



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia

DMEC – Departamento de Matemática, Estatística e Computação

Bacharelado em Ciências da Computação.

Trabalho de Conclusão de Curso

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Título: Previsão de mercado para ações em bolsa de valores baseado em técnicas de Inteligência Artificial

Orientador: Prof. Dr. Almir Olivette Artero

Autor: Rafael Stoffalette João

Presidente Prudente, Julho de 2012

Índice

| | |
|---|----|
| 1 – Introdução | 4 |
| 2 – Motivação | 6 |
| 3 – Bolsa de Valores..... | 7 |
| 3.1 – A Bolsa de Valores..... | 7 |
| 3.2 – Como funciona a bolsa de valores..... | 9 |
| 3.3 – Ações e valor de mercado | 10 |
| 4 – Mineração de Dados (Data mining)..... | 14 |
| 5 – Inteligência Artificial..... | 16 |
| 5.1 – Redes Neurais Artificiais (RNA)..... | 16 |
| 5.2 – Treinamento das Redes Neurais Artificiais | 18 |
| 5.3 – Predição na Inteligência Artificial | 19 |
| 6 – Estudos Relacionados..... | 21 |
| 7 – Considerações Finais..... | 22 |
| 8 – Referências | 23 |

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 – ÚLTIMO DIA DE PREGÃO DA BM&FBOVESPA..... | 13 |
| FIGURA 2 - ESQUEMA BÁSICO DA MINERAÇÃO DE DADOS..... | 16 |
| FIGURA 3 - NEURÔNIO ARTIFICIAL | 18 |
| FIGURA 4 - NEURÔNIO BIOLÓGICO | 18 |
| FIGURA 5 - MODELO DE REGRESSÃO LINEAR..... | 20 |

1 – Introdução

Este documento tem por finalidade viabilizar um estudo que interprete informações coletadas de fontes da internet, trate-as e as utilize de forma a alimentar uma rede neural artificial (RNA) implementada seguindo teorias de inteligência artificial e que assim a treine e a capacite para retornar resultados satisfatórios no sentido de prever a oscilação existente no mercado de valores das ações listadas em uma bolsa de valores.

A estruturação do documento segue uma linha de esclarecimento de conceitos e teorias que são de essencial entendimento para a análise do objetivo, sendo assim a seção primeira deste descreve a problemática do assunto, a justificativa da necessidade do estudo para essa área e a motivação que leva ao estudo. Bem como uma breve introdução a conceitos voltados ao mercado de valores.

Já na segunda seção, é abordado todo o tema básico sobre uma bolsa de valores e seu funcionamento englobando termos técnicos e descrição sequencial de eventos que ocorrem para que a bolsa opere.

Em seguida, o documento apresenta o foco principal do estudo, as ações que a bolsa de valores negocia, seu conceito, tipos, como identificá-las em uma fonte e informação e como é feita a negociação das ações pelos investidores que se utilizam dos serviços de uma corretora de ações.

Na seção 4 do documento é possível esclarecer um pouco sobre a mineração de dados e como funciona, a implementação do sistema proposto deve ser feita em ambiente web e, conseqüentemente, o foco da descrição da mineração de dados se volta para a coleta neste ambiente, de forma simples e sucinta.

Uma abordagem básica explanatória é abordada na quinta seção do documento explicando alguns conceitos fundamentais sobre inteligência artificial para o entendimento das técnicas utilizadas no decorrer do estudo. Mais precisamente, o documento foca nas redes neurais artificiais, seu funcionamento, sua finalidade e como é feito seu treinamento para que possa exibir resultados satisfatórios para o estudo. Também há nesta seção uma definição sobre redes e algoritmos de predição que poderão colaborar muito no desenvolvimento do sistema proposto pelo estudo.

A seção 6 deste documento aborda estudos passados que focaram no mesmo, ou semelhante, tema deste estudo e seus resultados obtidos. Muitos estudos já foram feitos nesta área, porém poucos apresentaram resultados positivos, e assim pode-se analisar melhor e escolher qual linha de raciocínio seguir. Consequentemente, assim pode-se confrontar resultados obtidos com os esperados pelo sistema proposto.

A seção 7 do documento apresenta as considerações finais do estudo com informações referentes ao que se espera que o sistema retorne. Sabe-se que é uma tarefa difícil prever a movimentação das ações no mercado de valores e que qualquer fator externo pode ser influenciador direto sobre o valor da ação, portanto é abordado nesta seção as possibilidades e as restrições que espera-se encontrar ao decorrer do desenvolvimento do estudo.

Por fim, o documento apresenta todas as fontes de informações que foram consultadas para sua criação, incluindo livros, artigos, estudos realizados anteriormente que abordam temas semelhantes e sites da internet que abordam tanto conceitos de mercado de ações na bolsa de valores quanto técnicas e conceitos que serão utilizados na implementação do sistema proposto pelo estudo.

2 – Motivação

É comum que discussões informais sobre investimentos e formas de ganhar dinheiro se voltem ao mercado de ações na bolsa de valores. Tão quanto é normal o desconhecimento das pessoas sobre o assunto e possibilidades de utilização.

