

# O Mercado Internacional do Petróleo: preços altos significam maior volatilidade?\*

Helder Queiroz Pinto Junior<sup>1</sup>  
Mariana Iootty<sup>2</sup>  
Camila Fernandes<sup>3</sup>

## **RESUMO**

O artigo examina a recente evolução do preço internacional do petróleo, a partir de 2001 - período anterior à guerra do Iraque, relacionando as principais causas de instabilidade, tanto no plano geopolítico, quanto no que concerne às condições de oferta e de demanda da indústria petrolífera mundial. A partir disso, é calculada a volatilidade dos preços com base em medidas de séries temporais – de naturezas paramétrica e não paramétrica - para analisar se os mesmos se apresentam mais ou menos instáveis à medida que novos patamares são alcançados.

## **1. Introdução**

Desde meados de 2003, o preço internacional abandonou a denominada banda de preços entre US\$ 22 e US\$ 28 que, durante alguns anos, conferiu certo grau de tranquilidade para o mercado internacional. Entretanto, a conjugação de fatores como as mudanças observadas no comportamento das estruturas de oferta e de demanda e a permanência das fontes de incerteza, no plano geopolítico, tem mantido os preços em patamares significativamente mais elevados.

Os níveis atuais refletem uma maior volatilidade dos preços e, conseqüentemente um estado de grande incerteza? Ou, ao contrário, é possível afirmar que os preços atuais mudaram de verdade para um novo patamar?

---

\* Apresentação oral; Tema: Petróleo e Gás Natural

<sup>1</sup> Professor do IE/UFRJ – Pesquisador do Grupo de Economia da Energia do IE/UFRJ.

<sup>2</sup> Professora do Departamento de Economia da UFRRJ - Pesquisadora Associada do Grupo de Economia da Energia do IE/UFRJ

<sup>3</sup> Assistente de Pesquisa do Grupo de Economia da Energia do IE/UFRJ.

O objetivo deste trabalho é fornecer elementos de resposta a estas questões, à luz de testes estatísticos que mensuram o nível de instabilidade das séries temporais dos preços do petróleo no mercado internacional.

A Seção 2 a seguir examina as mudanças nas condições de base da indústria petrolífera mundial desde 2003, após a eclosão da guerra do Iraque. A Seção 3 apresenta a metodologia do trabalho aplicada a séries temporais, articulada em torno do índice não paramétrico de instabilidade e do modelo GARCH. A última seção sumariza as principais conclusões.

## ***2. As Condições de Base da Indústria Petrolífera Mundial***

Após anos operando como um instrumento de convergência das expectativas, a banda de preços internacionais do petróleo desapareceu, em 2003, após a crise geopolítica deflagrada com a guerra do Iraque e uma série de fatores desestabilizadores das condições de oferta e de demanda de óleo bruto.

Valores consistentemente acima do teto da banda sugerem que a mesma não mais representa um patamar para os preços do petróleo, caso permaneçam as condições de mercado observadas recentemente.

Cabe destacar os principais fatores de instabilidade. No plano geopolítico, a permanência da instabilidade política e institucional no Iraque tem dificultado a retomada sustentável da produção e das exportações iraquianas. Além disso, neste contexto é difícil prever a retomada de investimentos em expansão e recuperação da capacidade de produção petróleo no Iraque, uma vez que sua capacidade de produção foi prejudicada dado os diversos ataques sofridos. Ainda no mesmo plano geopolítico, o aumento das tensões entre EUA e Irã culmina com o reforço das fontes de incerteza

quanto ao equilíbrio geopolítico no Oriente Médio, fazendo com que o mercado de petróleo continue cobrando um prêmio de risco elevado.

Com relação às condições de oferta, os limites encontrados pelos países da OPEP para aumentar sua produção, no curto prazo, têm dificultado a reposição dos estoques mundiais. De fato, a capacidade de produção ociosa destes países produtores é estimada em menos de 2 milhões de barris/dia, sendo cerca de dois terços deste total concentrados na Arábia Saudita, o que dificulta os aumentos da produção no curto prazo. Este dado revela que, independentemente dos problemas geopolíticos, o comportamento atual dos preços também reflete, como em outros mercados, a necessidade de se iniciar um novo ciclo de investimentos na capacidade de produção.

