

2

A condição de paridade descoberta das taxas de juros

A condição de paridade descoberta das taxas de juros (PDJ, doravante) é uma relação que liga dois preços fundamentais da economia: juros e câmbio. Ela é um *building block* para vários modelos de macroeconomia internacional. Sua validade, no entanto, tem sido quase que unanimemente rejeitada pela literatura. É dessa literatura que trata esse capítulo.

2.1.

Definições e testes

A condição de paridade descoberta das taxas de juros afirma que retornos nominais em títulos de diferentes países devem equivaler na média, ou em termos esperados:

$$\frac{E_t(S_{t+1})}{S_t} = \frac{(1 + i_{t,t+1})}{(1 + i^*_{t,t+1})} \quad (\text{PDJ})$$

Onde S_t é a taxa de câmbio em t , E_t é o operador esperança em t e $i_{t,t+1}$ é a taxa nominal de juros entre t e $t+1$. O asterico indica que a taxa de juros é a taxa internacional.

Com perfeita previsibilidade, a PDJ é uma condição de não arbitragem. Em outras palavras a condição de PDJ diz que o diferencial de juros entre países deve equivaler à desvalorização esperada. Caso haja diferença entre essas duas grandezas há um excesso de retorno esperado. Podemos definir esse retorno esperado:

$$RE = (1 + i_{t,t+1}) \cdot \left[\frac{S_t}{E_t(S_{t+1})} \right] - (i^*_{t,t+1}) \quad (1)$$

Seguimos definindo a paridade coberta das taxas de juros (PCJ):

$$\frac{(F_{t,t+1})}{S_t} = \frac{(1 + i_{t,t+1})}{(1 + i^*_{t,t+1})} \quad (\text{PCJ})$$

onde $F_{t,t+1}$ é o contrato futuro da taxa de câmbio realizado em t para o período $t+1$.

A PCJ é uma relação de arbitragem, todas as variáveis da relação são conhecidas e contratadas em t . Caso as taxas de juros se refiram a títulos parecidos⁵, um desvio da paridade coberta indicaria uma oportunidade de retorno livre de risco. Se o lado direito da equação fosse maior que o lado esquerdo, por exemplo, um investidor obteria ganhos em tomar emprestado a taxas de juros externa e investir em taxas de juros interna, cobrindo com um contrato a termo o risco de desvalorização cambial. Uma oportunidade de arbitragem desse tipo seria rapidamente eliminada. De fato, estudos apontam que a relação vigora como esperado⁶.

Já os testes da paridade descoberta não têm tido êxito em corroborar essa condição. Mais do que isso, estudos empíricos têm sido bastante claros em apontar que a relação de PDJ implica uma relação entre diferencial de juros e desvalorização cambial oposta ao predito pela teoria. Para entendermos melhor a questão considere a relação de PDJ expressa em logaritmos⁷, como se faz na literatura:

$$E_t(s_{t+1}) - s_t = i_{t,t+1} - i_{t,t+1}^* \quad (2)$$

Ainda seguindo a literatura, podemos supor expectativas racionais, isto é:

$$E_t(s_{t+1}) + \varepsilon_{t+1} = s_{t+1} \quad (3)$$

onde, ε_{t+1} é um choque aleatório não correlacionado com o conjunto de informação disponível em t .

Combinando as duas equações acima chegamos à seguinte equação:

$$(s_{t+1} - s_t) = \alpha + \beta(i_{t,t+1} - i_{t,t+1}^*) + u_{t+1} \quad (4)$$

Essa é equação estimada a fim de testar a validade da PDJ. A hipótese nula é que $\alpha = 0$ e $\beta = 1$. Outra equação possível é obtida através da

⁵ Com mesmo risco de default e tributação.

⁶ Ver, por exemplo, Burnside et. al. (2006).

⁷ Usaremos letras minúsculas para variáveis em logaritmo. Sabemos que $E_t(S_{t+1}) \neq E_t(s_{t+1}) = \ln[E_t(S_{t+1})]$ pela desigualdade de Jensen. Outra diferença devida à desigualdade de Jensen: $1/E_t(S_{t+1}) \neq E_t(1/S_{t+1})$ deu origem ao chamado paradoxo de Siegel (1972), segundo o qual retornos esperados podem ser nulos em uma moeda mas não em outra. A literatura leva em conta essas diferenças, mas argumenta que as desconsiderar não prejudica os testes da PDJ dadas suas pequenas magnitudes.

combinação entre a PDJ e PCJ. Substituindo, a variável do lado direito da equação (4) pelo lado esquerdo da PCJ (em logaritmo), temos⁸:

$$(s_{t+1} - s_t) = \alpha + \beta(f_{t,t+1} - s_t) + v_{t+1} \quad (5)$$

A variável do lado direito da equação é chamado de *forward premium*. Essa equação, também é considerada um teste de eficiência do mercado a termo de câmbio. Por eficiência queremos dizer que o forward premium deve, em média, prever a desvalorização cambial entre os períodos t e t+1. Isso é o mesmo que não haver retornos previsíveis no mercado a termo cambial. A hipótese nula também é: $\alpha = 0$ e $\beta = 1$.

