

O RISCO IDIOSSINCRÁTICO E O PRÊMIO DE RISCO BRASILEIRO: CAUSALIDADE E A INTERAÇÃO NO LONGO PRAZO

André Assis de Salles

Escola Politécnica – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia – Bloco F – sala F101- Ilha do Fundão – Rio – Brasil
as@ufrj.br

RESUMO

A alocação de recursos na economia exige um conhecimento cada vez maior de todos os indicadores disponíveis. O investimento e financiamento da produção nas economias modernas acontece por intermédio do mercado financeiro, em particular, do mercado de capitais. As expectativas do risco idiossincrático de cada economia é afetada pelas ocorrências que se referem unicamente ao respectivo país e pode ser visto como um indicador relevante para os investidores internacionais. Outro indicador relevante diz respeito ao prêmio de risco soberano dado pelo risco país que tem como o principal indicador o Emerging Markets Bond Index ou o EMBI+. Este trabalho tem por objetivo estimar a série temporal do risco idiossincrático da economia brasileira e verificar sua interação o indicador do risco país do Brasil, por intermédio dos modelos autoregressivos condicionais heteroscedásticos e dos modelos vetoriais autoregressivos com correção de erros, ou modelos VECM.

PALAVRAS CHAVE. Risco Idiossincrático, Risco País, Cointegração.

Tópicos: Estatística e Modelos Probabilísticos, Gestão Financeira.

ABSTRACT

The allocation of resources in the economy requires increasing knowledge of all available indicators. Investment and production financing in modern economies takes place through the financial market, in particular, the capital market. Through this market it is possible to obtain idiosyncratic risk expectations of an economy affected by events that refer only to the respective country and it can be a relevant indicator for international investors. Another relevant indicator refers to the sovereign risk premium given by country risk, whose main indicator is the Emerging Markets Bond Index or EMBI +. This work aims to estimate the idiosyncratic risk time series in the Brazilian economy and to verify its interaction with the Brazilian country risk indicator through regression models, heteroscedastic conditional autoregressive models and autoregressive vector models with error correction, or VECM models.

KEYWORDS. Idiosyncratic Risk, Country Risk, Cointegration.

Paper topics: Statistics and Probabilistic Models, Financial Management.

1. Introdução

Para uma alocação ótima de recursos na economia o conhecimento do comportamento dos indicadores disponíveis e necessários para sinalizar o *trade off* entre o risco e retorno de projetos produtivos é fundamental, principalmente, nas ocasiões de escassez de recursos financeiros como acontece com frequência em a grande parte das economias em desenvolvimento e, em particular, na economia brasileira. Os formuladores de políticas econômicas e gestores dessas economias empenham-se para atrair capital para projetos produtivos que movimentem a economia proporcionando maiores oportunidades de emprego e um bem estar social digno. Por outro lado, os administradores de recursos procuram investir e financiar projetos que possam proporcionar retornos que remunerem o risco assumido ao alocar recursos nessas economias. E como qualquer investidor procura se informar da melhor forma sobre suas possibilidades de investimentos entre opções de investimentos disponíveis no mercado internacional.

O investimento e financiamento de projetos produtivos ou da produção nas economias acontece por intermédio do mercado financeiro, em particular, do mercado de capitais. Os projetos produtivos que propiciam a infraestrutura necessária para o desenvolvimento das economias e manutenção de empregos e do crescimento da renda têm no mercado de capitais a fonte de recursos para investimentos e financiamentos. Por conseguinte um dos importantes indicadores avançados de uma economia é a performance do seu mercado de capitais, que tem como indicador primeiro o índice de lucratividade do mercado acionário que traduz as expectativas dos agentes econômicos para essa economia. E através desses índices de lucratividade de ações podem ser estimadas as volatilidades ou riscos associados aos projetos produtivos, assim como, aos setores das economias nacionais, a uma economia nacional ou a economia global. O risco total de uma carteira de ativos, ou de projetos, e seus dois componentes, o risco de mercado e o risco idiossincrático ou específico ou único, podem ser estimados através dos retornos da carteira de ativos e dos retornos da carteira de mercado. Assim, a teoria de finanças estuda o investimento e financiamento da produção através de metodologias adequadas para se observar o risco associado as atividades produtivas ou aos projetos produtivos. Essa teoria se desenvolveu nas sete últimas décadas a partir do modelo de otimização de carteiras, sugerido por Markowitz (1952), e da determinação de modelos que especificam o *trade-off* risco e retorno. Assim a quantificação do risco de uma carteira diversificada pode se dar através do modelo de mercado, apresentado na literatura por Sharpe (1963) em um dos principais trabalhos da teoria de finanças. O modelo de mercado pode ser representado por um modelo estocástico que tem como variável resposta o retorno de um ativo, ou uma carteira de ativos, e como regressor o retorno da carteira de mercado, cuja a *proxy* pode ser obtida em cada uma das economias nacionais pelos índices de lucratividade dos respectivos mercados acionários. Dessa forma, cada economia nacional tem como indicador para representar a carteira que engloba a maior parte dos projetos produtivos de cada uma das economias nacionais, ou seja, o indicador mais próximo de uma carteira de mercado dessa economia. Esse indicador pode ser representado pelo índice de lucratividade do mercado acionário de cada uma dessas economias. Enquanto o indicador que represente carteira de mercado global, ou da economia mundial, pode ser obtido por uma carteira que reúna todos os mercados nacionais, ou por um índice de lucratividade dessa carteira ou do mercado acionário global. Algumas agências, ou instituições do mercado financeiro, calculam e disponibilizam índices de lucratividade dos mercados acionários nacionais e do mercado acionário global. Desse modo, pode-se construir modelos de mercado para cada uma das economias nacionais e, em especial, para economia brasileira. E assim podem ser estimados o risco total de cada economia integrada a economia mundial, como também, os componentes desse risco associado a economia nacional de interesse, ou seja, o risco de mercado e o risco idiossincrático. Enquanto o risco de mercado reflete, em cada economia nacional, as ocorrências que atingem toda a economia global tais como guerras, desastres climáticos e pandemias. O risco específico ou idiossincrático ou único pode ser visto pelos investidores internacionais como a parcela do risco total de uma economia nacional associado as ocorrências

