

# Matemática financeira e estatística aplicada à gestão de riscos no mercado de capitais

Reginaldo da Silva França

Especialista em Matemática Financeira  
e Estatística pela Funip-MG

Professor de Matemática Ensino Fundamental II, Codó-MA.

E-mail: regifransilva100@gmail.com

Raimundo dos Santos Marcolino

Mestre em Matemática Aplicada  
e Computacional pela Unicamp

Professor de Matemática do IFMA-Codó

E-mail: raimundo.marcolino@ifma.edu.br

Recebido: 16 set. 2019

Aprovado: 29 abr. 2020

**Resumo:** Este artigo tem como objetivo fazer uma análise dos perigos subjacentes a tais aplicações, ao empregar a matemática financeira e estatística para minimizar e potencializar o retorno esperado. Para tanto, realizou-se uma pesquisa bibliográfica. Constatou-se que o maior perigo associado às operações no mercado de capitais é não saber lidar com os riscos.

**Palavras-chave:** Matemática Financeira. Estatística. Riscos. Mercado de Capitais.

**Abstract:** This article aims to analyze the dangers implied in such applications, by using financial and statistical mathematics to minimize them and enhance the expected return. For this, a bibliographic search was carried out. It was found that the greatest danger associated with capital market operations is not knowing how to deal with risks.

**Keywords:** Financial Mathematics. Statistic. Scratches. Capital Market.

**Resumen:** Este artículo tiene como objetivo analizar los peligros que subyacen a tales aplicaciones, mediante el uso de las matemáticas financieras y estadísticas para minimizar y mejorar el rendimiento esperado. Para esto, se realizó una búsqueda bibliográfica. Se descubrió que el mayor peligro asociado con las operaciones del mercado de capitales es no saber cómo enfrentar los riesgos.

**Palabras clave:** Matemática Financiera. Estadística. Scratches Mercado de Capitales.

## Introdução

Tecnicamente, o gerenciamento de riscos envolve algumas operações, que muitas vezes quem as empregam não focam devidamente em suas bases elementares, fugindo, portanto, de conceitos-chaves da ciência fundamental empregada na questão, quer seja biologia, física, geografia, matemática etc. A presente pesquisa tem como tema central o emprego da Matemática Financeira e Estatística na gestão de riscos no mercado de capitais.

Nesse sentido, empreendeu-se uma busca cuidadosa, ao menos teoricamente, pelas respostas às questões-problemas que culminaram na realização da presente pesquisa, quais sejam:

- Qual é a dimensão em campo prático, da Matemática Financeira e Estatística no gerenciamento de riscos no mercado de capitais?
- Em caso de não utilização dos recursos matemáticos e estatísticos de forma consciente nas operações com valores mobiliários, há como se obter sucesso nesse mercado?
- Se sim, isso pode encurtar o caminho até a consistência nas operações?
- Se não, porque não?

É natural que no processo de gestão de riscos se empregue algum conhecimento matemático ou estatístico na sua execução, mas o que vai de fato definir o sucesso dessa aplicação é a profundidade e conveniência de tal emprego. Nem sempre uma técnica de alta performance produz os efeitos desejados e isso se deve a variáveis aleatórias intrínsecas ao problema que se pretende resolver ou minimizar.

Vários são os riscos a que os investidores estão expostos quando adentram no mercado de valores mobiliários, estes quando perfeitamente compreendidos podem ser controlados e, até mesmo, eliminados em certas situações. Do contrário, causam perdas irreparáveis no sentido financeiro e psicológico. Antes de passar ao entendimento geral de como a estatística e a matemática auxiliam, nesse contexto, é importante compreender o que venha ser risco.

Sanguanini e Faccin (2013, p. 113) pontuam que “o risco é a possibilidade de algo sair diferente do planejado e está presente em todas as atividades organizacionais, sujeitando todas as tomadas de decisões a certo grau de incerteza”. A literatura é abrangente quando se trata de risco, principalmente aquele associado às operações no mercado financeiro e de capitais. Segundo Pinto (2017, p. 23):

[...] é possível combinar de maneira eficiente uma carteira de investimentos desde que seja possível identificar e mensurar os riscos que estarão sujeitos, e que alguns são inerentes ao mercado financeiro, mas que podem ser minimizados, como os principais tipos de riscos relacionados ao estudo da mensuração e gestão do risco financeiro: de mercado, de liquidez, de crédito, taxas de juros, câmbio, legal, soberano, operacional.

