

## 4 Estratégias para Implementação de Agentes

As principais dúvidas do investidor humano nos dias de hoje são: quando comprar ações, quando vendê-las, quanto comprar e quanto vender. Para as duas primeiras perguntas, os investidores podem utilizar os conceitos fundamentalista e análise técnica [16].

O primeiro conceito é um tipo de análise em que o investidor estuda o histórico da empresa, as notícias veiculadas na mídia sobre a mesma, balanço comercial, entre outros fatores. Geralmente, esse tipo de investidor compra ações de uma determinada empresa pensando em acompanhar o crescimento da mesma e em vender as ações no longo prazo.

Já o segundo conceito, análise técnica, representa um tipo de análise em que o investidor foca somente no desempenho da empresa nos gráficos disponibilizados pela bolsa de valores. O investidor de análise técnica geralmente não está preocupado com o desempenho comercial da empresa e sim com o seu desempenho na bolsa de valores. Na maior parte das vezes, investidores que utilizam esse método de análise permanecem pouco tempo com as ações adquiridas, variando entre minutos e poucos meses.

Para as perguntas quanto comprar e quanto vender, o investidor deve utilizar a experiência e os conhecimentos adquiridos através de estudos. Como o período da competição MASSES varia em torno de um ano, a análise técnica é o tipo de análise que deve prevalecer nos agentes. Sendo assim, as técnicas utilizadas a partir dessa metodologia devem ser melhor estudadas pelos interessados em utilizar o MASSES, para que assim possam desenvolver e testar os seus agentes.

Os gráficos de desempenho são os gráficos em candles, onde cada ponto representa as cotações de abertura, fechamento, máxima e mínima de um ativo (ex: PETR4) em um determinado período (diário, semanal, mensal, etc.). A análise técnica não foca em padrões matemáticos nos gráficos e sim nos padrões comportamentais dos investidores. A partir da análise dos gráficos é possível determinar se o mercado está apreensivo, relaxado, comprando, vendendo, etc.

O grande diferencial da análise técnica é identificar pontos de compra ou venda a partir do comportamento dos investidores, expressados nos gráficos de desempenho dos ativos no período, utilizando técnicas como [16]:

- Candles;
- Topos e fundos;
- Linhas de tendência de baixa e alta: retas inclinadas traçadas a partir dos topos ou dos fundos, respectivamente;
- Suportes e resistências: retas horizontais traçadas a partir dos topos e fundos que se encontram no mesmo eixo y;
- Indicadores: consolidações matemáticas a partir das informações históricas. Existem mais de 200 indicadores, mas os mais utilizados são: (i) médias móveis 5, 21 e 200; (ii) volume de negociações; (iii) IFR (Índice de Força Relativa); (iv) SAR (Stop and Reverse) e (v) Bandas de Bollinger;
- Simetria: observa os padrões comportamentais dos gráficos que se repetem para prever movimentos inversos;
- Polígonos: retas que podem ser traçadas nos gráficos para formar polígonos. Exemplos dessa técnica são retângulos e triângulos simétricos e assimétricos.
- Extensões e retrações de Fibonacci: utilizadas, respectivamente, para traçar objetivos de venda ou de compra.

As técnicas de análise apresentadas acima podem ser aliadas a técnicas de ESSMA e inteligência artificial [21] na elaboração da estratégia dos investidores. Exemplos dessas técnicas são:

- Forward Chaining: é um algoritmo que infere novos fatos a partir de um conjunto inicial de dados ao qual aplica um conjunto de regras. Os elementos básicos para esse processamento são um conjunto de fatos e regras, uma memória de trabalho para armazenamento dos dados durante o processo de inferência e um mecanismo de inferência.
- Backward Chaining: é um algoritmo que utiliza regras para avaliar se uma cláusula-objetivo é verdadeira ou não. Tem maior foco no

objetivo, que é avaliado primeiro, e utiliza apenas as regras relevantes à questão;

- Lógica fuzzy: ferramenta capaz de capturar informações vagas, em geral descritas em uma linguagem natural e convertê-las para um formato numérico, de fácil manipulação pelos computadores de hoje em dia. Pode ser utilizada para categorizar as técnicas de análise e escolher as melhores opções disponíveis;
- Algoritmos de aprendizado, como redes neurais e árvores de decisão;
- Conceitos de reputação e confiança, que podem ser utilizados em conjunto com algoritmos de aprendizado para determinar as melhores empresas para investimento.

Visando apresentar um exemplo de agente investidor, a seguir será detalhada uma estratégia testada no simulador, além dos resultados obtidos a partir dos testes realizados.

#### **4.1.1. Estratégias em Camadas**

As estratégias para definir os momentos de compra e venda de ações são denominadas trade systems e são definidas através de camadas. Cada camada engloba uma ou mais técnicas de análise do desempenho das empresas no mercado de valores. Na literatura e na prática do mercado existem várias definições de trade systems. Nesse trabalho serão apresentados três trade systems para investimento no mercado de valores.

O primeiro trade system deve ser utilizado na avaliação de ativos de empresas em tendência de alta e apresenta as seguintes camadas: (i) definição de tendência de alta; (ii) cálculo das médias móveis de 5 e 21 e (iii) cálculo do SAR. De acordo com a tendência calculada e o cruzamento das médias aliados ao SAR é possível determinar pontos de compra e venda de ações.