que atingem somente uma determinada economia nacional ou de um respectivo país, ao seja, a parte do risco que pode ter influência direta de medidas econômicas específicas que atingem uma economias nacionais. As expectativas do risco idiossincrático, ou da volatilidade idiossincrática, mostra de que forma particular cada economia é afetada pelas ocorrências que se referem unicamente ao respectivo país, ou ainda como cada país administra os problemas que se referem aos seus projetos produtivos e a atividade econômica em geral. Assim o risco idiossincrático pode ser visto como um indicador relevante para os investidores internacionais observarem o mercado de uma dada economia.

Outro parâmetro relevante associado ao risco da atividade econômica das economias nacionais diz respeito ao prêmio de risco soberano, que é dado pelo risco país tem como o principal indicador o *Emerging Markets Bond Index* ou o EMBI+. Esse índice quantifica a margem que os investidores internacionais tem como justa a receber por investir em projetos produtivos de determinada economia nacional, ou por investir títulos referenciados por projetos produtivos desenvolvidos em determinada economia nacional.

Muitas pesquisas tem sido desenvolvidas sobre o risco idiossincrático de projetos de investimentos, carteiras de projetos de investimentos ou economias nacionais em geral. Esses estudos se diferenciam pela forma que esse risco é estimado, tais como modelos utilizados e métodos de estimação, assim como a relação ou associação desse indicador acontece com os retornos ou com outros indicadores desses projetos de investimentos, carteiras de projetos de investimentos ou economias em geral. O mesmo ocorre com as pesquisas relacionadas com risco soberano ou com prêmio associado a esse risco. Adiante, neste trabalho serão comentados algumas dessas pesquisas.

Este trabalho tem por objetivo estimar a série temporal do risco idiossincrático da economia brasileira e verificar sua interação com o indicador do risco país do Brasil, respectivamente, por intermédio dos modelos autoregressivos condicionais heteroscedásticos, ou modelos da família ARCH, e de modelos vetoriais autoregressivos com correção de erros, ou modelos VEC ou VECM.

Além desta introdução, são apresentados neste trabalho outras seções da seguinte forma. Na Seção 2 é apresentado um breve relato das pesquisas relacionadas aos temas aqui tratados. Enquanto a Seção 3 apresenta a abordagem metodológica implementada enquanto a amostra ou os dados utilizados que estão apresentados na Seção 4. A análise dos resultados obtidos são apresentados na Seção 5. Por fim, na Seção 6 estão os comentários finais do trabalho seguindo-se as referências bibliográficas utilizadas.

2. Risco Idiossincrático e o Risco País – Um Prelúdio

O índice de lucratividade das ações é uma *proxy* de uma carteira diversificada de cada uma das economias que compõem a economia global, o que permite se obter estimativas da volatilidade ou do risco total de cada uma das economias nacionais e da economia global. O risco total de uma carteira de ativos ou projetos de investimentos ou de uma economia pode ser dividido em duas parcelas: o risco de mercado ou risco diversificável, que diz respeito ao risco que afeta a carteira ou economia inserida no mercado global; e o risco específico, único, dito diversificável ou idiossincrático, que pode ser minimizado com a diversificação da carteira e pode ser visto como risco inerente a cada uma das economias nacionais inseridas na economia global. As expectativas do risco idiossincrático ou da volatilidade idiossincrática mostram de que forma particular cada economia é afetada pelas ocorrências que se referem unicamente ao respectivo país, ou ainda como cada país administra os problemas que se referem aos seus projetos produtivos e de infraestrutura que possam gerar bem estar para sua população.

A partir do trabalho de Sharpe (1963) muitas pesquisas têm sido realizadas procurando, de uma forma adequada, determinar o risco total e seus componentes. A estimação do modelo de mercado, ou o modelo de índice único, sugerido por Sharpe (1963) permite a determinação do coeficiente beta, principal indicador do risco de mercado, e o risco idiossincrático, denominado

também risco específico ou risco único. Em um trabalho pioneiro Rosenberg e McKibben (1973) procuram fazer previsões do risco sistemático e do risco específico de ações, propondo modelos estocásticos construídos utilizando o conceito de modelo de mercado ou do modelo de índice único para determinação do coeficiente beta e do risco específico ou idiossincrático. A partir do trabalho de Rosenberg e McKibben (1973) muitas pesquisas foram desenvolvidas dando continuidade e aprimorando os métodos utilizados. Fu (2008) procurou estimar o risco idiossincrático e sua relação com os retornos mensais de ações utilizando o modelo de três fatores sugerido por Fama e French (1993) e modelos oriundos do *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Models* disponíveis na literatura de finanças, desenvolvidos a partir do trabalho seminal de Engle (1982) e do trabalho de Bollerslev (1986). Angelidis e Tessaromatis (2008) observam que o risco específico, ou idiossincrático, tem sido negligenciado em detrimento de um maior destaque dado ao risco sistemático na determinação do prêmio de risco e Campbell *et al.* (2008) enfatizam a importância da avaliação do risco específico.

