

Estratégia de Investimento a Partir de Eventos Informativos

PO - 245

Vítor Braga Diniz

Matrícula: 101473

Instituto Tecnológico de Aeronáutica

São José dos Campos, Brasil

vitor.diniz.101473@ga.ita.br

I. OBJETIVO

Avaliar a geração de retornos anormais (α) de portfólios de investimento em ações construídos a partir dos dados sobre as probabilidades de ocorrência de negociação com base em eventos informativos.

II. HIPÓTESE

Se em um conjunto de empresas E há eventos informativos I , e existe um conjunto de agentes informados A detentores de pelo menos um evento em I que opera as ações de E para obter lucro, então, é possível construir um portfólio que siga as operações dos agentes em A .

III. REVISÃO DE LITERATURA

A. Evento Informativo

Segundo Martins (2013), um evento informativo consiste em um conjunto de informações referentes a uma entidade do mercado de capitais (seja empresa, setor da economia, União etc.) ainda não disponibilizado ao público, mas já de conhecimento privado. Tal evento, pode desencadear em operações de compra ou venda de ativos por parte dos detentores da informação (agentes informados).

Desse modo, seria possível – com base no modelo discutido na Seção III-B – verificar quais ativos têm as maiores probabilidades de estarem em meio a um evento informativo e de existirem agentes informados operando tal evento.

B. Probabilidade de Negociação com Evento Informativo (PIN)

O modelo de Probabilidade de Negociação com Evento Informativo (modelo PIN) proposto por Easley et al. (1996) – com base nos trabalhos de Easley e O'Hara (1987) e Easley e O'Hara (1992) – estima a probabilidade de ocorrência de negociação com evento informativo no período de 1 dia, a partir da análise do fluxo de compra e venda em uma janela de 60 períodos. Para tal modelo, considera-se dois tipos de agentes: agentes informados, que negociam um ativo com base em um evento informativo privado para fins especulativos, e agentes desinformados (ou de liquidez), sem acesso ao evento e cujas razões para negociar são exógenas.

A partir disso, os autores consideram que os fluxos de compra e venda dos agentes desinformados obedecem a uma distribuição de Poisson com intensidades ϵ_b e ϵ_s , respectivamente. Já o fluxo de agentes informados segue Poisson com intensidade μ , de modo que se ocorre um evento informativo (com probabilidade α) com um sinal positivo (de probabilidade δ), o fluxo de compradores do ativo avaliado passa a ser $\epsilon_b + \mu$. Analogamente, se ocorre um sinal negativo (com probabilidade $1 - \delta$), o fluxo de vendedores será de $\epsilon_s + \mu$.

Desse modo, é possível enxergar três possíveis situações: uma sem evento informativo, uma com um evento informativo positivo, e outra com evento informativo negativo. Considerando a primeira, por definição, os fluxos de compra e venda seguirão as distribuições de Poisson com intensidades ϵ_b e ϵ_s . Então, para dados ϵ_b , ϵ_s e para dadas as quantidades de compradores (B) e vendedores (S), denota-se as funções de probabilidade de compra e venda para a não ocorrência de um evento informativo como sendo definidas, respectivamente, pelas equações 1 e 2.

$$P_{nb}(\epsilon_b, B) = \frac{\epsilon_b^B e^{-\epsilon_b}}{B!} \quad (1)$$

$$P_{ns}(\epsilon_s, S) = \frac{\epsilon_s^S e^{-\epsilon_s}}{S!} \quad (2)$$

Com isso, a função de probabilidade P_n para a ocorrência simultânea de compra e venda não informadas – dado que a probabilidade da não ocorrência de um evento informativo é $1 - \alpha$ – é definida pela Equação 3.

$$P_n(\epsilon_b, \epsilon_s, B, S) = (1 - \alpha) \times P_{nb}(\epsilon_b, B) \times P_{ns}(\epsilon_s, S). \quad (3)$$

A segunda situação apresenta a ocorrência de um evento informativo (de probabilidade α) com sinal positivo (e probabilidade δ). Com isso, tem-se, pela definição dos autores, um fluxo de compra como Poisson com intensidade $\epsilon_b + \mu$ – gerando uma função de probabilidade definida na Equação 4 – e fluxo de venda com intensidade ϵ_s , seguindo a definição da Equação 2.

$$P_{b+}(\epsilon_b, \mu, B) = \frac{(\mu + \epsilon_b)^B e^{-(\mu + \epsilon_b)}}{B!} \quad (4)$$