Nesse cenário, o objetivo central deste estudo é investigar como o emprego da Matemática Financeira e Estatística pode suavizar os impactos dos riscos associados a estas operações, com posterior aumento do retorno esperado. No entanto, sabe-se que esse emprego é quase que inevitável. O que muda é a profundidade do conhecimento associado de quem o aplica. Esse é um divisor de águas para quem deseja ter sucesso nos seus investimentos. Desse modo, Abreu (s/d, p. 505-506) afirma que no mercado de ações:

[...] faz-se necessário medir as incertezas. O risco pode ser definido como qualquer medida numérica relacionada à incerteza. A gestão ou mensuração do risco de um portfólio pode ser definida como o conjunto de todas as pessoas, procedimentos e sistemas usados para controlar as perdas potenciais do investimento.

Para se atingir os objetivos propostos, utilizou-se como base metodológica a pesquisa bibliográfica embasada em autores que versam sobre o tema, especialmente artigos, monografias e dissertações disponibilizadas na internet. Empreendeu-se uma análise dos conceitos-chaves presentes no material encontrado, em especial no que tange às especificidades dos indicadores, sistemas e processos empregados no gerenciamento de riscos que se utilizam da Matemática Financeira e Estatísticas, além de outros que se fizeram pertinentes. A redação teve como parâmetros norteadores, os conceitos e ideias de autores como: Abreu (s.d), Amorim et al (2018), Chague e Giovannetti (2019), Gaio (2009), Martins (2015), Pinto (2017), Salim et al (2016), Sanguanini e Faccin (2013), Varella (2012) e Vidotti (2011).

Para um melhor delineamento da fundamentação no que diz respeito ao conceito de risco, traçou-se um elo entre modelos, sistemas e indicadores que se aplicam a mercados com características similares quanto a leitura e operação, como o *Forex* por exemplo.

## Desenvolvimento

O domínio dos conceitos matemáticos e estatísticos é imprescindível em qualquer atividade humana. Quando se trata dos mercados financeiro e de capitais, sua utilização é praticamente uma obrigação de quem se aventura nesse terreno. Que modéstia parte, é o mercado mais perigoso do mundo. Para se ter uma ideia das dificuldades enfrentadas por quem adentra no mercado de capitais, Chague e Giovannetti (2019) fazem uma análise pormenorizada da performance de um número considerável de *Day Traders*, que são pessoas que abrem e encerram uma posição em bolsa no mesmo dia, ao operar os ativos Mini Índice e Mini Dólar em 2013, 2014 e 2015 respectivamente. Ambos autores afirmam que:

Em um mercado financeiro ocupado por grandes instituições com ferramentas de alta tecnologia, não parece ser razoável supor que uma pessoa, utilizando o computador de sua casa, consiga exercer a atividade de *day-trader* de maneira consistentemente lucrativa. Ou seja, não parece que seja possível, nos termos dos fóruns da internet, “viver de *day trading* (CHAGUE; GIOVANNETTI, 2019, p. 2).

Para mitigar esse risco, os operadores pessoas físicas geralmente utilizam de um ou mais indicadores de preço, volume, volatilidade, agressão etc., com configurações específicas, o que se chama de *Setup*. Mas, o que de fato faz com que determinado *Setup* funcione é justamente seus algoritmos matemáticos e estatísticos. Na maioria das vezes, são fórmulas simples de se interpretar, mas que têm grande significado prático.

Entre os indicadores de preço mais antigos e famosos encontram-se as médias móveis, que podem ser aritméticas, exponenciais e ponderadas. Essas, também, encaixam-se na categoria rastreadores de tendência. Dependendo do perfil do *Trader*, os sinais indicados pelas médias e demais indicadores técnicos podem indicar ponto de entrada, ponto de saída, indecisão do mercado ou, simplesmente, suporte a mais para delinear a tomada de decisão.

A figura 1 mostra uma situação para uma possível tomada de decisão de compra com base no cruzamento de médias móveis.

Figura 1 – Setup de compra baseado em cruzamento de médias móveis.



Fonte: Adaptado de Varella (2012, p-22).

