam. É seguindo essa perspectiva que o governo brasileiro tem trabalhado no desenvolvimento de novas tecnologias orientada para uma agropecuária mais sustentável. Como o caso do plano setorial de mitigação e de adaptação as mudanças climáticas com o objetivo de consolidar o Brasil como uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura, também conhecido como Plano ABC. O plano foi implementado com o objetivo de diminuir os lançamentos de GEEs na atmosfera, reafirmando o compromisso brasileiro assumido na 15^a Conferência das Partes (COP15) ocorrida em Copenhague, no ano de 2009.

A adoção de técnicas ABC por parte dos produtores rurais tem contribuído para elevação da produtividade dentro das fazendas, assim como a diminuição das emissões brasileiras de GEEs (Hungria et al, 2013). Procedimentos como a Recuperação de Pastagens Degradadas (RPD) tem ampliado a retenção de carbono no solo, bem como o número de animais por hectare, reduzindo a pressão por novas áreas de pastagens e elevando a lucratividade dentro das propriedades (Embrapa, 2018).

Nesse sentido, o presente estudo buscou responder a seguinte pergunta de pesquisa: como as estruturas produtivas (instituições financeiras, revendas de insumos, cooperativas agrícolas, assistência técnica e extensão rural estatal) se correlacionam com o acesso ao crédito para recuperação de pastagens e com os distintos patamares de produtividade entre as mesorregiões de Minas Gerais?

Partindo do objetivo de averiguar essas possíveis associações entre as estruturas produtivas, bem como o perfil das propriedades que acessaram esse tipo de crédito, serão verificadas as seguintes hipóteses: i) As estruturas produtivas das mesorregiões exercem influência na tomada de recursos. Mesorregiões com maior acesso a bancos, revendas e cooperativas possuem maior disponibilidade de assistência técnica e suporte privado, o que estimula a contratação de crédito RPD. ii) As estruturas produtivas das mesorregiões também

exercem influência na produtividade. Mesorregiões com estruturas produtivas mais desenvolvidas estimulam a profissionalização dos produtores e possuem um número maior de animais por hectare.

O objetivo geral do trabalho é compreender se as estruturas produtivas das mesorregiões de Minas Gerais estão correlacionados com a contratação de recursos para recuperação de pastagens e com o nível de produtividade das propriedades. Para tal, o trabalho procura mensurar o grau de correlação entre essas estruturas e compreender melhor o perfil das propriedades que acessaram esse tipo de crédito.

Nesse sentido, a pesquisa se torna relevante do ponto de vista científico ao analisar de forma exploratória a associação entre as estruturas produtivas com o acesso ao crédito e seus níveis de produtividade. O reconhecimento desses fatores é importante para reformular as atuais e futuras linhas de crédito voltadas a sustentabilidade, de modo a maximizar a implementação de técnicas de agricultura de baixa emissão de carbono, acelerar o processo de transição rumo a agropecuária mais responsável e garantir a melhor utilização dos recursos públicos. A pesquisa também se justifica do ponto de vista social, ao contribuir para o desenvolvimento de mecanismos que reduzam o nível de emissões de GEEs do Brasil, colaborando para atenuar as consequências das mudanças climáticas e cooperando para preservação do meio ambiente.

O trabalho está dividido em cinco seções, além desta introdução. A segunda seção realiza uma revisão bibliográfica sobre a modernização da agricultura no Brasil. A terceira apresenta a metodologia empregada na análise empírica. Na quarta foram apresentados e discutidos os resultados. Por fim, foram apresentadas as considerações finais do estudo.

2. Modernização da Agricultura e Revolução Verde

O termo “modernização da agricultura” denomina uma procura contínua pela melhoria da produção, utilizando-se principalmente de tecnologia para auferir ganhos de eficiência e produtividade no meio rural (Silva, 2008). Após a segunda guerra mundial, com grande parte da Europa devastada, a modernização e o desenvolvimento de novos métodos de produção agrícola ganharam protagonismo.

As inovações trazidas pela modernização podem ser divididas em três partes, sendo elas: mecânicas, biológicas e físico-químicas. Para Delgado (1985), as inovações mecânicas vieram com o objetivo de poupar trabalho e aumentar o ritmo da produção. O autor complementa que os investimentos em mecanização foram provenientes principalmente de multinacionais, que produziam internamente a maior parte dos tratores, implementos e maquinários agrícolas.

Segundo Goodman (2000), as inovações físico-químicas representaram para a agricultura uma independência das matérias orgânicas e dos ciclos naturais de fecundidade, onde através da adubação química se obtém fertilidade e aumento do volume produzido. Vale ressaltar que o governo foi responsável pela maior parte do investimento nesse setor até meados da década de 1980, sendo de responsabilidade das estatais a produção e o desenvolvimento de fertilizantes e defensivos agrícolas naquele período (Delgado, 1995).

Na mesma linha, as inovações biológicas também ficaram a cargo das empresas estatais, com grande investimento em pesquisa de elevado intervalo de retorno. Para Goodman (2000), a seleção e confecção de plantas geneticamente modificadas se assemelha a uma linha de produção sob encomenda, em que as características da nova espécie vai de encontro as adversidades do clima e do bioma em questão.

É importante compreender que a modernização agrícola transformou substancialmente os moldes da economia brasileira. Na visão Martine (1990), a realização de repetidas supersafras consolidou a imagem de uma agricultura moderna e independente, com resultados essencialmente favoráveis para sociedade. Contudo, o autor ressalta que apesar do crescimento agrícola ter sido fundamental para melhoria das condições de vida, as externalidades provenientes deste progresso também merecem atenção.