Desse modo, a função de probabilidade para uma ocorrência de um evento informacional positivo é descrita pela Equação 5. Considere $\theta = \{\alpha, \delta, \epsilon_b, \epsilon_s, \mu\}$.

$$P_+(\theta, B, S) = \alpha \delta \times P_{b+}(\epsilon_b, \mu, B) \times P_{ns}(\epsilon_s, S) \quad (5)$$

Por fim, a terceira situação apresenta a ocorrência de um evento informacional (de probabilidade α) com sinal negativo (e probabilidade $1 - \delta$), gerando um fluxo de compra com uma distribuição de Poisson com intensidade ϵ_b – que segue a função de probabilidade definida na Equação 1 – e um fluxo de venda com intensidade $\epsilon_s + \mu$, seguindo a definição da Equação 6.

$$P_{s-}(\epsilon_s, \mu, S) = \frac{(\mu + \epsilon_s)^S e^{-(\mu + \epsilon_s)}}{S!} \quad (6)$$

Tal ocorrência desencadeia uma função de probabilidade descrita pela Equação 7.

$$P_-(\theta, B, S) = \alpha(1 - \delta) \times P_{nb}(\epsilon_b, B) \times P_{s-}(\epsilon_s, \mu, S) \quad (7)$$

Com isso, nota-se que as três ocorrências são mutuamente excludentes e constituem o conjunto universo de possibilidades para eventos informacionais sobre um ativo. Desse modo, a probabilidade de ocorrência de pelo menos uma delas está descrita na Equação 8.

$$P(\theta, B, S) = P_n(\epsilon_b, \epsilon_s, B, S) + P_+(\theta, B, S) + P_-(\theta, B, S) \quad (8)$$

Todavia, os valores de θ não são dados, diferentemente das quantidades de compradores (B) e vendedores (S). Desse modo, os autores aplicam o método da Máxima Verossimilhança (L) para estimar os valores de θ , considerando B e S, conforme a descrito pela Equação 9.

$$L(\theta|B, S) = P(\theta, B, S) \quad (9)$$

Finalmente, a Probabilidade de Negociação com Evento Informacional (PIN) é definida pelos autores como função de α, μ, ϵ_b e ϵ_s , conforme descrito na Equação 10.

$$PIN = \frac{\alpha \times \mu}{\alpha \times \mu + \epsilon_b + \epsilon_s} \quad (10)$$

As equações 9 e 10 serão, portanto, a base para a montagem da estratégia discutida na Seção IV-B.

IV. METODOLOGIA

Nesta seção, será discutida como se dará a concepção da estratégia de investimento, quais dados serão utilizados e de qual modo os resultados serão apurados.

A. Dados

Os dados utilizados para o cálculo da PIN provêm da base da Cedro (B3) e têm as seguintes características:

- Correspondem a todas as **ações** negociadas na B3;
- 30/07/2022 é a data inicial;
- 05/09/2022 é a data final;
- Os dados – além dos campos de abertura, fechamento, máximo, mínimo e volume – contarão com os campos de *compradores* e *vendedores*, indicando o número de negociações do tipo compra e do tipo venda para cada ativo em cada dia.

Já os dados para seleção de ativos e cálculo de retornos dos portfólios provêm da Economática e possui as mesmas características supracitadas, com exceção dos campos de *compradores* e *vendedores*, e a data inicial (que passa a ser 01/06/2019).

B. Estratégia

1) *Seleção de ativos*: Os ativos elegíveis para a composição dos portfólios serão as ações que obedecerem aos seguintes critérios de filtragem de ativos:

- Critério de Maior Liquidez: ser a ação mais negociada da empresa no mês anterior;
- Critério de Liquidez Diária: ter uma média de negociação diária de R\$ 500 mil no período anterior;
- Critério de Listagem: ser listada há, pelo menos, 2 anos do momento da observação.

Após a seleção mensal dos ativos elegíveis, obtém-se uma quantidade variável no tempo, conforme ilustrado na Figura 1.

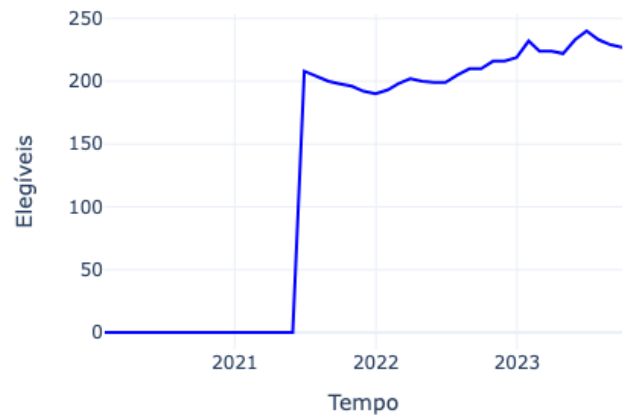


Fig. 1. Quantidade de Ativos Elegíveis

A quantidade inicial, até junho de 2021 aparece zerada para garantir o critério de listagem.