Sabido é que esse ramo de atividades não é estável e torna investidores, potencialmente inclusive, receosos e cautelosos. Instabilidade essa que não é possível de ser estimada e superada devido a fatores externos que influenciam direta e indiretamente sobre ações de empresas que compõem o mercado da bolsa de valores.

Outro fator importante a se ressaltar é a dificuldade existente à acionistas para controlar suas ações e, ao mesmo tempo, pesquisar sobre novas possíveis boas escolhas. Tanto pela quantidade de informações que uma pessoa deve processar, quanto pela escolha certa de fontes que tragam informações úteis e reais para análise.

Atualmente a base mais sólida para aquisição de informações que ajudem escolhas e passos no mercado de valores é a estatística, que apresenta dados reais e comportamentos que as ações, empresas e investidores tiveram em situações distintas. Porém mostra dados passados e que possivelmente não ocorrerão mais, fica assim responsável por uma boa parcela das tomadas de decisões dos acionistas as informações sobre o mundo e uma estimativa pessoal conhecida como “feeling”.

O estudo sobre o tema escolhido visa ampliar os conhecimentos sobre o mercado de ações e a bolsa de valores, bem como sua utilização e possibilidades de escolha, sempre focando no ambiente da internet, com seus riscos e benefícios.

Serão utilizadas, técnicas de inteligência artificial e mineração de dados para auxiliar um usuário, com o mínimo de conhecimento necessário sobre o tema do estudo e ambiente de internet, a fazer boas escolhas em tomadas de decisões e entender melhor como funciona o mercado e como é sensível a fatores externos que, apesar de não parecer, influenciam em suas cotações.

Trata-se de um interesse global, que envolve desde investidores em busca de lucros até empresas que querem conquistar novos acionistas, mantendo os já existentes, afim de valorizar-se e arrecadar investimentos para a evolução da empresa. Define-se a proposta do estudo como a necessidade de desenvolver um sistema que possa chegar o mais próximo possível de uma previsão bem formulada (como um ser humano executaria) e com retorno positivo.

Desde o início é válido a ressalta sobre os riscos de se obter prejuízo devido a uma escolha mal feita, fato que é possível de ocorrer tanto por uma escolha derivada de um pensamento humano quanto por uma certa influência de ferramentas como a proposta pelo estudo. Portanto, reafirma-se que a ferramentas a ser desenvolvida é uma colaboradora na tomada de decisões, não devendo ser a única fonte de informações.

De acordo com Armano, Marchesi e Murru [1], o preço de uma ação reflete diretamente, em qualquer tempo, as informações que os investidores possuem. Ou seja, assim que uma informação nova é processada o preço da ação é alterado.

Ao decorrer do documento, serão apresentados termos e descrições referentes ao mercado de ações, bolsa de valores, assim como todo conteúdo ou conceito que for utilizado no estudo.

3 – Bolsa de Valores

3.1 – A Bolsa de Valores

Uma bolsa de valores é um ambiente, ou por alguns especialistas definida, uma instituição administrativas de negócios onde títulos emitidos por empresas são manipulados. As companhias que são “listadas”, assim chamadas as empresas que tem suas ações negociadas na bolsa, podem ser de capital público, misto ou privado e ambas tem seus capitais comercializados de forma eletrônica.

No Brasil, atualmente, as bolsas são organizadas sob a forma de sociedade por ações (S/A), reguladas e fiscalizadas pela CVM(Comissão de valores mobiliários).

A bolsa de valores tem como principal funcionalidade, proporcionar de forma transparente e líquida um ambiente para que valores de empresas possam ser comercializados. Somente por meio de corretoras é que investidores podem ter acesso aos sistemas de negociação e efetuarem transações de compra e venda de valores.

Para que suas ações possam ser negociadas na bolsa de valores, uma companhia deve ser aberta, isto é, o público em geral detém suas ações e não uma parcela restrita. E ainda, seguir instruções da CVM, além de cumprir uma série de normas e regras definidas pela própria bolsa.

Pesquisas elaboradas [2] mostram que o mercado de capitais é mais eficiente em países que possuem bolsas de valores bem estruturadas.

Ao contrário do que se imagina, esse mercado não proporciona benefícios apenas aos investidores ativos da bolsa de valores, mas indiretamente atua na melhoria de qualidade de vida de todos.

