

TEXTO PARA DISCUSSÃO N° 1109

VALOR DA OPÇÃO DE INVESTIMENTO (EXPORTAÇÃO) E VOLATILIDADE DA TAXA DE CÂMBIO

**Roberto Siqueira
Ajax R. B. Moreira**

Rio de Janeiro, agosto de 2005

TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 1109

VALOR DA OPÇÃO DE INVESTIMENTO (EXPORTAÇÃO) E VOLATILIDADE DA TAXA DE CÂMBIO*

Roberto Siqueira**
Ajax R. B. Moreira**

Rio de Janeiro, agosto de 2005

* Os autores agradecem os comentários de Honório Kume, Eutáquio Reis, Kátia Rocha e Octávio Tourinho, suas críticas e sugestões em versões anteriores deste trabalho.

** Da Diretoria de Estudos Macroeconômicos do IPEA. siqueira@ipea.gov.br e ajax@ipea.gov.br

Governo Federal

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão

Ministro – Paulo Bernardo Silva

Secretário-Executivo – João Bernardo de Azevedo Bringel



Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, o IPEA fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais, possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro, e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Glauco Arbix

Diretora de Estudos Sociais

Anna Maria T. Medeiros Peliano

Diretor de Administração e Finanças

Celso dos Santos Fonseca

Diretor de Cooperação e Desenvolvimento

Luiz Henrique Proença Soares

Diretor de Estudos Regionais e Urbanos

Marcelo Piancastelli de Siqueira

Diretor de Estudos Setoriais

João Alberto De Negri

Diretor de Estudos Macroeconômicos

Paulo Mansur Levy

Chefe de Gabinete

Persio Marco Antonio Davison

Assessor-Chefe de Comunicação

Murilo Lôbo

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

ISSN 1415-4765

JEL G11, G12, G15, F14

TEXTO PARA DISCUSSÃO

Uma publicação que tem o objetivo de divulgar resultados de estudos desenvolvidos, direta ou indiretamente, pelo IPEA e trabalhos que, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO 1

2 METODOLOGIA 2

3 PARÂMETROS 9

4 RESULTADOS 11

5 CONCLUSÃO 16

APÊNDICE 17

BIBLIOGRAFIA 21

SINOPSE

Neste trabalho avaliamos o efeito da volatilidade da taxa de câmbio real sobre a banda de histerese associada às decisões de investir no aumento da capacidade de produção e na ampliação da capacidade de exportação de cada um dos 36 setores produtores de bens da matriz insumo produto (MIP) da economia brasileira. Para isso, a abordagem proposta por Dixit (1989*a* e *b*) foi estendida de forma a considerar: *a*) o efeito da taxa de câmbio sobre as receitas e os custos dos agentes; e *b*) a aversão ao risco dos agentes.

ABSTRACT

In this paper we evaluate the effect of the real exchange rate volatility on the hysteresis band relative to investment plans in output and export capacity enlargement in the thirty six industrial sectors in the Brazilian input-output matrix. For this, the approach by Dixit (1989*a* e *b*) was extended to consider: *a*) the effect of the exchange rate volatility on the agent's income and costs; and *b*) on the agent's risk aversion.

1 INTRODUÇÃO

A flutuação da taxa de câmbio real afeta diretamente a renda do capital dos exportadores e, indiretamente, a renda de todos os agentes, devido ao efeito dessa variável sobre os preços domésticos. O regime de câmbio livre, implementado no Brasil desde 1999, aumentou a volatilidade da taxa de câmbio real, o que induz à volatilidade da renda do capital e, portanto, das decisões de investimento e de exportação.

Dixit (1989*b*) mostrou que quando o custo do investimento é parcialmente perdido no caso do abandono de um projeto — custo afundado —, a incerteza da renda do capital faz com que os agentes tenham o comportamento singular de postergar as decisões de investir (abandonar) a atividade, mesmo que o valor presente dessa decisão seja positivo (negativo). Para investir, requerem uma rentabilidade superior àquela necessária sob certeza ou ausência de custo afundado. Uma vez que o investimento tenha sido realizado, continuam a operar mesmo que o nível de rentabilidade seja inferior ao requerido no ambiente de certeza.

A decisão sobre um projeto, em um ambiente de certeza, é determinada por um nível crítico da taxa de câmbio acima (abaixo) do qual o projeto é atrativo, e a decisão é no sentido de realizar (abandonar) o projeto. Em contraposição, em um ambiente de incerteza, existem dois níveis críticos para a taxa de câmbio: o nível r , abaixo do qual o valor presente esperado do ganho futuro é negativo e o projeto deve ser abandonado, e o nível R , acima do qual o projeto deve ser realizado. No intervalo $[r, R]$, conhecido como banda de histerese, os agentes postergam a decisão de investir e abandonar, esperando um momento mais oportuno.

A combinação do regime cambial e a singularidade do comportamento do agente sob incerteza e custos afundados têm também conseqüências sobre a abertura de novos canais de exportação. Alguns produtos requerem a formação de cadeias de comercialização que são uma forma de custo afundado, e, portanto, podem induzir à formação de uma banda de histerese.

A literatura sobre a relação entre incerteza de determinantes dos lucros e fluxo comercial e investimento é muito diversificada. Começou com Krugman e Baldwin (1987) e especialmente com Dixit (1989*a* e *b*), que utilizou a abordagem de apreçamento de opções para explicar a persistência do déficit comercial americano em meados dos anos 1980. O último autor retomou o tema da histerese em trabalhos posteriores (1991 e 1992), incorporando à análise o efeito sobre a banda de inação do repasse da taxa de câmbio sobre os preços domésticos e da heterogeneidade das firmas. Abel e Eberly (1993*a* e *b* e 1995*a* e *b*) analisam os efeitos teóricos sobre a dimensão da firma do custo de ajustamento sob diferentes fontes de incerteza: tecnológica, preço do produto e demanda. Kulatilaka e Kogut (1996) retornam ao problema do efeito da incerteza cambial sobre o saldo comercial americano e mostram, também, com uma abordagem de apreçamento de opções, que em um horizonte mais amplo que considere a possibilidade de realocação espacial da produção e flexibilidade gerencial, o gerenciamento do risco cambial se dá na definição do grau de capacidade ociosa das unidades produtivas dentro e fora dos Estados Unidos. Posteriormente, Darby *et alii* (1999) estudaram o impacto da

volatilidade da taxa de câmbio sobre o nível de investimento, concluindo que o aumento da volatilidade tem um efeito negativo sobre o nível de investimento.

Utilizando uma abordagem econométrica, Kogut e Chang (1996) confirmaram alguns dos resultados de Abel e Eberly, analisando dados de 95 firmas japonesas do setor de eletrônicos que atuavam como exportadoras para os Estados Unidos. Campa (1993) mostrou, com dados da década de 1980, a existência de correlação negativa entre volatilidade cambial e investimento de firmas estrangeiras nos Estados Unidos. Roberts e Tybout (1995) utilizaram microdados em painel para estimar um modelo *probit* de participação das firmas no mercado exportador, concluindo que os custos afundados, característicos das plantas e tempo de atuação no mercado, são determinantes para que a firma continue exportando.

Neste texto avaliamos o efeito da volatilidade da taxa de câmbio real sobre a banda de histerese associada às decisões de investir no aumento da capacidade de produção e na ampliação da capacidade de exportação de cada um dos 36 setores produtores de bens da matriz insumo produto (MIP) da economia brasileira. Para isso a abordagem de Dixit (1989a e b) foi estendida de forma a considerar: a) o efeito da taxa de câmbio sobre as receitas e os custos dos agentes; e b) a aversão ao risco dos agentes.

O modelo é apresentado na Seção 2. A Seção 3 descreve os dados usados, e a Seção 4, os resultados. A Seção 5 encerra com a apresentação da conclusão.

2 METODOLOGIA

Foram analisadas duas situações extremas: a decisão de investir no aumento da capacidade de exportação e a decisão de investir no aumento da capacidade de produção. No primeiro caso — problema do exportador —, admite-se que a capacidade de produção é dada, e o agente decide quanto ao gasto para ampliar a participação das exportações no destino da sua produção. No segundo caso — problema do investidor —, admite-se que a participação das exportações está dada, e que o agente decide quanto ao aumento da capacidade da produção. Nos dois casos os efeitos de escala são ignorados e a decisão é quanto ao gasto para o aumento unitário de capacidade de produção ou de exportação.

No problema do exportador, o agente decide comparando o preço do seu produto ofertado no mercado doméstico e no mercado externo. No problema do investidor, o agente decide considerando os mesmos preços do problema anterior e o preço de seus insumos, que são os bens ofertados na economia doméstica.

A renda do agente flutua devido ao efeito da taxa de câmbio real sobre a alteração dos preços relativos domésticos e dos produtos exportados. Admite-se que existam dois tipos de preço doméstico: os que não são afetados pela taxa de câmbio, compostos pelos serviços domésticos, e os que têm uma relação de equilíbrio de longo prazo com a taxa de câmbio. Admite-se que existam, também, dois tipos de produtos de exportação: os produtos homogêneos — *commodities* —, que têm seus valores cotados no mercado internacional, e os demais bens, que têm uma relação de longo prazo com a taxa de câmbio real.

