

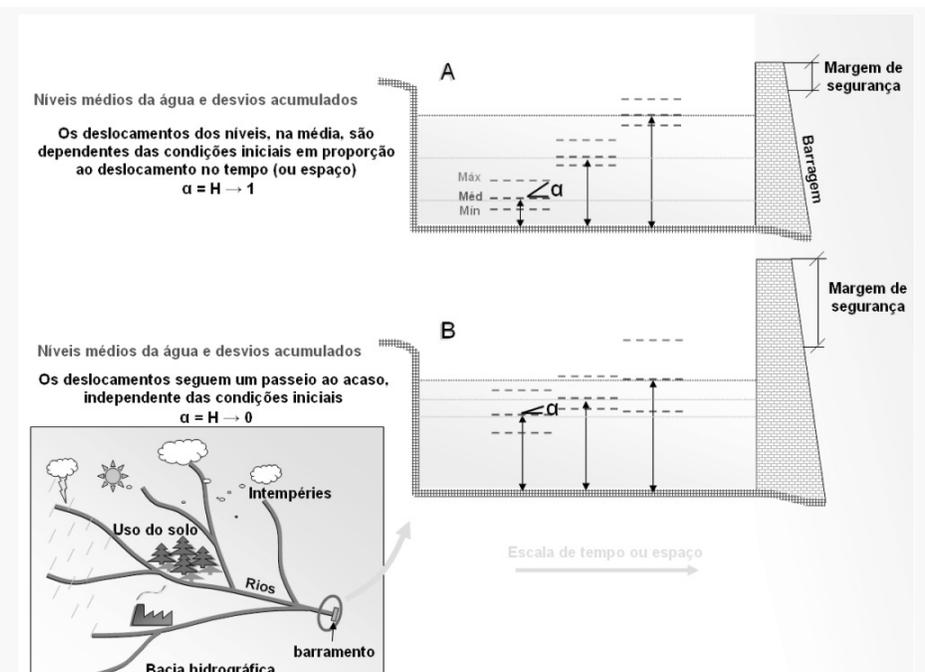
# Análise temporal de preços do leite ao produtor: identificação de padrões e tendências de longo-prazo

Marcos Cicarini Hott, Kennya Beatriz Siqueira e Glauco Carvalho

Compreender a dinâmica de preços de determinada mercadoria é um desafio permanente, pois possibilita antever patamares futuros e conseqüentemente o planejamento e tomada de decisão em diversos setores da economia. São tantos os fatores que influenciam na formação do preço, que a determinação de um modelo adequado para previsão se torna uma tarefa árdua e de constante monitoramento de variáveis tais como custo, a qual também depende de uma série de outras variáveis. Portanto, analisar o comportamento de uma série de preços pode facilitar o trabalho de estimação do preço, em função do tempo. A análise de séries temporais se propõe à investigação da estacionariedade ou nível de tendência da série de dados com o objetivo de prevê-los, principalmente. A volatilidade e sazonalidade presentes no preço do leite ao produtor credenciam-no a uma análise temporal elaborada com o intuito de medir o grau de complexidade de suas flutuações. Conhecer sua previsibilidade é fundamental, para num segundo momento, estima-lo.

Diversas ferramentas são úteis para a análise da tendência de uma série de dados. Contudo, na compreensão de fenômenos adjacentes complexos que podem ter efeito no preço deve-se lançar mão de aparato estatístico que atenda ao quesito da dinâmica dos preços, ou seja, que possa elucidar descritivamente o padrão existente ao longo da série não-estacionária e quão previsível ela é no longo-prazo. Originária de estudos hidrológicos e recentemente usada para análise de dinâmica não-linear em diversas áreas do conhecimento, a análise R/S ou análise de série reescalada traz à tona a investigação sobre os limites e desvios existentes em uma base de dados, com o objetivo de estabelecer um nível de complexidade ou previsibilidade em tendência ou memória de longo-prazo, materializado pelos expoentes de Hurst (H).

O fundamento da análise R/S é de subdividir a série de dados em vários segmentos, obtendo-se os limites em torno da média proporcional ao deslocamento no tempo dentro destes blocos, padronizando-os pelo desvio padrão. Na Fig. 1, um exemplo que ilustra a obtenção do expoente de Hurst e o significado de seu valor, com base no objetivo original do método desenvolvido por Harold Hurst. A inclinação da reta obtida por regressão linear do log-log R/S versus tamanho do bloco é o expoente de Hurst, cujos resultados estão ligados ao contexto e dimensão estudados (na Fig. 2, exemplos de perfis e H



**Fig. 1.** Ilustração esquemática que mostra de forma análoga a interpretação da análise R/S quanto ao dimensionamento de uma barragem, podendo ser estendida à definição dos patamares do preço. Em A os deslocamentos no tempo (ou espaço) e níveis da água seguem uma inclinação próxima a 1, com um grande efeito de memória, diferentemente a B que expressa acúmulo nos desvios de forma gaussiana, independente das condições iniciais na escala de tempo, com uma inclinação próxima de 0,5, própria da distribuição normal.