Dos benefícios proporcionados, destacam-se os seguintes:

- As companhias encontram nas bolsas de valores um ambiente propício para levantar capital pela compra e venda de suas ações, e assim, expandir suas atividades;

- Quando uma pessoa decide entrar no mercado de ações de companhias, inconscientemente ela, coopera para uma realocação racional de recursos, isto é, ao investir em um segmento, a empresa beneficiada pode expandir movimentando tanto o seu negócio quanto outros ramos de atividades. Esta atividade gera novos beneficiários de vários setores da economia, resultando num crescimento cooperativo e rápido;

- O fluxo de capitais estimula o crescimento das companhias devido ao crédito investido nas empresas, gera-se novos empregos direta e indiretamente;

- Consequentemente associada a demanda cada vez maior de acionistas de uma companhia, o governo impõe regras mais rígidas à bolsa de valores e isto impulsiona as empresas a evoluir administrativamente. É comum dizer que companhias abertas são mais bem administradas que as fechadas(companhias que

ações não são negociadas, ou que pertencem a familiares ou a um grupo restrito de investidores);

- Por ser aberto, qualquer pessoa que queira participar do mercado de valores tem essa possibilidade, e os investimentos em ações não requerem uma quantia expressiva de seus investidores. Um pequeno investidor pode adquirir uma pequena quantidade de ações e assim como todos os demais investidores, fazer parte dos rendimentos associados;

- A bolsa de valores torna-se um termômetro da economia, as ações das companhias listadas por ela oscilam diretamente influenciadas pelos fatos ocorridos no mundo e forças do mercado. Qualquer informação propagada pode mover os valores de ações da bolsa, assim analisar os índices de ações torna-se um bom fator indicativo de tendências da economia;

- Os governo pode usar a bolsas de valores ao emprestar dinheiro para a iniciativa privada a fim de financiar projetos para camadas sociais mais inferiores. Geralmente, esses tipos de projetos necessitam de grande volume de recursos, e que as empresas não teriam condições de levantar sozinhas. Os governos, para levantarem recursos, emitem títulos públicos que podem ser negociados nas bolsas de valores. O levantamento de recursos privados, por meio da emissão de títulos, elimina a necessidade (pelo menos no curto prazo) dos governos sobretaxarem seus cidadãos.

3.2 – Como funciona a bolsa de valores

O funcionamento da bolsa de valores é simples de se entender e baseia-se nas seguintes atividades. Quando uma empresa precisa de dinheiro para investir, os juros de bancos para empréstimos não são tão atrativos, então ela decide lançar ações ao público, isto é, abrir seu capital.

Ao abrir o capital, são feitas várias análises e cálculos para se estabelecer o preço de cada ação e a quantidade de ações que a companhia pode oferecer. É o chamado “mercado primário” onde corretoras e bancos permitem que seus clientes comprem estas ações.

Pagos os devidos impostos, o montante arrecadado com a venda das ações é de uso exclusivo da empresa e como forma de retribuição a isenção de impostos, 25% do lucro líquido da empresa é dividido à seus acionistas.

Saindo do mercado primário os detentores das ações podem querer vendê-las, nesse momento começa a atuação da bolsa de valores. A iniciativa atrai novos investidores que, utilizando-se de uma corretora de valores credenciada à companhia, injetam seu dinheiro comprando ações. Quanto mais interessados em comprar uma ação, mais ela tende a se valorizar. Esse interesse é mais especulativo do que real, ou seja, baseia-se na esperança de que a ação irá se valorizar e, assim, revendê-la por um preço maior. O inverso também é verdadeiro, se muitos querem se desfazer das ações e ninguém quer comprá-las, a tendência é que os detentores das ações diminuam o preço delas para atrair compradores e assim, a ação desvaloriza. A oscilação da bolsa é apenas a flutuação natural da compra e venda de ações.

3.3– Ações e valor de mercado

Ações são títulos de renda variável emitidas por sociedades anônimas e representam a menor fração em que se divide o capital da empresa. Assim define-se uma empresa como uma sociedade por ações, aberta ou fechada. Um detentor de ações de uma empresa é um coproprietário da sociedade anônima a qual é associado, portanto tem o direito de gozar de parte dos resultados obtidos pela companhia correspondente a seu investimento.

Ações podem ser de dois tipos, ordinárias ou preferenciais. As primeiras permitem que seus detentores tenham direito ao voto nas assembleias gerais de acionistas, votos de deliberação referente à administração da empresa, balanço e futuros investimentos. As ações ordinárias, visualmente, são distinguidas por apresentarem o sufixo “ON” em seu nome. Já as ações preferenciais não permitem que seus detentores votem, mas atribuem o direito a seus detentores de receber dividendos com prioridade sobre os detentores de ações ordinárias e também de receber o capital investido em caso de liquidação da companhia. Ações preferenciais possuem um sufixo “PN” que as distingue também.

Além dos sufixos descritos neste mesmo capítulo, uma ação é reconhecida por apresentar um código da empresa que representa seguido do código que descreve o tipo de ação. Por exemplo, EMBRATEL PN pode ser representada pelo código EBTP4, onde o dígito 4 define seu tipo, preferencial (PN), assim como o dígito 3 define as ações ordinárias (ON).

Ações PN são ainda, subdivididas por classes que hierarquicamente define a ordem de pagamento de dividendos e reembolso. PNA, PNB e PNC são, respectivamente, representadas pelos inteiros 5, 6 e 7.

A popularidade de uma ação no mercado é baseada em sua qualidade de negócio, isto é, a facilidade que o detentor tem de converter suas ações em moeda real. Esta definição é conhecida no mercado de valores pelo termo “liquidez de uma ação”. Ações de alta liquidez, são referentes a grandes empresas com alta reputação e prestígio, também conhecidas como “blue chips. Estas ações são conhecidas pela sua estabilidade de valor e valorização garantida, consequentemente são as que detém o maior valor de mercado.