É importante notar que ambas as equações supõe (3) e, portanto, devem ser compreendidas como um teste conjunto de PDJ e expectativas cambiais⁹.

A literatura testou exaustivamente as equações (4) e (5). Praticamente todos os estudos concordam em afirmar que não só a hipótese $\beta = 1$ é rejeitada, mas na maioria das vezes obtém-se que $\beta < 0$. Dentre esses trabalhos empíricos, podemos citar Fama (1984), Froot & Frankel (1989) e Froot & Thaler (1990). Depois da evidência decisiva contra a validade da PDJ surgiu uma grande literatura tentando entender e explicar esse fato estilizado que passou a ser chamado de *forward premium puzzle* ou *puzzle* da paridade descoberta. A seguir exporemos as principais explicações sugeridas e algumas discussões mais recentes.

2.2. Retornos, riscos e erros de expectativas

Seguindo Lewis (1994) podemos definir os retornos *ex-post* da PDJ (em logaritmos):

$$r_{t+1} = \dot{i}_{t,t+1}^* - \dot{i}_{t,t+1} + s_{t+1} - s_t \quad (6)$$

Pela PCJ temos:

$$r_{t+1} = s_{t+1} - f_{t,t+1} \quad (7)$$

Usando a equação (3) podemos obter o retorno esperado:

⁸ A mesma equação pode ser obtida através da aplicação de diferenças na suposição $f_{t,t+1} = s_{t+1} + u_{t+1}$. Dessa forma, a mesma equação que testa a validade da PDJ pode ser compreendida como um teste da eficiência do mercado a termo cambial.

⁹ Por expectativas racionais, queremos dizer (3). Adiante, veremos que essa é uma definição estrita do termo.

$$E_t(r_{t+1}) = s_{t+1} - f_{t,t+1} - \varepsilon_{t+1} = r_{t+1} - \varepsilon_{t+1} \quad (8)$$

Assim, o retorno ex-post é a soma do retorno esperado ex-ante mais um erro de previsão. Podemos notar ainda que a equação (5) é complementar à seguinte equação:

$$(s_{t+1} - f_{t,t+1}) = \alpha_2 + \beta_2 (f_{t,t+1} - s_t) + w_{t+1} \quad (9)$$

Pois a diferença dos interceptos deve ser zero e a diferença dos coeficientes deve ser igual a um. Com isso, o resultado estilizado de que $\beta \neq 1$ na equação (9) é equivalente ao resultado de que há retornos previsíveis na PDJ. No caso em que $\beta < 0$, um diferencial de juros (ou forward premium, pela PCJ) positivo indicaria uma apreciação cambial. Isso é o oposto do que é previsto pela paridade descoberta, segundo a qual, um diferencial positivo de juros deveria ser compensado por uma desvalorização subsequente. As explicações mais usuais para esse resultado são duas:

- 1) O retorno esperado é contrapartida de um prêmio de risco do mercado cambial.
- 2) O retorno é fruto de erros de expectativa.

Para analisar as duas possibilidades, podemos definir $E^m_t(s_{t+1})$ como a expectativa do mercado em t sobre a taxa de câmbio em $t+1$, e o prêmio de risco cambial como $\rho_t = E^m_t(s_{t+1}) - f_{t,t+1}$. Pela própria definição, vemos que o prêmio de risco cambial é o prêmio recebido pelo agente que toma o risco de segurar moeda estrangeira. Com isso, temos que o retorno da PDJ é:

$$r_{t+1} = \rho_t + \eta_{t+1} \quad (10)$$

Onde $\eta_{t+1} = s_{t+1} - E^m_t(s_{t+1})$, é o erro de previsão do mercado. A diferença entre os termos de erro η_{t+1} e ε_{t+1} é que o segundo é considerado um erro não correlacionado com a informação presente, enquanto que o primeiro não necessariamente. Assim, vemos que os retornos da PDJ se dividem em duas partes, uma que é devida aos erros de previsão e outra que é um prêmio de risco.

2.3. Risco

Nessa secção suporemos que o que explica o viés de β é a presença de retornos previsíveis na PDJ é a presença de um prêmio de risco.

2.3.1. As conclusões de Fama

Fama (1984), em artigo seminal, investigou a existência de prêmios de risco variáveis no mercado futuro da taxa de câmbio. Ele considera:

$$f_t = E_t(s_{t+1}) + \rho_t \quad (11)$$

Onde ρ_t , foi definido como prêmio de risco. Esse prêmio de risco surge porque o retorno do contrato futuro de dólar tem uma correlação negativa com uma medida agregada do risco da economia do país. Em outras palavras, esse contrato funcionaria como um *hedge* para o risco não diversificável.