Quanto ao comportamento da demanda, cabe recordar que, em 2003, a China tornou-se o segundo maior importador de petróleo ficando atrás apenas dos Estados Unidos. O crescimento do consumo, nos últimos anos, conduzido pelo aumento da demanda chinesa e americana junto à recuperação econômica mundial, aumentou o medo de falta de abastecimento e tem contribuído para a manutenção de patamares elevados do preço do petróleo.<sup>4</sup>

Não obstante o aumento da oferta mundial, permanecem as dúvidas com relação à ampliação da produção dos principais países exportadores, especialmente aqueles que integram a OPEP; em contrapartida, a demanda, por ora, continua aquecida.

Nestas condições, os operadores tendem a se precaver no mercado futuro com contratos de hedge. As operações no mercado futuro acabam por retro-alimentar o movimento altista e a percepção de incerteza. Alterações significativas nesse quadro só serão passíveis de ocorrer com a reversão de alguns dos fatores que têm desequilibrado

---

<sup>4</sup> De fato, um alto executivo da BP chegou a afirmar que a última espiral de preços foi fruto somente do aumento inesperado da demanda e não refletiu a falta de oferta, pois em 2004 a demanda cresceu 2,5 milhões de barris/dia ao invés do 1 milhão de barris/dia previsto. Fonte: Monthly Oil Market Report In: [www.opec.org](http://www.opec.org). Disponível em janeiro de 2005.

a estrutura de oferta e demanda, tais como o nível de importações e das demandas americana e chinesa, bem como a redução da instabilidade geopolítica no Golfo Pérsico.

O abandono da banda de preços de US\$ 22-28 por barril tem sido persistente e frustrou as expectativas dos analistas que esperavam a acomodação dos preços nesta faixa logo após os primeiros meses do conflito do Iraque em 2003.

Em suma, vários fatores que, desde então, produziram a elevação significativa dos preços permanecem ainda ativos. Neste contexto, as mudanças conjunturais nas condições de oferta e de demanda – como, por exemplo, condições climáticas rigorosas ou greves em países produtores – favoreceram, até 2005, os movimentos especulativos de curto prazo e tenderam a reforçar as pressões de alta.

Entretanto, é possível identificar uma redução nos movimentos especulativos de curto prazo desde o início de 2005. Vale alertar que isto não significa a estabilização durável dos preços nos níveis atuais acima de US\$ 60 por barril. Como já destacamos, sem a reversão das condições atuais no plano geopolítico, no comportamento aquecido da demanda e na resolução dos gargalos de oferta na capacidade de produção, devemos esperar pela continuidade da situação de preços elevados, pois o mercado tende a pedir prêmios elevados. Cabe assim avaliar se o comportamento volátil dos preços foi reduzido, sinalizando que os preços se situam agora num patamar mais elevado, com o qual os agentes econômicos estão aprendendo a lidar.

### ***3. Um Teste sobre o Comportamento Volátil dos Preços do Petróleo***

Neste artigo examinamos se, uma vez alcançado um novo patamar, a volatilidade das flutuações de preços se reduz. Para isso, foi analisado o comportamento ao longo do tempo da cotação do petróleo tipo Brent. A análise desta série foi feita a partir dos três cortes temporais apresentados abaixo:

- 01/01/2001 – 31/03/2003 (580 observações);
- 01/04/2003 – 31/12/2004 (456 observações); e
- 01/01/2005 – 04/04/2006 (325 observações).