Em geral a volatilidade dos mercados aumenta nos períodos que antecedem essas crises e durante os períodos de crise. No período recente da economia mundial e como observa Kalra (2008) com a crise *subprime* norte-americana, iniciada em meados de 2007, e o recrudescimento da oferta de crédito no mercado global: observou-se um descontrole da economia mundial e dos mercados de capitais, em particular. Dentre os trabalhos mais recentes que procuram estimar o risco idiossincrático pode-se citar o de Blitz *et al.* (2018), que trata desse risco como uma anomalia, e o de Chang *et al.* (2018) com dados da economia japonesa. Mais recentemente Zhou e Shi (2019) procuram verificar o risco idiossincrático do mercado chinês de ações. Deve-se citar, também, os trabalhos relacionados a crises sanitárias ou dadas por epidemias e pandemias, que ocuparam e vem ocupando pesquisadores acadêmicos com estudos e pesquisas que procuram verificar as alterações nos riscos de projetos produtivos, em carteiras ou coleção de projetos produtivos, de setores da economia e de economias nacionais. Em meio dessas pesquisas se destacam a de Naidenova *et al.* (2020), que trata de choques idiossincráticos e sistemáticos provocados pela Pandemia de Covid-19 nos mercados financeiros, e as pesquisas recentes de Atkeson (2020), de Barro *et al.* (2020), de Anderson *et al.* (2020), de McKibbin e Roshen (2020) e de Gaurinchas (2020), sobre a influência da crise provocada pela Pandemia de Covid-19 no ambiente macroeconômico.

Um aspecto proeminente das economias emergentes é o nível de endividamento acentuado, em particular, o endividamento externo, uma vez que em diversos períodos apresentam escassez de recursos necessitando de aporte de recursos externos. Assim, do ponto de vista dos gestores de recursos, todos os indicadores disponíveis são interessantes para alocação eficiente de recursos nessas economias e importantes para auxiliar a tomada de decisão de investimento. Dentre muitos parâmetros os investidores e administradores de recursos observam dois dos mais relevantes através dos mercados de títulos de risco: o risco país e o risco ou risco de total. O risco total assim como o risco país, que mede a estabilidade das economias nacionais através da capacidade de honrar o pagamento da dívida externa, é um dos principais parâmetros observados para a alocação eficiente de recursos no mercado internacional. Os mercados emergentes têm se mostrado cada vez mais eficientes informacionalmente, o que deve revelar associações entre esses parâmetros no longo prazo. Enquanto o risco país em geral é representado pelo *Emerging Markets Bond Index* (EMBI+) não apresenta problemas quanto a sua determinação pois as cotações desses títulos podem ser observadas diretamente no mercado desses títulos. Enquanto o risco soberano se refere ao risco de crédito de transações que envolvem o estado e é mensurado por agências de classificação de risco de crédito ou de rating tais como a Moody's, a Fitch e a S&P (Standard & Poor's), para mencionar as de maior relevância, o risco país se refere excesso de retorno exigido para se investir em determinado país, ou seja, um prêmio de risco ou uma margem. O que pode ser observado pelas cotações dos índices EMBI+ para cada país ou pelos CDS – *Credit Default Swap*. Os gestores de recursos observam esses indicadores para alocação de recursos. Quando o risco de determinado mercado

aumenta os investidores procuram reduzir o risco total de suas carteiras realocando ativos, transferindo recursos de títulos vinculados aos mercados emergentes para mercados desenvolvidos em um movimento designado por *flight to quality*.

São muitos os estudos e pesquisas que tem atraído o interesse acadêmico para linhas de pesquisa que envolvem o risco soberano e o risco país em, especial, pesquisas relacionadas ao comportamento dos índices EMBI+ e CDS's de países emergentes. Alguns estudos procuram relacionar esses índices com indicadores macroeconômicos se utilizando de uma variedade de metodologias, principalmente, as que envolvem inferência estatística. Dentre esses podem ser citados os trabalhos: de Kocsis (2013) que utiliza de técnicas de componentes principais da análise de fatores para decompor indicadores de mercado, dentre esses o EMBI+ e CDS de uma amostra representativa de economias nacionais; o de Herrera *et al.* (2013) que relaciona o EMBI+ com outros fatores de risco sistemático da economia mexicana; o de Cristo e Gómez-Puig (2014) que apresenta evidências da relação entre EMBI+ e variáveis macroeconômicas de sete países latino americanos, se utilizando modelos vetoriais autoregressivos com correção de erros; e o trabalho de Alfaro *et al.* (2017) que estuda o comportamento do risco país de outras três variáveis envolvendo volatilidade e taxa de câmbio de países latino americanos, através de um modelo vetorial autoregressivo. Deve-se salientar que Alfaro *et al.* (2017) fazem uma estudo particular para economia chilena incluído o preço do cobre no mercado internacional e destacar que os autores enfatizam que dentre os países latino americanos o EMBI+ tem maior relevância para o Brasil que os outros países latino americanos.

A abordagem metodológica empregada neste trabalho é apresentada na Seção 3 a seguir.

3. Abordagem Metodológica Utilizada

Deve-se salientar que na construção e na estimação dos modelos estocásticos necessárias para o desenvolvimento deste trabalho o pressuposto de normalidade é um dos fundamentais. Assim foram feitos testes da hipótese de normalidade sugerido por Jarque e Bera conforme descrito em Gujarati e Porter (2011) ou Wooldridge (2011). Outro pressuposto fundamental para esta pesquisa se refere a estacionariedade. Um processo estacionário tem como principal característica a invariabilidade da média, da variância e da estrutura de autocorrelação, isto é, esses parâmetros não mudam no decorrer do tempo. De acordo com Gujarati e Porter (2011), a não-estacionariedade comumente causa regressões espúrias, mesmo em amostras grandes. O teste de estacionariedade utilizado foi o Dickey-Fuller Aumentado (ADF). É importante destacar que a ausência de estacionariedade pode ser corrigida através de processos de diferenciação. Para maior detalhamento do assunto e do teste ADF pode-se recorrer a Gujarati e Porter (2011). Outro teste estatístico de hipóteses importante para feitura deste trabalho se refere aos testes da hipótese de cointegração. Dentre os testes de cointegração disponíveis na literatura foi utilizado o de Johansen, conforme a descrição apresentada em Enders (2010), por sua adequação para estimação do modelo vetorial autoregressivo mostrado adiante. Além disso, outros testes estatísticos de hipóteses requeridos pelos modelos estimados foram realizados.