Em sequencia, existem as ações de segunda linha, caracterizadas pela sua sensibilidade ao mercado, sua queda sempre precede à queda das blue chips assim como sua valorização somente ocorre após consequentemente.

Por fim, existem as ações de terceira linha. Estas possuem liquidez consideravelmente baixa e são caracterizadas por serem de empresas pequenas e com baixa reputação, o que não indica que são de menor qualidade.

O valor das ações é definido pela sua cotação, alvo de importância para este estudo. As cotações podem ser de abertura, a primeira cotação do dia, mínima, quando atinge o menor valor durante toda atividade do dia, máxima que, inversamente proporcional à mínima, define a menor cotação do dia. Também é utilizada a cotação média que faz uma média de todas as cotações que a ação possuiu no dia e por fim a cotação de fechamento, que representa o ultimo valor que a ação atingiu durante o dia de atividade.

Fazendo relação com o mundo real, as ações podem ser convertidas em valor de moeda do país, a essa definição atribui-se o termo “índice”, que além de representar a conversão para moeda real, também serve para medir a variação das

ações da bolsa e abstrai uma visão geral sobre o mercado de valores para os acionistas. No Brasil, o principal índice de ações é o Ibovespa que acompanha a evolução das cotações das ações e é um forte indicador de desempenho do mercado de ações em geral, porém existem vários outros índices que não são tão utilizados quanto este. Por exemplo, pode-se citar índices como IBRX, IBRX-50, IVBX-2, IGC, dentre outros vários.

O índice Bovespa é o valor atual, em moeda corrente de uma carteira teórica de ações constituída em 02/01/1968, a partir de uma aplicação hipotética. Supõe-se não ter sido efetuado nenhum investimento adicional desde então, considerando-se somente os ajustes efetuados em decorrência da distribuição de proventos pelas empresas emissoras(tais como inversão de dividendos recebidos e do valor apurado com a venda dos direitos de subscrição, e manutenção em carteira das ações recebidas de bonificação). Dessa forma, o índice reflete não apenas as variações dos preços das ações, mas também o impacto da distribuição de proventos.

Como já citado anteriormente, uma pessoa só pode se tornar um acionista se utilizar de intermediários financeiros, mais conhecidos como corretoras de ações. Estas empresas são portadoras de uma gama considerável de informações sobre as empresas listadas pela bolsa de valores e o mercado e são de fácil acesso a todos, inclusive pela internet hoje é possível que qualquer pessoa se informe e negocie ações com outros investidores sem ter que enfrentar problemas como linhas de telefone ocupadas, tempo de espera dos correios ou transtorno de locomoção física. O “home broker”, sistema digital que assemelha a uma rede social, é a forma mais fácil de um investidor negociar suas ações, através dele o acionista pode enviar ordens de compra e venda pelo site da corretora a qual é cadastrado. Outra forma de negociação é o pregão online no próprio site da Bovespa, onde são exibidos em os valores das ações negociadas em tempo real.

A negociação de ações pela internet é a maior responsável pelo fim, em 2005, do pregão viva voz (Figura1), onde representantes das corretoras associadas à Bovespa negociavam em voz alta suas ações.



Figura 1 – Último dia de pregão da BM&FBovespa.

Encontrar um padrão na oscilação das ações é uma tarefa impossível, já que o mercado de valores é sensível, assim alguns investidores seguem fontes de informações das mais variadas bases. Na própria terminologia do mercado de ações há dois tipos de análises que cooperam muito na formação de opinião para aquisição de novas ações pelos investidores, são as análises fundamentalistas e análises técnicas.

Na análise fundamentalista o foco do estudo é a causa do movimento nos preços das ações, já na análise técnica os investidores focam no efeito que é causado quando há qualquer tipo de movimento sobre os valores das ações do mercado.

A análise técnica segue a teoria descrita por Chales H. Dow, conhecido por ser o fundador da escola técnica. Sua teoria, conhecida como “Teoria Daw”, afirma que o que aconteceu ontem pode determinar o que acontecerá hoje e a configuração gráfica dos preços tende a se relacionar com a direção que eles tomarão no futuro”, ou seja, antes de qualquer oscilação que ocorre no mercado de ações, positiva ou negativa, houve algum acontecimento que sinalizou que algo ocorreria.

Ainda seguindo a teoria de Daw, o mercado pode ser dividido em três tendências, primária que possui retornos a longo prazo, secundária que apresentam resultados em reversão à tendência primária e terciária, que apresenta tendências de curto prazo.

Por outro lado a análise fundamentalista, mais utilizada pelos analistas para acompanhar as oscilações do mercado e prever tendências, afirma que a melhor forma de se calcular o valor justo para uma empresa e suas ações está diretamente relacionada à sua capacidade de gerar lucros no futuro. O objetivo fundamental da análise fundamentalista é avaliar as alternativas de investimento a partir do processamento das informações obtidas diretamente das empresas, ou seja, analisar dados atuais sobre a empresa e sobre o ramo de atuação que ela opera.