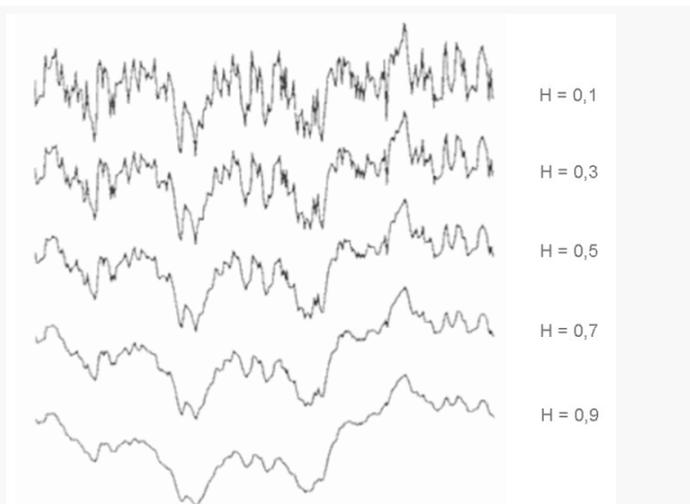
ligados à rugosidade). O uso de uma janela móvel ao longo da série, calculando-se  $H$  para cada porção, fornece uma visão da previsibilidade em cada período de tempo. A partir desta técnica detecta-se a tendência de longo-prazo, ou seja, se um preço ou outro dado medido em um momento do tempo influencia os retornos futuros.

$H$  varia entre 0 e 1. A interpretação se dá da seguinte forma: com  $1 \geq H > 0,5$  a série é dita persistente (a magnitude dos retornos ou desvios nos preços, por exemplo, tendem a se repetir no futuro), com  $0,5 > H \geq 0$  interpreta-se que a série é anti-persistente, ou seja, a série tende a

produzir no futuro resultado oposto ao do passado, revertendo-se em algum momento. Se  $H$  for igual a 0,5 a série é dita aleatória. Por exemplo, um valor de  $H$  de 0,70 significa que há uma chance de 70%, aproximadamente, de um fenômeno se repetir dentro do intervalo temporal de amostragem.

Para efeito de comparação, a série de preços ao produtor de janeiro de 1967 até agosto de 2009 foi normalizada, tendo em vista a diversidade das moedas brasileiras, efeitos da inflação e planos econômicos. Assim, procedeu-se ao deflacionamento utilizando o IGP-FGV (base agosto de 2009) (Fig. 3). Realizou-se uma transformação para obtenção de uma série com as diferenças ou desvio absoluto.

Após essa transformação na série, obteve-se os log-desvios (Fig. 4), os quais foram objeto de estimativa do expoente de Hurst, resultando em  $H$  igual a 0,80 em ambas as séries de log-desvios (Fig. 5), com e sem o embaralhamento para a quebra da tendência de curto-prazo em blocos de 4 observações. Essa sensibilidade da análise R/S às correlações de curto-prazo, pode ser um fator descritivo nesta abordagem, sendo que a sazonalidade poderá influenciar no escalonamento em janela móvel, e isto é interessante na detecção de ciclos periódicos, também um fator de previsibilidade. Contudo, a análise R/S detecta ciclos não-periódicos também, indicando o comportamento não linear da série ao longo do tempo.

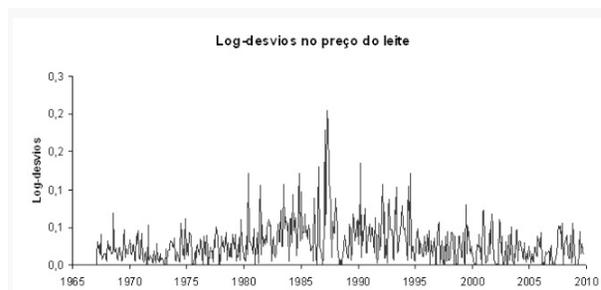


**Fig. 2.** Exemplos de perfis e seu valor de  $H$ . Neste caso, considera-se  $H$  como um valor descritivo para a rugosidade ou complexidade.



**Fig. 3.** Série de preços de leite ao produtor, deflacionada em Real, da qual foi obtido os desvios no preço para exploração do potencial de previsibilidade, independente dos patamares de preço.