Para a concepção desta pesquisa procedeu-se inicialmente a elaboração das séries temporais do risco país e do risco idiossincrático da economia brasileira. Enquanto o risco país tem como principal indicador o *Emerging Markets Bond Index* – EMBI+ e pode ter sua cotação observada no mercado, a determinação do risco idiossincrático, ou risco específico ou único, é estimado através do modelo de mercado, ou seja, de um modelo estocástico linear que relaciona o retorno de um ativo com o retorno da carteira de mercado.

O conceito e a determinação do risco total e de suas parcelas, risco sistemático e risco idiossincrático, foram estabelecidos a partir do *Single Index Model*, ou modelo de mercado, proposto por Sharpe (1963) que relaciona os retornos de uma carteira de ativos com risco com os retornos da carteira de mercado. No âmbito deste trabalho a carteira de ativos com risco é caracterizada pelo índice de lucratividade do mercado acionário brasileiro, representado pelo

índice MSCI Brasil, ao passo que a carteira de mercado global de ações é caracterizada pelo índice de lucratividade do mercado acionário global, representado pelo índice de ações MSCI ACWorld. Esses dois índices são calculados pela companhia de serviços financeiros Morgan Stanley Capital Internacional (MSCI) e serão comentados adiante na seção que trata dos dados utilizados neste trabalho. O modelo de mercado pode ser descrito da seguinte forma:

$$R_t = \alpha + \beta R_{Mt} + e_t \quad [1]$$

Sendo:

R_t = retorno do índice MSCI Brasil no período t ; e

R_{Mt} = retorno do índice ACWorld ou da carteira de mercado global de ações no período t .

Do modelo de mercado tem-se a média condicional e variância condicional dos retornos dos ativos financeiros que podem ser determinadas da seguinte forma:

$$\text{média:} \quad E(R_t | R_{Mt}) = \alpha + \beta R_{Mt} \quad [2]$$

$$\text{variância:} \quad V(R_t | R_{Mt}) = \beta^2 V(R_{Mt}) + V(e_t) \quad [3]$$

Como o risco total, medido pela variância condicional, pode ser dividido em risco de mercado, ou sistemático, e risco idiossincrático, ou não sistemático, conforme a expressão [3] acima. A primeira parcela representa o risco de mercado, ou risco sistemático ou não diversificável, enquanto a segunda parcela representa o risco idiossincrático, ou específico ou único ou diversificável. O risco sistemático tem no coeficiente beta o seu principal indicador enquanto o risco idiossincrático, ou específico, é determinado pela variância dos termos estocásticos do modelo de mercado na sua forma estocástica. A estimação do coeficiente beta se dá através dos métodos econométricos aplicados aos modelos de regressão linear, como por exemplo nos trabalhos: de Scholes & Willians (1993), utilizando um modelo univariado; e de Salles (2006), utilizando um modelo multivariado. Em contrapartida a estimação do risco idiossincrático, pode ser feita através de modelos estocásticos de volatilidade, como por exemplo os modelos da família ARCH, em particular, o GARCH sugeridos, respectivamente, por Engle (1982) e Bollerslev (1986). O modelo GARCH é um modelo condicional autoregressivo heteroscedástico, proposto por Bollerslev (1986), que procura assimilar um comportamento comum em séries de retorno de ativos financeiros, no qual grandes valores são seguidos por valores também altos nos períodos seguintes, não necessariamente no mesmo sentido, seguindo um processo previsível. Sendo os parâmetros alfas e betas maiores do que zero, um modelo GARCH (p,q) pode ser descrito em sua forma geral pela expressão:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{j=1}^q \alpha e_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^p \beta \sigma_{t-j}^2 \quad [4]$$

Assim, além dos modelos ARCH e GARCH, foram testados outros modelos bem difundidos da família ARCH como por exemplo o IGARCH, EGARCH e o TGARCH. Selecionando-se o modelo a ser utilizado pelo critério de seleção de modelos sugerido por Akaike, o AIC, que pode ser visto em Gujarati e Porter (2011) ou Wooldridge (2011). O modelo selecionado e utilizado neste trabalho para estimativa do risco idiossincrático foi um modelo de regressão heteroscedástico, onde os termos estocásticos seguem um modelo GARCH (1, 1), que pode ser descrito conforme abaixo:

$$R_t = \alpha + \beta R_{Mt} + e_t, \quad e_t \sim \text{Student}(0; \sigma_t^2; \nu) \quad [5]$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha e_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$$

Desse modo, no que se refere ao risco idiossincrático, doravante designado como IDR, do mercado brasileiro: a série temporal foi formada com os resultados dos modelos GARCH (1, 1) estimado no modelo de mercado descrito acima, com toda amostra de retornos dos índices de lucratividade dos mercados MSCI Brasil e MSCI ACWorld.

Para se atingir o propósito deste trabalho foram utilizados modelos estocásticos multivariados, em particular, modelos bivariados desenvolvidos a partir dos modelos vetoriais autoregressivos, apresentados na literatura econométrica por Sims (1980), esses modelos não distinguem variáveis endógenas e exógenas e permitem se estudar a relação entre duas ou mais variáveis estocásticas, inovações ou choques que uma variável pode transmitir para outra ou outras variáveis e se verificar a relação de curto prazo e de longo prazo entre as variáveis envolvidas. Além disso, pode-se verificar a hipótese da causalidade de Granger entre as variáveis envolvidas (ver Granger (1969) e Sims (1972)). Considerando-se duas variáveis de interesse para esta pesquisa, a saber, risco idiossincrático e o EMBI+, o modelo VAR pode ser descrito, em sua forma mais simples, pelo seguinte sistema de equações:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 Y_{t-1} + \beta_3 Z_{t-1} + \varepsilon_{1t} \quad [6]$$

$$Z_t = \beta_4 + \beta_5 Z_{t-1} + \beta_6 Y_{t-1} + \varepsilon_{2t} \quad [7]$$

onde as variáveis Y_t e Z_t são estacionárias, e ε_{1t} e ε_{2t} tem valor esperado igual a zero e são ortogonais. Neste trabalho a variável Y_t representa a variável IDR enquanto a variável Z_t o EMBI+ Brasil. Com a não rejeição da hipótese de cointegração entre as séries temporais das variáveis em questão, as variações ou retornos do EMBI e as variações ou retornos do IVOL, deve se usar VAR com correção de erros ou o modelo VEC ou VECM, um modelo VAR modificado para se considerar a cointegração entre as variáveis de interesse (ver Salles e Almeida (2016)).

