

DESVENDANDO A DINÂMICA DA VOLATILIDADE DO CAFÉ BRASILEIRO: UMA ANÁLISE COM MODELOS GARCH PARA ARÁBICA E ROBUSTA

DIEGO F. FIGUEIREDO¹;
ARTHUR J. CEMIN²; GABRIELITO R. MENEZES³

¹Universidade Federal de Pelotas - diegofiguefernandes@outlook.com;

²Universidade Federal de Pelotas - ceminarthur@gmail.com;

³Universidade Federal de Pelotas - gabrielitorm@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O mercado de café é caracterizado por sua relevância econômica global e, concomitantemente, por uma acentuada volatilidade de preços. Fatores climáticos, variações cambiais, políticas agrícolas e dinâmicas de oferta e demanda internacionais contribuem para a instabilidade nos mercados futuros e físicos do produto. No Brasil, maior produtor e exportador mundial de café, a compreensão da dinâmica da volatilidade dos preços é crucial para a tomada de decisão de produtores, comerciantes, investidores e formuladores de políticas.

A modelagem da volatilidade condicional tem sido um tópico central em finanças e econometria. Os modelos Autoregressivos Condicionais Heterocedásticos Generalizados (GARCH), propostos por BOLLERSLEV (1986), e suas extensões, tornaram-se ferramentas padrão para capturar características estilizadas de séries de retornos financeiros, como *clusters* de volatilidade (períodos de alta volatilidade tendem a ser seguidos por períodos de alta volatilidade, e vice-versa) e o efeito de alavancagem (notícias negativas tendem a ter um impacto maior na volatilidade do que notícias positivas de mesma magnitude).

Este estudo tem como objetivo analisar a volatilidade dos preços diários de duas importantes variedades de café comercializadas no Brasil: Arábica e Robusta. Utilizando dados de indicadores de preços fornecidos pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/ESALQ-USP) para um período de dois anos, busca-se identificar o modelo da família GARCH que melhor descreve a dinâmica da volatilidade para cada tipo de café. A análise se concentra na comparação do ajuste dos modelos GARCH (1,1), EGARCH (1,1) e GJR-GARCH (1,1), com base em critérios de informação estatística.

A contribuição deste trabalho reside na aplicação e comparação de modelos de volatilidade para o mercado cafeeiro brasileiro recente, fornecendo *insights* sobre as particularidades da dinâmica de preços do café Arábica e Robusta. A identificação de modelos adequados pode auxiliar na previsão da volatilidade, na gestão de riscos e na formulação de estratégias de hedge mais eficientes.

O restante deste trabalho está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 descreve a metodologia adotada. A Seção 3 apresenta e discute os resultados empíricos, com destaque para a seleção dos modelos mais adequados a cada variedade de café. Por fim, a Seção 4 sintetiza as conclusões e propõe direções para pesquisas futuras.

2. METODOLOGIA

Foram utilizados os indicadores diários de preços à vista do café Arábica e Robusta cotados em dólares americanos (US\$), disponibilizados pelo CEPEA/ESALQ-USP. O período vai de 15/05/2023 a 13/05/2025, totalizando 498 observações por série. Os retornos diários foram calculados como primeira diferença dos logaritmos dos preços, multiplicados por 100, convertendo os retornos em porcentagem.

A heteroscedasticidade condicional foi testada com o ARCH-LM (ENGLE), apontando forte presença de efeitos ARCH para o Robusta e evidências marginais no Arábica. Ainda assim, estimaram-se modelos GARCH para ambas as séries, com o intuito de permitir a comparação metodológica entre as séries (BOLLERSLEV, 1986; NELSON, 1991).

Foram considerados três modelos:

- **GARCH (1,1)**: variância condicional como função de resíduos passados e variâncias passadas.
- **EGARCH (1,1)**: estrutura logarítmica que captura efeitos assimétricos de choques (Nelson, 1991).
- **GJR-GARCH (1,1)**: incorpora resposta diferenciada da volatilidade a choques positivos e negativos (GLOSTEN et al., 1993).

A seleção baseou-se nos critérios de informação AIC, BIC e no log-verossimilhança (LL). As estimações foram feitas com o pacote *arch* em Python (SHEPPARD, 2021; PYTHON SOFTWARE FOUNDATION, 2025).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estimação dos modelos GARCH (1,1), EGARCH (1,1) e GJR-GARCH (1,1) para as séries de retornos diários dos preços do café Robusta e Arábica forneceu os seguintes resultados, sumarizados pelos critérios de informação AIC e BIC e pela LL, na tabela 1.

Tabela 1: Resultados da Estimação dos Modelos GARCH (Critérios de Informação)

Café	Modelo	AIC	BIC	LL
Robusta	GARCH (1,1)	1935.22	1952.05	-963.61
Robusta	EGARCH (1,1)	1938.68	1959.72	-964.34
Robusta	GJR-GARCH (1,1)	1937.13	1958.17	-963.56
Arábica	GARCH (1,1)	1941.62	1958.45	-966.81
Arábica	EGARCH (1,1)	1910.61	1931.65	-950.31
Arábica	GJR-GARCH (1,1)	1940.78	1961.82	-965.39

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.1. VOLATILIDADE CAFÉ ROBUSTA

Para a série de retornos do café Robusta, o modelo GARCH (1,1) foi selecionado como o mais adequado, apresentando os menores valores dos critérios de informação AIC (1935.22) e BIC (1952.05). Embora o modelo GJR-GARCH (1,1) tenha exibido um valor de log-verossimilhança (LL) ligeiramente superior (-963.56 contra -963.61 do GARCH), a escolha do modelo mais parcimonioso é respaldada pelos critérios de informação, que penalizam a complexidade excessiva sem ganho significativo de ajuste.

