

INTRODUÇÃO

Este texto contém alguns trechos da monografia “Sistema de negociação de ações utilizando indicadores de análise técnica otimizados por algoritmos genéticos” apresentado por Leonardo Brissant, e orientado pela Dra Marley Vellasco, como parte dos requisitos de obtenção do título de especialização em Business Intelligence pela PUC-RJ.

MOTIVAÇÃO

A busca pelos melhores momentos de compra ou venda de uma ação é constante por parte de todo investidor racional. Suas decisões costumam ser realizadas com base na situação presente da empresa, conjugadas com suas expectativas futuras. Boa parte destes investidores apóiam suas decisões estudando os preços das ações. Este estudo, conhecido como Análise Técnica, é realizado principalmente através de gráficos, buscando antecipar alterações futuras de preço.

A Análise Técnica tem suas raízes na teoria de Dow. Dessa teoria, derivam seus mais importantes princípios: tendência natural dos preços, preços descontando todas as informações conhecidas, volume espelhando as mudanças de preços, suportes e resistências.

Adicionalmente à interpretação dos gráficos, os investidores adeptos da Análise Técnica aplicam fórmulas matemáticas a preços e volumes negociados, buscando utilizar seus resultados para antecipar futuras alterações de preços. Tais fórmulas matemáticas são conhecidas como Indicadores Técnicos.

Também é prática comum entre os analistas técnicos a exploração de indicadores nas ações. Essa prática busca encontrar os parâmetros que aplicados aos indicadores melhor expliquem e prevejam movimentos passados e futuros dos preços das ações. Como exemplo, podemos considerar o cruzamento de uma média móvel com a linha de preços do ativo, como gatilho de compra ou venda. O cruzamento para cima da média móvel com a linha de preços é considerado um gatilho de venda, enquanto que o cruzamento no sentido oposto é considerado um gatilho de compra. A questão principal é decidir se você utilizará uma média móvel de 5 dias, de 15 dias, de 50 dias, ou de 300 dias.

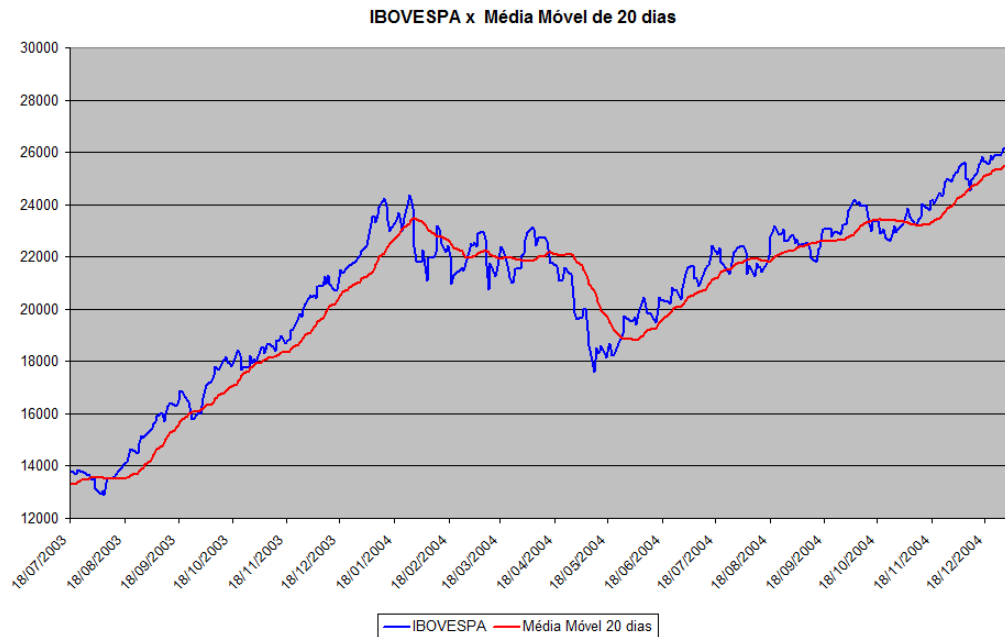


Gráfico 1 – Média Móvel

Com as ferramentas comumente utilizadas (Ex. Metastock/Equis - Reuters), a exploração da combinação de vários indicadores torna-se um problema combinatorial. A tentativa de explorar a combinação de cinco indicadores com um domínio de 200 valores possíveis como parâmetros, implica no teste de 320 bilhões de combinações ($200^5=320$ bilhões). Imaginando uma cpu capaz de processar 10000 combinações por segundo, ela não terminaria a exploração em menos de um ano de trabalho ininterrupto.