4. Dados – Amostra Utilizada

Os dados primários que formaram a amostra utilizada neste trabalho foram coletados no *website* do Ipeadata, www.ipeadata.gov.br, para o EMBI+, e no *website* Investing.com para os índices de lucratividade do mercado acionário brasileiro – o MSCI Brazil Index – e de lucratividade do mercado acionário global – MSCI All-Country World Equity Index – ou simplesmente MSCI ACWorld Index, calculados pela companhia de serviços financeiros Morgan Stanley Capital Internacional (MSCI). Os dados coletados foram transformados em dados do fechamento da semana, ou seja, do último dia de negociação da semana, para o período de 7 de junho de 2009 até 22 de março de 2020, perfazendo um total de 564 informações de cotações semanais dos três indicadores coletados.

A série temporal do risco idiossincrático foi obtida com a estimação do modelo de mercado dado pelas expressões mostradas em [5] com os termos estocásticos ajustados a uma distribuição t de Student com aproximadamente 7 graus de liberdade. Os resultados da média, da variância e das métricas de performance das estimativas estão mostradas, respectivamente em [8], [9] e [10] a seguir.

$$MSCI Br_t = -0,0031 + 1,3442 ACWORD \quad [8]$$

se(0,0011) (0,0451)

$$\sigma_t^2 = 0,0003 + 0,0838 e_{t-1}^2 + 0,8927 \sigma_{t-1}^2 \quad [9]$$

se(0,0001) (0,0283) (0,0312)

$$\begin{array}{ll} \text{Distribuição } t \text{ Student - graus de liberdade} = 6,71 & \\ R^2 = 0,4629 & \text{Estatística de Durbin-Watson} = 1,8679 \\ SE \text{ da Regressão} = 0,0313 & \text{Soma de Quad. dos Resíduos} = 0,5511 \\ \text{Critério de Akaike (AIC)} = -4,2543 & \end{array} \quad [10]$$

Com as séries temporais do EMBI+ e das estimativas do IDR obtidas foram implementadas no modelo VECM estimado para elaboração deste trabalho, cujo o comportamento e a evolução no período estudado podem ser observados nos gráficos apresentados na Figura 1 e na Figura 2 mostradas a seguir. A Figura 3, adiante, apresenta os gráficos das evoluções das variações desses indicadores no período, mostrando suas interações.

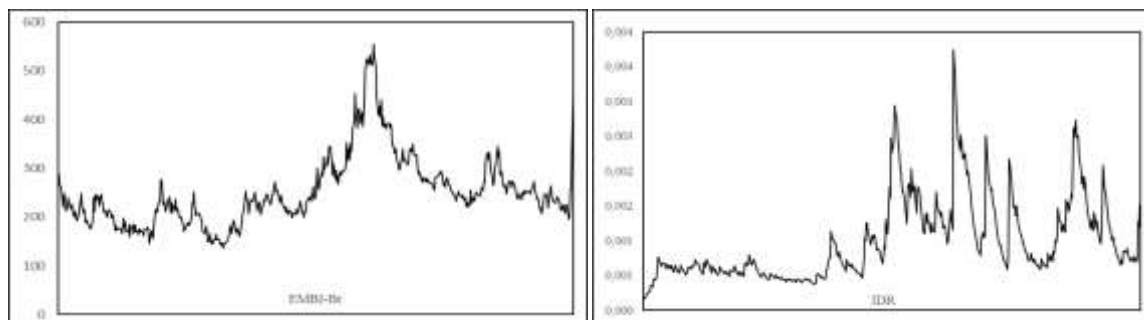


Figura 1 – Comportamento do EMBI+ Brasil

Figura 2 – Comportamento do Risco Idiossincrático

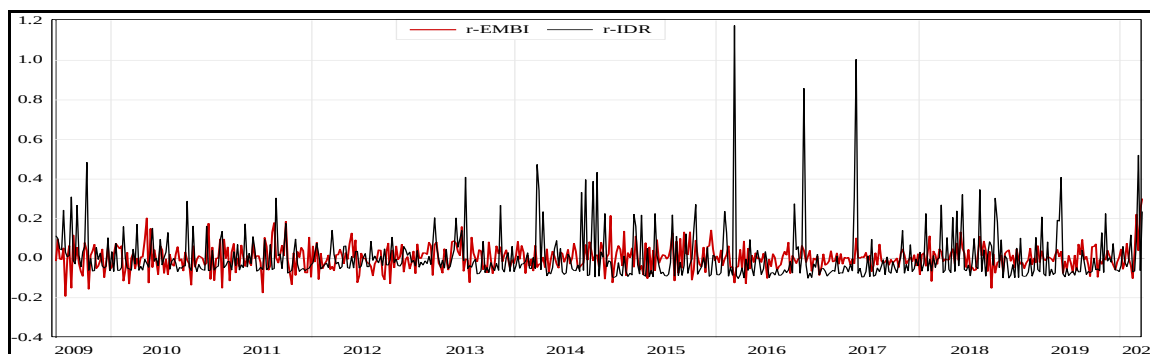


Figura 3 – Comportamento das Variações do Indicadores do EMBI+ Brasil e do Risco Idiossincrático