2) *Ordenação Por Sinal*: Com as séries dos modelos PIN dos ativos elegíveis, foram construídos – mensalmente – dois portfólios: um dos ativos com eventos informacionais positivos e outro dos ativos com eventos informacionais negativos. Tais ativos foram ordenados pela probabilidade d de apresentarem sinal positivo e foram selecionados os quintis superior e inferior: sendo o superior formando os candidatos ao portfólio positivo e, o inferior, os candidatos ao negativo.

3) *Ordenação por PIN*: Em seguida, em cada portfólio, foi realizada uma ordenação pelo valor PIN e foi selecionado o quartil superior de cada um. Com isso, são construídas duas carteiras: uma com os ativos com as maiores PINs e com as maiores probabilidades dos eventos serem positivos (carteira *long*) e outra cujos ativos possuem as maiores PINs e com as menores probabilidades dos eventos serem positivos (carteira *short*).

4) *Portfólio Resultante*: Com os ativos dos dois portfólios selecionados, foi alocado o capital da seguinte forma:

- 100% do capital foi alocado no Tesouro SELIC como garantia para a alavancagem;
- 100% do capital foi alocado na carteira *long* de forma equitativa entre os ativos;
- 100% do capital foi realizada a venda do portfólio *short* de forma equitativa entre os ativos.

Com isso, obteve-se o portfólio resultante com alavancagem 200–100 (200% comprado e 100% vendido) e com giro de ativo mensal, ocorrendo logo após a seleção dos ativos. Obteve-se, ainda, um portfólio com, na mediana, 28 ações, sendo 14 compradas e 14 vendidas, conforme ilustrado na Figura 2.

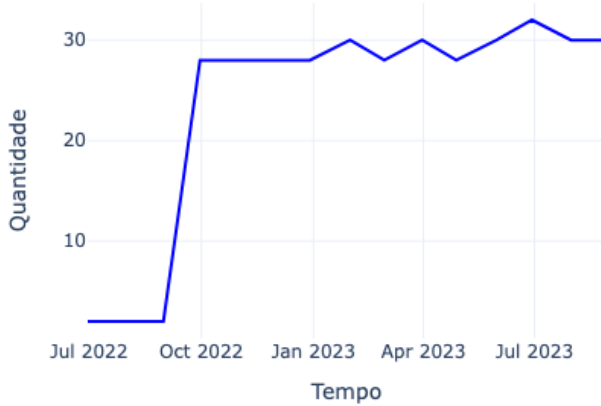


Fig. 2. Quantidade de Ativos no Portfólio Resultante

V. RESULTADOS

A partir dos portfólios gerados, pôde-se avaliar os resultados produzidos.

A. Retornos Acumulados

Inicialmente, foram calculados os retornos das carteiras *Long* e *Short* e, em seguida, calculou-se o resultado do portfólio resultante *Long/Short* pela simples diferença entre os retornos das citadas ($Long - Short$).

Dessa forma – de acordo com o ilustrado na Figura 3 – é possível observar que, no período entre 04/10/2022 e 08/09/2023:

- a carteira alvo, composta pelo *Long-Short*, obteve um retorno acumulado de 41,72%;
- o Índice Bovespa, obteve um retorno acumulado de - 0,71%;

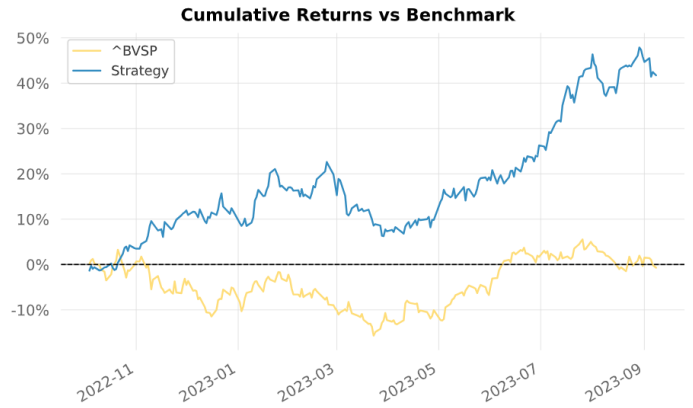


Fig. 3. Retornos Acumulados

Além disso, os retornos tiveram suas dispersões avaliadas em blocos: diários, semanais, mensais e trimestrais como mostrado na Figura 4.