Continuando, a partir da definição de prêmio de risco e da equação (3):

$$f_t - s_t = s_{t+1} - s_t + \rho_t + \varepsilon_{t+1} \quad (12)$$

Note que aqui usamos o termo de erro ε_{t+1} , que é ortogonal ao conjunto de informação em t. Relembrando (5) e (9):

$$s_{t+1} - s_t = \alpha + \beta (f_t - s_t) + v_{t+1}$$

$$f_t - s_{t+1} = \alpha_2 + \beta_2 (f_t - s_t) + w_{t+1}$$

Seguindo Fama as estimativas de OLS para β e β_2 são:

$$\begin{aligned} P\lim(\hat{\beta}) &= \frac{Cov[(s_{t+1} - s_t), (f_t - s_t)]}{Var[f_t - s_t]} = \\ &= \frac{Var[E_t(s_{t+1} - s_t)] + Cov[\rho_t, E_t(s_{t+1} - s_t)]}{Var[\rho_t] + Var[E_t(s_{t+1} - s_t)] + 2Cov[\rho_t, E_t(s_{t+1} - s_t)]} \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} P\lim(\hat{\beta}_2) &= \frac{Cov[(f_t - s_{t+1}), (f_t - s_t)]}{Var[f_t - s_t]} = \\ &= \frac{Var[\rho_t] + Cov[\rho_t, E_t(s_{t+1} - s_t)]}{Var[\rho_t] + Var[E_t(s_{t+1} - s_t)] + 2Cov[\rho_t, E_t(s_{t+1} - s_t)]} \end{aligned} \quad (14)$$

Primeiramente, é útil encontrar, através das equações acima, o significado do fato estilizado $\beta < 0$. O denominador em (13) é necessariamente positivo. O numerador é composto por uma variância mais a seguinte covariância: $Cov[\rho_t, E_t(s_{t+1} - s_t)]$ que deverá ser negativa. Ainda por (13) podemos encontrar que $Var[\rho_t] > Var[E_t(s_{t+1} - s_t)]$.¹⁰

As equações mostram que a variância do *forward premium* é dividida por β e β_2 . Esses coeficientes dividiriam a variância do *forward premium* exatamente em variância do prêmio de risco e variância da depreciação esperada se não houvesse covariância entre esses dois últimos termos. Porém, esse não parece ser o caso. Fama interpreta seus resultados como evidência da existência de um prêmio de risco cambial que varia no tempo¹¹. Prêmio esse que tem correlação inversa com a expectativa de depreciação e que é responsável pela maior parcela da variância do *forward premium*.

2.3.2.

Interpretando o coeficiente β

Vimos que se as estimativas por MQO estão corretas e o parâmetro β é consistente teremos:

$$P\lim(\hat{\beta}) = \frac{Cov[(s_{t+1} - s_t), (f_t - s_t)]}{Var[f_t - s_t]}$$

Pela definição de prêmio de risco da equação (11) e pela hipótese (3) de expectativas racionais podemos mostrar que:

$$\hat{\beta} = 1 - \left\{ \frac{Var(\rho_t) + Cov[(E_t[s_{t+1}] - s_t), (\rho_t)]}{Var[f_t - s_t]} \right\} \quad (15)$$

Chamaremos o termo entre colchetes de β^{PR} ¹². Ele é o desvio do parâmetro β do valor unitário que se deve somente à presença de um prêmio de risco, já que estamos supondo expectativas racionais e consistência. Dessa forma, fica fácil perceber que se β é menor do que um esse desvio pode vir de

¹⁰ Para que $Var[\rho_t] > Var[E_t(s_{t+1} - s_t)]$ é necessário apenas que $\beta < 1/2$.

¹¹ Perceba que essas conclusões se devem ao fato de Fama ter suposto expectativas racionais conforme (3). Isso faz com que não existam retornos previstos no contrato futuro de câmbio que não sejam contrapartida da existência de um risco.

¹² Onde PR indica prêmio de risco.

um prêmio de risco que varie no tempo, ou de um prêmio de risco correlacionado com a expectativa racional de desvalorização. Esse desvio devido ao prêmio de risco, β^{PR} , em alguns casos deveria ser maior do que um, pois vimos que as estimativas de β em vários casos são menores que zero. Então, um modelo que credite esses resultados empíricos à presença de um prêmio de risco do mercado de câmbio deverá levar em conta que:

- 1) Existe um prêmio de risco cambial que varia no tempo
- 2) $Cov[\rho_t, E_t(s_{t+1} - s_t)] < 0$
- 3) $Var[\rho_t] > Var[E_t(s_{t+1} - s_t)]$.
- 4) ρ_t muda de sinal frequentemente¹³.

2.3.3.

Modelos de prêmio de risco

Posteriormente à Fama (1984), uma gama de modelos teóricos em finanças internacionais buscou explicar os resultados do autor. Vimos que um modelo que pretenda explicar o *forward premium puzzle* através de um prêmio de risco deverá ser capaz de explicar os quatro pontos evidenciados no fim da seção anterior.

Lewis (1994) divide os modelos que tentam captar esse prêmio de risco em dois tipos: os de equilíbrio parcial baseados em uma análise CAPM e os de equilíbrio geral.