Dessa forma espera-se que o sistema proposto se comporte analisando movimentações passadas de uma ação e assim identificar um padrão que possa ser aplicado no próximo período da cotação e que chegue o mais próximo possível do real caminho seguido por esta oscilação.

4 – Mineração de Dados (Data mining)

A mineração de dados é uma área recente da ciência da computação, também conhecida como prospecção de dados ou, mundialmente como, “data mining”. Esta área de estudos define um processo de exploração de, grandes ou pequenas, quantidades de dados à procura de termos que apresentem um padrão consistente. Tais padrões podem se apresentar como regras de associação, ou sequências de caracteres consecutivos. É muito utilizada pela estatística, áreas de recuperação de dados e na própria inteligência artificial e reconhecimento de padrões, porém seu uso não fica restrito somente à essas áreas.

A ideia é explorar um conjunto de dados, extraíndo ou evidenciando alguns padrões para auxiliar a descoberta de conhecimento, assim pretende-se usar a mineração de dados no sistema proposto para coletar dados sobre a cotação das ações em tempo real de sites que apresentem esta informação e também de informações e notícias que possam influenciar direta ou indiretamente nos valores de ações correntes.

Aplicar a mineração de dados é algo que não exige uma complexidade tão elevada, basicamente os passos fundamentais da mineração simples para ocorrer de forma bem sucedida são captura de dados de alguma fonte, no caso do sistema proposto a captura será feita de páginas da internet, também conhecida como “web mining”, tanto para cotação do valor corrente das ações quanto para informações de noticiários que possam indicar alguma manifestação de oscilação. Após a coleta, uma limpeza é feita no conteúdo adquirido eliminando tudo que não for alvo da busca e deixando apenas dados que possam ser tratados separadamente a posteriori.

Os resultados da mineração de dados podem ser melhorados se forem aplicados a dados organizados e identificados semanticamente. Assim, ao analisar dados oriundos da internet, seria possível efetuar um filtro por conteúdo, deixando o resultado bem mais objetivo já que é possível saber do que se trata. A Web Semântica, assim conhecida, pode ser vista como um grande conjunto de dados mantidos de forma estruturada no qual a semântica que existe neles facilita a mineração, como por exemplo a extração de informação.

Para essa atividade, as informações adquiridas e tratadas podem ser armazenadas em arquivos de log para serem utilizadas por períodos pequenos ou até mesmo em bases de dados que armazenam essas informações por um longo período de tempo. A utilização do método não necessariamente deve seguir todos os processos da definição da mineração de dados, a partir do instante em que os dados são capturados de uma base real de informação e tratados por algum algoritmo, a mineração já é aplicada implicitamente.

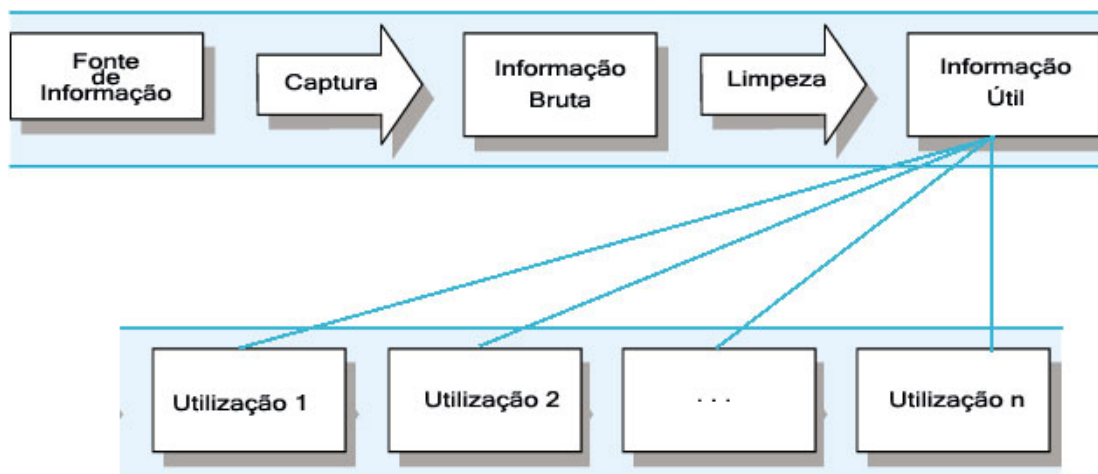


Figura 2 - Esquema básico da mineração de dados.

Estudos feitos sobre a mineração de dados web apresentaram resultados que dão, cada vez mais, credibilidade ao uso dessa técnica. Dentre eles, Durant e Smith [4] apresentam técnicas de mineração de dados que, usadas com alguns atributos específicos, conseguem estimar o sentimento político de blogs. A seleção de atributos melhora consideravelmente a qualidade da classificação obtida com algoritmos clássicos.