Outra lacuna não preenchida pelas ferramentas mais utilizadas é a possibilidade de buscar indicações em outras séries de preços. Essas indicações poderiam vir de séries com reconhecidas correlações. Como exemplo, podemos citar a forte correlação entre o preço das ações preferenciais da Petrobrás e o preço do Barril de petróleo no mercado spot .

A exploração de indicadores em dados históricos, é uma prática conhecida como *Backtesting*. Seu uso permite identificar os parâmetros que otimizariam o retorno para um período passado. O problema é que uma estratégia ótima para um passado qualquer provavelmente não será uma boa estratégia para um futuro qualquer.

DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O investimento em renda variável permite aos investidores almejar uma maior rentabilidade do seu capital investido, em troca de um maior risco. No caso de investimento em ações, temos 3 riscos distintos ao aplicarmos em um ativo. O

risco da empresa emissora das ações, o risco setorial da empresa, e o risco do mercado como um todo.

Na tentativa de maximizar seus rendimentos, e reduzir sua exposição ao risco, investidores racionais fazem uso de algumas estratégias consagradas, a Análise Fundamentalista e a Análise Técnica.

A Análise Fundamentalista é baseada nos fundamentos contábeis e gerenciais da empresa, em conjunto com os fundamentos de seu setor de atuação. Este tipo de análise é normalmente utilizado por investidores com visão de longo prazo, ou investidores de grande porte.

Outra estratégia bastante difundida entre os investidores, especialmente os investidores de curto prazo ou de pequeno porte, é a Análise Técnica. Esta análise é baseada na observação de padrões das alterações de preço e volume de negociação. Na Análise Técnica existem duas correntes principais, frequentemente utilizadas concomitantemente: a análise de formações gráficas, conhecida como Análise Gráfica, e a análise baseada em indicadores, fórmulas matemáticas aplicadas aos preços e volumes.

Toda negociação de um ativo é a representação de um consenso. No caso de compra de ações, um investidor acreditando na alta de preços se dispõe a pagar um determinado valor, enquanto na ponta contrária, outro investidor, acreditando na baixa de preços, concorda em vender por este mesmo determinado valor. Portanto, o valor de negociação de um ativo, é totalmente atrelado às expectativas dos investidores.

Um dos principais conceitos da Análise Técnica, Suporte e Resistência, é a representação da resultante da expectativa dos principais *players* do mercado de um ativo. O Suporte é um nível de preços onde os investidores, ao considerarem o ativo barato, exercem grande pressão compradora e elevam seu preço. A Resistência é um nível de preços onde os investidores ao consideram o ativo caro, exercem grande pressão vendedora, e reduzem seu preço.



Gráfico 2 – Suporte e Resistência - CCRO3 – Durante aproximadamente 8 meses, os preços do ativo respeitaram o suporte de R\$11,00 e a resistência de R\$ 12,80

Para reduzir seu risco, os investidores de pequeno porte buscam utilizar ferramentas da Análise Técnica, por exemplo, suporte e resistência, para identificar as expectativas dos grandes players e tentar antecipar os movimentos de preços.

Atualmente, com o poder computacional disponível, é possível criar sistemas complexos, baseados na combinação de vários indicadores, na tentativa de automatizar a decisão de investimento e, idealmente, retirar o lado emocional da decisão.

Também é prática comum entre os analistas técnicos, o *Backtesting*, que consiste na exploração e otimização de indicadores em dados históricos, na busca da validação de alguma fórmula. Entretanto, algumas vezes ocorre um grande alarde a respeito de eventuais fórmulas milagrosas de predição de movimentos de preços. Estas divulgações induzem pequenos e incautos investidores, no geral iniciantes, a perder boa parte de seu capital, trazendo, como consequência direta, um grande descrédito aos *Trading Systems*.

Ajudando a desacreditar a análise técnica, muitos trabalhos foram publicados buscando demonstrar a ineficiência da utilização de indicadores técnicos como suporte à decisão de negociação de ativos. Em alguns casos, chegam a comparar e nivelar a Análise Técnica à Alquimia..