Fonte: FGV/IPEA.



**Fig. 4.** Desvios logarítmicos nos preços de leite ao produtor.

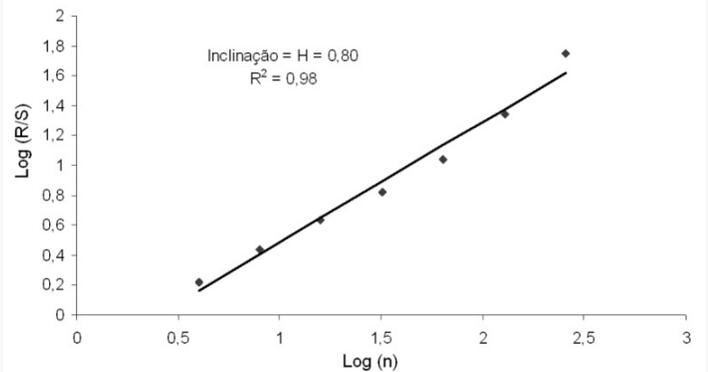
Num segundo momento, foi construído o escalonamento em toda série, com uma janela móvel de 32 observações (2 anos e 8 meses), com e sem embaralhamento (Figs. 6 e 7), onde se observa um período caótico, com menor previsibilidade, entre 1983 e 1985, entre 1993 e 1994 e entre 1997 e 1999.

Em geral, para uma série de desvios de preços, um expoente de Hurst acima de 0,5 indica tendência de longo prazo, onde mesmo com os diversos fatores e variáveis de mercado atuando, existe um viés de prevalência tanto dos aumentos como da diminuição dos preços, na ocorrência de cada um deles.

Quando da detecção de persistência na série, se há, em determinados momentos, um aumento no preço, a tendência é que esses aumentos perdurem, e quando há a diminuição no preço, a tendência será de redução. O expoente de Hurst de 0,80 aponta para a ocorrência de persistência na série, com tendência de longo-prazo, em caráter de viés cíclico periódico ou não-periódico. Isto evidencia tanto a sazonalidade como o resultado de planos econômicos ao longo do período analisado, bem como a presença dos diversos fatores de mercado, sócio-econômicos ou ambientais.

Essa previsibilidade global também mensura a fragilidade de um sistema que é influenciado por fatores de regulação, os quais visam tanto à manutenção de patamares desejáveis no preço ao produtor como também o ajustamento a uma produção em escala com razoável competitividade. Apesar dos altos patamares de preços nas décadas de 60 e 70, se comparado aos preços da última década, ocasionado pela transformação adotada, a análise R/S não é influenciada por esses valores, pois padroniza os blocos de dados pelo desvio padrão.

Nas Figs. 7 e 8, alguns fatores econômicos e ambientais foram acoplados à linha do tempo visando elucidar o comportamento do escalonamento, e assim ilustrar uma provável relação causal, o que é muito difícil de se estabelecer. Observa-se que períodos de baixa previsibilidade ocorrem em concomitância a um fenômeno ambiental selecionado, o El Niño, bem como precedem alguns planos econômicos tal como o Cruzado e o Real. Isto quer dizer que existem períodos estacionários (sem tendência) em meio a períodos não-estacionários (com tendência). Portanto, são tantos os fatores que se torna impossível lidar e controlar todos eles na compreensão do preço. Desta forma, o uso de várias escalas ao longo da série (vários  $\Delta t$ ) tem por objetivo compreender a evolução do fenômeno, abstraindo-se a complexidade



**Fig. 5.** Plot do log (R/S) versus log (n) que deu origem a  $H = 0,80$ . Mesmo após, o embaralhamento da série em blocos de 4 observações, o resultado não se altera no longo-prazo.



**Fig. 6.** Expressão da complexidade e previsibilidade de longo-prazo, com influências de curto-prazo, da série de preços de leite ao produtor de Janeiro de 1967 até Agosto de 2009.



**Fig. 7.** Previsibilidade de longo-prazo a partir do embaralhamento, em blocos de 4 observações não sobrepostas, com o objetivo de quebra das influências de curto-prazo.