Hayes et al. [5] também analisam blogs através do uso de métricas para caracterização de tópicos. Um exemplo muito conhecido utilizado em uma grande quantidade de sites e blogs que visitamos todos os dias é o algoritmo de mineração de estruturas na Web Page Rank [3, 6] que foi implementado pelos criadores do Google.

5 – Inteligência Artificial

5.1 – Redes Neurais Artificiais (RNA)

A inteligência artificial é uma área da ciência da computação voltada para a busca de métodos que façam uma máquina reagir a situações como se fosse um ser humano, representar seu pensamento com criatividade, agilidade e essencialmente, aprendizagem.

São duas linhas de pensamento, a inteligência artificial forte que tem uma abordagem no qual admite-se que a máquina pode raciocinar e resolver problemas de forma consciente como um ser humano. Já na inteligência artificial fraca, admite-se que o computador não é capaz de pensar efetivamente e sim, agir *como se* fosse inteligente, mas não tem consciência, apenas simula. Baseia-se na máquina de Turing.

Redes neurais artificiais são sistemas, também definidos como técnicas, computacionais estruturados numa aproximação à computação baseada a ligações que simulam o funcionamento de um neurônio biológico. Apresentam um modelo matemático inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento através da experiência, também conhecido como neurônio (Figura 3). Nós fazem analogia a neurônios do cérebro e são interligados para formar uma rede de nós, daí o termo rede neural.

Uma rede neural artificial é composta por um conjunto de unidades de processamento de funcionamento simples, os neurônios, e que são conectadas por canais de comunicação com um determinado peso. O aprendizado em RNAs é feito de forma interativa e evolutiva e está normalmente associado à capacidade de as mesmas adaptarem seus parâmetros como consequência da sua interação com o meio externo.

No esquema da figura 3 as entradas do neurônio correspondem ao vetor de entradas X com dimensão m e para cada uma das entradas há um peso associado w . A soma das entradas associadas a seus pesos é que caracteriza a saída linear u do neurônio que aplicada uma função de ativação, ou limiar, $f(u)$ obtém-se a saída do neurônio, também chamada de saída de ativação, y . Na figura 4 é possível ver a analogia existente a um neurônio biológico, onde os dendritos são representados pelas entradas do neurônio artificial, assim como o corpo pela função limiar e seus terminais sinápticos pela saída y .

O neurônio biológico pode ser visto como o dispositivo computacional elementar do sistema nervoso, composto de muitas entradas e uma saída. As entradas são formadas através das conexões sinápticas que conectam os dendritos aos axônios de outras células nervosas. Os sinais que chegam por estes axônios são pulsos elétricos conhecidos como impulsos nervosos ou potenciais de ação e

constituem a informação que o neurônio processa para produzir como saída um impulso nervoso no seu axônio [12]

Os neurônios fazem operações baseados em seus dados de entrada e suas saídas podem servir de entrada para outros neurônios. O comportamento de uma RNA vem das interações entre os neurônios de processamento da rede.

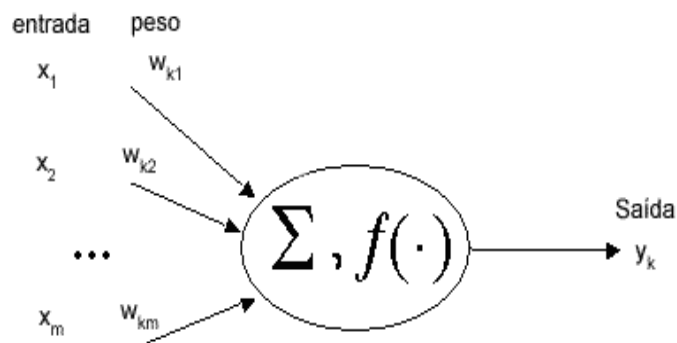


Figura 3 - Neurônio Artificial

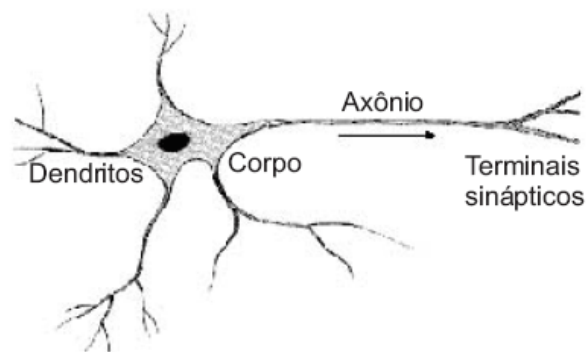


Figura 4 - Neurônio biológico

5.2– Treinamento das Redes Neurais Artificiais

Sem dúvidas a principal característica de uma rede neural é sua habilidade e capacidade de aprender e melhorar seus resultados. Seu treinamento é feito de forma iterativa e gradativo, isto é, a cada saída da rede o seu erro é corrigido e serve como peso para uma nova iteração do treinamento, tornando-a assim mais próxima do resultado esperado.

É importante que essa fase tenha uma atenção redobrada com utilização de dados reais e em grande quantidade pois assim, a rede não decora o que foi utilizado para seu treinamento e sim aprenda e aplique o que aprender em dados futuros.