No primeiro tipo, os modelos são ditos de equilíbrio parcial, pois tratam taxas de câmbio, de juros e inflação como processos exógenos. Assim os investidores maximizam uma função crescente na média dos retornos e decrescente na variância. Exemplos de modelos desse tipo estão em Frankel (1982), Lewis (1988) e Engel & Rodrigues (1989). Nesses modelos, a variância do prêmio de risco deve vir das seguintes variáveis: estoques relativos de riqueza e de ativos entre países e das variâncias e covariâncias condicionais. Os dados reais dessas variáveis, segundo a convicção da literatura¹⁴, parecem não variar o suficiente para explicar a alta variabilidade do prêmio de risco conforme obteve Fama. Por exemplo, nesse modelo, o sinal do prêmio de risco só deveria mudar de sinal quando um país mudasse da posição credor líquido para devedor

¹³ Se todo o retorno esperado é igual ao prêmio de risco, deve-se concluir que esse prêmio muda de sinal. Pois o retorno previsto é hora positivo e hora negativo. Ver Lewis (1994, p.6)

¹⁴ Ver por exemplo Lewis (1994, p.15) e Engel (1995, p.92).

líquido com relação a outro país. Essas mudanças são, empiricamente, raras. As mudanças do sinal dos retornos esperados no mercado de câmbio são bastante freqüentes.

No segundo tipo de modelos, as taxas de câmbio, de juros e inflação são tratadas como endógenas. E são determinadas através de um modelo que depende de processos tecnológicos subjacentes. Muita da inspiração para a construção desses modelos vem do modelo de dois países com mercados completos de Lucas (1982). Esses modelos são construídos através de agentes representativos. Para que os dados de retornos previstos sejam explicados por tais modelos, esses agentes deveriam ter índices de aversão ao risco considerados demasiado altos para a maior parte da literatura.¹⁵

Não é intuito desse trabalho aprofundar-se em tais modelos teóricos e explicar porque foram considerados insuficientes para explicar os retornos previstos do mercado de câmbio. Foi justamente essa insuficiência teórica para explicar os resultados obtidos na regressão das equações (5) e (10) que se recebeu o nome *forward premium puzzle*. Partiremos assim, para outras interpretações desses freqüentes resultados empíricos. E voltaremos mais adiante a analisar estudos empíricos mais recentes que discutem se os o viés do coeficiente beta é ou não fruto de um prêmio de risco.

2.4. Desvios de previsão

Voltando a seguir Lewis (1994), vimos que podemos dividir retorno definido em (6) da seguinte forma:

$$r_{t+1} = \rho_t + \eta_{t+1}$$

Onde r_{t+1} é a esperança do retorno ($i_{t,t+1}^* - i_{t,t+1} + s_{t+1} - s_t$). η_{t+1} é o desvio de previsão do mercado ($E_t^m(s_{t+1}) - s_{t+1}$)¹⁶. Lembremos que definimos η_{t+1} de forma que ele possa ser diferente de ε_{t+1} já que E_t^m não necessariamente é expectativa racional como em (3). Se E_t^m , a expectativa de mercado for racional no sentido definido pela equação (3), teremos que ε_{t+1} será igual a η_{t+1} . Ambos

¹⁵ Ver por exemplo Lewis (1994, p.16-22).

¹⁶ Esse desvio, como veremos logo adiante pode ocorrer por duas razões, uma delas é um erro de expectativa a outra não. Por isso tomarei cuidado de chamar η_{t+1} de desvio e não de erro, para deixar claro que ele poderá não ser advindo de uma falha dos agentes.

serão um mesmo ruído. Nesse caso as conclusões de Fama são corretas e os retornos previstos, $E_t(er_{t+1})$, são os prêmios de risco, ρ_t .

O outro extremo é que a variância dos retornos previstos venha de desvios de previsão (que desviem da hipótese de expectativas racionais) e não de variância no prêmio de risco. Para ilustrar fixemos o prêmio de risco em $\bar{\rho}$:

$$r_{t+1} = \bar{\rho}_t + \eta_{t+1}$$

Nesse caso, os desvios sistemáticos de previsão, que são correlacionados com informação passada, é que seriam responsáveis pelo comportamento inusitado do retorno esperado. Tais desvios poderiam ocorrer por duas razões:

1) A primeira é a presença de agentes irracionais na economia, ou seja, agentes que não usam toda a informação disponível e/ou cometem erros sistemáticos que podem resultar em menores *payoffs* esperados para si próprios.

2) A segunda razão deriva de dificuldades na medida da expectativa de mercado. Essas dificuldades podem invalidar a medida de retorno esperado, pois podem diferir da medida *ex-post* do prêmio de risco, obtida através da estimação de (5). O fato de que em geral não se usam medidas de expectativas, mas sim se postula (1) e estima-se a previsão de mercado, podem comprometer a interpretação dos resultados. Se, por exemplo, espera-se uma desvalorização grande dentro de um período de um ano, e essa mudança não ocorre, o prêmio de risco mensurado *ex-post* não representa a correta previsão de retorno esperado. Problemas desse tipo tendem a ser minimizados em amostras grandes. Mas os períodos abrangidos pelos testes podem não ser suficientemente grandes.