De modo geral, a modernização da agricultura acarretou expressivos ganhos de produtividade e aumento da produção, diversificando a oferta de alimentos e contribuindo substancialmente com a balança de pagamentos (Da Silva, 2003). Com base em dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) (2026), observa-se que ao longo de quatro décadas (1980 a 2020) a safra brasileira de grãos apresentou um crescimento aproximado de 506%, enquanto a área plantada expandiu cerca de 64%. No mesmo período o aumento da produtividade foi estimado em 303%, com um rendimento médio de grãos por hectare passando de 1.267 kg/ha para 3.849 kg/ha.

Nessa direção, vários autores relatam as externalidades trazidas pela modernização da agricultura. Na visão de Carvalho (1996), os impactos ambientais decorrentes da modernização e da utilização de insumos químicos merecem atenção, uma vez que as inovações se mostraram indispensáveis para continuação da alta produção.

De acordo com Djurfeldt (2019), ainda que a Revolução Verde tenha trazido um expressivo aumento da produtividade agrícola, os novos sistemas produtivos elevaram substancialmente os níveis de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEEs). O autor complementa que agricultura passou a ser apontada como um dos principais causadores do

aquecimento global, assim como um dos principais responsáveis pela contaminação dos cursos d'água através da má utilização de insumos químicos.

Contextualizando os principais GEEs emitidos pelo setor agropecuário. De Freitas et al. (2016) destaca o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O). Sendo o primeiro oriundo especialmente de queimadas e desmatamento para novas áreas de produção, assim como da intensa utilização do solo e consumo de combustíveis fósseis. Já o metano possui como principal fonte causadora a decomposição de matéria orgânica e a fermentação entérica de ruminantes. Enquanto o excessivo manejo do solo responde pela maior parte das emissões de óxido nitroso.

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (2014), desde o início do século XXI a agricultura e o manuseio de terras foram responsáveis por cerca de um quarto de todas as emissões de GEEs no planeta. Conforme dados divulgados pelo Climate Watch (2021), o Brasil ocupava a quinta posição de maior emissor de GEEs do mundo. Sendo responsável por 3,1% do total mundial, atrás de China (26%), Estados Unidos (11%), Índia (7%) e Rússia (4%).

Nesse contexto, a agricultura de baixa emissão de carbono se insere como um componente estratégico e indispensável dos esforços nacionais para a redução das emissões de GEEs, promovendo técnicas sequestradoras de carbono, contribuindo para o aumento da produtividade e atenuando simultaneamente as mudanças climáticas.

3. Metodologia

A investigação conjunta do comportamento de duas variáveis costuma ser feita por meio da análise de sua correlação. Entretanto, para verificar se essa correlação é estatisticamente significativa é necessário utilizar testes estatísticos, não bastando calcular o coeficiente de correlação entre elas.

Segundo Gerardi e Silva (1981), o coeficiente de correlação é baseado na distribuição normal bivariada. Quando se trabalha com distribuições não normais, a interpretação pode ser menos precisa e exigir uma maior cautela. Além disso, a suposição de normalidade é indispensável quando se pretende realizar inferências estatísticas baseadas nesse tipo de coeficiente.

Rogerson (2012) salienta que a suposição de variáveis com distribuições normais é fundamental para realização do teste de correlação de Pearson. O autor também destaca que as observações de cada variável devem ser independentes, em que um valor de X não deve

influenciar nem ser influenciado por outros valores de X , e o mesmo se aplica a Y . Essa exigência é importante quando X e Y são derivados de dados espaciais, uma vez que nesse contexto a premissa de independência é violada, já que informações espaciais tendem a apresentar algum grau de dependência.

Rogerson (2012) também menciona o Teste de Correlação por Postos de Spearman, recomendando seu uso em situações em que somente as informações de ordem estão disponíveis ou quando a suposição de normalidade necessária ao teste de correlação de Pearson não é atendida.

3.1. Teste de Correlação Momento Produto de Pearson

Para duas variáveis quantitativas X e Y , o coeficiente de correlação constitui uma medida apropriada do nível de associação linear entre elas. O verdadeiro e desconhecido coeficiente de correlação populacional é definido pela equação $\rho = \rho(X, Y) = \frac{Cov(X, Y)}{\sigma(X)\sigma(Y)}$. Apesar disso, esse parâmetro ρ pode ser aproximado por meio do coeficiente amostral r , obtido a partir de uma amostra extraída de uma população com distribuição normal bivariada (Bussab; Morettin, 2002).

Para verificar se a correlação populacional é diferente de zero, é estabelecido as hipóteses nula (H_0) e alternativa (H_1). Dessa forma, as hipóteses são definidas e organizadas da seguinte maneira: $\begin{cases} H_0: \rho = 0 \\ H_1: \rho \neq 0 \end{cases}$.

Na hipótese nula é assumido que as variáveis são independentes, implicando correlação igual a zero. Já a hipótese alternativa considera algum grau de dependência entre as variáveis, resultando em uma correlação diferente de zero. O Teste de Correlação Momento Produto de Pearson ou Teste de Correlação de Pearson, é o procedimento indicado para avaliar essas hipóteses. Esse teste utiliza a estatística r (Equação 1), cujo valor pode variar entre -1 e 1.

$$r = \frac{Cov(X, Y)}{\sqrt{Var(X)}\sqrt{Var(Y)}} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (1)$$

Quando $r < 0$ concluímos que a correlação entre as duas variáveis é negativa, e quando $r > 0$ a correlação entre X e Y é positiva. Valores iguais a -1 ou 1 representam correlação perfeita, seja negativa ou positiva. E valores de $r = 0$ indica ausência completa de correlação. Além disso, a estatística r pode ser aproximada pela distribuição t de Student com $n - 2$ graus de liberdade (Equação 2).

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (2)$$

Vale ressaltar que o par de variáveis X e Y deve seguir uma distribuição normal bivariada. Existem testes que permitem a verificação desta suposição, e quando ela é atendida o Teste de Correlação de Pearson é o mais indicado. Se a normalidade não for confirmada, podem ser utilizados testes não paramétricos que não dependem da condição de normalidade e que também servem para situações em que X e Y não estão em escalas intervalares ou em razões ordinais. Entre esses métodos o mais utilizado é o Teste de Correlação de Spearman.