O treinamento de uma rede neural artificial pode ser feito de várias formas, porém define-se dois tipos de treinamentos distintos que ajudam ao projetista escolher a melhor forma de prepara a rede para efetuar uma determinada tarefa.

No treinamento supervisionado, que é aplicado na maioria das redes neurais existentes, encontram-se as redes cujo treinamento depende que haja a alimentação, inserção dos dados, de entrada e ao mesmo tempo que informe qual saída se espera que a rede apresente. Assim o resultado obtido pela rede pode ser confrontado com o esperado e os pesos podem ser reajustados para aumentar o desempenho da rede. A rede prova sua capacidade quando consegue generalizar os resultados obtidos para dados que não foram utilizados para seu treinamento.

Já no treinamento não supervisionado, analogamente à supervisionada, não é apresentada à rede o que se espera de saída no treinamento. Assim, a saída é definida pela própria rede e serve como entrada para uma próxima iteração do treinamento.

As redes neurais com treinamento não supervisionado são normalmente utilizadas para atividades de agrupamento (clustering), no qual uma classe é atribuída aos registros e observa-se apenas o comportamento dos seus registros. Enquanto que as redes com treinamento supervisionado apresentam o conjunto de dados de treinamento contendo as classes de todos seus registros, é normalmente utilizada para atividades de classificação de dados (data classification).

5.3 – Predição na Inteligência Artificial

Prever significa fazer uma afirmação sobre algum evento, ou algo, que irá acontecer baseado, muitas vezes, em informações passadas sobre o ambiente analisado. Assim como ocorre todos os dias com as pessoas quando imaginam, por exemplo, quanto gastará de energia elétrica no próximo mês.

Na computação há vários algoritmos que se utilizam de dados reais ocorridos para criar estimativas ou tentar prever um evento, porém é uma atividade muito complexa pois envolve dados de fatores externos que podem mudar totalmente os

resultados esperados. Dados esses que o algoritmo não é capaz de sintetizar ou prever que possam ocorrer.

No ambiente da inteligência artificial, as redes neurais pode ser utilizadas pra a predição de eventos. Elas possuem a vantagem por seu aprendizado automático que as fazem comportar com um padrão em situações distintas.

A forma como a rede faz a predição pode ser aplicada, por exemplo, no tempo. As redes neurais treinadas para previsão de séries temporais utilizam-se do fator tempo para prever a frequência de acontecimento de um determinado evento, baseando-se em dados inseridos em seu treinamento que apresentaram comportamentos distintos e tempos de acontecimento diferentes. Assim a rede pode utilizar-se desses dados de treinamento e generalizar-se para demais dados que não os utilizados em sua aprendizagem.

As redes neurais para predição de estados utilizam-se da regressão linear para chegar a seus resultados. Esta é um método proposto para se estimar o valor resultante de uma variável baseando-se em dados de entrada por outras variáveis. Desta forma, a rede é treinada e seu erro corrigido a cada iteração, traçado uma linha que pode ser utilizada para a previsão do resultado da próxima iteração do treinamento.

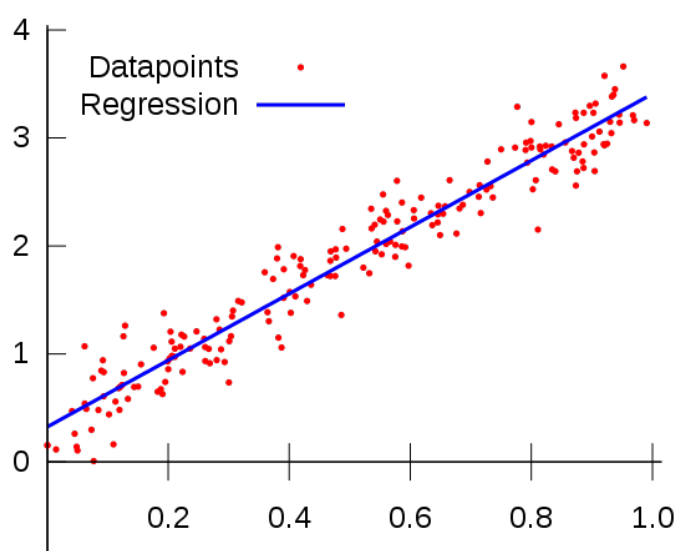


Figura 5 - Modelo de regressão linear

6 – Estudos Relacionados

O “Estudo sobre a empregabilidade da previsão do índice BOVESPA usando redes neurais artificiais” por Reginaldo do Carmo Roque em 2009 apresentou um modelo baseado em redes neurais de previsão de índice da Bolsa de Valores de São Paulo iBovespa no período de 10 de março de 2006 a 9 de maio de 2008, porém os dados utilizados foram de 11 de julho de 1997 a 9 de março de 2006. Foi utilizado um script para captura de dados via internet pelo site da Bovespa, também foi utilizado um script em linguagem Matlab para testar várias redes e escolher a melhor entre elas. Pelos relatos do autor, todos os objetivos observados foram atendidos. Dentre eles, a taxa de acerto de direção de oscilação do índice.