Tabela 1 - Resumo Estatístico das Séries Temporais Utilizadas

Estatística	Cotação EMBI Semanal	Estimate IDR Semanal	Variação EMBI Semanal	Variação IDR Semanal
Média	251,9751	0,0010	0,0009	0,0042
Mediana	239,0000	0,0008	0,0000	-0,0379
Máximo	554,0000	0,0037	0,3018	1,1756
Mínimo	137,0000	0,0002	-0,1923	-0,1022
Desvio Padrão	72,5232	0,0006	0,0616	0,1265
Assimetria	1,4714	1,4073	0,4388	3,9026
Curtose	5,9014	4,8734	4,8639	27,1381
Jarque-Bera (Valor p)	400,6215 0,0000	268,1563 0,0000	99,5605 0,0000	15096,96 0,0000
Teste ADF (Valor p)	-2,7425 (0,2198)	-4,4010 (0,0023)	-16,0360 (0,0000)	-23,2816 (0,0000)

A Tabela 1, acima, apresenta um resumo estatístico da séries temporais de interesse para o resultado final desta pesquisa, ou seja, a verificação de interação entre o risco país e risco idiossincrático da economia brasileira. O número de observações das variações do EMBI+ e do IDR a serem implementadas no modelo vetorial autoregressivo estimado foi de 563 observações. A Tabela 1 mostra uma diferença significativa entre as medidas resumos das duas séries temporais, apresentadas nas duas primeiras colunas, a volatilidade dos dados do EMBI+ é significativamente maior do que a volatilidade do IDR, quase 50% a mais. No que se refere a

normalidade das séries temporais as duas apresentam medidas dos coeficientes de assimetria e de curtose semelhantes e distantes de coeficientes de uma distribuição normal. O que se confirma com o teste de Jarque-Bera que não permite aceitação da hipótese de normalidade para essas duas séries temporais. No que se refere a hipótese de estacionariedade as inferências são diferentes, para a série temporal do EMBI+ a hipótese não é aceita enquanto para a série temporal do IDR a hipótese não é rejeitada. A partir dessas séries temporais foram calculadas séries temporais das variações ou retornos a serem utilizadas no modelo vetorial autoregressivo cujas estimativas e testes serão mostrados e comentados na próxima seção. Essas séries temporais estão resumidas na Tabela 1 nas duas colunas à direita, mostrando que as medidas de tendência central e de volatilidade diferem. As duas séries temporais das variações dos dois indicadores não permitem a rejeição da hipótese de não normalidade. Enquanto a hipótese de estacionariedade não pode ser rejeitada para as séries temporais das variações ou dos retornos desses indicadores, ou seja, do risco país e do risco idiossincrático brasileiro. Deve-se observar que a estacionariedade é um pressuposto importante para implementação dos modelos vetoriais autoregressivos.

A próxima seção apresenta os resultados obtidos com aos testes de cointegração e a estimação do modelo vetorial autoregressivo adequado a esses dados.

5. Análise dos Resultados Obtidos

Com o intuito de se verificar a relação de curto e longo prazo, entre as séries temporais de variações ou retornos dos indicadores do risco país EMBI+ e do risco idiossincrático IDR foram estimados modelos vetoriais autoregressivos, as funções de impulso resposta e a decomposição da variância desses indicadores. Inicialmente deve-se proceder ao teste de cointegração para se estabelecer que tipo de modelo vetorial autoregressivo deve ser estimado, Isto é, dependendo dos resultados do teste de cointegração deve-se determinar se modelo adequado é um modelo VAR ou um modelo VECM.

Assim foi realizado o teste de cointegração de Johansen entre as séries temporais das variações ou retornos das dois indicadores em questão. O teste de cointegração de Johansen realizado indicou que tanto no que se refere as estatísticas do traço quanto as estatísticas dos autovalores não se pode rejeitar a hipótese de cointegração entre as séries temporais da variação desses indicadores que doravante são designados por rEMBI e rIDR, respectivamente. O gráfico apresentado na Figura 4 mostra os resultados da função de cointegração entre essas duas variáveis, confirmando a existência de uma associação de longo prazo entre o rEMBI e o rIDR. O resultado do teste de cointegração indica que o modelo VEC ou VECM, ou modelo VAR com mecanismos de correção de erros, é o modelo adequado para se obter inferências necessárias sobre a interação das variáveis de interesse para este trabalho.

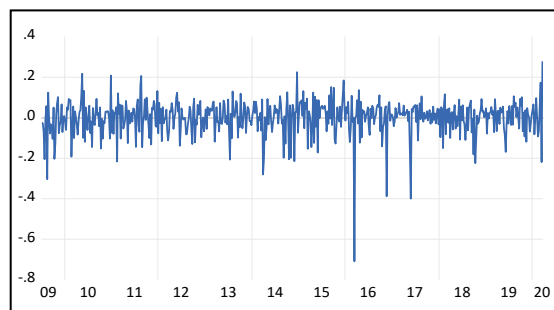


Figura 4 – Relação de Cointegração entre o EMBI+ e o IDR

Assim procedeu-se a estimativa do modelo VECM e as estimativas das duas equações do modelo VECM estão apresentadas a seguir na Tabela 2. A Tabela 2 apresenta os resultados das estimativas dos parâmetros com os erros padrão, estatísticas t e valores p. Esses resultados permitem se inferir que todas estimativas dos parâmetros são estatisticamente significativos. O

modelo está estimado de forma satisfatória, o que se confirma com a métrica dada pelo Determinante da Covariância dos Resíduos (DRC) próximo de zero e um AIC igual a -3,7912. Na Tabela 2 pode-se observar as métricas de ajustes dos modelos e cada uma das duas equações que compõem o modelo vetorial autoregressivo com correção de erros explicitadas.