Testes estatísticos não rejeitam a hipótese de que os preços são variáveis integradas, e, portanto, que os preços afetados pela taxa de câmbio têm uma relação de longo prazo crítica para tornar o problema tratável analiticamente. Sob essa hipótese, a única fonte de variação a ser considerada pelo agente nos dois problemas é a incerteza cambial.

A suposição da existência de relações de equilíbrio de longo prazo entre os preços e a taxa de câmbio é uma hipótese simplificadora, que permite concentrar na taxa de câmbio todas as fontes de incerteza. Isso torna o problema de decisão sob incerteza tratável analiticamente.¹ Essas relações podem ser vistas como descrevendo o equilíbrio entre oferta e demanda em cada um dos mercados.

Além dessa hipótese, admite-se também: *a*) a ausência de efeito de escala; *b*) que o agente, para decidir, ignora as flutuações transitórias da renda do capital; e *c*) que a margem do capital é a diferença entre a receita e os custos de produção, onde a função que determina a composição do destino da produção e dos insumos é uma entre duas funções: Cobb-Douglas ou proporção fixa.²

A aversão ao risco da incerteza cambial foi considerada seguindo a abordagem proposta por Hull (2002, seção 3.8) e Derosa (1992) para o valor de uma opção que tem como processo subjacente a taxa de câmbio. Nesse caso, os autores recomendam substituir o processo estocástico da taxa de câmbio — que é suposto ser um passeio aleatório com deslocamento nulo — por um outro passeio aleatório com a mesma variância, onde o deslocamento instantâneo é dado pela diferença entre as taxas de juros livres de risco nos mercados doméstico e externo.

Sumariando, admite-se que:

a) O processo equivalente de Martingal da taxa de câmbio real é dado por:

$$dx/x = (\rho - \rho^*)dt + \sigma dw^* \quad (1)$$

onde ρ e ρ^* são, respectivamente, as taxas de juros sem risco em reais e em dólares.

b) A taxa de câmbio real co-integra com o preço de todos os produtos ofertados no mercado doméstico — produtos nacionais e importados —, e também com o preço de alguns dos produtos exportados. O efeito de longo prazo é medido pelo vetor (β) para os produtos domésticos e (β^*) para os produtos exportados.

c) No caso do problema do investidor, o custo de produção é função dos preços dos insumos e da mão-de-obra, calculados segundo duas especificações para a função de produção: proporção fixa (*pf*) e Cobb-Douglas (*cd*), assim como a função que determina a composição (γ) do destino da produção.

1. Não admitir essa hipótese implica que o agente deveria considerar o efeito conjunto, e possivelmente correlacionado, da volatilidade de todos os produtos que não co-integram com a taxa de câmbio real.

2. Essa hipótese pode ser vista de duas formas: admitir que existam barreiras à entrada que garantam a renda do investidor independentemente dos seus custos e riscos, ou admitir que a renda calculada é tal que remunere exatamente os custos e riscos do investidor marginal.

d) O custo afundado, os custos variáveis e a receita do setor são medidos tomando-se como numerário o valor da produção no período inicial. Os preços dos produtos foram normalizados no período inicial com o valor unitário.³

Essas hipóteses são fortes e devem ser comentadas.

Conceitualmente, espera-se que a taxa de câmbio real siga um processo de reversão à média determinada pelo equilíbrio no balanço de pagamentos. No entanto, testes empíricos com dados brasileiros não rejeitaram a hipótese adotada do passeio aleatório, hipótese que é também conveniente por permitir a derivação de uma solução analítica do problema.⁴ Vale mencionar que Dixit (1989b) mostrou que o efeito de um processo com reversão à média é o de aumentar a banda de histerese.

A hipótese de que os preços ofertados nos mercados doméstico e externo de cada setor⁵ seguem um passeio aleatório também não é rejeitada pelos dados, o que significa que os choques têm efeitos permanente e transitório. O teste de Johansen não rejeita a ocorrência de co-integração em apenas 16 dos 36 preços setoriais com a taxa de câmbio. Apesar desse resultado, admitimos que a taxa de câmbio co-integra com todos os preços dos não-serviços. Essa hipótese permitiu concentrar toda a incerteza em uma única fonte.

As duas formulações para a função de produção, a (pf) , que admite elasticidade de substituição nula entre os insumos — bens e trabalho —, e a (cd) , que admite elasticidade de substituição unitária, limitam a classe das funções CES,⁶ que admite a substituição parcial entre os insumos. Os resultados alcançados devem balizar aqueles obtidos de funções que são casos intermediários da CES.

Os coeficientes técnicos da MIP medem a proporção do valor da produção que é destinado a cada insumo, mão-de-obra e excedente operacional. A formulação usual da matriz é a função (pf) , mas esses coeficientes também podem ser utilizados supondo uma função (cd) . Essas duas formulações também foram utilizadas para a função de vendas que determina o efeito dos preços sobre a composição do destino da produção entre mercado interno e externo.

Na falta de uma medida direta do custo afundado do investimento no aumento da capacidade de produção,⁷ esse custo foi estimado a partir do excedente operacional (κ). Se entendermos a renda do capital como um fluxo permanente, a taxa de retorno (χ) é a razão entre o valor do ativo e esse fluxo. Sob essa hipótese, a renda do capital

3. As quantidades são supostas invariantes.

4. Embora exista uma solução analítica para opções dessa natureza, com processos de reversão à média, a mesma é mais complexa e foi evitada.

5. Foram utilizados o Índice de Preços por Atacado-Oferta Global (IPA-OG) correspondente aos produtos industriais — publicado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) — e o valor da folha de pagamento por hora trabalhada para o custo da mão-de-obra, publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ambos coletados em www.ipeadata.gov.br e deflacionados pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

6. Incidentalmente não foi possível derivar a solução do problema do investidor para uma função de custos associada à constant elasticity of substitution (CES).

7. Até onde os autores têm conhecimento, não existem medidas de custo do capital atualizadas por setor. De fato, a MIP publicada pelo IBGE para 1975 dispunha da composição do investimento setorial, que poderia ser utilizada para derivar uma relação capital/produto setorial. No entanto, esse dado está muito desatualizado.

— excedente operacional dividido pela taxa de retorno — é uma medida do valor do ativo e, assim, do custo afundado do projeto. Infelizmente, as taxas de retorno estimadas a partir de balanços publicados⁸ não se mostraram consistentes. Por isso, foram obtidos resultados condicionais a um conjunto de taxas de retorno selecionadas. O investimento pode ser também composto de produtos cujos preços dependam da taxa de câmbio. Assim, o custo afundado foi calculado como segue, onde ξ é a fração do custo composta por bens cujo preço é proporcional à taxa de câmbio e κ é a renda do capital no período inicial:

$$k(x) = (\xi x + (1 - \xi))\kappa/\chi$$

ou:

$$k(x) = (\xi x + (1 - \xi))\kappa\omega \quad (2)$$

No caso do problema do exportador, também não dispomos de medidas confiáveis para o custo afundado e o diferencial de preços (ψ), sendo o primeiro calculado como uma fração ω da renda do capital no período inicial.

O problema da decisão, apresentado de forma sumária a seguir, está detalhadamente descrito em Dixit (1989b). Suponha um agente avesso ao risco, que decide entre dois estados, considerando a sua renda como função da taxa de câmbio (x), recebendo no estado $I = 0$ a margem operacional $m(x)$, e no estado $I = 1$ a margem $M(x) > m(x)$, mas, para isso, devendo incorrer no custo afundado $k(x)$. O par (I, x) caracteriza completamente o valor do projeto, sendo $V_0(x)$ o valor da opção no primeiro caso e $V_1(x)$ no segundo.

Quando x é constante e certa, a renda do capital ou margem é também certa e constante. Nesse caso, o valor de realizar o gasto $k(x)$ é a diferença entre o valor presente descontado do fluxo futuro da margem nas duas alternativas.

$$L(x) = \int_0^{\infty} (M(x) - m(x))e^{-\rho t} dt \quad (3)$$

Então $V_0(x) = 0$, $V_1(x) = L(x) - k(x)$ e o agente investem (desinvestem) se o valor do negócio é positivo (negativo), ou seja, se x é maior ou menor do que o valor crítico R^* , tal que $V_1(R^*) = 0$.