Outra grande aliada aos descrentes da Análise Técnica é a teoria *Random Walk*. Esta teoria afirma que as mudanças de preços de um ativo são independentes entre si, e movimentos passados ou tendências de preços de ativos ou mercados não podem ser utilizados para prever movimentos futuros. Afirma, também, que o preço de um ativo flutua aleatoriamente em torno de seu valor intrínseco, e a estratégia "Comprar-e-manter" produz melhores resultados a qualquer outra tentativa de bater o mercado.

A observação da grande aceitação e insistente utilização dos indicadores por parte dos analistas técnicos, aliado a um grande número de trabalhos publicados em sua defesa, permite a consideração da hipótese da viabilidade de utilização de indicadores como suporte à decisão de negociação de ativos.

Grande parte do problema na utilização dos indicadores advém da dificuldade em se estabelecer quais parâmetros utilizar em suas fórmulas, de modo que seus resultados realmente possam antecipar importantes movimentos de preços. Outra questão importante, raramente observada, é que existe uma regra primordial na utilização dos indicadores. Indicadores de tendências somente podem ser utilizados quando o mercado tem uma tendência definida. Já os indicadores de oscilação, chamados de osciladores, somente podem ser utilizados quando o mercado não possui uma tendência definida.

Esta monografia trata especificamente da utilização de um sistema de negociação (*Trading System*), baseado em indicadores técnicos e estratégias operacionais de análise técnica como ferramenta de apoio à decisão de investimento. Para confrontar a teoria *Random Walk*, os resultados do *Trading System* foram especialmente comparados com o resultado da estratégia "Comprar-e-manter".

INDICADORES TÉCNICOS

Os indicadores técnicos são fórmulas matemáticas aplicadas a preços e volumes negociados de um ativo, na tentativa de antecipar movimentos futuros de preços. Existem três tipos de indicadores: Indicadores de tendência, indicadores de oscilação (osciladores) e indicadores de momento.

Existe um axioma entre os analista técnicos, que diz “sempre negocie na direção da tendência”, ou ainda, “... a tendência é sua amiga”. Para entendermos o seu significado, precisamos entender o que é tendência.

Em termos simples, tendência é a direção do mercado. O mercado não se movimenta em linha reta, na verdade, se movimenta em ondas sucessivas que formam picos e vales. Em uma tendência de alta, os picos são cada vez mais altos e, também, os vales são cada vez mais altos. Já em uma tendência de baixa, os picos são cada vez mais baixos e, também, os vales são cada vez mais baixos.

Os indicadores de tendência buscam identificar precocemente as tendências, permitindo aos investidores surfar a maior parte possível de uma linha de tendência favorável. Deste modo, imaginando uma compra de ações em um mercado de alta, os indicadores de tendência permitirão a compra da ação por um menor preço, além de na identificação de uma reversão de tendência, permitir a venda desta mesma ação pelo maior preço possível.

Quando um mercado não possui uma tendência definida, diz-se que o mercado está oscilando. Nestas situações, os indicadores de oscilação (osciladores) podem indicar os momentos de entrada e saída do investimento, de modo a aumentar sua lucratividade.

Finalmente, os indicadores de momento. Estes indicadores, que também podem gerar indicações de compra ou venda, são utilizados para indicar ao investidor se o mercado está em uma tendência ou se está apenas oscilando.

ALGORITMOS GENÉTICOS

De acordo com Marco Aurélio Pacheco e Marley Vellasco em seu livro, Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão: Análise Econômica de Projetos de Desenvolvimento de Campos de Petróleo sob Incerteza, Algoritmos Genéticos (AG) constituem uma técnica de busca e otimização, altamente paralela, inspirada no princípio Darwiniano de seleção natural e reprodução genética. Os sistemas desenvolvidos a partir deste princípio são então utilizados para procurar soluções de problemas complexos ou com espaço de soluções (espaço de busca) muito grande. Estes são problemas de difícil modelagem e solução quando se aplicam métodos convencionais de otimização.