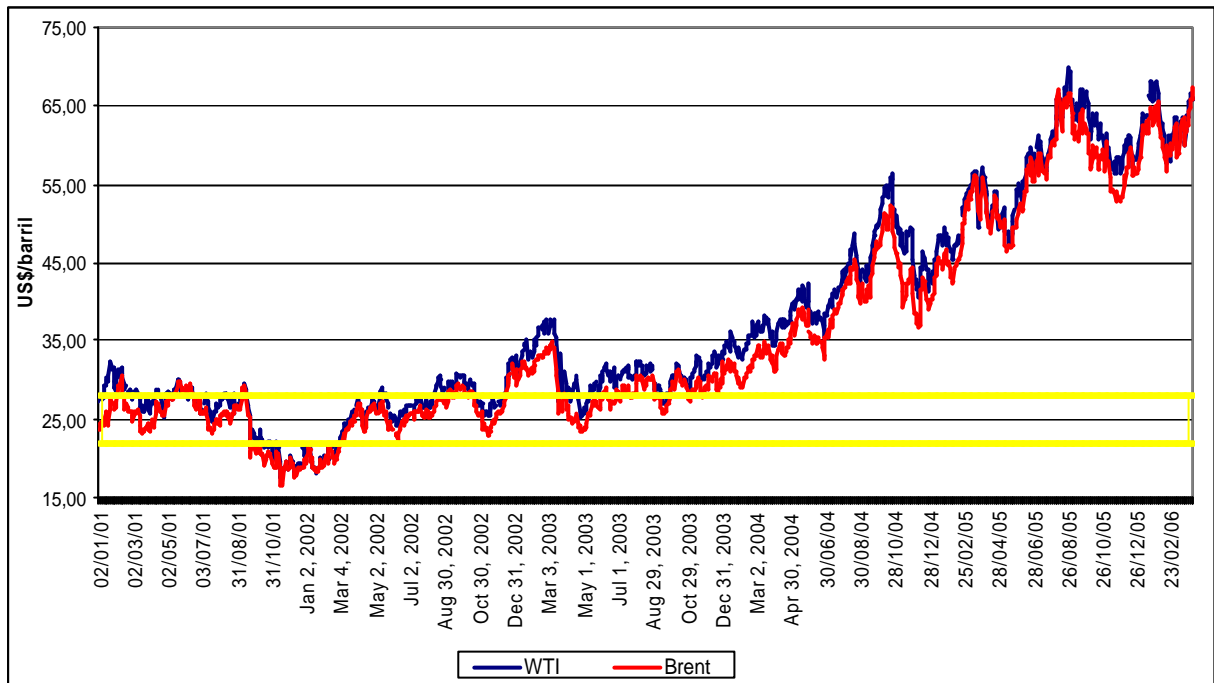
O primeiro corte temporal foi escolhido por se tratar de um período de grande volatilidade na cotação internacional do petróleo. Os anos de 2001 e 2002 foram marcados pela relativa estabilidade do preço do petróleo, sendo mantido dentro dos patamares estabelecidos pela OPEP. No entanto, o fim do ano de 2002 e o início de 2003 foram marcados por altas do petróleo, provocadas, principalmente, pelas perspectivas de uma guerra dos EUA contra o Iraque. É a partir desse período que se inicia a queda do dólar americano, o que se intensifica ao longo de 2003.

O segundo corte temporal analisado se caracteriza pela continuidade da instabilidade relacionada à guerra no Iraque e a forte desvalorização da moeda americana.

Em 2004, as principais preocupações, neste mercado, giravam em torno da instabilidade no Iraque e do crescimento sustentado da demanda e das importações dos países Não-OPEP. A China tornou-se o segundo maior importador de petróleo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. O crescimento do consumo, nos últimos anos - conduzido pelo aumento das demandas chinesa e americana - junto à recuperação econômica mundial, aumentou o medo de falta de abastecimento e tem contribuído para a manutenção de patamares elevados do preço do petróleo. No caso da oferta, as atenções se concentraram nos planos de investimento, na capacidade de produção e nas questões políticas dos principais países exportadores.

Finalmente, o último corte temporal trata-se de um período marcado pelo elevado patamar dos preços, persistindo acima dos US\$ 55 por barril desde meados de 2005 (ver Gráfico 1).

**Gráfico 1 – Preço Internacional do Petróleo**



Assim, com a finalidade de verificar se a volatilidade dos preços do petróleo se reduziu, para a série do petróleo tipo Brent, e seguindo a referida periodização, foram desenvolvidos dois métodos.