Quando x é incerta, o problema de decisão é dinâmico e estocástico e pode ser resolvido utilizando a abordagem proposta em Dixit (1989a e b), que calcula o valor da opção de investir. Nesse caso, a igualdade entre o valor da opção para os dois estados ($I = 0$, $I = 1$), $V_0(x) = V_1(x) - k(x)$, implica que a opção de não investir tenha valor mesmo que a renda recebida, nesse caso, seja nula. O problema do agente é determinar o estado de investimento.

$$I = \arg \max V_I(x)$$

8. Foi feita uma tentativa de utilizar os dados da rentabilidade setorial das 500 maiores empresas. Infelizmente, os resultados não poderiam ser tomados como taxas de retorno de longo prazo, já que, entre outros problemas, alguns dos setores apresentaram taxas de retorno médias para o período 1998-2003 negativas.

tal que:

$$dx = \mu dt + x\sigma dw^* \quad (4)$$

Pode-se mostrar [ver Dixit (1989a e b)] que a função valor é tal que:

$$\text{Se } I = 0 \Rightarrow E(dV_0) = 0.5\sigma^2 x^2 V_{00}''(x) - \rho V_0(x) + m(x) = 0 \quad (5)$$

$$\text{Se } I = 1 \Rightarrow E(dV_1) = 0.5\sigma^2 x^2 V_1''(x) - \rho V_1(x) + M(x) = 0 \quad (6)$$

que admite como solução:⁹

$$V_0(x) = A_0 x^{-\alpha} + B_0 x^\delta + n(x)$$

$$V_1(x) = A_1 x^{-\alpha} + B_1 x^\delta + N(x)$$

Onde:

$$-\alpha = ((1 - m) - ((1 - m)^2 + 8\rho/\sigma^2)^{0.5})/2$$

$$\delta = (1 - m + ((1 - m)^2 + 8\rho/\sigma^2)^{0.5})/2 = 1 + \alpha$$

$$m = 2(\rho - \rho^*)/\sigma^2$$

$$n(x) = \int_0^\infty m(x)e^{-\rho t} dt \quad N(x) = \int_0^\infty M(x)e^{-\rho t} dt, \quad L(x) = N(x) - n(x)$$

Notando que, se a taxa de câmbio x for muito pequena, será também pequena a probabilidade de que seja alcançado o valor R que induzirá ao investimento, isso implicará necessariamente que a opção deve ter valor nulo, de modo que $A_0 = 0$. De modo análogo, considerando o caso oposto, em que a taxa é muito grande, a probabilidade de que esta venha a cair até chegar a um valor (r), em que a decisão ótima seja abandonar o investimento será muito pequena, de modo que $B_1 = 0$. Portanto, sem perda de generalidade, temos:

$$V_0(x) = Bx^\delta + n(x)$$

$$V_1(x) = Ax^{-\alpha} + N(x)$$

Com a taxa de câmbio no valor crítico de ativação R , o valor do projeto nos dois estados apresenta a equivalência:

$$V_1(R) = V_0(R) + k(R)$$

9. Basta mostrar que essa solução atende às condições (5-6).

Com a taxa de câmbio no valor crítico de desativação r , e supondo que o custo de abandono é nulo, o valor do projeto nos dois estados é:

$$V_1(r) = V_0(r)$$

Embora não seja imediatamente evidente, a intuição subjacente à condição de suavização reside no fato de que, caso ela não seja respeitada, movimentos do preço crítico do ativo-objeto podem alterar o valor da opção. Admitindo que a função valor é suave nos pontos de transição, temos:

$$V_1'(R) = V_0'(R) + k'(R) \quad V_1'(r) = V_0'(r)$$

Do exposto, obtemos o sistema a seguir, com quatro equações, que nos permite determinar as quatro incógnitas — A, B, r e R — como segue:

$$\bullet A R^{-\alpha} + N(R) = B R^{\delta} + n(R) + k(R) \quad (7)$$

$$\bullet A r^{-\alpha} + N(r) = B r^{\delta} + n(r) \quad (8)$$

$$\bullet -\alpha A R^{-\alpha-1} + N'(R) = B \delta R^{\delta-1} + n'(R) + k'(R) \quad (9)$$

$$\bullet -\alpha A r^{-\alpha-1} + N'(r) = B \delta r^{\delta-1} + n'(r) \quad (10)$$

Em alguns casos pode ocorrer que $L(x) > 0$ para qualquer valor da taxa de câmbio, o que implica que o projeto nunca será abandonado, de modo que r não é definido e $A = 0$. O problema se resume, então, a determinar B e R nas equações:

$$\bullet N(R) = B R^{\delta} + k(R)$$

$$\bullet N'(R) = B \delta R^{\delta-1} + k'(R)$$

2.1 MARGEM OPERACIONAL

No problema do investidor, o agente escolhe entre operar ($I = 1$) um novo projeto recebendo a margem operacional $M(\cdot)$ de um agente que tem as funções de receita e despesa típicas do setor, ou não operar ($I = 0$) e receber remuneração $m(\cdot) = 0$.

Nesse problema a função margem $M(\cdot)$ depende da hipótese adotada para a composição dos custos e das receitas apresentados a seguir, onde a relação de longo prazo entre os preços e a taxa de câmbio é $E(P_j) = E(a_j x_i^{b_j})$.

2.1.1 Margem do Investidor

No caso em que a função de produção é de proporções fixas, o produto setorial (q , suposto normalizado em 1) é $q = A \{\min_j (q_j / \phi_j)\}$, e a condição de primeira ordem é $q_j = \phi_j q$, onde (q_j) é a quantidade requerida do insumo j . O custo é $C_i(x) = A_i \sum_j \phi_{ji} P_j = A_i \sum_j \phi_{ji} a_j x_i^{b_j}$, onde A deve ser calculado de tal forma que $C(1) = \eta$, que é a proporção gasta com insumos no período inicial. A receita do setor é $X_i(x) = A \{\gamma_i P_i^* + (1 - \gamma_i) P_i\} =$

$A\{\gamma_i a_j^* x_i^{b_i} + (1 - \gamma_i) a_j x_i^{b_i}\}$, onde A é calculado de tal forma que $X(1) = 1$, que corresponde ao valor da produção no período inicial. Portanto, no caso de proporções fixas a margem do agente é dada por:

$$M(x) = \{\gamma_i a_j^* x_i^{b_i} + (1 - \gamma_i) a_j x_i^{b_i}\} - \sum_j \phi_j a_j x_i^{b_j} \quad (11)$$

No caso em que a função de produção é Cobb-Douglas $q = A \prod_j q_j^{\phi_j}$, e a condição de primeira ordem é $q_j P_j = \phi_j X_i$. A função custo é:

$$C(x) = \{A \prod_j \phi_j\}^{-1} P_j^{\phi_j} q = \{A \prod_j \phi_j a_j\}^{-1} \prod_j x_i^{b_j \phi_j} = \{A \prod_j \phi_j a_j\}^{-1} x_i^{\sum_j \phi_j b_j}$$

onde A é calculado de tal forma que $C(1) = \eta$. A receita do setor é $X(x) = A P_j^{\gamma_i} P_i^{1-\gamma_i} = A a_j^{\gamma_i} x_i^{(1-\gamma_i)b_i}$, onde A é calculado de tal forma que $X(1) = 1$, que é o valor da produção no período inicial. Nesse caso, a função margem é dada por:

$$M(x) = x_i^{\beta_i \gamma_i + (1-\gamma_i)\beta_i} - \eta x_i^{\sum_j \phi_j b_j} \quad (12)$$

2.1.2 Margem do Exportador

No problema do exportador, o agente decide o aumento da proporção dos produtos destinados ao mercado externo ($\Delta\gamma$), e para isso deve incorrer no gasto $k(x)$. Um agente destina uma fração γ da sua produção para o mercado externo, onde recebe o preço P^* , e a fração complementar para o mercado doméstico, onde o preço ψP , devido a impostos e ajuste de incentivo fiscal de exportação. Assim, a margem do agente pode ser colocada como:

$$M(x) = (\gamma_i + \Delta\gamma) P_i^* + \psi(1 - \gamma_i - \Delta\gamma) P_i = \Delta\gamma(P_i^* - \psi P_i) = \Delta\gamma(x_i^{b_i} - \psi x_i^{b_i}) \quad (13)$$

A função critério desse problema [equação (13)] aparentemente implica uma solução de canto,¹⁰ que não é consistente com o comportamento dos agentes. No entanto, esse resultado é aparente. Se considerarmos que os agentes realizam decisões parciais — decidem em cada instante o destino de uma fração da sua produção —, e que os preços que condicionam a decisão seguem processos estocásticos, a seqüência intertemporal de decisões não necessariamente implica solução de canto. Em um certo instante a decisão pode ser de aumentar a participação das exportações; no seguinte, a decisão pode ser inação ou redução da participação das exportações.

Resumindo, nos três casos a função é da forma $M_i(x) = \sum_{j \in J} w_j x_i^{\omega_j}$, e pode-se mostrar que a função referente ao valor presente esperado descontado dos lucros futuros, que corresponde à solução particular, é:

$$L(x) = \sum_{j \in J} w_j^* x_i^{\omega_j}$$

onde:

10. Se o preço externo é maior do que o "preço" interno, $P^* > \psi P$, então o agente deve destinar a totalidade da sua produção às exportações, e vice-versa.

$$w_j^* = w_j/\rho, \text{ se } \omega_j = 0$$

$$w_j^* = w_j/(\rho^* - 0.5\sigma^2(\omega_j - 1)\omega_j), \text{ caso contrário.}$$

3 PARÂMETROS

As fontes de dados utilizadas para estimar os parâmetros do modelo são: *a*) coeficientes técnicos da MIP de 1996; *b*) a série temporal dos agregados de renda por setor das contas nacionais para o período 1991-2003; e *c*) o IPCA, o IPA por setor da FGV, o índice de preços dos produtos exportados por setor da Fundação Centro de Estudos do Comércio Exterior (Funcex) e o Producer Price Index (PPI), obtido do Bureau of Labor Statistics (BLS), dos Estados Unidos.