2.4.1.

Dividindo o coeficiente: prêmios de risco X desvios de previsão

Vimos que $\eta_{t+1} = [E_t^m(s_{t+1}) - s_{t+1}]$ é o desvio de previsão do mercado, diferença entre a taxa de câmbio prevista pelo mercado e a taxa que de fato vigora um período à frente. Tomando isso em consideração podemos escrever:

$$\hat{\beta} = 1 - \left\{ \frac{Var(\rho_t) + Cov[(E_t^m[s_{t+1}] - s_t), (\rho_t)]}{Var[f_t - s_t]} \right\} - \left\{ \frac{Cov[(f_t - s_t), (\eta_{t+1})]}{Var[f_t - s_t]} \right\} \quad (17)$$

Essa equação é análoga a (15), mas também leva em conta desvios de expectativas, isto é, desvios que surgem por se postular que a expectativa de mercado da taxa de câmbio do próximo período é a taxa que se verifica nesse

período mais um erro aleatório. Continuaremos chamando o termo dentro dos primeiros colchetes de β^{PR} apesar dele diferir do termo da equação (15). Chamaremos o termo dentro dos últimos colchetes de β^{DP} ¹⁷. No caso extremo do prêmio de risco constante teremos β^{PR} igual a zero, nesse caso as evidências empíricas deverão ser totalmente explicadas pela covariância positiva entre o *forward premium* e o desvios de expectativa. Simplificando a equação (17) teremos:

$$\beta = 1 - \beta^{PR} - \beta^{DP} \quad (18)$$

Essa divisão do coeficiente é a realizada por Frankel & Froot (1989, 1987) e Lewis (1994). A existência de um desvio de previsão pode ocorrer por causa das duas razões acima citadas. Para prosseguir no entendimento dessas, convém dividir o coeficiente de uma terceira maneira, tal como Engel (1995):

$$\beta = 1 - \beta^{SS} - \beta^{IE} - \beta^{PR} \quad (19)$$

Onde:

$$\beta^{PR} = \left\{ \frac{Var(\rho_t) + Cov\left[\left(E_t^m[s_{t+1}] - s_t\right), (\rho_t)\right]}{Var[f_t - s_t]} \right\} ;$$

$$\beta^{EI} = \left\{ \frac{Cov\left[(f_t - s_t), \left(E_t^m[s_{t+1}] - E_t^r[s_{t+1}]\right)\right]}{Var[f_t - s_t]} \right\} e$$

$$\beta^{PA} = \left\{ \frac{Cov\left[(f_t - s_t), \left(E_t^r[s_{t+1}] - s_{t+1}\right)\right]}{Var[f_t - s_t]} \right\}$$

Nessa divisão $\beta^{PA} + \beta^{EI}$ igualam β^{DP} da divisão anterior. Caso as expectativas de mercado, $E_t^m[s_{t+1}]$, sejam iguais às expectativas racionais que levam a 'real' distribuição de probabilidade em conta, $E_t^r[s_{t+1}]$,¹⁸ então β^{EI} é nulo¹⁹. Se os agentes cometem erros de expectativas que covariam positivamente com o *forward premium*, então teremos ao menos uma parcela do *forward premium puzzle* sendo explicada por essa irracionalidade.

β^{PA} é o desvio do coeficiente β que é devido ao erro de se usar a taxa futura de câmbio como expectativa racional da taxa de câmbio. Esse é um erro

¹⁷ Onde DP indica desvios de previsão

¹⁸ O 'r' sobrescrito nas expectativas é para deixar claro que são racionais e não expectativas quaisquer que o mercado possa ter.

¹⁹ Onde EI quer dizer expectativas irracionais.

do econometrista e não do agente econômico, e tende a zero quando a amostra vai a infinito²⁰. A seguir analisaremos esses dois grupos de modelos que geram desvios de previsão (que são representados por β^{PA} e β^{EI} na divisão do coeficiente).

Mais adiante, no subcapítulo **Erro! Fonte de referência não encontrada.** nos voltaremos a interpretação do desvio do coeficiente como fruto de um prêmio de risco que seria captado pela parcela β^{PR} .

2.4.2. Modelos com irracionalidade ou ineficiências de mercado

Frankel & Froot (1989) usaram pesquisas de expectativas de taxas de câmbio para realizar a separação (16) que é análoga à equação (18). Eles concluem que os desvios de previsão são mais importantes do que o prêmio de risco para explicar o *puzzle*. Frankel & Froot (1987) tenta captar como os agentes formam suas expectativas da taxa de câmbio e concluem que elas são ponderações de *lags* das taxas passadas, o que faria com que a taxa de câmbio fosse estável. Assim, os agentes não estariam levando em conta mudanças de patamar que a taxa de câmbio pudesse ter sofrido. Esse tipo de comportamento, segundo DeLong et. al. (1990), pode surgir de agentes heterogêneos. Os autores mostram que pode haver agentes 'irracionais' que tomam grande parte do risco e, portanto, tenham ganhos esperados maiores. O risco seria em parte criado pela própria presença de agentes 'irracionais' que agiriam de maneira não previsível. Frankel e Froot (1988) também fazem um modelo com dois tipos de agentes: *chartists* e *fundamentalists* que diferem no tempo em que ficam com os ativos. Froot & Thaler (1990) sugerem que os achados de Fama são consistentes com um modelo onde os agentes esperam um período antes de agirem.