3.2. Teste de Correlação de Spearman

O Teste de Correlação de Spearman é um método não paramétrico criado por Spearman (1904), se tratando de um teste bilateral onde as hipóteses nula (H_0) e alternativa (H_1) são as mesmas já mencionadas. Nesse caso, a estatística é calculada usando as posições ocupadas pelos valores de cada variável quando ordenados. Assim, $R(X_i)$ indica o posto de X_i na lista de X organizada em ordem crescente, no qual o menor valor recebe o posto 1 e o maior o posto n . O mesmo processo é realizado para a variável Y , resultando em $R(Y_i)$. Na ausência de empates, a estatística do teste é dada por (Equação 3):

$$r = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n [R(X_i) - R(Y_i)]^2}{n(n^2 - 1)} \quad (3)$$

Em situações de empates nos valores de X_i , é substituído os postos individuais pela média dos postos das observações empatadas, no qual o mesmo critério deve ser adotado para os valores de Y_i . Dessa forma, para obter a estatística de Spearman na presença de empates, basta converter os dados originais em seus respectivos postos e aplicar o coeficiente de Pearson conforme apresentado pela equação 1.

Vale destacar que o coeficiente de correlação de Spearman não se limita a avaliar relações lineares entre X e Y , identificando também associações monotônicas não lineares. Quando verificada correlação e a hipótese H_0 é rejeitada em favor de H_1 , pode-se concluir uma das seguintes situações: 1) Valores elevados de X tendem a estar associados a valores também elevados de Y , indicando correção positiva entre as variáveis; 2) Valores pequenos de X tendem a estar associados a valores elevados de Y , indicando correção negativa entre as variáveis. O sinal dessa correlação é determinado diretamente pelo valor da estatística r apresentado na equação 3.

3.3. Testes de Normalidade

A utilização do Teste de Correlação de Pearson pressupõe que as variáveis X e Y apresentem distribuição normal, tanto de forma individual (normalidade univariada) quanto conjunta (normalidade bivariada). Para verificar se um conjunto de dados segue uma

distribuição normal, aplicamos testes estatísticos específicos para essa finalidade. Entre os testes univariados destacam-se os testes de Jarque–Bera e Shapiro–Wilk, já para os multivariados podem ser empregados o Teste de Shapiro–Wilk Multivariado e o Teste de Normalidade Multivariada Baseado na Distância de Mahalanobis (Bussab; Morettin, 2002).

No procedimento destinado a verificação de normalidade, é estabelecido como hipótese nula (H_0) o conjunto de dados que possui distribuição normal, enquanto a hipótese alternativa (H_a) indica que os dados não seguem uma distribuição normal. Nesse sentido, quando os dados apresentam normalidade a hipótese nula não deve ser rejeitada.

Todos os testes de correlação e de normalidade presentes nesse trabalho foram realizados através do software estatístico R em sua versão 4.4.1.

4. Resultados e Discussão

A Tabela 1 ilustra as variáveis selecionadas para realização dos testes de correlação, no qual em negrito se encontram os resultados que estão acima da média do estado. As colunas de 2 a 4 representam as variáveis ligadas as características da agropecuária das mesorregiões, enquanto as colunas de 6 a 9 retratam as variáveis ligadas as estruturas produtivas. As colunas 1 e 5 representam respectivamente a média de crédito para recuperação de pastagens tomado por propriedade e o número médio de animais por hectare de cada mesorregião.

Tabela 1: Variáveis representativas das características agropecuárias e das estruturas produtivas de cada mesorregião mineira.

	1 Méd. Crédito RPD / nº Est.	2 Part. Est. Pecuár ia	3 Tam. Méd. dos Est. Pecuária	4 Part. PIB Agro	5 nº Animais / Hectare	6 Índ. Ace. Bancá rio	7 nº Rev. p/100 0 Est.	8 nº Téc. p/100 0 Est.	9 nº Coop. p/100 0 Est.
NO	R\$ 953,64	81%	141	31%	0,6	0,75	3,6	1,5	0,6
TMAP	R\$ 795,58	75%	97	15%	1,2	1,05	9,1	2,1	0,9
CM	R\$ 444,52	80%	135	18%	0,8	0,94	2,2	3,0	1,6
VM	R\$ 303,96	62%	119	12%	0,6	0,76	0,9	2,5	0,2
VRD	R\$ 135,67	62%	67	6%	0,7	0,86	1,4	2,7	0,2
N	R\$119,33	67%	74	14%	0,4	0,58	1,2	2,4	0,1
O	R\$ 86,50	69%	52	11%	1,1	0,98	3,1	2,0	0,8
JQT	R\$ 83,86	56%	67	16%	0,5	0,55	0,9	2,1	0,0
MBH	R\$ 78,83	65%	50	1%	0,8	1,17	3,9	4,5	1,1
ZM	R\$ 72,64	44%	42	8%	0,9	1,04	2,5	4,1	0,6
CV	R\$ 49,62	64%	43	10%	1,0	1,03	3,4	3,6	0,1

SSD	R\$ 41,93	43%	33	12%	1,6	1,05	7,0	3,0	1,0
MÉDIA	R\$ 263,84	64%	77	13%	0,9	0,90	3,2	2,8	0,6

Fonte 1: Elaboração própria. Noroeste de Minas (NO); Triângulo Mineiro/Alto Parnaíba (TMAP); Central Mineira (CM); Vale do Mucuri (VM); Vale do Rio Doce (VRD); Norte de Minas (N); Oeste de Minas (O); Jequitinhonha (JQT); Metropolitana de Belo Horizonte (MBH); Zona da Mata (ZM); Campo das Vertentes (CV); Sul/Sudoeste de Minas (SSD).