A matemática financeira é importante no gerenciamento de riscos no mercado de capitais, que a simples definição de *stop loss*, saída com perda de uma operação, *stop gain*, saída com lucro de uma operação, utiliza-se de conceitos matemáticos, como por exemplo, uma relação risco/ganho três pra um, nada mais é do que uma razão. Para cada unidade monetária que o operador se predispõe a perder caso sua leitura de mercado esteja errada, busca-se três unidades monetárias de lucro em caso de acerto.

Mesmo sendo irrelevante do ponto de vista conceitual, quando se trata de parâmetros simples, a não observação, imprudência ou imperícia na sua aplicação, pode levar os investidores a incorrerem em perdas irreparáveis, tanto econômicas como psicológicas. Outros conceitos mais estruturados vão além da utilização de um simples indicador, e podem valer-se da correlação, covariância risco/retorno etc., entre diversos ativos para a composição de uma carteira de investimentos, como exemplo tem-se a Teoria do Portfólio.

A Teoria do Portfólio, também conhecida por Teoria das Carteiras, procura descrever a forma como investidores racionais selecionam ativos para compor sua carteira de investimentos, balanceando as noções de risco incorrido e retornos esperados. A pesquisa acerca dessa teoria é bastante comum no Brasil dentro da área de Finanças, na qual grande parte dos estudos se preocupa em discutir o desvio padrão total dos valores de retornos esperado dos ativos de uma carteira para determinar uma fronteira eficiente, i.e., um conjunto de pontos que representa escolhas ótimas dados os parâmetros de um conjunto de ativos (SALIM et al, 2016, p. 2).

Nota-se que tão logo se utilize de vieses matemáticos para mitigar o risco associado a determinado investimento no mercado de capitais, a estatística aparece espontaneamente. Isso se deve ao fato de que em cenários impregnados de incertezas a probabilidade sempre se faz presente. A Teoria do Portfólio e outros modelos que forem apresentados neste estudo, não serão discutidos a fundo no sentido técnico, pois envolvem sistemas matemáticos e estatísticos bastante avançados, logo fogem aos objetivos propostos.

Em virtude de o preço ser fractal, Vidotti (2011) informa que a periodicidade gráfica, *time frames*, utilizada para fazer operações no mercado de capitais, se divide em longo, curto e *indraday*. Quanto à escolha por um ou mais desses períodos depende do perfil do investidor, que pode ser conservador, mais avesso ao risco, agressivo ou arrojado que é o outro extremo e o moderado, meio termo entre os dois primeiros.

Todos esses critérios quando bem utilizados, em conjunto ou separados, aliados à psicologia de mercado, elevam gradualmente as projeções de retornos nos investimentos. E isso não é difícil de entender, como por exemplo, uma média móvel tal como apresentado na figura 1, é uma média que se move. Na prática, há uma maior probabilidade de sustentação de preços numa região de médias, haja vista, essas regiões não apresentarem apenas o interesse de um *player* de mercado e, sim, de um conjunto deles.

No entender de Gaio (2009, p. 5) “o bom gestor de risco não é aquele que elimina todo o risco – porque, em geral, isto é impossível – mas aquele que possui recursos para gerenciá-lo de forma racional e eficiente”. Nesse gerenciamento de risco, sempre estão presentes a Matemática Financeira e Estatística, tal como discutido até aqui, pois desde a definição de um *stop* financeiro ou *stop* técnico numa relação risco/ganho, seus padrões, fórmulas e modelos são aplicados, as vezes de maneira mais profunda, as vezes superficial.

Mesmo que não tenha ciência disso, qualquer operador do mercado de capitais quando empreende um modelo de gestão de risco, faz uso direto da Matemática Financeira e da Estatística. Vale salientar que, o conhecimento dos algoritmos matemáticos por trás dos indicadores, sistemas e processos de gerenciamento, pode encurtar o percurso da aprendizagem e consistência nas operações. Isto é, a aplicação consciente de padrões e parâmetros poderá levar à competência inconsciente do investidor.