Argumentos de irracionalidade e ineficiência estão sujeitos a uma dupla dificuldade. Por um lado eles devem explicar como a presença de agentes irracionais ou ineficiências de mercado faz com que os resultados empíricos de retorno previsto sejam obtidos. Por outro lado eles também têm de explicar porque os agentes agem de maneira irracional ou o que faz com que existam ineficiências de mercado.

²⁰ PA indica pequenas amostras.

Burnside, Eichengreen e Rebelo (2006), explicam a presença de retornos em especulações cambiais através de custos de transação. A diferença entre o preço de um contrato cambial é diferente para uma oferta de compra ou de venda. Essa diferença, chamada de *bid-ask spread*, embora pequena, é da mesma magnitude que os retornos esperados pelos especuladores e faz os retornos serem menores do que em geral se espera. Além disso, os autores argumentam que esse custo é crescente em relação à transação, o que imporá um limite à especulação cambial.

2.4.3.

Modelos de pequenas amostras

Até agora, consideramos desvios do coeficiente β levando em conta sua distribuição assintótica. Os desvios do coeficiente estimado podem também ocorrer porque o teste leva em conta uma amostra menor do que o ideal. São dois os casos típicos encontrados na literatura em que podem ocorrer problemas desse tipo.

O primeiro chama-se *Learning*. Nesse caso, poderia ocorrer uma inovação no mercado (uma mudança na política monetária, por exemplo), mas os agentes não saberiam ao certo se essa mudança ocorreu ou não, já que as informações seriam obtidas apenas gradualmente. Num período como esse, de aprendizagem, o desvio de expectativa η_{t+1} pode covariar positivamente com o *forward premium* de maneira sistemática, mesmo que os agentes ajam racionalmente.

Há um outro caso com problemas de pequenas amostras onde os agentes agem racionalmente, utilizando a distribuição probabilística da taxa de câmbio do período seguinte condicional à informação do presente de maneira correta. Se no período amostral do econometrista essa distribuição não estiver bem representada, podemos encontrar padrões de comportamento de retornos previstos que se assemelham aos geralmente encontrados. Um exemplo clássico desse tipo de problema é a (correta) expectativa dos agentes de que possa haver uma desvalorização cambial de maneira que a taxa de câmbio passe de um patamar a outro. Assim sendo, a esperança dos agentes depende da probabilidade de ocorrer essa mudança e da probabilidade de não ocorrer. Se, passado o tempo, essa mudança não ocorre, o econometrista verificará que η_{t+1} terá covariância positiva com o *forward premium*. Nesse caso, o termo

$E_t^r[s_{t+1}] - s_{t+1}$ pode não ser mais um ruído ortogonal ao conjunto de informação em t mesmo sendo a expectativa racional.

A esse caso foi dado o nome de *Peso Problem* já que essa literatura começou investigando o problema da moeda mexicana na década de 1970. O termo β^{PA} que representa os desvios de β criados por esse tipo de problemas tende a zero quando a amostra vai a infinito. Assim, a literatura classifica tais problemas como problemas de pequenas amostras.

Flood & Rose (2001) estudam o caso de mudanças de regime cambial e conseqüente mudança de patamar de taxas de câmbio. Eles analisam o coeficiente β para países do sistema monetário europeu (EMS) cujas taxas eram fixas e conclui que ele não é menor que zero apesar de ser menor que um. Além disso, os autores separam períodos de realinhamento cambial (em geral crises cambiais) de períodos comuns e concluem que a mudança causada pela exclusão de períodos de crises muda o coeficiente em -0,35. Essa diferença é interpretada como uma medida do *peso problem*, isso é, do viés causado pela presença de expectativas de realinhamentos cambiais.

2.5. Retornos da PDJ e risco

Na secção 2.3 vimos que uma das explicações para a existência de retornos cambiais previsíveis é que esses retornos são contrapartidas de riscos. Nesta secção analisaremos os estudos mais recentes que debatem essa questão.

O primeiro desses estudos é Burnside, et al. (2006) que documentam retornos de estratégias de especulação cambial que visam explorar os desvios da PDJ. As estratégias consideradas pelos os autores são duas. Uma delas é baseada na regressão abaixo que é equivalente à equação (5):

$$\frac{(S_{t+1} - S_t)}{S_t} = a + b \frac{(F_{t,t+1} - S_t)}{S_t} + \xi_{t+1} \quad (21)$$

Definindo \hat{a}_t e \hat{b}_t como os estimadores recursivos para a e b em t , temos a estratégia BGT²¹:

²¹ O nome é devido a Backus, Gregory & Telmer (1993).

$$x_t = \begin{cases} > 0 & \text{se } \hat{a}_t + \hat{b}_t (F_{t,t+1} - S_t) / S_t \geq 0 \\ < 0 & \text{se } \hat{a}_t + \hat{b}_t (F_{t,t+1} - S_t) / S_t < 0 \end{cases} \quad (22)$$

Onde x_t é a quantidade de moeda doméstica (pounds) vendida a futuro.