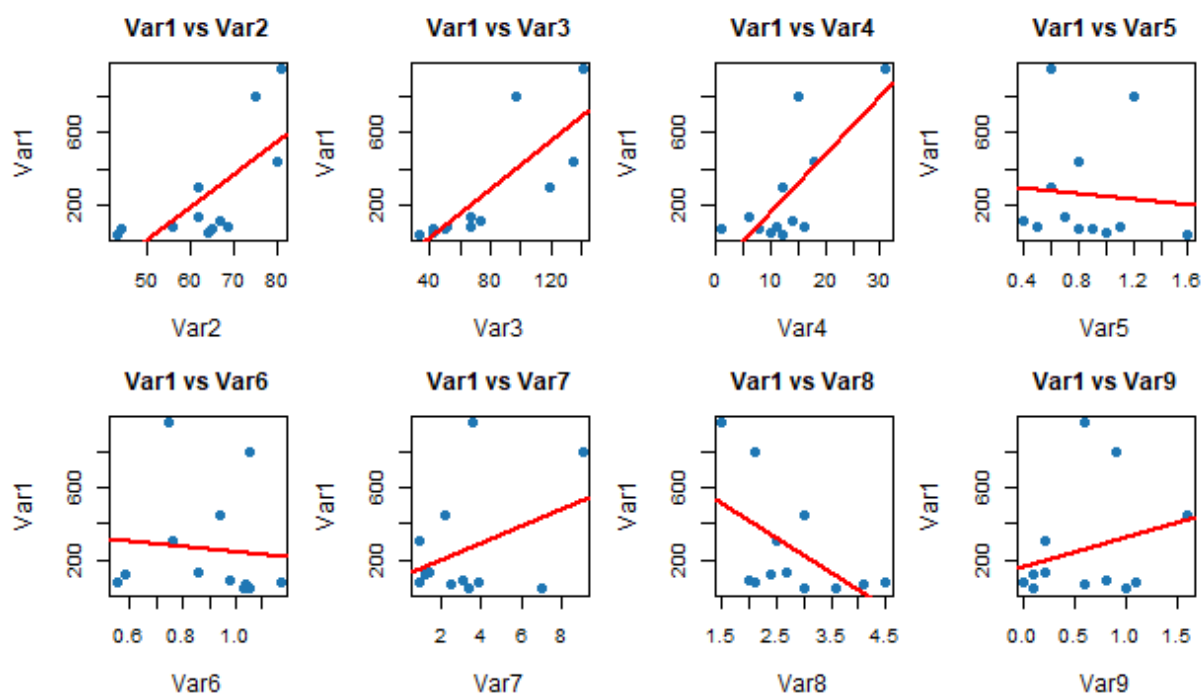
Como o objetivo do trabalho é tentar compreender de forma exploratória o grau de correlação entre as estruturas produtivas e a contratação de crédito, assim como o perfil das propriedades que acessaram esses recursos e seus níveis de produtividade, e não propriamente as relações de causa e efeito, a utilização de correlação é metodologicamente mais prudente, apesar de que amostras muito pequenas tende a deixar as correlações instáveis.

É importante esclarecer que a metodologia de correlação não garante que o comportamento de uma variável seja explicado pela outra, nem exclui a possibilidade de uma terceira variável externa exercer maior influência sobre a relação analisada. Reconhecer essas limitações é essencial para compreender o estudo, que complementa através revisão teórica e análise econômica as justificativas para os resultados encontrados.

Considerando as características da base de dados utilizada, houve a opção pela não aplicação de procedimentos formais de identificação e tratamento de outliers. A amostra é composta por apenas 12 observações, cada qual representando uma mesorregião do estado de Minas Gerais, de modo que cada unidade possui alta relevância para a análise. Nesse contexto, a exclusão ou ajuste de observações classificadas como outliers implicaria na retirada de uma mesorregião inteira da análise, comprometendo a representatividade territorial e os resultados do estudo. Assim, valores extremos não foram interpretados como erros de mensuração, mas como reflexo das diferenças estruturais entre as mesorregiões, constituindo justamente um dos principais objetivos da investigação.

Inicialmente, se verificou a correlação entre o crédito para recuperação de pastagens (Variável 1), com todas as demais variáveis através de gráficos de dispersão (Gráfico 1). Os gráficos ao representar cada par de valores em um sistema de coordenadas, auxiliam a análise permitindo a visualização da relação entre as variáveis e a identificação de padrões e tendências. Além disso, a localização dos pontos sugere também a direção e a intensidade da correlação, seja ela positiva, negativa ou inexistente.

Gráfico 1: Gráfico de dispersão entre o crédito para recuperação de pastagens (Variável 1) e as demais variáveis.



Fonte: Elaboração própria através do software R.