Fig. 4. Quantis de Retornos

B. Volatilidade

Em seguida, foi calculada a volatilidade em janela móvel de 6 meses do portfólio a partir do desvio-padrão (Equação 11). Tais resultados podem ser observados na Figura 5.

$$volatilidade = \sqrt{\frac{\sum (R_i - \bar{R})^2}{n}} \quad (11)$$

Sendo R_i , \bar{R} e n o retorno observado, o retorno médio e o número de observações, respectivamente.

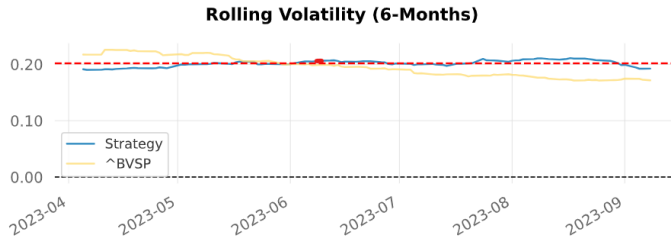


Fig. 5. Volatilidades dos Portfólios

C. Value at Risk

Outra medida de risco estimada para compor a mensuração dos resultados foi o Value at Risk (VaR), definido matematicamente pela Equação 12, o qual indica – com 99% de confiança – a possível perda máxima para um único dia de pregão. Com isso, estimou-se que a carteira possui uma potencial perda máxima de 1,86% em um dia, que o Ibovespa (com VaR de 2,04%).

$$VaR = \bar{R} - (Z \times volatilidade) \quad (12)$$

Sendo Z o Z-score de aproximadamente 2.33 (para se obter uma confiança de 99% no resultado).

D. Beta

A terceira medida de risco utilizada para avaliar os resultados do portfólio foi o beta – exposição ao risco sistêmico (referenciado pelo benchmark: Ibovespa e calculado conforme definido pela equação 13) – o qual está próximo a zero durante todo o período estudado, como ilustrado na Figura 6. Tal fenômeno ocorre devido à composição *long/short* da carteira que, por ambas as partes seguirem componentes do mercado, elas tendem a se anular.

$$beta = \frac{Cov(R_m, R_p)}{Var(R_m)} \quad (13)$$

Em que: $Cov(R_m, R_p)$ significa a covariância entre os retornos do mercado e do portfólio, e $Var(R_m)$, a variância dos retornos do mercado.

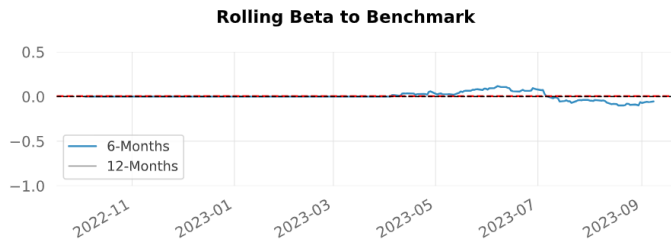


Fig. 6. Beta Móvel

E. Drawdown

Outrossim, foram calculados os *drawdowns* – definidos pela Equação 14 – da carteira no período avaliado e observa-se, pela Figura 7, um drawdown máximo de aproximadamente 15%.

$$Drawdown = \frac{preço_atual - pico_anterior}{pico_anterior} \quad (14)$$

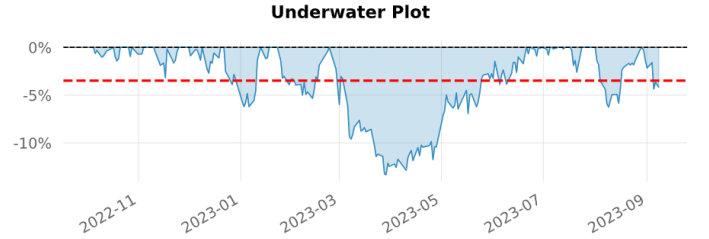


Fig. 7. Underwater Plot

F. Índice de Sharpe

Após os cálculos dos retornos dos portfólios (R_p) e dos desvios-padrões (σ_p) é possível calcular o Índice de Sharpe (S) [8], a partir da razão entre o prêmio pelo risco mensal médio da carteira (diferença entre R_p e a taxa livre de risco (R_f)) e seu desvio-padrão, conforme descrito pela Equação 15. Tal medida indicará a relação de risco-retorno dos portfólios.

$$S = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p} \quad (15)$$

Com isso – conforme ilustrado na Figura 8 – pôde-se obter, para o portfólio, o Índice de Sharpe em janela móvel de 6 meses um valor de aproximadamente um para datas prévias a julho de 2023 e dois para datas posteriores. Destaca-se ainda que o Sharpe para todo o período do portfólio é de 2,03 e o índice referente ao *benchmark* é de 0,06.