As receitas e despesas estão normalizadas no valor da produção e, assim, as variáveis de interesse são a razão do valor adicionado (*va*), o excedente operacional (*eo*), a remuneração da mão-de-obra (*mo*), e as exportações (*ex*) com o valor da produção (*vp*). Essas razões ($\eta = 1 - va/vp$, $\kappa = eo/vp$, $m = mo/vp$) estão sujeitas à flutuação do ciclo econômico. Para reduzir esse efeito, consideramos como representativa a sua média para o período 1991-2003.¹¹ O custo total dos insumos foi calculado como a diferença entre o valor da produção e o valor adicionado, sendo rateado entre cada um dos insumos segundo a mesma proporção dos coeficientes técnicos da MIP de 1996. Isso corresponde a supor invariante a função de produção setorial.

$$\eta = (\eta_{1991} + \dots + \eta_{2003})/13 \quad \eta_i = 1 - \text{valor adicionado}_i/\text{valor da produção}_i$$

$$\kappa = (\kappa_{1991} + \dots + \kappa_{2003})/13 \quad \kappa_i = \text{excedente operacional}_i/\text{valor da produção}_i$$

$$\phi_{ij} = \eta G_{ij}/\sum_j G_{ij} \quad G_{ij} : \text{gasto com o insumo } j \text{ pelo setor } i \text{ em 1996}$$

O valor da produção é a soma da receita da venda no mercado doméstico e da exportação. Acreditamos que a economia brasileira está em um processo de abertura que implica uma tendência para a participação das exportações na receita (γ). Para dar conta disso utilizamos a proporção entre exportações e valor da produção ocorrida no último ano da série (2003), $(ex/vp)_{2003}$.

O valor do custo afundado necessário para o aumento da produção foi quantificado a partir da taxa de retorno do capital no Brasil que, admite-se, está no intervalo $\chi \in [12\%, 48\%]$. O valor do custo afundado para gerar a cadeia de comercialização externa foi calculado como uma fração do excedente operacional inicial no intervalo $\omega \in [0.05, 0.80]$. Vale notar que esses coeficientes referem-se à parcela afundada do custo, e não necessariamente à totalidade do custo, o que

11. O destino do valor da produção de cada setor entre excedente operacional, mão-de-obra e consumo de insumos é estimado pelo IBGE anualmente desde 1991. Infelizmente a série temporal resultante da participação do excedente no valor da produção — que é a quantidade calculada pela função lucro $M(.)$ — não tem número de observações suficiente para estimar essa função. No entanto, será feito um teste de consistência comparando o sinal do coeficiente α na relação $\Delta \log(M(R)) = \alpha \Delta \log(R)$ com a função $\Delta \log(M(R))$ estimada, utilizando a função de produção.

significa que devem ser necessariamente inferiores aos valores das taxas de retorno dos investimentos usualmente estimadas.

Os preços dos produtos domésticos foram deflacionados pelo IPCA, e a taxa de câmbio real (x) foi calculada deflacionando a taxa de câmbio nominal R\$/US\$ pelo IPCA e o PPI. O parâmetro de volatilidade da taxa de câmbio real foi calculado para o período de flutuação livre do câmbio, desde janeiro de 1999 e resultou em 8% a.m., que equivale à volatilidade anual de 0.26.

Admitiu-se que a taxa de juros livre de risco para investimento é de $\rho = 9,7\%$ a.a., que é equivalente à taxa de juros de longo prazo (TJLP) atual, e que a taxa de juros livre de risco em dólares é de 6% a.a.

O modelo foi especificado ignorando os efeitos transitórios da taxa de câmbio e outros choques. Admite-se que a economia está em equilíbrio no estado inicial dado um certo valor da taxa de câmbio, e converge para um outro equilíbrio dada a flutuação da taxa de câmbio. Como esses estados de equilíbrio não são observados, os parâmetros dessa economia foram estimados a partir da média do período 1991-2003. Nessa economia, todos os preços iniciais estão normalizados em 1, e, a rigor, os resultados referem-se a desvios da taxa de câmbio em relação a esse valor inicial, de forma que o máximo que podemos afirmar é sobre as variações relativas da taxa de câmbio e não sobre seu valor absoluto.

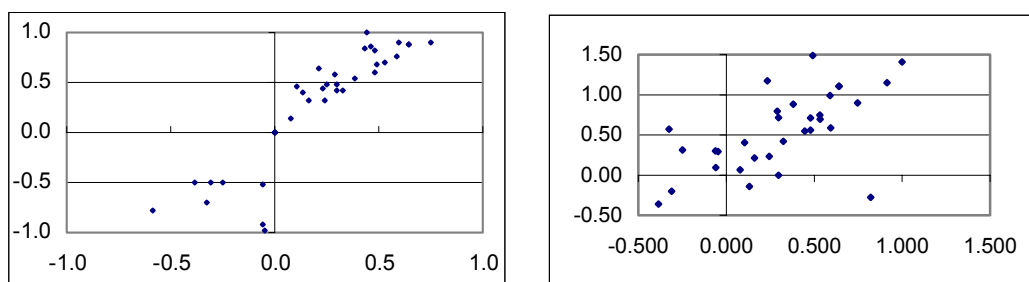
Para efeito de apresentação dos resultados, admitiu-se que o valor inicial da taxa de câmbio é igual ao valor médio dessa taxa para 01/1999-01/2005, o que resultou em um câmbio de R\$/US\$ 2.9 a preços de janeiro de 2005. Os resultados relativos ao nível da taxa de câmbio só podem ser interpretados incluindo essa hipótese adicional.¹²

A relação de longo prazo entre os preços — doméstico deflacionado pelo IPCA e do produto exportado deflacionado pelo PPI — e a taxa de câmbio real foi estimada com dados mensais para o período 1995-2004 e especificada de duas formas: e1) a equação de Granger¹³, que relaciona os valores contemporâneos dos preços e da taxa de câmbio; e e2) utilizando uma relação dinâmica entre preço e taxa de câmbio e extraíndo a solução de longo prazo. As duas especificações evitam a estimativa de relações de co-integração e têm a desvantagem de depender da escolha da variável dependente. A escolha da variável dependente, assim como da especificação, não parece relevante como sugere o Gráfico 1, que relaciona o coeficiente de longo prazo estimado nas diversas formas. Os resultados foram calculados utilizando as estimativas da equação de Granger, tomando como regressor a taxa de câmbio; e os coeficientes estimados para cada setor estão na Tabela A.3 do Apêndice.

12. A hipótese de que o câmbio segue um passeio aleatório é conveniente e não-rejeitada pelos dados, mas argumentos econômicos revelam que, de fato, o câmbio converge para um valor de equilíbrio determinado pelas condições do balanço de pagamentos, e, portanto, faz sentido supor a existência de um câmbio de equilíbrio — medido pela média no período de câmbio flutuante —, bem como supor que esse nível está associado à condição de equilíbrio inicial.

13. Os parâmetros estimados da relação de longo prazo são superconsistentes, mas a distribuição dos estimadores não é conhecida por serem as variáveis intregadas.

GRÁFICO 1

DISPERSÃO $\hat{\beta}$ (C/P X P/C) E (E1 X E2)

O custo do trabalho foi estimado como a razão entre a folha de pagamento e o total de horas pagas na produção,¹⁴ que foram encadeadas, sendo extraída a componente sazonal. Da mesma forma que para os preços dos produtos foi estimado o efeito de longo prazo da taxa de câmbio sobre o preço do trabalho.

Os produtos exportados foram divididos em duas categorias: os produtos considerados *commodities*, cujo preço é fixado no mercado internacional, e os demais, para os quais o exportador é formador de preço e vulnerável à taxa de câmbio real. O primeiro grupo foi definido arbitrariamente como sendo composto pelos setores de agropecuária, abate de animais, açúcar, fabricação de óleo vegetal, indústria do café, extração de minério ferroso, extração de petróleo, refinados e petroquímica. O índice de preço dos demais produtos foi deflacionado pelo PPI, sendo estimada a relação de longo prazo com a taxa de câmbio real utilizando-se a equação de Granger. Os resultados também estão na Tabela A.3 do Apêndice.

4 RESULTADOS

4.1 PROBLEMA DO EXPORTADOR

Admite-se que esse agente tem disponível capacidade de produção de um produto homogêneo — e, portanto, com custos de produção iguais — e decide se gasta uma fração ω da sua margem para aumentar a participação das exportações no destino da sua produção, e considera que quando destinada ao mercado doméstico o agente retém apenas uma fração ψ , diferencial que representa a fração dos tributos pagos no mercado doméstico, ou o subsídio implícito para os produtos destinados à exportação.