### ***3.1 – Índice de Instabilidade***

O primeiro dos procedimentos, de natureza não paramétrica, compreendeu duas etapas. Primeiro, para cada um dos períodos considerados, foi calculada a tendência temporal da série analisada; em seguida, calculou-se um índice de instabilidade da seguinte forma:

$$INST_t = \frac{1}{n} \left\{ \sum_{i=1}^n \frac{(|y_t - y_{t-1}|)}{y_t} \right\} * 100;$$

onde  $Y_t$  é a magnitude observada da variável;  $y_t$  é a magnitude estimada a partir do ajustamento dos dados à tendência; e  $n$  é o número de observações. Desta forma, o índice de instabilidade *reflete o desvio percentual da série em relação a sua tendência num dado período*. Este tipo de teste segue a mesma linha metodológica desenvolvida em Iooty, Pinto Jr e Roppa (2004a e 2004 b). Cabe ressaltar que o valor resultante do índice deve ser utilizado apenas para efeitos comparativos, e não de forma absoluta, e assim, ele não é útil para identificar se um valor, tomado individualmente, é elevado ou não.

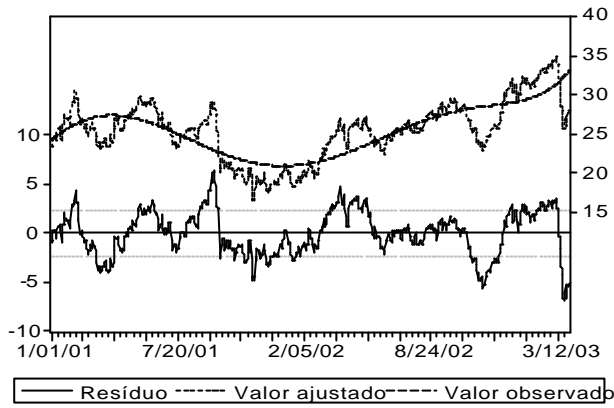
Entretanto, cabe notar que o índice serve para comparar níveis de volatilidade de uma mesma série entre diferentes intervalos de tempo. Neste sentido, o presente artigo, ao utilizar este indicador, não focaliza a variação dos níveis da série, ou seja, não atenta para eventuais aumentos ou reduções dos valores da série observada, mas examina o comportamento da instabilidade da série temporal.

Os Gráficos 2, 3 e 4 abaixo apresentam a série do petróleo Brent, segundo os cortes temporais, bem como as linhas de tendência estimadas (valores ajustados)<sup>5</sup> e os resíduos referentes a essa estimação.

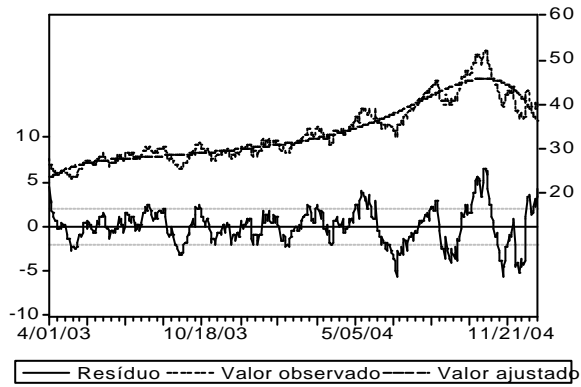
---

<sup>5</sup> As tendências temporais, em cada período analisado, foram estimadas segundo polinômios de ordem 6.