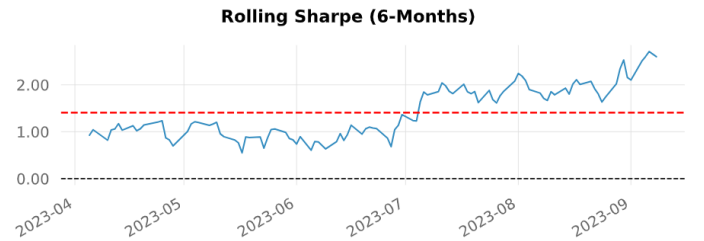


Fig. 8. Índice de Sharpe

G. Alpha de Jensen

Por fim, utilizando o Modelo de Precificação de Ativos de Capital (CAPM) clássico de Sharpe (1964) e Treynor (1962), descrito na Equação 16, foram realizadas regressões a fim de encontrar os retornos anormais, ou Alpha (α) de Jensen (1968), dos portfólios. Com isso, obteve-se um Alpha de aproximadamente 40% ao mês para a carteira.

$$E[R_p] - R_f = \beta(E[R_m] - R_f) + \alpha \quad (16)$$

Sendo R_f , a taxa livre de risco.

VI. DISCUSSÕES

Com esse resultado, pode-se dizer, inicialmente, que a carteira composta é capaz, com base no modelo da PIN de Easley et al. (1996), de seguir, na média, o fluxo de negociação com eventos informacionais, gerando um Alpha de 40% ao ano e um Índice de Sharpe de 2. Além disso, apresenta uma volatilidade anualizada similar a do Ibovespa de, respectivamente, 19.5% e 19.72%, o que o torna um portfólio de renda variável atrativo.

A partir disso, é possível levantar uma série de hipóteses para serem futuramente testadas:

- 1) A base da hipótese consiste em rastrear movimentos a partir de informações ainda não divulgadas. Por conseguinte, a tendência do portfólio é selecionar empresas com maior assimetria informacional entre gestão e mercado, portando, intuitivamente, um risco maior de governança. Isto posto, construir um portfólio inverso – selecionando empresas com as menores PINs – poderia se gerar alpha a partir da redução do risco?
- 2) Uma outra questão que pode ser levantada é: como o modelo se comporta em situações de baixa liquidez? Surge, então, uma nova possibilidade de análise considerando modelos diferentes de estimação da PIN, como o *AdjPIN* de Duarte e Young (2009) – que é ajustado pela volatilidade – a fim de comparar os resultados com os do modelo aqui trabalhado.
- 3) A técnica utilizada neste trabalho consiste em uma simplificação da realidade a partir do modelo de *sequential trading* desenvolvida por Easley e O'Hara (1992). Contudo, na época, tais simplificações eram necessárias devido à falta de recursos computacionais que permitissem um alto volume de computações. Tendo isso em vista, seria possível construir um novo modelo capaz de representar com maior fidedignidade o mercado considerando técnicas mais modernas?

REFERENCES

- [1] J. Duarte and L. Young. Why is pin priced? *Journal of Financial Economics*, 91(2):119–138, 2009.
- [2] D. Easley, N. M. Kiefer, M. O'hara, and J. B. Paperman. Liquidity, information, and infrequently traded stocks. *The Journal of Finance*, 51(4):1405–1436, 1996.
- [3] D. Easley and M. O'hara. Price, trade size, and information in securities markets. *Journal of Financial economics*, 19(1):69–90, 1987.
- [4] D. Easley and M. O'hara. Time and the process of security price adjustment. *The Journal of finance*, 47(2):577–605, 1992.
- [5] M. C. Jensen. The performance of mutual funds in the period 1945-1964. *The Journal of finance*, 23(2):389–416, 1968.
- [6] O. S. Martins, E. Paulo, and P. H. M. Albuquerque. Negociação com informação privilegiada e retorno das ações na bm&fbovespa. *Revista de Administração de Empresas*, 53:350–362, 2013.
- [7] W. F. Sharpe. Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The journal of finance*, 19(3):425–442, 1964.
- [8] W. F. Sharpe. The sharpe ratio, the journal of portfolio management. *Stanford University*, Fall, 1994.
- [9] J. L. Treynor. Jack treynor's' toward a theory of market value of risky assets'. Available at SSRN 628187, 1962.