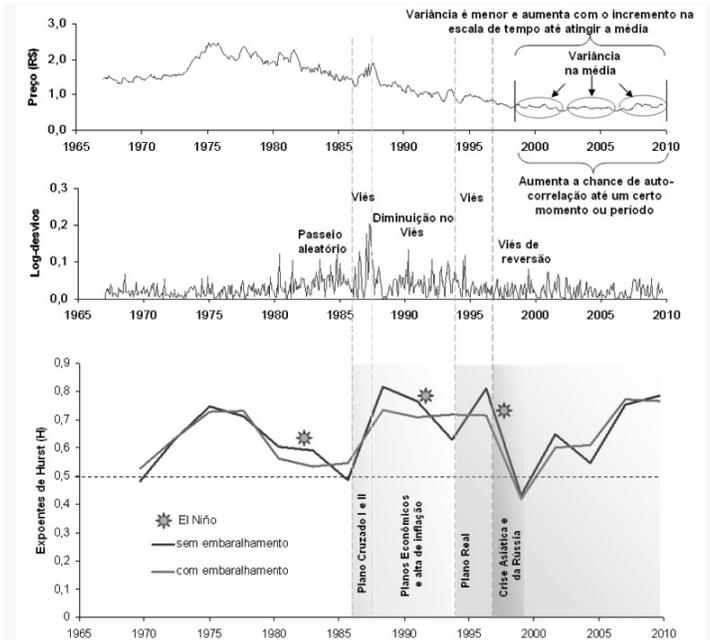
adjacente desses fatores, com base na detecção de movimentos aleatórios ou viesados.

Na Fig. 8, devido à quebra da tendência de curto-prazo, observa-se uma área com hachura entre um gráfico e outro, a qual representa a influência de fatores periódicos, tal como a sazonalidade, de modo geral. Alguns ciclos de previsibilidade são detectados com a janela móvel de 32 observações, denotando uma tendência de aumento na previsibilidade num ciclo que começa a se apresentar a partir de 2004, também com tendência ao aumento no período deste último ciclo, se comparado aos anteriores. O padrão vislumbrado no gráfico mostra como em longo-prazo a previsibilidade pode se alterar, com auto-correlação diferenciada em cada período.

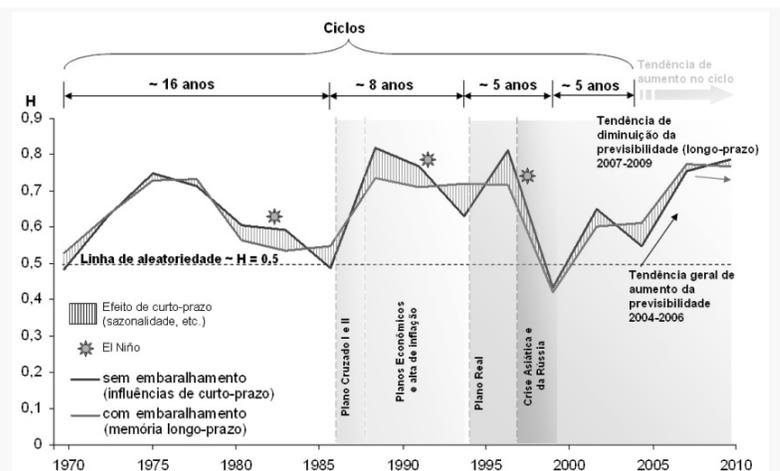
Toda essa análise ainda não mostra se esta condição de previsibilidade de longo-prazo é boa ou ruim para o produtor. Contudo, incertezas dificultam o planejamento e causam ineficiência na comercialização. O que seria o estereótipo de um mercado eficiente, com um movimento totalmente normal ou aleatório, se torna caótico e de difícil trato e análise.

Essa análise de dados reescalados permitiu compreender a evolução dos preços ao longo do tempo quanto à complexidade do fenômeno de formação e sua previsibilidade, ou seja, quanto menor o expoente  $H$ , mais aleatórios ou não-correlacionados são os preços do leite ao produtor no tempo. A partir desses expoentes, que na realidade expressam uma lei de potência ou uma regra de escala na composição aparentemente caótica da série, podem-se derivar amplitudes para os preços. A análise R/S, a qual produz  $H$ , é sensível a tendência de curto-prazo e ao uso de poucos dados na série, redundando em aumento do erro.

A análise dos diversos fatores que influenciam na formação do preço poderá ser reforçada pela utilização do fator de escalonamento representado pelo expoente de Hurst, uma das molas-mestras dos modelos de análise fractal, os quais investigam e modelam padrões existentes em diversas bases de dados e feições naturais.



**Fig. 8.** Ilustração que apresenta a superposição de alguns eventos econômicos e ambientais na tentativa de explicar a evolução dos movimentos dos preços médios do leite ao produtor com base em  $H$ , se comparado a estacionariedade apresentada nos gráficos dos preços e desvios em si.



**Fig. 9.** Detecção dos ciclos e tendências de previsibilidade dos patamares de desvio do preço médio do leite ao produtor.