**Gráfico 2 -  
Cotações diárias do P.Brent - US\$/barril  
De 01/01/2001 a 31/03/2003  
(820 observações)**

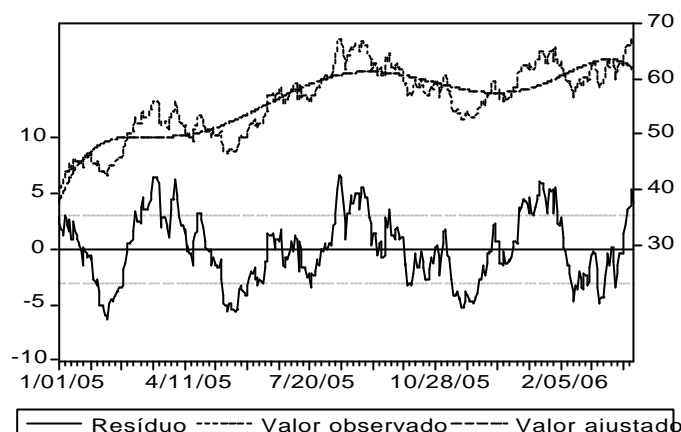


**Gráfico 3 -  
Cotações diárias do P.Brent - US\$/barril  
De 01/04/2003 a 31/12/2004  
(641 observações)**



**Gráfico 4 -  
Cotações diárias do P.Brent - US\$/barril  
De 01/01/2005 a 04/04/2006  
(459 observações)**





A Tabela 1 abaixo resume os valores do índice nos períodos de análise. Para o período referente ao intervalo entre 01/01/2001 e 31/03/2003, o resultado do indicador *INST* revela que o preço do petróleo Brent apresentou uma variação média de 7,26% em torno da sua tendência. Para os dois períodos seguintes - de 01/01/2003 a 31/03/2004 e de 01/01/2005 a 04/04/2006 - os indicadores apresentam comportamentos menos instáveis, ficando em 4,42% e 4,56%, respectivamente. Para verificar em que medida os valores dos índices são distintos entre si, foi realizado uma análise de variância (ANOVA - one way) e verificou-se que as médias são significativamente distintas ao nível de 1%.

**Tabela 1 – Evolução da média do índice Inst**

Período de referência	Índice INST	Teste de hipótese*
01/01/2001 a 31/03/2003	$INST_1 = 7,26\%$	F=34,08 Prob>F=0,000
01/04/2003 a 31/12/2004	$INST_2 = 4,56\%$	
01/01/2005 a 04/04/2006	$INST_3 = 4,42\%$	

\* Ho:  $Inst_1 = Inst_2 = Inst_3$

### 3.2 – Modelo GARCH

O segundo método de análise da instabilidade dos preços do petróleo Brent ( $Pr_t$ ) se baseou no modelo auto-regressivo de heteroscedasticidade condicional generalizado

de ordem um, GARCH (1,1) introduzido por Bollerslev (1986). Tal modelo foi estimado, para os 3 períodos considerados, como sendo:

$$\Delta Pr_t = f_0 + e_t, \quad e_t \sim N(0, s_t^2), \quad t=1,2,\dots,T$$

$$s_t^2 = a_0 + a_1 e_{t-1}^2 + b_1 s_{t-1}^2$$

sendo  $\Delta Pr_t = \ln Pr_t - \ln Pr_{t-1}$ ;  $a_0$  e  $a_1$  são os parâmetros ARCH; e  $b_1$  é o parâmetro GARCH. A estimativa do desvio padrão obtido  $\hat{s}_t$  foi então adotada como proxy da instabilidade do preço. Como disposto em Engle (2001), este método de cálculo de volatilidade torna-se mais interessante do que outras formas de mensuração de instabilidade, como o método do índice *INST* adotada anteriormente, pois as observações de preço recebem diferentes pesos no cálculo.

A tabela abaixo apresenta os resultados das regressões dos modelos GARCH (1,1) aplicadas aos 3 cortes temporais definidos e ao período integral.

**Tabela 2 – Resultados da estimação do modelo GARCH (1,1)**

	01/01/2001 a 31/03/2003	01/04/2003 a 31/12/2004	01/01/2005 a 04/04/2006	01/01/2001 a 04/04/2006
$f_0$	0,001	0,001	0,002	0,002*
$a_0$	-0,001**	0,001*	0,001	0,001**
$a_1$	0,131**	-0,012	-0,050	0,059***
$b_1$	2,082***	-0,833	-0,887	2,467***
N.obs	453	364	256	1077

\* representa significância a 10%, \*\* a 5% e \*\*\* a 1%

A partir dos coeficientes ARCH e GARCH assim estimados, foi calculado o valor predito de  $\hat{s}_t$ , aqui considerado como uma proxy da volatilidade, para cada um dos períodos. As médias de  $\hat{s}_t$  obtidas nos 3 intervalos são apresentadas na tabela abaixo.