Estes algoritmos são indicados para procurar soluções ótimas e subótimas, baseados nos processos genéticos de organismos biológicos. Para tanto,

procede-se da seguinte maneira: codifica-se cada possível solução de um problema em uma estrutura chamada de “cromossomo”. Esta estrutura é composta de bits ou caracteres. Cada um dos cromossomos representa um indivíduo de uma população, que de acordo com sua avaliação, pode vir a ser selecionado para cruzamento. De maneira similar a Biologia, os cruzamentos entre os indivíduos selecionados levam a gerações contendo indivíduos cada vez mais aptos.

ARQUITETURA DO SISTEMA PROPOSTO

Rotineiramente, na Análise técnica utiliza-se indicações exclusivas da própria série. Neste estudo foi implementada a busca de indicações em mais de uma série. No caso, além da busca de indicações na própria série de preços da ação preferencial da Petrobras, foram utilizadas indicações provenientes da série de preços de petróleo (WTI-NY).

Para que o processo de geração de uma indicação por um indicador técnico seja bem sucedido, e realize indicações de boa qualidade, além de receber os dados referentes aos preços do ativo, o analista técnico precisa parametrizar corretamente o indicador. Este processo de escolha de parâmetros, costuma ser pouco científico, e baseado, quase que exclusivamente, em heurísticas.

Este estudo partiu da tentativa de possibilitar um método otimizado de escolha de parâmetros. Para isso, optou-se por realizar um *backtesting* de curta duração, buscando encontrar o conjunto de parâmetros que melhor definisse o passado recente do ativo. Ao encontrar estes parâmetros ótimos, o *Trading System* passou a utilizá-los para realizar as indicações futuras.

Portanto, ciclicamente, o Trading System realizou um backtesting apoiado em Algoritmos Genéticos, procurando otimizar a rentabilidade passada nos últimos 8 pregões, e utilizar este conjunto de parâmetros nas indicações de 2 dias futuros.

A plataforma escolhida para desenvolvimento foi o Microsoft Excel, em conjunto com o suplemento Evolver da Palisade. Este suplemento possibilitou a otimização dos parâmetros nos *Backtesting* baseado em Algoritmos Genéticos.

COMITÊ DE INDICADORES

Tendo em vista a grande quantidade de indicadores, optou-se pela criação de um comitê que organizasse e realizasse a indicação final, resultante de um processo de eleição por maioria simples. A indicação final pode ser de “Compra”, “Venda” ou “Manutenção da posição”. O *Trading System* considera apenas esta indicação final. Para efeito das indicações, o comitê necessita das informações de preços após o fechamento das negociações do dia. A negociação oriunda da indicação efetuada pelo comitê é realizada na abertura do próximo pregão, ao preço de abertura.

CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou a viabilidade da utilização de um sistema de negociação de ações conforme evidenciado no desenvolvimento desta pesquisa.

A exploração simultânea de vários indicadores na série de preços da Petr4 e em séries correlatas foi viabilizada pela utilização de algoritmos genéticos. Ademais, o uso das indicações oriundas da série de petróleo garantiu a significativa melhora da rentabilidade do *Trading System*. Em contrapartida, a utilização da série Ibovespa foi desprezada por apresentar baixa correlação com a série Petr4.

É importante ressaltar, que a estratégia operacional adotada foi responsável por boa parte da rentabilidade do *Trading System*. Isto pôde ser comprovado nas análises dos resultados das indicações aleatórias.

A aplicação do *Trading System* nas simulações mostrou-se mais rentável do que a estratégia buy-and-hold

Contrariando a teoria *Random Walk*, os resultados alcançados pelo *Trading System*, especialmente com a utilização concomitante das indicações advindas das séries Petr4 e Petróleo, mostraram-se mais rentáveis do que a estratégia *Buy-and-hold*.

O sistema desenvolvido é considerado um protótipo para fins de simulação da negociação de ações. Como não houve a preocupação de desenvolvimento de interfaces amigáveis, não é recomendável sua utilização no dia-a-dia, na plataforma atual.

No mercado brasileiro de ações, a burocracia envolvida no posicionamento vendido inviabiliza a utilização do sistema apresentado. Entretanto, sua aplicação para negociação de mini contratos de índice futuro é plenamente viável e recomendada.

A criação, inclusão e teste de indicadores baseados em redes neurais pode vir a contribuir ainda mais com a rentabilidade e confiabilidade do sistema, ficando como sugestão para trabalhos futuros.