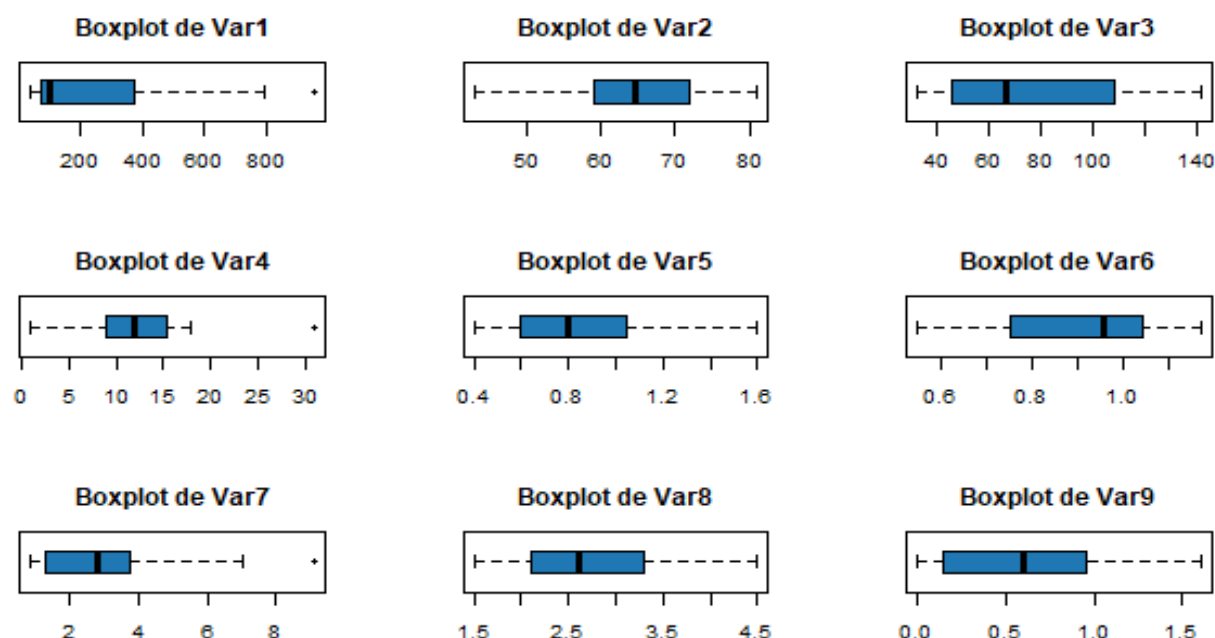
Em um primeiro momento, observando os gráficos no qual as variáveis apresentaram um melhor alinhamento, notamos que o crédito (Variável 1) aparenta estar positivamente correlacionado com a representatividade da pecuária (Variável 2), tamanho médio das propriedades (Variável 3), participação do PIB agropecuário (Variável 4) e número de vendas (Variável 7). Notamos também uma possível correlação negativa com a quantidade de técnicos da Emater (Variável 8), enquanto as demais variáveis não apresentaram um alinhamento tão robusto entre os pares. Entretanto, para verificar se as correlações apresentam significância estatística é preciso realizar testes de correlação. Antes de rodar os testes, é importante avaliar se cada variável atende ao critério de normalidade em sua distribuição.

Para analisar a normalidade das variáveis verificamos inicialmente os gráficos de Boxplot (Gráfico 2), permitindo a visualização da distribuição dos dados e a identificação de características de simetria ou assimetria. Embora esta abordagem forneça uma primeira indicação visual sobre a simetria e a concentração dos dados, o boxplot não permite confirmar a normalidade, uma vez que não apresenta o formato completo da distribuição nem as características detalhadas das caudas.

Analisando os gráficos de Boxplot, verifica-se que nenhuma das variáveis apresenta uma simetria perfeita em sua distribuição, onde as caixas apresentaram proporções internas desiguais quando comparadas as suas linhas centrais (mediana). Podemos observar que as variáveis 1, 4 e 7 apresentaram presenças de outliers, enquanto as variáveis 2, 5 e 8 foram as

que apresentaram medianas mais ao centro. Nesse caso, a análise visual não permite auferir normalidade para nenhuma variável, para garantir a verificação será empregado o Teste de Normalidade de Shapiro-Wilk (Tabela 2).

Gráfico 2: Gráficos de Boxplot.



Fonte: Elaboração própria através do software R.

Tabela 2: Teste de Normalidade de Shapiro-Wilk, considerando 5% de significância.

Variável	W	p_valor	Normalidade
Var1	0,7239	0,0014	NÃO
Var2	0,9344	0,4299	SIM
Var3	0,8887	0,1134	SIM
Var4	0,9162	0,2564	SIM
Var5	0,9487	0,6191	SIM
Var6	0,9138	0,2388	SIM
Var7	0,8411	0,0285	NÃO
Var8	0,9462	0,5834	SIM
Var9	0,9250	0,3303	SIM

Figure: Elaboração própria através do software R.

Analisando os resultados do Teste de Normalidade de Shapiro-Wilk e considerando um nível de significância de 5%, observamos que o crédito para recuperação de pastagens (Variável 1) e o número de vendas agrícolas (Variável 7) não apresentaram normalidade em sua distribuição, enquanto as demais variáveis apresentaram normalidade. Como duas variáveis não apresentaram normalidade, não é indicado a aplicação do Teste de Correlação de Pearson, que

se utiliza de tal pressuposto em sua composição. Nesse caso, na falta de normalidade entre as variáveis, aplicaremos o Teste de Correlação de Spearman apresentado na sessão 3.2 da metodologia.

A escolha do coeficiente de correlação de Spearman em detrimento de Pearson, também é fundamentado nas características da base de dados e nas limitações impostas pela amostragem do trabalho. Como a amostra é composta por apenas 12 observações, o poder estatístico dos testes e a robustez dos procedimentos paramétricos é reduzido. Na mesma linha, a análise por gráficos de boxplots indicou distribuições assimétricas, enquanto os testes de normalidade evidenciaram que ao menos duas das variáveis analisadas não seguem distribuição normal, violando pressupostos para aplicação do Teste de Correlação de Pearson. Nesse contexto, o coeficiente de Spearman é mais adequado por se tratar de uma medida não paramétrica, baseada na ordenação dos dados e menos sensível a assimetrias e a valores extremos. Além disso, pelos dados se tratar de mesorregiões distribuídas geograficamente, existe uma certa dependência espacial entre as observações, o que pode comprometer a hipótese de independência exigida por testes como o de Pearson. Embora o coeficiente de Spearman não elimine os efeitos da dependência espacial, sua aplicação é mais compatível com a análise exploratória do estudo e com as restrições impostas pelo baixo número de observações, devendo os resultados ser interpretados como associações e não como relações causais.