Os parâmetros estimados do GARCH (1,1), mostraram-se estatisticamente significativos, com a soma dos coeficientes ARCH (α_1) e GARCH (β_1) próxima de 1. Esse resultado indica alta persistência da volatilidade, sugerindo que choques nos preços tendem a produzir efeitos duradouros ao longo do tempo, uma característica típica de séries financeiras e de *commodities*.

A ausência de desempenho superior dos modelos assimétricos (EGARCH e GJR-GARCH) implica que a resposta da volatilidade a choques negativos e positivos é relativamente simétrica no mercado de café Robusta, ao menos no período analisado. Isso pode refletir características estruturais da formação de preços dessa variedade, como maior estabilidade relativa da demanda ou menor sensibilidade a notícias adversas específicas, quando comparado ao Arábica. Além disso, a robustez do GARCH (1,1) sugere que a especificação padrão é suficiente para capturar a dinâmica essencial da variância condicional nessa série.

3.2 VOLATILIDADE CAFÉ ARÁBICA:

Para a série de retornos do café Arábica, o modelo EGARCH (1,1) apresentou desempenho superior em todos os critérios de seleção: menor AIC (1910.61), menor BIC (1931.65) e maior log-verossimilhança (-950.31). Esses resultados indicam que a modelagem da volatilidade do Arábica se beneficia da flexibilidade adicional proporcionada pela estrutura exponencial e assimétrica do modelo EGARCH, em comparação com as especificações simétricas.

A significância estatística do parâmetro de assimetria (γ) no modelo EGARCH (vide Apêndice A, Tabela 4) evidencia a presença do chamado efeito de alavancagem ou, neste caso, um padrão de resposta assimétrica da volatilidade a choques positivos e negativos. Curiosamente, o coeficiente estimado para γ foi positivo (0,0440), o que sugere que, ao contrário do efeito de alavancagem tradicional, os choques positivos (isto é, aumentos de preço) exercem maior impacto sobre a volatilidade do que os negativos. Embora esse resultado possa parecer contraintuitivo à luz da literatura clássica, ele revela uma assimetria relevante, que pode estar associada à sensibilidade do mercado do Arábica a episódios de alta especulativa, variações cambiais ou choques de demanda em momentos de valorização.

A adequação do modelo EGARCH (1,1) ao comportamento do Arábica reforça a importância de se utilizar especificações que capturam não apenas a persistência da volatilidade, mas também sua resposta diferenciada a distintos tipos de choques. Tais características são fundamentais em mercados marcados por maior sensibilidade a fatores exógenos e por maior visibilidade internacional, como é o caso do café Arábica. Os resultados têm implicações diretas para a construção de estratégias de *hedge*, precificação de derivativos e gestão de risco de mercado.

4. CONCLUSÕES

Este estudo analisou a dinâmica da volatilidade dos preços diários do café Arábica e Robusta no Brasil, aplicando modelos da família GARCH às séries de retornos entre maio de 2023 e maio de 2025. A comparação entre as especificações GARCH (1,1), EGARCH (1,1) e GJR-GARCH (1,1) permitiu identificar estruturas distintas de variância condicional para cada variedade.

Os resultados indicaram que o modelo GARCH (1,1) foi o mais adequado para o café Robusta, refletindo uma dinâmica de volatilidade simétrica e altamente persistente. Por outro lado, o café Arábica apresentou comportamento mais complexo, com melhor ajuste do modelo EGARCH (1,1), cuja estrutura assimétrica capturou a maior sensibilidade da volatilidade a choques positivos, um resultado que contraria o padrão clássico de alavancagem, mas revela especificidades relevantes do mercado analisado.

Esses achados contribuem para o aprimoramento de estratégias de previsão e gestão de risco no setor cafeeiro brasileiro, especialmente no que se refere à escolha de modelos que reflitam adequadamente o comportamento da volatilidade de cada variedade. Além disso, o estudo reforça a utilidade prática dos modelos GARCH em contextos de *commodities* agrícolas, oferecendo subsídios para decisões de *hedge*, precificação de contratos futuros e formulação de políticas comerciais.

Como limitações, destaca-se a hipótese de normalidade dos resíduos, que pode não capturar adequadamente caudas mais pesadas frequentemente observadas em séries financeiras. Pesquisas futuras podem explorar distribuições alternativas, como a *t-student*, incorporar mudanças estruturais na variância ou ainda adotar modelos GARCH multivariados para investigar a interdependência entre os mercados de Arábica e Robusta. A ampliação dessas abordagens pode aprofundar a compreensão das dinâmicas de risco no mercado global de café.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLLERSLEV, T. **Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity**. *Journal of Econometrics*, Amsterdam, v. 31, n. 3, p. 307-327, 1986.

CEPEA/ESALQ-USP. **Indicadores de preços de café**. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/br/indicador/cafe.aspx>.

GLOSTEN, L. R.; JAGANNATHAN, R.; RUNKLE, D. E. **On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks**. *The Journal of Finance*, Hoboken, v. 48, n. 5, p. 1779-1801, 1993.

NELSON, D. B. **Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach**. *Econometrica*, Oxford, v. 59, n. 2, p. 347-370, 1991.

PYTHON SOFTWARE FOUNDATION. **Python language reference**, version 3.13.3, 2025. Disponível em: <http://www.python.org>.

SHEPPARD, K. **arch: Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (ARCH) and other tools for financial econometrics**. Python package, v. 4.18, 2021. Disponível em: <https://arch.readthedocs.io/>.