Em todos os 36 setores analisados a desvalorização cambial aumenta mais o preço externo do que o doméstico, e, dessa forma, favorece o aumento das exportações. A questão é determinar os valores críticos da taxa de câmbio $\{R, r\}$: o valor a partir do qual o agente realiza o gasto afundado para aumentar as exportações e o valor a partir do qual o agente abandona as exportações, respectivamente.

Os resultados estão apresentados em dois formatos: com os valores críticos $\{R, r\}$ e com a banda de histerese medida em termos relativos, $2(R - r)/(R + r)$. O primeiro conjunto é condicional à taxa de câmbio de equilíbrio mencionada na seção anterior, e o segundo é não-condicional. O primeiro está medido com preços de janeiro de

14. Pesquisa Industrial Mensal (PIM) e Pesquisa Industrial Mensal de Emprego e Salário (Pimes) do IBGE.

2005, e o segundo pode ser interpretado¹⁵ como a variação relativa da taxa de câmbio que não tem implicações sobre as exportações. Os resultados foram obtidos em nível setorial e estão apresentados na Tabela A.2 do Apêndice. A Tabela 1 apresenta a média dos valores críticos calculados para cada um dos setores, como função do custo afundado ω e do diferencial de preços ψ . A Tabela 2 apresenta os percentis 25 e 75 desses resultados.

TABELA 1
RESULTADO MÉDIO POR CUSTO AFUNDADO ω E PREÇO DOMÉSTICO ψ

ω	ψ								
	R			r			Banda		
	0.8	0.9	1	0.8	0.9	1	0.8	0.9	1
5%	3.3	4.1	5.2	2.7	3.4	4.3	9	12	15
30%	3.5	4.4	5.6	2.5	3.1	3.9	16	21	27
55%	3.6	4.6	5.8	2.4	3	3.7	20	25	33
80%	3.7	4.7	6	2.4	2.9	3.6	22	29	37

TABELA 2
PERCENTIS POR CUSTO AFUNDADO ω E PREÇO DOMÉSTICO ψ

Percentil	ψ																	
	0.25									0.75								
	R			r			Banda			R			r			Banda		
ω	0.8	0.9	1	0.8	0.9	1	0.8	0.9	1	0.8	0.9	1	0.8	0.9	1	0.8	0.9	1
5%	2.3	3.5	5.0	1.7	2.7	4.0	7	10	11	4.5	5.0	5.7	3.8	4.2	4.6	11	13	19
30%	2.5	3.8	5.3	1.4	2.2	3.4	13	18	20	4.8	5.2	6.1	3.5	3.9	4.3	19	24	34
55%	2.6	3.9	5.4	1.3	2.1	3.2	16	22	24	4.9	5.4	6.3	3.4	3.8	4.1	24	29	41
80%	2.7	4.0	5.6	1.2	2.0	3.1	18	25	27	5.0	5.5	6.4	3.3	3.7	4.0	27	33	47

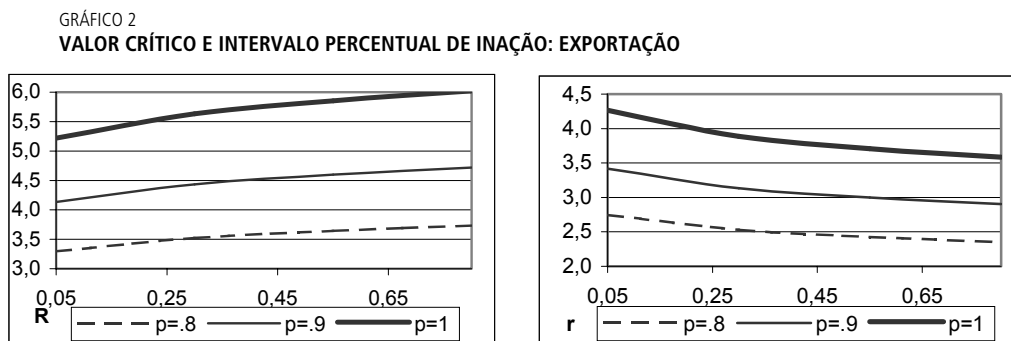
Os resultados mostram que:

1. O diferencial tem um papel determinante na escolha do agente: por exemplo, se esse diferencial é nulo ($\psi = 1$), o agente irá postergar a decisão de ampliar as exportações até que a taxa de câmbio alcance valores excessivamente elevados, mesmo que o custo de ampliar as exportações seja pequeno ($\omega = 5\%$).

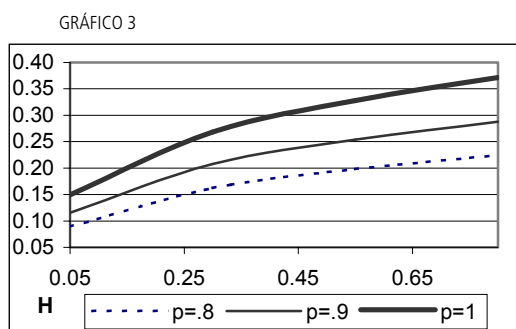
2. Dependendo da composição entre o valor do custo afundado e do diferencial de preços (ω , ψ) a banda de histerese — intervalo de variação da taxa de câmbio que não implica decisões de exportação — varia no intervalo [7%, 47%]. Por exemplo, parece razoável que os tributos e incentivos impliquem um diferencial de preços de cerca de 80%, assim como acreditamos que o custo afundado não seja inferior a 30% da margem anual do exportador. Nesse caso, o intervalo de inação está compreendido no intervalo [13%, 27%].

15. Podemos considerar que em um certo momento os agentes realizaram as suas decisões, o que está refletido nas exportações verificadas, e a banda de histerese relativa mede o quanto o câmbio pode variar sem que cada um dos agentes altere a sua decisão.

Os Gráficos 2 e 3 resumem a Tabela 2, apresentando o valor médio da taxa de câmbio de entrada (R) e de saída (r) para diferentes níveis de custo afundado (na abscissa) e do diferencial de preços $\psi = p$, definido no conjunto $\{0.8, 0.9, 1\}$.



O Gráfico 3 mostra o valor médio da banda de histerese $2(R - r)/(R + r)$ como função do custo do capital e do diferencial de preços.



4.2 PROBLEMA DO INVESTIDOR

O agente investidor decide se aumenta em uma unidade a sua capacidade de produção, realizando o gasto referente ao custo afundado $k(x)$ para receber a margem, que é a diferença entre as funções de receita e custos típicas do seu setor de atividade econômica. A margem foi calculada considerando duas hipóteses extremas sobre a substituíbilidade entre os componentes do custo variável — mão-de-obra e cada um dos demais insumos: elasticidade de substituição nula, que corresponde à função de produção de proporções fixas (pf), e elasticidade de substituição unitária, que corresponde à função de produção Cobb-Douglas (cd).

Nesse caso, ocorreram algumas situações especiais, e não foi possível obter valores críticos da taxa de câmbio para todos os setores. Para alguns dos setores o aumento da taxa de câmbio reduziu suas margens, tendo sido estes descartados. Para outros, o algoritmo não convergiu. Foram obtidos resultados para 20 setores, no caso da função de produção (pf) e 19 no caso da (cd). A identificação dos setores em cada um desses casos está na Tabela A.1 do Apêndice.

O problema do investidor foi resolvido para diferentes níveis do custo do capital afundado, medido como taxa de retorno para os valores $\{12\%, 24\%, 36\%, 48\%\}$, para os setores analisados e para as duas funções de produção. Os resultados por setor

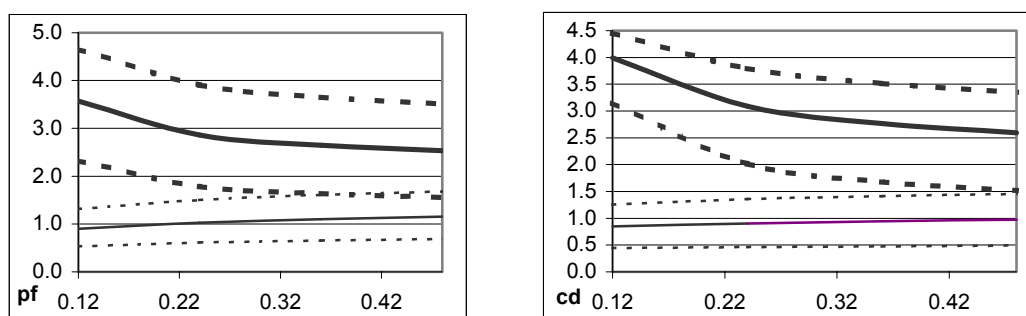
estão na Tabela A.2 do Apêndice. A seguir apresentamos a distribuição desses valores críticos — indicados nos percentis {0,25,50,75,1}, e para cada nível de custo do capital.