Vale lembrar que o Teste de Correlação de Spearman substitui os dados originais por postos, ordenados de forma crescente quando calculado a estatística r da equação 1 na sessão 3.1 da metodologia. Os resultados dos Testes de Correlação de Spearman estão estruturados de acordo com a Tabela 3, no qual a segunda coluna retrata a correlação estimada pelo teste, enquanto a terceira coluna indica o p-valor do teste. Os valores em negrito representam as correlações estatisticamente significativas ao nível de 5%, com os valores em vermelho indicando correlação negativa, enquanto os valores em verde indicam correlação positiva.

Tabela 3: Teste de Correlação de Spearman entre o crédito para recuperação de pastagens (Variável 1) e as demais variáveis, considerando 5% de significância.

Variável	Correlação	p_valor	Significativa
Var2	0,739	0,0060	SIM
Var3	0,9492	0,0000	SIM
Var4	0,5884	0,0441	SIM
Var5	-0,3543	0,2583	NÃO
Var6	-0,3993	0,1984	NÃO
Var7	-0,112	0,7287	NÃO
Var8	-0,614	0,0336	SIM

Var9

0,1089

0,7360

NÃO

Fonte: Elaboração própria através do software R.:

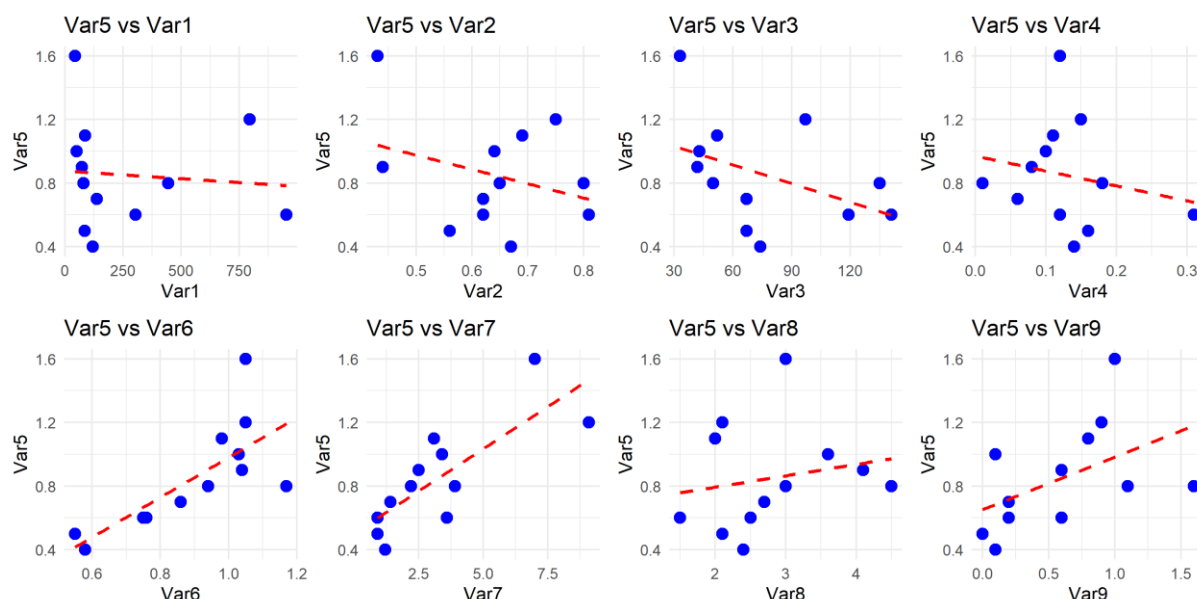
Assim como observado nos gráficos de dispersão, a representatividade da pecuária (Variável 2), o tamanho médio das propriedades (Variável 3) e a participação do PIB agropecuário (Variável 4) apresentaram correlação positiva e estatisticamente significativa com o crédito para recuperação de pastagens (Variável 1). As duas primeiras registraram índices de correlação acima de 70%, evidenciando que as mesorregiões que tomaram mais crédito, foram também aquelas no qual a atividade agrícola é mais voltada a pecuária, ou seja, localidades com predominância de pecuaristas, propriedades maiores e de maior participação do PIB agropecuário.

Apresentando também uma alta correlação e significância estatística, porém na direção oposta, a quantidade de técnicos da Emater (Variável 8) se mostrou negativamente correlacionado com o crédito (Variável 1), obtendo um índice de correlação de - 61%. Nesse caso, as mesorregiões com maior presença da Emater foram em média as que menos tomaram recursos para recuperar pastagens. Olhando para o acesso bancário (Variável 6) e o número de vendas (Variável 7), apesar não apresentarem significância, o conjunto também demonstrou estar negativamente correlacionado com o crédito, reforçando uma não associação entre mesorregiões com estrutura produtiva mais consolidadas e a tomada de financiamentos para recuperar pastagens.

O número de cooperativas agrícolas (Variável 9) também demonstrou baixa correlação com o crédito, registrando um coeficiente positivo, porém insignificante. Já o nível de produtividade (Variável 5), apesar de registrar um coeficiente baixo e negativo, do mesmo modo não apresentou significância estatística, demonstrando igualmente não haver correlação com os recursos para recuperação de pastagens.

Apesar dos resultados não corroborar com a primeira hipótese de pesquisa, onde mesorregiões estruturalmente mais consolidadas teriam acessado mais crédito, vamos testar a correlação destas mesmas estruturas com os níveis de produtividade observados em cada mesorregião. Para isso, verificou-se novamente através de gráficos de dispersão a correlação entre a produtividade (Variável 5) e as demais variáveis (Gráfico 3), permitindo a visualização da relação entre os pares e a identificação de padrões e tendências.

Gráfico 3: Gráfico de dispersão entre a produtividade (Variável 5) e as demais variáveis.



Fonte 2: Elaboração própria através do software R.