A figura 2 mostra duas situações: o cenário típico de uma operação vendida; e outro próprio para uma operação comprada. Ambas estão baseadas nos indicadores técnicos rastreadores de tendência, médias móveis e MACD (*Moving Average Convergence Divergence*). O que mostra um sinal de compra e venda da divergência do MACD para a cotação diária da empresa ALLT. Os parâmetros essenciais desses indicadores, assim como outros não menos importantes, são puramente estatísticos. E a utilidade desse ramo da ciência quanto à sua aplicabilidade no mercado de capitais não se esgota nesses dois indicadores, antes, porém, permeia todos os outros.

Figura 2 – [Elder 2012]



Fonte – Adaptado de Martins, 2015, p-18.

Modelos mais sofisticados como o *Value – at – Risk* (VaR), *Risometrics*, e modelos de volatilidade, bem como a Teoria do Portfólio e outros tantos, usam sistematicamente parâmetros estatísticos avançados. Todos com o fito de colocar sob controle os riscos a que investidores pessoas físicas e instituições estão expostas quando adentram nos mercados financeiro e de capitais. “Considerado como uma importante ferramenta na gestão de risco de mercado, o VaR estima a perda máxima esperada, dentro de um período de tempo e a um dado nível de confiança” (GAIO, 2009, p. 13).

Por um lado, percebe-se o quanto a estatística é imprescindível no gerenciamento de risco no mercado de capitais. Por outro, a Matemática Financeira fica evidente nas entrelinhas. Então, onde os termos técnicos e parâmetros desta última entram de fato na gestão de riscos? A resposta é, por meio da Educação Financeira.

Amorim *et al* (2018, p. 570) afirmam que:

[...] em decorrência do sistema econômico brasileiro estar ligado diretamente ao mercado financeiro, [e de capitais] faz-se necessário disseminar o conhecimento sobre educação financeira para a sociedade e, dessa maneira, incentivá-la em suas escolhas e também na participação consciente [nesses mercados].

É por meio desse conhecimento aprofundado proporcionado pela educação financeira que os investidores tomam decisões de quanto, como e quando investir. Também, decidem por meio dessas variáveis por quanto tempo manter seu capital investido num dado ativo financeiro. Nesse contexto, a relevância da Matemática Financeira contribui, mutuamente, com a Estatística.

Por ser uma via de mão dupla, no outro sentido encontram-se aqueles investidores que optam por aprender os padrões e os comportamentos dos mercados de forma visual, pelo simples prolongar da observação de formações gráficas mercadológicas, que dependendo do perfil do *Trader*, pode torná-lo um adepto do *price action*. Mesmo assim, a aplicação de conceitos próprios das ciências aqui discutidas é fundamental, ainda que indiretamente.

Frente a tais pressupostos, é imprescindível a busca e o aprofundamento em conceitos relativos à Matemática Financeira e Estatística para se tomar decisões de investimentos equilibradas, por que não dizer, de alta performance. Delineia-se, de forma consciente e consistente, o ato de investir, seja em qual for o mercado.



## Conclusão

Frente às observações empreendidas neste estudo, inferiu-se que o domínio de conceitos, parâmetros e algoritmos típicos da Matemática Financeira e Estatística, constitui o cerne do gerenciamento de riscos no mercado de capitais. Uma vez dominados os fundamentos técnicos dessas ciências, o caminho para a consistência nas operações nesse mercado torna-se mais curto e prazeroso, pois em face de sua geometria fractal, os preços formam padrões, ao longo do tempo, que se repetem, previsíveis com o uso de tais ferramentas.

Sem o emprego sistemático desses parâmetros, é praticamente impossível obter resultados satisfatórios nesses mercados, pois a incerteza é sua principal característica. Daí ser indispensável sua mensuração. Mesmo aqueles operadores adeptos do *price action* lançam mão de razões simples risco/ganho aliado aos padrões fractais do preço para compor sua gestão de risco. E para quem deseja sofisticação, modelos complexos não faltam no campo da estatística, ficando essa escolha a critério de cada um, de acordo com seu perfil.

Uma vez compreendida todas as variáveis preponderantes do mercado, cabe ao investidor a conveniência e oportunidade de utilização de um ou outro critério de análise de risco. Isso ocorre porque o mercado de capitais não se faz apenas de padrões matemáticos e estatísticos, a psicologia também está presente. E, dependendo da operação, um indicador ou técnica de alta performance não é suficiente para minorar o risco, as vezes sendo preferível recorrer a sistemas e/ou processos de alta complexidade.