TABELA 3
DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DO CÂMBIO REAL

Q	PF								CD							
	R (entrada)				r (saída)				R (entrada)				r (saída)			
χ	0.12	0.24	0.36	0.48	0.12	0.24	0.36	0.48	0.12	0.24	0.36	0.48	0.12	0.24	0.36	0.48
Min	2.0	1.5	1.3	1.3	0.4	0.4	0.5	0.5	2.6	1.5	1.2	1.1	0.3	0.3	0.3	0.3
25	2.8	2.1	1.9	1.8	0.6	0.7	0.7	0.8	3.5	2.4	2.0	1.8	0.6	0.6	0.6	0.6
50	3.7	3.0	2.7	2.6	0.9	1.0	1.1	1.2	3.8	2.8	2.4	2.3	0.8	0.8	0.8	0.8
75	4.4	3.6	3.3	3.2	1.1	1.3	1.4	1.4	4.0	3.2	2.9	2.7	1.0	1.0	1.0	1.1
Max	4.9	4.2	3.9	3.8	1.5	1.7	1.8	1.9	8.0	7.7	7.5	7.4	2.0	2.2	2.4	2.6

O Gráfico 4 resume os resultados da tabela mostrando na linha grossa o valor crítico (R) mediano de entrada e respectivos percentis {25% e 75%} e com a linha fina o correspondente valor crítico de saída (r).

GRÁFICO 4
INTERVALO DA TAXA DE CÂMBIO DE NÃO-REAÇÃO POR NÍVEL DE CUSTO DO CAPITAL



Os resultados mostram que:

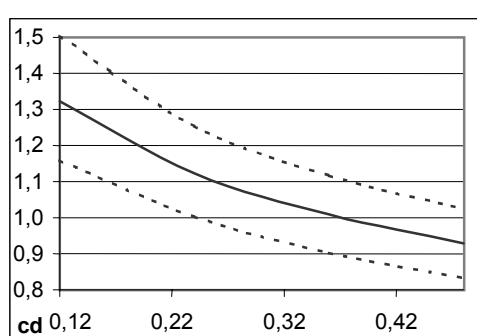
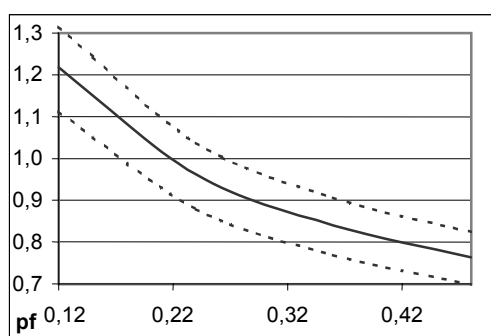
- o valor crítico de saída é relativamente insensível ao custo do capital;
- o valor crítico de entrada aumenta pronunciadamente para projetos cujo custo afundado tenha taxa de retorno inferior a 20%;
- os resultados são semelhantes para as duas funções de produção; e
- os setores se distribuem no entorno da taxa de câmbio de equilíbrio de R\$/US\$ 3, dependendo do valor do custo afundado e das características do setor.

Os valores críticos $\{R, r\}$, medidos em valor corrente, estão sujeitos à crítica da estimativa da taxa de câmbio do período inicial. A banda de histerese medida em termos relativos não depende dessa estimativa e dimensiona a magnitude do efeito da volatilidade sobre a decisão de investimento. A Tabela 4 apresenta a distribuição dessa banda de histerese e o Gráfico 5 resume os mesmos resultados.

TABELA 4
FAIXA DE INAÇÃO VERSUS CUSTO DO CAPITAL
 [em %]

Q	PF				CD			
	0.12	0.24	0.36	0.48	0.12	0.24	0.36	0.48
0	1.1	0.8	0.7	0.7	1.0	0.9	0.8	0.7
25	1.2	0.9	0.8	0.7	1.2	1.0	0.9	0.9
50	1.2	1.0	0.8	0.8	1.3	1.1	1.0	0.9
75	1.3	1.0	0.9	0.8	1.4	1.2	1.1	1.0
100	1.4	1.1	1.0	0.9	1.6	1.3	1.2	1.1

GRÁFICO 5
FAIXA DE INAÇÃO VERSUS CUSTO DO CAPITAL
 [em %]



Os resultados mostram que:

- a) o tamanho relativo da banda de histerese cresce com o aumento do custo do capital afundado;
- b) o crescimento da banda é mais pronunciado para projetos com taxas de retorno inferiores a 20%;
- c) os resultados são semelhantes para as duas funções de produção; e
- d) mesmo para projetos relativamente baratos — taxas de retorno de 40% — o efeito da volatilidade cambial é pequeno: são necessárias variações maiores do que 80% para induzirem a alteração da decisão do investidor.

Finalmente, foram realizados exercícios para avaliar a sensibilidade dos resultados à composição do capital (ξ), ao nível da incerteza da taxa de câmbio (σ) e ao valor do diferencial de taxa de juros ($\rho - \rho^*$). A Tabela 5 apresenta a distribuição da taxa de variação dos valores críticos de entrada e saída em cada um desses casos.

TABELA 5
DISTRIBUIÇÃO DO EFEITO POR PERCENTIL

	R (entrada)					r (saída)				
	Min	0.25	0.5	0.75	Max	Min	0.25	0.5	0.75	Max
$\Delta\sigma = 0.02$	1	1	1	2	2	-4	-4	-4	-3	-3
$\Delta\rho^* = 0.01$	-12	-12	-12	-10	-9	-13	-13	-13	-11	-11
$\Delta\xi = 0.5$	-6	-6	-6	-1	0	-8	-8	-8	-3	0

Os resultados mostram que:

a) o aumento de 0.02 no desvio-padrão da incerteza cambial implica aumento da taxa de câmbio de entrada de 2% e redução da taxa de câmbio de saída de 4%, ou seja, na ampliação da banda de histerese;

b) o aumento da taxa de juros internacional em 1%, que reduz o prêmio pela posse do ativo câmbio, reduz em cerca de 10% os valores críticos de entrada e de saída; e

c) a alteração da composição do custo afundado reduz em 6% o valor crítico de entrada e em 8% o de saída, apresentando, assim, um efeito pequeno.

5 CONCLUSÃO

Neste texto analisamos o efeito da volatilidade da taxa de câmbio real sobre a decisão de aumentar a capacidade de produção e de alterar a composição do destino da produção de agentes típicos de cada um dos 36 setores da MIP, de forma condicional ao custo do capital afundado, e considerando que a volatilidade da taxa de câmbio é a única fonte de incerteza que tem efeito de longo prazo sobre os preços domésticos e de produtos exportados. No caso da decisão de aumento de capacidade de produção, foram consideradas, ainda, duas especificações para a função de produção: elasticidade de substituição unitária e nula entre os insumos.

Admitindo que a) a taxa de câmbio de equilíbrio é de R\$/US\$ 2.9 em janeiro de 2005 e b) há relações de longo prazo (co-integração) entre a taxa de câmbio real e os preços domésticos e de exportação, mostra-se que:

1. Para custos afundados de até quatro vezes a margem anual, correspondente a um retorno de 24% — a opção de investimento é exercida por 50% dos setores a partir da taxa de câmbio de equilíbrio (R\$/US\$ 3).

2. Para custos afundados de até oito vezes a margem anual, correspondente à taxa de retorno de 12%, apenas taxas 50% maiores do que o câmbio de equilíbrio induzem a mesma percentagem dos setores a exercer a opção de investimento.

3. Para taxas de câmbio inferiores a R\$/US\$ 2 (0.75 da taxa de equilíbrio), alguns setores iniciam o processo de abandono de produção.

4. A escolha da forma da função de produção não altera substancialmente as escolhas do agente investidor.

5. A decisão de produção é insensível à flutuação da taxa de câmbio, se a banda de histerese é maior do que 80%.

6. O diferencial de preço entre o produto exportado e o doméstico é crítico para a decisão de aumentar as exportações, sendo a magnitude do custo da cadeia menos importante.

7. Supondo um diferencial de preços de 0.8 em média, para taxas de câmbio 20% maiores do que a de equilíbrio (superiores a R\$/US\$ 3.5), os setores exercem a opção de realizar gastos para aumentar as exportações, e, para taxas 20% menores (inferiores a R\$/US\$ 2.4), os setores optam por abandonar os projetos de ampliação das exportações.