Observando os gráficos em que as variáveis apresentaram um melhor alinhamento, notamos que a produtividade (Variável 5) está positivamente correlacionado com o acesso bancário (Variável 6), número de revendas (Variável 7) e quantidade de cooperativas (Variável 9). Assim como apresentado no primeiro gráfico de dispersão (Gráfico 14), não se verifica nenhum alinhamento entre produtividade e o crédito (Variável 1). Notamos também que a representatividade da pecuária (Variável 2), tamanho médio das propriedades (Variável 3) e participação do PIB agropecuário (Variável 4) se mostraram negativamente correlacionado com a produtividade.

Os resultados encontrados nos gráficos de dispersão sugerem que as mesorregiões com maior nível de produtividade, são também aquelas em que as estruturas produtivas são mais consolidadas, ou seja, localidades onde o acesso a bancos, revendas e cooperativas agrícolas é mais abundante. Observa-se também que as mesorregiões com predominância de pecuaristas, propriedades maiores e de maior participação do PIB agropecuário não foram as mais produtivas. Contudo, para verificar se as correlações apresentam significância estatística será empregado o Teste de Correlação de Spearman (Tabela 4).

Tabela 4: Teste de Correlação de Spearman entre a produtividade (Variável 5) e as demais variáveis, considerando 5% de significância¹.

Variável	Correlação	p_valor	Significativa
Var1	-0,3543	0,2583	NÃO
Var2	-0,096	0,7650	NÃO
Var3	-0,5272	0,0781*	NÃO

¹ O símbolo asterisco (*) representa resultados estatisticamente significativos ao nível de 10%.

Var4	-0,2759	0,3853	NÃO
Var6	0,8365	0,0006	SIM
Var7	0,7539	0,0046	SIM
Var8	0,2552	0,4232	NÃO
Var9	0,5749	0,0505*	NÃO

Fonte: Elaboração própria através do software R.:

Como assinalado no teste de correlação de Spearman, o acesso bancário (Variável 6) e o número de revendas (Variável 7) apresentaram correlação positiva e estatisticamente significativa com a produtividade (Variável 5). O número de técnicos da Emater (Variável 8) e a quantidade de cooperativas (Variável 9) também apresentaram correlação positiva, com a última demonstrando significância estatística ao nível de 10%. O conjunto dessas variáveis corrobora para uma associação entre estruturas produtivas e os níveis de produtividade, assim como assumido na segunda hipótese da pesquisa.

Nesse caso, mesorregiões com maior acesso a bancos, revendas e cooperativas agrícolas registraram um maior número de animais por área, demonstrando melhor capacidade de manejo. A quantidade de cabeças de gado por hectare demonstra o diferencial de tecnologia utilizada entre as mesorregiões, uma vez que para elevar o número de animais é necessário melhores condições de pastagens ou sistemas mais intensivos.

O tamanho médio das propriedades (Variável 3) se mostrou negativamente correlacionada com a produtividade ao nível de significância de 10%, onde em média as propriedades maiores registraram menores índices de produtividade. Na mesma linha, o crédito (Variável 1), a participação da pecuária (Variável 2) e participação do PIB agropecuário (Variável 4) apesar de também apresentaram correlação negativa, não demonstraram significância estatística.

5. Considerações finais

Conforme referencial apresentado na segunda sessão do trabalho, apesar do processo de modernização ter trazido grandes ganhos de produtividade para o setor agropecuário, foi conjuntamente responsável por um amplo impulsionamento das emissões de GEEs no meio rural. Observou-se aumento nas emissões de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), oriundos especialmente do manejo inadequado de solos, fermentação entérica de ruminantes e degradação de áreas de pastagens.

Nesse contexto, a agricultura de baixa emissão de carbono se insere como um componente estratégico e indispensável para contornar essas adversidades, trazendo técnicas

com capacidade de sequestrar carbono do solo, elevar os ganhos de produtividade e contribuir com os esforços nacionais para redução das emissões de GEEs.

Com o objetivo de responder à pergunta de pesquisa posta na primeira sessão do trabalho, foram realizados testes de correlação empregando variáveis representativas das estruturas produtivas, do crédito para recuperação de pastagens contratado, dos níveis de produtividade, e das características das propriedades daquelas mesorregiões que acessaram esses recursos. Para isso, foi utilizado como amostra o estado de Minas Gerais, ente federativo com mesorregiões de características diversificadas e o segundo estado que mais tomou crédito ABC.

Nesse sentido, os resultados indicam que as estruturas produtivas não apresentaram correlação com o crédito para recuperação de pastagens, indo na direção contrária do assumido na primeira hipótese do trabalho. Em geral as estruturas demonstraram estar negativamente correlacionadas com o crédito, com as mesorregiões mais estruturadas tendo tomado menos recursos em média. Por outro lado, os resultados apontaram uma correlação positiva entre estruturas produtivas e produtividade, desta vez indo de encontro com o assumido na segunda hipótese da pesquisa, com mesorregiões mais estruturadas registrando um maior número de animais por hectare.

Os testes de correlação também revelaram que as mesorregiões que tomaram mais crédito detinham características em comum, tais como: maior tamanho médio de hectares por propriedade; predominância de propriedades ligadas a pecuária; e maior representatividade do PIB agrícola. Os dados sugerem que mesorregiões com esse perfil, além de tomar mais crédito em média, possuem uma pecuária mais extensiva, com propriedades maiores e menos produtivas. Ao passo que as mesorregiões que tomaram menos crédito apresentam sinais de uma pecuária mais intensiva, com propriedades menores e mais produtivas.

Algumas explicações para esses resultados podem ser encontradas na literatura. Silva e Lapo (2012), destacam que mesorregiões mais estruturadas detêm opções de financiamento privado menos burocráticas, seja via revendas, tradings, agroindústrias, cooperativas ou bancos privados. Dados do ministério de agricultura junto ao Banco Central também demonstram que a maior parte da agricultura brasileira é financiada através de recursos privados (MAPA, 2024b).