A outra estratégia, na qual nos concentraremos, é o *carry-trade*, que é bastante conhecida e usada por agentes econômicos. O *carry-trade* consiste basicamente em tomar emprestado na moeda com baixas taxas de juros e emprestar na moeda com altas taxas de juros:

$$y_t = \begin{cases} > 0 & \text{se } I_t < I_t^* \\ < 0 & \text{se } I_t > I_t^* \end{cases} \quad (23)$$

Onde y_t é a quantidade de moeda doméstica tomada emprestada e I_t e I_t^* são as taxas doméstica e externa de juros. Pela PCJ teremos:

$$x_t = \begin{cases} > 0 & \text{se } F_t < S_t \\ < 0 & \text{se } F_t > S_t \end{cases} \quad (24)$$

É importante notar que o *carry-trade* é uma estratégia sempre relativa a dois países, pois se toma emprestado em um para emprestar a outro. Burnside et. al. (2006) documentam os ganhos no *carry-trade* do Pound inglês com relação a uma cesta de moedas²² de países desenvolvidos²³. O agente começa com 1 dólar e aposta esse dólar conforme a estratégia de *carry-trade*, daí em diante, ele aposta, a cada período o saldo de sua conta resultante dos *payoffs* anteriores. Como o *carry-trade* é uma estratégia de custo zero, o seu saldo é sempre acumulado de acordo com as taxas de juros Libor²⁴.

A conclusão da documentação é que a estratégia gera retornos elevados, com baixa volatilidade (pois o portfólio diversifica o risco de cada moeda) e com índices *Sharpe* bastante elevados. Ainda, comparando a estratégia aos retornos do S&P 500, os autores encontram que relação risco-retorno (*Sharpe*) é muito melhor na estratégia de *carry-trade* e, apesar da distribuição de retornos dessa estratégia apresentar não-normalidade, leptocurtose (isto é, caudas largas), essa leptocurtose é menor do que a exibida pelos retornos do S&P 500.

²² O peso de cada moeda no portfólio pode ser igual (*equally weighted*) ou o portfólio pode ser desenhado de forma a maximizar o índice Sharpe (*optimally weighted*).

²³ A cesta inclui: Bélgica, Canadá, França, Alemanha Itália, Japão, Países Baixas, Suíça, e Estados Unidos. Os dados vão de 1976 a 2001.

²⁴ Levam em conta os custos de transação descritos no capítulo 1.4.2, como os resultados centrais dos autores permanecem semelhantes, abstraímos esses custos da nossa descrição. Lembremos, contudo, que os resultados levam esses custos em consideração.

Em um artigo derivado, Burnside et. al. (2007), ampliam a documentação do *carry trade* para países emergentes²⁵. Usando dados que vão de outubro de 1997 a novembro de 2006 os autores computam os retornos da estratégia para uma carteira de países desenvolvidos e para uma carteira completa, que inclui países emergentes. A conclusão obtida é similar a Burnside, et al. (2006): os retornos são elevados e a estratégia possui índices *Sharpe* altos quando a comparados ao S&P 500 ou aos títulos do tesouro americano. Além disso, a estratégia de *carry trade* com a carteira completa exibe menor volatilidade já que ela conta com a presença de mais países. Os resultados dos retornos acumulados obtidos estão nos gráficos 1 e 2.

A explicação mais imediata para os altos retornos obtidos pelas estratégias de especulação cambial é que essa estratégia é arriscada. Isso é testado por Burnside et al. (2006) através de regressões dos retornos trimestrais acumulados da estratégia de *carry-trade* em diversos fatores de risco. Os fatores são: o crescimento do consumo per capita norte americano, os retornos do S&P 500, os fatores do mercado de ações de Fama-French (1993), a inclinação da curva de estrutura a termo das taxas de juros norte americanas, a produção industrial norte americana, os retornos do FSTE 100 e o crescimento do consumo per capita do Reino Unido. A total falta de um padrão de correlação entre os fatores de risco e os retornos da especulação cambial leva os autores a afirmarem que os *payoffs* das estratégias não são compensações por riscos.