Na falta de informação sobre o custo do capital e o diferencial de preço dos produtos exportados e destinados ao mercado doméstico, foram apresentados resultados parametrizados nessas quantidades. Naturalmente para precisar os resultados é necessário obter estimativas dessas quantidades.¹⁶

APÊNDICE

A.1 RESOLVENDO O MODELO

Pode-se mostrar que $\alpha + \beta = 1$, e de (7) e (9) da Seção 2 temos:

$$A = \{B R^{1-\alpha} + ER - L(R)\} R^{-\alpha}$$

$$\{B R^{1-\alpha} + ER - L(R)\} R^{\alpha} R^{\alpha-1} \alpha + L'(R) = B(1 - \alpha)R^{\alpha} + E$$

$$\{B R^{1-\alpha} + ER - L(R)\}\alpha + RL'(R) = B(1 - \alpha)R^{1-\alpha} + ER$$

$$B R^{1-\alpha}(1 - \alpha - \alpha) = ER(\alpha - 1) - \alpha L(R) + RL'(R)$$

$$B = [-\alpha L(R) + RL'(R) + (\alpha - 1) ER]R^{\alpha-1}/(1 - 2\alpha)$$

Mas:

$$\begin{aligned} A &= \{B R^{1-\alpha} + kR - L(R)\}R^{\alpha} = \{[-\alpha L(R) + RL'(R) + \\ &+ (\alpha - 1)kR]R^{\alpha-1}/(1 - 2\alpha)\}R^{1-\alpha} + kR - L(R)\}R^{\alpha} = \{[-\alpha L(R) + RL'(R) + \\ &+ (\alpha - 1)kR] + (1 - 2\alpha)kR - (1 - 2\alpha)L(R)\}R^{\alpha} = \{L(R) (-\alpha - 1 + 2\alpha) + RL'(R) + \\ &+ (1 - 2\alpha + \alpha - 1)kR\}R^{\alpha} = A = \{(\alpha - 1)L(R) + RL'(R) - \alpha kR\}R^{\alpha}/(1 - 2\alpha) \end{aligned}$$

$$B = [-\alpha L(R) + RL'(R) + (\alpha - 1)kR]R^{\alpha-1}/(1 - 2\alpha)$$

16. Uma outra questão deixada para uma outra versão deste texto é o entendimento dos motivos da não-obtenção da raiz do sistema de equações que determina a banda de histerese para um número expressivo de setores.

de forma análoga, de (8) e (10) temos:

$$A = \{L(R) (\alpha - 1) + RL' (R) + \alpha SR\} R^{\alpha} / (1 - 2\alpha)$$

$$B = [-\alpha L(R) + RL' (R) - (\alpha - 1)SR] R^{\alpha-1} / (1 - 2\alpha)$$

Fazendo:

$$A(R) = [(\alpha - 1)L(R) + RL' (R)] R^{\alpha}$$

$$B(R) = [-\alpha L(R) + RL' (R)] R^{\alpha-1}$$

O problema é resolver:

$$A(R) - A(r) - \alpha E[R^{1-\alpha} + \xi r^{1-\alpha}] = 0$$

$$B(R) - B(r) + (\alpha - 1) E[R^{\alpha} + \xi r^{\alpha}] = 0$$

A.2 DETALHAMENTO DOS RESULTADOS

TABELA A.1
RESULTADO SETORIAL DO GRUPO {S,C} PARA A FUNÇÃO PFICD

	pf-re			pf-rs			cd-re			cd-rs		
	0.12	0.24	0.36	0.12	0.24	0.36	0.12	0.24	0.36	0.12	0.24	0.36
Agropecuária	2.8	2.1	1.9	0.6	0.7	0.7	3.2	2.0	1.7	0.5	0.5	0.5
Extrativa mineral não-comb.	4.9	4.1	3.9	1.4	1.6	1.8	4.0	3.3	3.0	1.1	1.1	1.1
Extração de petróleo e gás natural	4.1	3.2	3.0	0.9	1.1	1.2	3.8	2.8	2.4	0.7	0.7	0.8
Siderurgia	3.1	2.4	2.2	0.7	0.8	0.9	3.4	2.2	1.9	0.5	0.6	0.6
Metalurgia de não-ferrosos	2.3	1.8	1.6	0.5	0.6	0.7						
Máquinas e tratores	2.6	2.0	1.8	0.6	0.7	0.8						
Outros veículos	4.6	3.8	3.6	1.3	1.5	1.6	4.0	3.2	2.8	1.0	1.0	1.0
Papel e gráfica	3.9	3.2	2.9	1.0	1.2	1.2	3.8	2.8	2.4	0.8	0.8	0.8
Borracha	3.0	2.3	2.1	0.7	0.8	0.8	3.3	2.2	1.8	0.5	0.5	0.5
Elementos químicos não-petroq.	4.5	3.7	3.4	1.1	1.3	1.4	3.9	3.1	2.7	0.8	0.9	0.9
Refino de petróleo e petroquímica	2.0	1.5	1.3	0.4	0.4	0.5	2.6	1.5	1.2	0.3	0.3	0.3
Elementos químicos diversos	3.4	2.7	2.5	0.8	0.9	1.0	3.6	2.5	2.1	0.6	0.6	0.6
Indústria de plásticos	4.1	3.4	3.1	1.0	1.2	1.3	3.9	2.9	2.6	0.8	0.8	0.9
Calçados	4.9	4.2	3.9	1.5	1.7	1.8	4.1	3.4	3.0	1.1	1.1	1.2
Produtos vegetais e fumo							5.8	5.6	5.4	2.0	2.2	2.3
Abate e carnes	2.5	1.9	1.7	0.5	0.6	0.6	3.0	1.9	1.6	0.4	0.4	0.4
Laticínios							8.0	7.7	7.5	1.9	2.2	2.4
Indústria do açúcar	4.6	3.9	3.6	1.3	1.5	1.6	4.0	3.2	2.9	1.0	1.0	1.1
Fabricação de óleo vegetal	3.8	3.0	2.8	0.9	1.0	1.1	3.8	2.7	2.4	0.7	0.7	0.8
Indústrias diversas	2.3	1.8	1.6	0.6	0.6	0.7						
Utilidade pública	3.6	2.9	2.7	0.9	1.0	1.1	3.7	2.6	2.3	0.7	0.7	0.7
Comunicação	4.3	3.5	3.3	1.1	1.3	1.4	3.9	3.0	2.6	0.8	0.9	0.9

TABELA A.2
VALOR CRÍTICO: EXPORTAÇÃO

ω (%)	<i>R</i> (entrada)				<i>r</i> (saída)			
	30	30	80	80	30	30	80	80
ψ (%)	80	90	80	90	80	90	80	90
Agropecuária	0.92	1.47	1.04	1.65	0.49	0.78	0.42	0.66
Extr. mineral não-comb.	1.25	1.57	1.33	1.68	0.83	1.05	0.76	0.96
Não-metálicos	0.90	1.34	0.97	1.45	0.58	0.85	0.53	0.77
Siderurgia	1.03	1.41	1.10	1.50	0.71	0.96	0.65	0.88
Metalurgia de não-ferrosos	1.28	1.55	1.36	1.64	0.93	1.12	0.86	1.04
Outros metalúrgicos	1.36	1.57	1.42	1.64	1.04	1.21	0.99	1.14
Máquinas e tratores	1.01	1.42	1.09	1.55	0.63	0.88	0.57	0.79
Ap. mat. Elétrico	1.37	1.61	1.44	1.69	1.04	1.21	0.98	1.14
Eletrônico	1.66	1.84	1.75	1.95	1.21	1.35	1.14	1.26
Automóveis, caminhões	1.39	1.62	1.47	1.70	1.05	1.21	0.98	1.14
Outros veículos	1.50	1.71	1.59	1.80	1.09	1.25	1.02	1.16
Mad. e mobiliário	1.34	1.58	1.42	1.68	0.97	1.14	0.90	1.06
Papel e gráfica	0.89	1.31	0.95	1.40	0.61	0.89	0.56	0.82
Borracha	0.55	1.07	0.59	1.17	0.34	0.65	0.31	0.58
Elementos químicos não-petroq.	0.19	0.74	0.22	0.87	0.08	0.33	0.07	0.27
Ref. De petróleo e petroq.	1.09	1.51	1.18	1.63	0.68	0.95	0.61	0.85
Elementos químicos diversos	0.68	1.18	0.73	1.27	0.44	0.75	0.40	0.68
Farm. e perfumaria	1.39	1.63	1.48	1.73	0.98	1.15	0.90	1.06
Indústria de plástico	1.06	1.48	1.14	1.58	0.71	0.98	0.64	0.89
Indústria têxtil	1.33	1.60	1.40	1.68	0.99	1.18	0.93	1.11
Vestuário	1.98	2.13	2.07	2.23	1.54	1.66	1.46	1.58
Calçados	1.55	1.74	1.63	1.82	1.20	1.34	1.13	1.26
Indústria do café	1.64	1.80	1.72	1.88	1.28	1.40	1.21	1.32
Prod. vegetais e fumo	1.67	1.87	1.75	1.97	1.28	1.44	1.21	1.36
Abate e carnes	1.19	1.50	1.25	1.57	0.91	1.14	0.85	1.07
Laticínio	1.38	1.59	1.45	1.67	1.07	1.23	1.01	1.16
Indústria do açúcar	1.17	1.50	1.23	1.58	0.84	1.08	0.78	1.01
Fabricação de óleo vegetal	1.24	1.53	1.30	1.61	0.91	1.12	0.85	1.05
Bebidas	1.25	1.52	1.32	1.61	0.94	1.13	0.88	1.06
Indústrias diversas	1.18	1.51	1.27	1.63	0.79	1.00	0.72	0.91