Outro fator a se considerar é o custo para recuperar pastagens. Pesquisas (Kamoi et al, 2024; Carlos et al, 2022; Reis et al, 2019) indicam que a despesa com o processo de recuperação não é tão significativo para produtores que detenham pastagens em estágios iniciais de

degradação. O baixo custo do procedimento para pecuaristas que adotam boas práticas de manejo podem levá-los a não demandar recursos externos ou crédito RPD, realizando a implementação da técnica com recursos próprios.

Os resultados de modo geral, indicam que mesorregiões mais estruturadas tendem a apresentar níveis mais elevados de produtividade. Por outro lado, essas mesmas mesorregiões registram menor volume de contratação de crédito público para recuperação de pastagens quando comparadas às mesorregiões menos estruturadas. O que sugere que o acesso ao financiamento atua, no contexto das mesorregiões menos estruturadas, como um instrumento compensatório frente às limitações estruturais daquelas localidades. Esses achados reforçam a interpretação de que a presença de infraestrutura produtiva e serviços de apoio podem reduzir a necessidade relativa de crédito público, favorecendo ganhos de produtividade e maior capacidade de autofinanciamento.

Nesse sentido, o papel do Estado pode ir além da oferta de crédito rural, passando também por sua função estratégica como indutor da formação e fortalecimento de estruturas produtivas e institucionais, bem como da provisão de assistência técnica e extensão rural, sobretudo nas mesorregiões menos estruturadas, onde tais investimentos podem ampliar a efetividade das políticas de recuperação de pastagens e promover práticas mais sustentáveis na agropecuária.

Apesar do trabalho avançar na compreensão de como as estruturas produtivas podem estar correlacionadas com a tomada de crédito e os níveis de produtividade, a necessidade de estudos mais aprofundados e que mensurem de forma mais concisa a influência dessas estruturas e os distintos manejos de produção entre as diferentes regiões brasileiras se mostra indispensável. Reconhecer esses fatores é essencial para redesenhar o futuro do Plano e do Programa ABC, com o objetivo de ampliar o acesso dos produtores a técnicas mais produtivas e garantir que os recursos públicos destinados a este objetivo sejam empregados da maneira mais eficiente possível.

6. Referências

SILVA, NATHIEL DE SOUSA, ET AL. **Ocorrência de Ondas de Calor com Dados de Reanálises em áreas do Nordeste, Amazônia e Centro-Sudeste do Brasil.** Revista Brasileira de Meteorologia, 2023, 37: 441-451. <https://doi.org/10.1590/0102-77863740067>
OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Análise das Emissões Brasileiras de Gases de Efeito Estufa e Suas Implicações Para as Metas de Clima no Brasil.** SEEG. 2024.

- HUNGRIA, M., MENDES, I. C., & MERCANTE, F. M. (2013). **A fixação biológica do nitrogênio como tecnologia de baixa emissão de carbono para as culturas do feijoeiro e da soja** (24 p.). Londrina: Embrapa Soja.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Agricultura de Baixo Carbono Tecnologias e Estratégias de Implantação**. Brasília – DF, 2018.
- SILVA, Patrícia Santos. **Tecnologia e meio ambiente: o processo de modernização da agricultura familiar**. Revista da Fapese, v.3, n. 2, p. 87-100, jul./dez. 2007.
- DELGADO, GUILHERME C. **Capital financeiro e agricultura no Brasil, 1965-1985**. SP/Campinas: Ícone/Edunicamp, 1985.
- GOODMAN, DAVID. **A regulação da agricultura orgânica nos Estados Unidos: uma vitória arrasadora**. Meio Ambiente & Agricultura 30 (2000).
- GRAZIANO DA SILVA, JOSÉ. **Tecnologia e Agricultura Familiar**. 2^a ed. Porto Alegre, 2003.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Série Histórica dos Grãos. Portal de Informações Agropecuárias**. 2026.
<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-graos.html>
- DJURFELDT, G. **Green Revolution**. Encyclopedia of Food Security and Sustainability. v. 3. p. 147-151, 2019. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22181-1>
- GERARDI, L. H. de O.; Silva, B-C N. **Quantificação em geografia**. São Paulo: DIFEL, 1981. 161p.
- ROGERSON, P. A. **Métodos estadísticos para geografia: um guia para o estudante**. Peter A. Rogerson; tradução: Paulo Fernando Braga Carvalho, José Irineu Rangel Rigotti. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 348p.
- BUSSAB, W. de O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2002. 526 p.
- SPEARMAN, C. The proof and measurement of association between two things. **American Journal of Psychology**, 15, p. 72-101, 1904. <https://doi.org/10.2307/1412159>
- SILVA, Felipe Prince; LAPO, Luis Eduardo Rebolo. **Modelos de financiamento da cadeia de grãos no Brasil**. In: 2^a Conferência em Gestão de Risco e Comercialização de Commodities. São Paulo, SP. 2012.
- MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Boletim de Finanças Privadas do Agro**. 2024b. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/publicado-boletim-de-financas-privadas-do-agro-com-informacoes-de-abril> > Acesso em: 10 dez. 2024.
- KAMOI, M., MICHETTI, M., CORDEIRO, L., MARIANA YUMI TAKAHASHI KAMOI, A. R. I. **Aspectos econômicos da recuperação de pastagens degradadas no bioma Cerrado**. 2024.
- CARLOS, S. D. M., ASSAD, E. D., ESTEVAM, C. G., DE LIMA, C. Z., PAVÃO, E. D. M., & PINTO, T. P. **Custos da recuperação de pastagens degradadas nos estados e biomas brasileiros**. Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia, Fundação Getúlio Vargas-FGV-EESP, São Paulo. 2022.
- REIS, J. D., KAMOI, M. Y. T., PEDREIRA, B. C., MICHETTI, M., GIMENEZ, M. A., MOMBACH, M. A., ANDRADE, C. M. S. **Aspectos econômicos da recuperação de pastagens na Amazônia. Recuperação de Pastagens Degradadas Na Amazônia**. Brasília-DF: Embrapa-DF. 2019