Tabela 2 - Resultados da Estimação do Modelo VECM

Parâmetro	Estimativa	Erro Padrão	Estatística. t	valor p
β_1	-0,4843	0,0615	-7,876184	0,0000
β_2	-0,4429	0,0581	-7,630584	0,0000
β_3	-0,1547	0,0436	-3,551437	0,0004
β_4	-0,1906	0,0269	-7,089162	0,0000
β_5	-0,1016	0,0208	-4,893137	0,0000
β_6	1,3001	0,1243	10,45747	0,0000
β_7	-0,8218	0,1174	-7,002791	0,0000
β_8	-0,3801	0,0881	-4,315619	0,0000
β_9	-0,2393	0,0544	-4,401265	0,0000
β_{10}	-0,1202	0,0420	-2,863779	0,0043

Determinante da Covariância dos Resíduos (DRC) 7,41E-05

Equação 1

$$rEMBI_t = \beta_1 (rEMBI_{t-1} - 0,4942 rIDR_{t-1}) + \beta_2 rEMBI_{t-1} + \beta_3 rEMBI_{t-2} + \beta_4 rIDR_{t-1} + \beta_5 rIDR_{t-2}$$

R^2	0,4825	Média da Var. Dependente	0,0006
R^2 Adj.	0,4787	Erro Padrão Var. Dependente	0,0917
Erro Padrão da Regressão	0,0662	Soma Quadrados Resíduos	2,4338
Estatística Durbin-Watson	2,0874	No. Observações :	560

Equação 2

$$rIDR_t = \beta_6 (rEMBI_{t-1} - 0,4942 rIDR_{t-1}) + \beta_7 rEMBI_{t-1} + \beta_8 rEMBI_{t-2} + \beta_9 rIDR_{t-1} + \beta_{10} rIDR_{t-2}$$

R^2	0,4368	Média da Var. Dependente	0,000338
R^2 Adj.	0,4327	Erro Padrão Var. Dependente	0,177759
Erro Padrão da Regressão	0,1339	Soma Quadrados Resíduos	9,948119
Estatística Durbin-Watson	2,0829	No. Observações :	560

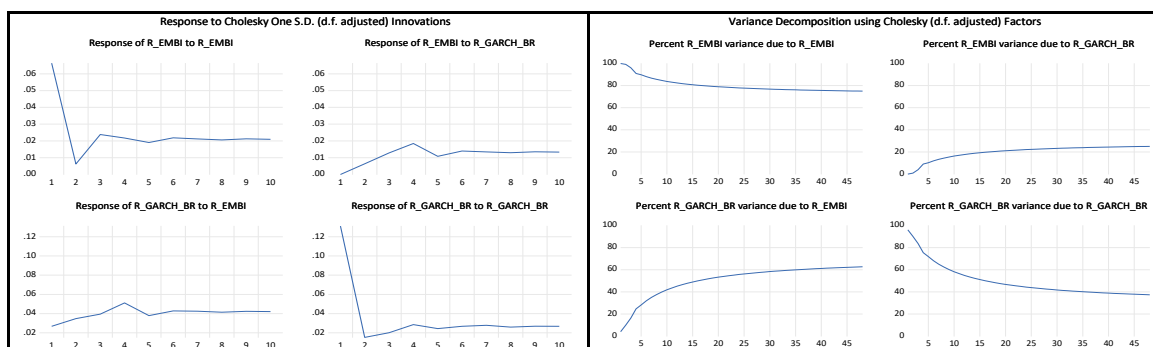


Figura 5 - Função de Impulso Resposta

Figura 6 - Decomposição da Variância

A partir desses resultados foram implementados testes de significância dos coeficientes β_1 e β_6 do mecanismos de correção de erros, mostrados na Tabela 2, que com a não rejeição da hipótese de significância estatística indica que existe uma relação de longo prazo entre os indicadores rEMBI+ e o rIDR. O teste Wald desses coeficientes não permitem a aceitação da hipótese nula desses coeficientes serem iguais a zero o que confirma a relação de longo prazo entre as variáveis rEMBI+ e o rIDR. Quanto a relação de curto prazo a significância dos coeficientes indica que essa hipótese não pode ser rejeitada. Outra inferência importante se refere ao teste de causalidade de Granger. O teste de causalidade Granger aponta para não rejeição da causalidade bidirecional entre os dois indicadores, o que se confirma com o teste Wald de

exogeneidade. Assim pode-se inferir que existe uma interação no curto e no longo prazo entre as duas variáveis de interesse para este estudo.

No que se refere a função impulso resposta entre as variáveis, os gráficos apresentados na Figura 5, adiante, permitem se observar como acontece a influência, ou com que defasagem, uma variável influi na outra. Por fim, a decomposição da variação de uma variável na outra pode ser visto no gráfico da Figura 6. Onde pode-se observar que a maior participação na variação acontece com uma defasagem perto 10 períodos ou semanas, tanto para o EMBI+ quanto para o IDR.

6. Conclusões e Comentários Finais

Este trabalho teve como objetivo estimar uma *proxy* para o risco idiossincrático da economia brasileira, e comparar os resultados da série temporal obtida com a medida de risco país mais difundida entre os gestores de recursos no mercado internacional, Desse modo os objetivos forma atingidos.

Os resultados apontam similaridades ou associações entre os dois indicadores com interações no curto e no longo prazo. Desse modo o IDR mostra ser um indicador relevante no que se refere ao risco das atividades econômicas implementadas no âmbito da economia brasileira, podendo ser útil na avaliação de investimentos nos projetos relacionados a essas atividades. Permitindo assim aos gestores de recursos um indicador alternativo para obtenção de estimativas do retorno esperado exigido pelos agentes econômicos nos financiamentos e investimentos de projetos produtivos e de infraestrutura necessários para o desenvolvimento da economia brasileira e que proporcionem maior empregabilidade e um bem estar social aceitável.