TABELA A.3
PARÂMETROS SETORIAIS

	<i>val/vp</i>	<i>eo/vp</i>	<i>exp/vp</i>	ρc^a	$d p^a$	b^a	$d p^b$	b^b
Agropecuária	0.574	0.495	0.079	0.746	0.903	0.000	0.90	0.00
Ext. mineral não-comb.	0.432	0.260	0.651	0.492	0.682	0.000	1.49	0.00
Ext. petróleo e gás natural	0.656	0.538	0.117	1.202	1.406	0.000	1.41	0.00
Não-metálicos	0.415	0.266	0.099	0.325	0.416	-0.372	0.42	-0.84
Siderurgia	0.241	0.177	0.185	0.466	0.870	-0.153	-1.45	-1.76
Metalurgia de não-ferrosos	0.254	0.181	0.241	0.289	0.571	-0.080	0.80	0.05
Outros metalúrgicos	0.349	0.119	0.072	0.131	0.408	-0.068	-0.14	-0.57
Máq. e tratores	0.550	0.331	0.120	0.433	0.843	-0.220	2.19	-0.72
Ap. mat. Elétrico	0.291	0.146	0.222	-0.061	-0.921	-0.309	0.30	-0.83
Eletrônico	0.420	0.290	0.361	-0.325	-0.693	-0.183	0.57	-0.51
Automóveis, caminhões	0.264	0.168	0.315	-0.046	-0.978	-0.244	0.29	-0.71
Outro veículo	0.315	0.220	0.415	0.233	0.430	0.144	1.17	-0.13
Serraria, mad. e mobiliário	0.406	0.211	0.321	0.104	0.469	-0.177	0.40	-0.58
Papel e gráfica	0.317	0.149	0.130	0.479	0.811	-0.214	0.71	-0.53
Borracha	0.318	0.209	0.134	0.532	0.700	-0.289	0.75	-0.78
El. químico não-petroquímicos	0.414	0.319	0.111	0.914	1.084	0.000	1.15	0.00
Refino de petróleo e petroquímica	0.347	0.282	0.075	0.641	0.887	0.000	1.10	0.00
Fam. quím. diversos	0.320	0.174	0.060	0.590	0.758	-0.193	0.99	-0.64
Farmacêutica, perfumaria	0.411	0.261	0.070	0.251	0.487	0.000	-0.68	0.00
Ind. de plástico	0.388	0.197	0.066	0.641	0.887	0.000	1.10	0.00
Ind. Têxtil	0.256	0.152	0.140	-0.059	-0.521	-0.399	0.09	-0.90
Vestuário	0.377	0.200	0.021	-0.586	-0.781	0.000	-0.42	0.00
Calçados	0.357	0.161	0.748	-0.249	-0.494	-0.184	0.31	-0.42
Indústria do café	0.243	0.173	0.286	-0.310	-0.494	0.000	-0.20	0.00
Prod. vegetais e fumo	0.254	0.155	0.174	-0.384	-0.506	-0.370	-0.36	-0.74
Abate e carnes	0.175	0.088	0.216	0.478	0.605	0.000	0.56	0.00
Leite e laticínio	0.198	0.122	0.009	0.160	0.325	0.000	0.21	0.00
Ind. do açúcar	0.244	0.129	0.294	0.534	1.045	0.000	0.70	0.00
Fab. de óleo vegetal	0.183	0.131	0.301	0.446	0.992	0.000	0.55	0.00
Bebidas	0.276	0.139	0.082	0.079	0.146	-0.311	0.07	-0.73
Indústrias diversas	0.454	0.283	0.097	0.380	0.546	-0.136	0.88	0.00
Utilidade pública	0.503	0.246	0.001	0.593	0.902	0.000	0.59	0.00
Construção civil	0.539	0.428	0.000	0.298	0.474	0.000	0.72	0.00
Comércio	0.560	0.288	0.009	0.297	0.425	0.000	0.00	0.00
Transporte	0.441	0.208	0.026	0.245	0.313	0.000	0.24	0.00
Comunicação	0.705	0.414	0.023	0.822	2.095	0.000	-0.28	0.00
Mão-de-obra	0.000	0.000	0.000	0.208	0.639	0.000	0.13	0.00

^a Refere-se às estimativas obtidas com a relação contemporânea entre preço e taxa de câmbio.

^b Valores obtidos através da relação dinâmica.

BIBLIOGRAFIA

- ABEL, A. B., EBERLY, J. C. *A unified model of investment under uncertainty*. 1993a (NBER, 4.296).
- . *An exact solution for the investment and market value of a firm facing uncertainty, adjustment cost and irreversibility unified model of investment under uncertainty*. 1993b (NBER, 4.412).
- . *Optimal investment with costly reversibility*. 1995a (NBER, 5.091).
- . The effects of irreversibility and uncertainty on capital accumulation. *Journal of Monetary Economics*, v. 44, p. 339-377, 1995b.
- ABEGGLEN, J. C., STALK, G. *Kaisha, the Japanese corporation*. New York: Free Press, 1985.
- BALDWIN, R. E. *Hysteresis in trade*. Cambridge: MIT, 1986 (Working Paper).
- BERTOLA, G. *Irreversible investment*. Cambridge: MIT, 1987.
- CAMPA, J. Entry by foreign firms in the United States under exchange rate. *The Review of Economics and Statistics*, v. 75, p. 614-622, 1993.
- CHOW, K. *Can there be hysteresis in general equilibrium models of trade and the exchange rate*. Department of Economics, 1990, mimeo.
- DARBY, J. *et alii*. *The impact of exchange rate uncertainty on the level of investment*. 1999 (Discussion Paper, CPER 1.896).
- DEROSA, D. *Options on foreign exchange*. Probus Publishing Company, 1992.
- DIXIT, A. *Entry and exit decisions under fluctuating real exchange rates*. Princeton, 1987, mimeo.
- . Entry and exit decisions under uncertainty. *Journal of Political Economics*, v. 97, p. 620-638, 1989a.
- . Hysteresis, import penetration, and exchange rate pass-through. *Quarterly Journal of Economics*, v. 104, p. 205-228, 1989b.
- . Investment and hysteresis. *The Journal of Political Perspectives*, 1992.
- EDELSON, M., OSBAND, K. *Competitive markets with irreversible investments*. Rand Corporation, 1989 (Working Paper).
- HULL, J. C. *Options, futures and other derivatives*. 5th ed. Prentice Hall College Division, 2002.
- KOGUT, B. Foreign direct investment as a sequential problem. In: KINDLEBERGER, C. P., AUDRETSCH, D. (eds.). *The multinational corporation in the 1980s*. Cambridge, MA: MIT Press, 1983.
- KOGUT, B., CHANG, S. J. Platform investments and volatile exchange rates: direct investment in the United States by Japanese electronic companies. *Review of Economics and Statistics*, v. 78, p. 221-231, 1996.
- KRUGMAN, P. *Exchange rate instability*. Cambridge: MIT, 1989.

- KRUGMAN, P., BALDWIN, R. E. The persistence of U.S. trade deficit. *Brooking Papers on Economic Activity*, n. 1, p. 1-44, 1987.
- KULATILAKA, N., KOGUT, B. Direct investment, hysteresis and real exchange rate volatility. *Journal of the Japanese and International Economies*, n. 10, p. 12-36, 1996.
- MERTON, R. C. The theory of rational option pricing. *Bell Journal of Economics and Management Science*, v. 4, p. 141-183, 1973.
- PYNDICK, R. S. Irreversible investment, capacity choice, and the value of the firm. *American Economic Review*, v. 78, p. 969-985, 1988.
- . Irreversibility, uncertainty and investment. *Journal of Economic Literature*, v. 26, n. 3, p. 1.110-1.148, 1991.
- ROBERTS, M. J., TYBOUT, J. R. *An empirical model of sunk costs and the decision to export*. The World Bank, 1995 (Working Paper).
- STIGLITZ, J. E. Incentives, information and organizational design. *Empirica — Australian Economic Papers*, v. 16, n. 1, p. 3-29, 1989.



EDITORIAL

Coordenação

Silvânia de Araujo Carvalho

Supervisão

Helena Rodarte Costa Valente

Revisão

André Pinheiro

Elisabete de Carvalho Soares

Lucia Duarte Moreira

Marcio Alves de Albuquerque

Marcos Hecksher

Míriam Nunes da Fonseca

Alejandro Augusto S. V. A. Poinho (estagiário)

Alessandra Senna Volkert

Editoração

Carlos Henrique Santos Vianna

Joanna Silvestre Friques de Sousa

Roberto das Chagas Campos

COMITÊ EDITORIAL

Secretário-Executivo

Marco Aurélio Dias Pires

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES,
9º andar – 70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 315-5090

Fax: (61) 315-5314

Correio eletrônico: madp@ipea.gov.br

Brasília

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES,

9º andar – 70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 315-5090

Fax: (61) 315-5314

Correio eletrônico: editbsb@ipea.gov.br

Rio de Janeiro

Av. Nilo Peçanha, 50, 6º andar — Grupo 609

20044-900 – Rio de Janeiro – RJ

Fone: (21) 2215-1044 R. 234

Fax (21) 2215-1043 R. 235

Correio eletrônico: editrj@ipea.gov.br

Tiragem: 152 exemplares