O segundo trade system deve ser utilizado na avaliação de ativos de empresas em tendência lateral e apresenta as seguintes camadas: (i) definição da tendência lateral e (ii) cálculo do índice estocástico. De acordo com a tendência calculada e o índice estocástico gerado é possível determinar pontos de compra e venda de ações.

O último trade system apresentado é mais completo e complexo e apresenta as seguintes camadas: (i) topos e fundos, suportes e resistências, linhas de tendência, volume e candles de reversão; (ii) definição da tendência, pontos de compra e venda através dos cruzamentos das médias; (iii) extensões e retrações de Fibonacci e (iv) utilização de índices como “bollinger bands” e “IFR”.

Ambos os agentes apresentados nas próximas seções foram desenvolvidos como prova de conceito do simulador, ou seja, para mostrar que é possível desenvolver um agente de software capaz de implementar estratégias de investimento, utilizando as mais diversas tecnologias, no caso, ESSMA, inteligência artificial e análise técnica para obter maior rentabilidade a partir do capital disponível para investimento.

As técnicas utilizadas nos agentes são bem parecidas, mas tanto a implementação de cada técnica quanto as estratégias que definem os comportamentos de cada agente são bem diferentes. O agente Klaus implementa uma técnica a mais que o agente Johnny.

#### **4.1.2. Agente Johnny**

O Agente Johnny foi totalmente desenvolvido na plataforma Microsoft .NET, sendo que a estratégia criada foi definida em duas camadas.

Na primeira camada, o agente determina que ativos estão em tendência de alta através das médias dos 120 últimos períodos. Os ativos são categorizados de acordo com o desempenho dessas médias variando de 0 a 1, onde 0 representa que o ativo não está em tendência de alta e 1 representa que o ativo está em tendência de alta. A pontuação mínima para passar para a próxima camada é 0.8.

Na segunda camada, o agente determina ordens de compra e venda para ativos disponíveis e em carteira, respectivamente, a partir do cruzamento das médias móveis de 5 e 21 períodos anteriores para determinar os pontos de entrada e saída nos ativos. Operações de compra são caracterizadas quando a média de 5 cruza com a média de 21 de baixo para cima. Operações de venda são caracterizadas quando a média de 5 cruza com a média de 21 de cima para baixo. As oportunidades de compra e venda são categorizadas de acordo com o mesmo processo que a camada 1 utiliza. As pontuações maiores que 0.8 são somadas à

pontuação obtida na camada anterior e ordenadas de maneira decrescente; as outras pontuações são descartadas.

Após a análise das opções de investimentos em camadas, o agente emite ordens de compra para cada operação de compra indicada pelos cálculos, no valor correspondente a 10% do capital inicial atribuído ao agente, enquanto houver capital disponível. A idéia principal é aproveitar sempre as melhores oportunidades de compra. O agente emite ordens de venda para cada operação de venda indicada pelos cálculos, sempre no valor total das ações que possui em carteira.

### 4.1.3. Agente Klaus

O Agente Klaus foi totalmente desenvolvido na plataforma JAVA, sendo que a estratégia criada foi definida em duas camadas. Na primeira camada, a tendência do ativo é calculada. Somente ativos em tendência de alta serão considerados para a próxima camada. Para determinar a tendência dos mesmos, os indicadores direcionais, chamados de IDs positivos e negativos são calculados. A tendência de alta é determinada quando o +ID é maior que -ID. Sendo,

$$+ID = \text{Media} ( \text{DifPos} ) \text{ e } -ID = \text{Media} ( \text{DifNeg} ),$$

onde, DifPos e DifNeg são calculados a partir da diferença positiva e negativa, respectivamente, entre o preço de fechamento da data atual e o preço de fechamento da data anterior em 120 períodos. Já a função Media representa a média aritmética das diferenças.

Na segunda camada, são calculadas as médias móveis de 5 e 21 períodos anteriores à data da análise, além do SAR (Stop and Reverse), que é um indicador utilizado para determinar os pontos de compra e venda. O SAR é calculado a partir dos 10 últimos períodos do histórico, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{SAR} = \text{SARDtAnt} + ( \text{FA} * (\text{PMAnt} - \text{SARDtAnt}) ),$$

onde, SARDtAnt é o SAR calculado para a data anterior à data da análise, FA é o fator de aceleração (fixado em 0,2) e PMAnt é o preço máximo do ativo atingido na data anterior à data da análise. O SAR da décima data anterior é definido como sendo o preço máximo alcançado nessa data.

Conforme ilustrado na Figura 17, operações de compra são caracterizadas quando a média de 5 (linha vermelha) cruza com a média de 21 (linha amarela) de baixo para cima, ou seja, o valor da média de 5 torna-se maior que a de 21, e o valor do SAR (pontilhado laranja) é inferior ao preço de fechamento do ativo na data da análise. Já as operações de venda são caracterizadas quando a média de 5 cruza com a média de 21 de cima para baixo e o valor do SAR é maior que o preço de fechamento na data da análise.



Figura 17 – Gráfico exibindo pontos de compra (seta verde) e venda (seta vermelha).

Após a análise das opções de investimentos em camadas, o agente emite ordens de compra para cada operação de compra indicada pelos cálculos. A quantidade de ações é determinada de acordo com a seguinte fórmula:

$$P / S,$$

onde, P é 2% do patrimônio total e S é a diferença entre o valor unitário do ativo no dia da análise e o SAR. As ordens de venda são emitidas quando os cálculos relativos aos ativos presentes na carteira indicam a operação de venda. Neste caso, a quantidade vendida sempre será o total de ações deste ativo na carteira.