Dessa maneira, constatou-se que o maior perigo associado às operações no mercado de capitais é não saber lidar com os riscos inerentes a ele. E esse controle só é possível com o emprego da Matemática Financeira (educação financeira) e a Estatística permeando todos os algoritmos por trás dos indicadores técnicos e fundamentalistas. De posse desse conhecimento, não há o que temer. Seria apenas o empregar corretamente e colher os resultados.

O limiar deste trabalho trata dos principais riscos associados às operações no mercado de capitais, e como podem ser minimizados ou eliminados em certas situações com o emprego da Matemática Financeira e Estatística. Já que rentabilidade e risco andam de mãos dadas. Esse tem sido um segmento de mercado bastante procurado por pessoas físicas, muitas vezes pouco cientes das armadilhas adicionais que se encerram nas operações.

Chegou-se à conclusão de que os riscos específicos do mercado que o colocam em uma categoria diferenciada de investimentos, embora não possam ser sanados completamente, pois a psicologia o torna mais íngreme, o entendimento das variáveis preponderantes dos seus comportamentos e padrões ajudam os investidores a ganharem confiança e estabilidade nas suas operações, mesmo diante de cenários adversos. Buscou-se salientar a relevância do conhecimento acerca das peculiaridades e matemática envolvidas nas aplicações relativas, a fim de se alcançar a sonhada consistência.

## Referências

ABREU, E. G. de. **Investindo em ações, reduzindo o risco e aumentando o potencial de retorno com o auxílio da estatística**. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/edipucrs/erematsul/minicursos/investindoemacoes.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2019.

AMORIM, K. A. F. de *et al.* **A influência da educação financeira na inserção dos investidores no mercado de capitais brasileiro: um estudo com discentes da área de negócios**. Disponível em: <<https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/race/article/view/16834/pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2019.

CHAGUE, F.; GIOVANNETTI, B. **É possível viver de day-trading?** Disponível em: <<https://cointimes.com.br/wp-content/uploads/2019/03/Viver-de-day-trading-1.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

GAIO, L. E. **Gestão de riscos no mercado financeiro internacional: uma análise comparativa entre modelos de volatilidade para estimação do Value-at-Risk**. Dissertação (de Mestrado em Administração de Organizações) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade/USP, Ribeirão Preto, 2009. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-03052010-173001/publico/LuizEduardoGaio.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2019.

MARTINS, M. V. A. **Uma estratégia de investimento baseada no padrão de divergência no indicador de análise técnica MACD**. Dissertação (de Mestrado em Computação Aplicada) – Universidade Estadual de Feira de Santana/UEFS, Feira de Santana, 2015. Disponível em: <<http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/227>>. Acesso em: 03 jan. 2020.

PINTO, D. F. **Maximização do retorno em carteira de investimento em ações do mercado à vista aplicada pelo modelo de Markowitz: um modelo de programação linear**. Monografia (Graduação em Ciências Contábeis) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN, Natal, 2017. Disponível em:

<[http://monografias.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/123456789/4955/1/DouglasFP\\_Monografia.pdf](http://monografias.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/123456789/4955/1/DouglasFP_Monografia.pdf)>. Acesso em: 14 dez. 2019.

SALIM, P. H. A. D. *et al.* **Diversificação de uma carteira de investimentos através da programação matemática.** Disponível em:

<<https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/8577/2/DiversificacaoCarteiraInvestimentos.pdf>>.

Acesso em: 14 dez. 2019.

SANGUANINI, J. L.; FACCIN, K. **Derivativos: uma abordagem acerca da visão de hedge cambial por uma empresa de pequeno porte.** Disponível em:

<<http://ojs.fsg.br/index.php/global/article/view/77>>. Acesso em 15 dez. 2019.

VARELLA, T. F. **Construção e avaliação de estratégia de investimento com o uso de médias móveis como único indicador técnico.** Monografia (Graduação em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ UFRGS, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/78323>>. Acesso em: 03 jan. 2020.

VIDOTTI, V. H. M. **O euro e o mercado de divisas foreign exchange (forex).** Projeto de Pesquisa (Curso de Administração) – Fundação Educacional do Município de Assis/FEMA, Assis, 2011. Disponível em:

<<https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0811261037.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2019.