**Tabela 3 – Evolução do Índice de Instabilidade**

Período de referência	$\hat{s}_t$	Teste de hipótese*
01/01/2001 a 31/03/2003	0,026	F=173,55 Prob>F=0,000
01/04/2003 a 31/12/2004	0,021	
01/01/2005 a 04/04/2006	0,019	

\* Ho:  $\hat{s}_1 = \hat{s}_2 = \hat{s}_3$

Observa-se, assim, uma queda no nível da volatilidade dos preços nos períodos analisados. Para verificar em que medida as médias de  $\hat{s}_t$ , e, portanto, a volatilidade das séries, são distintas entre os diferentes períodos, foi realizada uma análise de variância e verificou-se que de fato eles são diferentes com significância estatística de 1%.

Estes resultados sugerem então que a tendência altista tem elevado os preços para um patamar mais alto; porém, uma vez alcançado um novo patamar, a volatilidade das flutuações de preços vem se reduzindo no período janeiro de 2005-março de 2006, comparada com a amplitude das oscilações registradas nos períodos anteriores.

#### ***4. Considerações Finais***

Nos mercado de commodities, as tendências de alta de preços são acompanhadas, num primeiro momento, por aumento da volatilidade até que seja atingido um novo patamar que sirva como referência para as tomadas de decisão dos agentes econômicos. No caso da indústria petrolífera, a instabilidade dos preços continua sendo um traço marcante. De fato, após os episódios de 11 de setembro de 2001 e da Guerra do Iraque de 2003, as transformações no cenário geopolítico conduziram a um quadro de maior incerteza, elevando os preços e, simultaneamente, tornando seu comportamento mais volátil.

Entretanto, desde meados de 2005, até o início de 2006 o mercado internacional registrou, na verdade, o surgimento de um novo patamar. Não obstante o preço

continuar oscilando, dado que esta é uma característica inerente dos mercados de commodities, as flutuações em torno do nível de US\$ 60 por barril passaram a ser menos acentuadas do que nos períodos anteriores, indicando a redução da volatilidade. Esta constatação pode parecer contra-intuitiva. Contudo, com base em testes estatísticos baseados num índice de instabilidade, foi possível verificar que a volatilidade dos preços se reduziu no período janeiro de 2005- março de 2006, comparada com outros cortes temporais, desde 2001.

Os resultados obtidos - tanto pelo método do índice INST (ver Tabela 1) quanto pelo modelo GARCH (1,1) (ver Tabela 3) - apontam que o primeiro período (de 2001 a março de 2003) caracteriza-se, de fato, por uma instabilidade maior do que os dois períodos subseqüentes, apesar destes dois últimos terem se caracterizado pela disparada dos preços do petróleo no mercado internacional.

Apesar da cautela recomendada ao longo do texto para o tipo de inferência que se pode estabelecer a partir deste tipo de metodologia, é possível atestar que os preços se situam num patamar novo, porém menos volátil. Isto permite concluir que os preços se estabilizaram e que o patamar de US\$ 60 por barril é a referência para o mercado a médio prazo? Certamente não! A redução da volatilidade dos preços autoriza afirmar que os agentes econômicos acomodaram suas expectativas em torno desse patamar, mas o atual equilíbrio é extremamente frágil. Tal situação persistirá, ou mesmo se agravará com novos aumentos e retorno de maior grau de volatilidade, enquanto perdurar a conjugação de um cenário geopolítico tenso com as condições atuais de oferta limitada pelo esgotamento da capacidade de produção excedente e de demanda aquecida.

### ***Referências Bibliográficas***

BOLLERSLEV, T. "Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity".  
Journal of Econometrics , 198631:307-327

ENGLE, R , “GARCH 101: the use of ARCH/GARCH models in applied econometrics”. *Journal of Economic Perspectives*, 2001, 15(4), 157-168.

IOOTTY, M., PINTO JR., H.Q. ROPPA B., (2004), Volatilidade dos preços da gasolina e dos preços internacionais do petróleo: uma análise a partir do índice de instabilidade no período 2002-2004, in *Anais do X Congresso Brasileiro de Energia*, Outubro 2004, pp. 1295-1302.

IOOTTY, M., PINTO JR., H.Q. ROPPA B. Volatilidade das ações das empresas elétricas no Brasil: uma análise comparativa entre IEE e Risco Brasil no período 1999-2004, in *Anais do X Congresso Brasileiro de Energia*, Outubro 2004, pp.1338-1346