Para a continuidade dessa pesquisa pretende-se verificar o que ocorre em outras economias com o comportamento do risco específico ou idiossincrático. Assim como verificar o impacto de crises tais como a provocada pela Pandemia de Covid-19 nos mercados emergentes. Assim como as associações e as interações dos indicadores de risco país e do risco idiossincrático têm se comportado em outras economias emergentes.

Referências

- Alfaro, R., Medel, C., Moreno, C. (2017). An Analysis of the Impact of External Financial Risks on the Sovereign Risk Premium of Latin American Economies, *Revista de Análises Económico*, 32(2), 131-153.
- Anderson, R. M., Heesterbeek, H., Klinkenberg, D., Hollingsworth, T. D. (2020). How will country-based mitigation measures influence the course of the Covid-19 epidemic? *The Lancet*. March.
- Angelidis, T., Tassaromatis, N. (2008). Idiosyncratic Volatility and Equity Returns: UK Evidence. *International Review of Financial Analysis*, 17, 539-556.
- Angelidis, T., Tassaromatis, N. (2008), Idiosyncratic Volatility and Equity Returns: UK Evidence, *International Review of Financial Analysis*, 17, 539-556.
- Atkeson, A. (2020). What Will Be the Economic Impact of Covid-19 in the US? Rough Estimates of Disease Scenarios, NBER WORKING PAPER SERIES, WP 26867, <http://www.nber.org/papers/w26867>.
- Barro, R., Ursua, J. F., Weng, J. (2020). The coronavirus and the great influenza epidemic: Lessons from the “spanish flu” for coronavirus’s potential effects on mortality and economic activity. March.
- Blitz, D., Hanauer, M.X., Vidojevic, M. (2018). The Idiosyncratic Momentum Anomaly. Available at SSRN 2947044.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.
- Campbell, J., Lettau, M., Malkiel, B., Xu, Y. (2008). Have Individual Stocks Become More Volatile? An Empirical Exploration of Idiosyncratic Risk. *The Journal of Finance*, 56, 1-43.
- Chang, R.P., Ko, K.C., Nakano, S., Rhee, S.G. (2018). Residual momentum in Japan. *Journal Empirical Finance*, 45, 283–299. doi:10.1016/j.jempfin.2017.11.005.

- Chang, W., Weiss, D. (1991). An Examination of the Time Series Properties of Beta in the Market Model. *Journal of the American Statistical Association*, 86, 883-890.
- Chauveau, T., Gatfaoui, H., (2002). Systematic Risk and Idiosyncratic Risk: A Useful Distinction for Valuing European Options, *Journal of Multinational Financial Management*, 12, 305-321.
- Cristo, M., Gómez-Puig, M. (2014). Dollarization and the Relationship between EMBI and Fundamentals in Latin American Countries, Department of Economic Theory, Universitat de Barcelona.
- Enders, W. (2009). *Applied Econometric Time Series*. 3th Ed, John Wiley & Sons, New York.
- Engle, R. (1982). Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 50, 987-1008.
- Fama, E., French, K., (1993). Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds, *Journal of Financial Economics*, 33, 3-56.
- Fu, F. (2008). Idiosyncratic Risk and the Cross-Section of Expected Stock Returns, *Journal of Financial Economics*, 91, 24-37.
- Gaurinchas, P. O. (2020). Flattening the Pandemic and Recession Curves. <https://drive.google.com/file/d/1mvMDiPQK88x27JznMkWzEQpUVm8Vb4WI/view?usp=sharing>
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods, *Econometrica*, 37, 424-438.
- Granger, C. W. J., Newbold, P. (1986). *Forecasting Economic Time Series*, Academic Press, San Diego, California.
- Gujarati, D., Porter, D. (2011). *Basic Econometric*. 4 ed. New York, The McGraw-Hill Companies.
- JPMorgan (1999). Introducing the JP Morgan Emerging Markets Bond Index Global (EMBI global), Methodology Brief.
- Kalva, S. (2008). Global Volatility and Forex Returns in East Asia. International Monetary Fund, IMF Working Paper WP/08/208.
- Kocsis, Z. (2013). Global, Regional and Country-Specific Components of Financial Market: An Extraction Method and Applications, MNB Working Paper 2013-3.
- Markowitz, H. (1959). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*, Wiley.
- Mckibbin, W., Roshen, F. (2020). The Global Macroeconomic Impacts of Covid-19: Seven Scenarios. <https://www.brookings.edu/research/the-global-macroeconomic-impacts-of-covid-19-seven-scenarios/>
- Naidenova, I., Parshakov, P., Shakina, E. (2020). Idiosyncratic and Systematic Shocks of Covid-19 Pandemic on Financial Markets.
- Rosenberg, B., Mckibbin, W., (1973). The Prediction of Systematic and Specific Risk in Common Stocks, *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 8, 317-333.
- Salles, A. A. (2006). Evaluation and Seasonality of the Market Risk in Latin América: A Bayesian Approach. in *Anales del XIII Congreso Latino-Iberoamericano de Investigación Operativa*, Montevideo, Asociación Latino-Iberoamericano de Investigación Operativa (ALIO).
- Salles, A. A., Almeida, P. H. A. (2017). The Crude Oil Price Influence on the Brazilian Industrial Production. *Open Journal of Business and Management*, 5, pp. 401-414.
- Scholes, M., Williams, J. (1977), Estimating Betas from Nonsynchronous Data, *Journal of Financial Economics*, v. 5, 341-360.
- Sharpe, W. (1963). A Simplified Model of Portfolio Analysis, *Management Science*, January, 277-293.
- Sims, C. A. (1972). Money, Income and Causality, *American Economic Review*, 62(4), 540-552.
- Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and Reality, *Econometrica*, 48, 1-48.
- Wooldridge, J. (2014). *Introduction to Econometrics: EMEA Edition*, 1st Edition.
- Zhou, W., Shi, H. (2019). Weekly Idiosyncratic Risk Metrics and Idiosyncratic Momentum: Evidence from the Chinese Stock Market. Preprint submitted to Elsevier.