Justamente o oposto disso é o que concluem Lustig & Verdelhan (2007), o segundo estudo analisado nessa secção. Segundo eles, a violação da PDJ implica que os agentes podem prever retornos no mercado cambial, mas esses retornos são uma compensação aos agentes que tomam mais risco²⁶. Os autores constroem 8 portfólios e não um como Burnside et. al (2006). Os portfólios são construídos de acordo com as taxas de juros: o portfólio 1 contém os países de menor taxa e o de número 8 os de maiores taxas de juros, os portfólios são reconstruídos no fim de cada período. Usando vários portfólios os

²⁵ A cesta com emergentes inclui a cesta de países desenvolvidos e mais outros. No total são: África do Sul, Alemanha, Arábia Saudita, Argentina, Austrália, Áustria, Bélgica, Brasil, Bulgária, Canadá, Catar, Cazaquistão, Chile, Chipre, Colômbia, Coreia, Croácia, Dinamarca, Egito, Emirados Árabes Unidos, Espanha, Eslováquia, Eslovênia, Estônia, Euro, Filipinas, Finlândia, França, Grécia, Hong Kong, Hungria, Índia, Indonésia, Irlanda, Islândia, Israel, Itália, Japão, Kuwait, Letônia, Lituânia, Malta, Marrocos, México, Nova Zelândia, Noruega, Países Baixos, Paquistão, Polônia, Portugal, Quênia, Republica Tcheca, Reino Unido, Romênia, Rússia, Singapura, Suécia, Suíça, Tailândia, Taiwan, Tunísia, Turquia e Ucrânia. O *carry trade* é feito a partir dos E.U.A..

²⁶Risco sistemático (*Consumption growth risk*) medido por crescimento do consumo de duráveis, não duráveis e logaritmo do retorno de mercado.

autores tentam eliminar qualquer componente do retorno que não tenha a ver com as taxas de juros. Assim, isola-se a fonte de variação nos retornos que é de interesse, que é a relação entre câmbio e taxas de juros.

Como esperado, o portfólio de menores números (com menores taxas de juros) produz um retorno esperado negativo em moedas com baixas taxas de juros. Os portfólios com maiores numerações, inversamente, produzem retornos positivos. Em seguida, usando regressões lineares simples, os autores mostram que essa heterogeneidade de retornos é explicada em larga medida por variações na medida de risco americano.

O resultado encontrado é que os países com baixas taxas de juros tendem a ter suas taxas de câmbio apreciadas quando o crescimento do consumo americano é baixo. De maneira oposta, os países com altas taxas de juros depreciam quando o crescimento do consumo americano é baixo. Esse resultado mostra que a correlação entre taxas de câmbio de um país e risco não idiossincrático americano tem sinais diferentes para taxas de juros altas e baixas. Como ativos nos países de altas taxas de juros oferecem menores retornos quando o crescimento do consumo é baixo eles são mais arriscados, por isso devem ser compensados com maiores retornos. O câmbio de países com baixas taxas de juros funciona de maneira oposta, como um *hedge* para o consumo dos E.U.A.²⁷.

Um outro artigo que interpreta os retornos da PDJ como prêmios de risco é Farhi & Gabaix (2008). O modelo é construído a partir da idéia de *rare events* de Rietz-Barro²⁸ segundo a qual eventos raros mas extremos devem ser importantes na determinação de prêmios de risco e, portanto, de preços de ativos. Essa literatura surgiu para explicar os retornos elevados da bolsa americana, e alegava que desastres de grande magnitude tais como a crise de 1929 e a segunda grande guerra elevavam o prêmio de risco explicavam o *equity premium puzzle*²⁹.

No modelo de Farhi & Gabaix (2008), os *desastres* raros que podem acontecer são quedas bruscas na produtividade e no consumo agregado. Além

²⁷ Lusti & Verdelhan (2005) mostram um modelo que replica esse comportamento. Além disso, Burnside (2007), Burnside et. al. (2007b) e Lustig & Verdelhan (2007b) continuam a debater se os retornos previsíveis do *carry trade* podem ou não ser compreendidos como prêmios de risco.

²⁸ Em Barro (2006), Rietz(1998) e Weitzman (2007).

²⁹ Referente Mehra & Prescott (1985) Referente Mehra & Prescott (1985) que notaram que os retornos do mercado de ações eram altos demais (com relação às taxas de juros) para serem explicados por prêmios de risco. O *equity premium puzzle* tem em comum com o *forward premium puzzle* o fato de também surgir da incapacidade de modelos teóricos explicarem excesso de retorno no ativo em questão (mercado de ações, e não câmbio como no paradoxo da PDJ).

disso, a taxa de câmbio é compreendida como um título que vale o valor presente da produtividade das exportações futuras de um país. Com isso, se algum choque aumenta a probabilidade de um desastre ocorrer e torna o país *arriscado* duas coisas ocorrem. Em primeiro lugar, a maior chance de um desastre diminui o valor presente esperado da produtividade do país depreciando a taxa de câmbio. Segundo, essa maior possibilidade de queda na produtividade aumenta a volatilidade esperada da taxa de câmbio gerando um prêmio de risco que eleva as taxas de juros. Quando o choque se dissipa e o país deixa de ser *arriscado* a taxa de câmbio volta a se valorizar. Esses dois efeitos geram uma situação em que um diferencial positivo de juros está correlacionado com uma apreciação cambial. Ou seja, reproduz-se o resultado do puzzle da PDJ.

É interessante notar que basta um choque na probabilidade de desastre e não necessariamente na própria produtividade. Nesse caso, os retornos associados à estratégia de *carry trade* seriam compensações pelo risco tomado pelo investidor em deter moedas de países sujeitos a bruscos choques de produtividade.