No artigo “Aplicação das Redes Neurais na previsão do comportamento de mercados financeiros” por Cláudia Rödel Bosaipo que propôs a utilização de redes neurais Backpropagation com 6 neurônios na camada intermediária para a previsão do comportamento do mercado financeiro para a construção de uma estratégia de compra e venda de ações, as redes aplicadas mostraram bons resultados, porém ao se analisar mais detalhadamente mostrou que, em geral, os bons resultados foram fruto do aproveitamento de fortes movimentos de alta ou baixa.

A grande maioria dos movimentos de compra ou venda foi equivocada, resultando sempre em pequenos prejuízos ao investidor. Atribui-se o mau resultado ao fato do pequeno intervalo de tempo utilizado (10 dias) para aquisição de dados.

No trabalho Previsão do Mercado de Ações Brasileiro utilizando Redes Neurais Artificiais[11] foram criadas e simuladas diferentes configurações de RNAs com o objetivo de tentar prever o indicador da Bolsa de Valores de São Paulo, o Ibovespa. Os resultados obtidos mostraram que o indicador pôde ser previsto com erro médio de 2% e apenas uma camada intermediária foi suficiente para prever.

Por fim destacamos que estudos envolvendo redes neurais artificiais envolvem muito tempo na busca de parâmetros para a rede que melhor representa os resultados

7 – Considerações Finais

O estudo visa a implementação de um sistema que possa prever, baseado em dados reais abstraídos de fontes de informações pré-definidas, a variação de valor das ações listadas na bolsa de valores o mais próximo possível de uma previsão exata, assim como um ser humano faria. O objetivo do estudo é mostrar resultados satisfatórios para provar que é possível que um sistema bem elaborado possa agir, em situações distintas com dados disponíveis não conhecidos anteriormente, como uma mente humana agiria.

Técnicas de inteligência artificial e estatística pretendem ser utilizadas para que os resultados sejam satisfatórios. Porém é necessário observar que vários estudos já foram desenvolvidos na mesma linha de pesquisa, ou próximas, e que alguns apresentaram resultados satisfatórios, mas a maioria obteve grandes dificuldades devido justamente ao efeito causado pelos agentes externos que influenciam direta e indiretamente no valor final das ações.

Espera-se que a rede a ser desenvolvida se comporte de maneira correta e acerte nos resultados apresentados, baseando-se em dados históricos colhidos de fontes da internet. Desta forma poderá ser provado a capacidade da máquina de partir de uma fonte fornecida pelo homem e chegar a um estado que o próprio homem chegaria. Considerando-se, sempre, que a máquina não é capaz de operar sozinha, haverá sempre a necessidade de um humano para fornecer meios de operação para o sistema.

8 – Referências

[1] ARMANO, G.; MARCHESI, M.; MURRU, A. **A hybrid genetic-neural architecture for stock indexes forecasting**. *Information Sciences*. v 170, p. 3-33, 2005.

[2] <http://www.portaldoinvestidor.gov.br/> - Ministério da Fazenda. Último Acesso em: 20 de Julho de 2012.

[3] SERGEY B.; LAWRENCE P. **The anatomy of a large-scale hypertextual web search engine**. *Computer Networks and ISDN Systems*, 30(1-7):107–117, 1998.

[4] Kathleen T. Durant and Michael D. Smith. **Predicting the political sentiment of web log posts using supervised machine learning techniques coupled with feature selection**. In Olfa Nasraoui, Myra Spiliopoulou, Jaideep Srivastava, Bamshad Mobasher, and Brij Masand, editors, *Advances in Web Mining and Web Usage Analysis – 8th International Workshop on Knowledge Discovery on the Web, WebKDD 2006*, Philadelphia, PA, USA, Agosto 2006, p. 187–206, 2007.

[5] Conor Hayes, Paolo Avesani, and Uldis Bojars. **Predicting the political sentimento of web log posts using supervised machine learning techniques coupled with feature selection**. In Bettina Berendt, Andreas Hotho, Dunja Mladenic, and Giovanni Semeraro, editors, *From Web to Social Web: Discovering and Deploying User and Content Profiles – Workshop on Web Mining, WebMine 2006*, Berlin, Alemanha, Setembro 18, 2006, p. 1– 20, 2007.

[6] BING, L; PHILIPS S. Yu. **The Top Ten Algorithms in Data Mining**, cap. PageRank, p. 73–100. Taylor & Francis, 2009.

[7] ROQUE, R. C. **Estudo sobre a empregabilidade da previsão do índice BOVESPA usando redes neurais artificiais**. Fevereiro, 2009.

[8] BOSAIPO, C. Rödel. **Aplicação das Redes Neurais na previsão do comportamento de mercados financeiros**. Disponível em <http://www.ccuec.unicamp.br/revista/infotec/artigos/claudia.html>. Último Acesso em: 10 de Julho de 2012.

[9] ARTERO, A. O. **Inteligência Artificial – Teórica e Prática**. Livraria da Física, 2009;

[10] LEILTONS, S. L.; JEAN C. S., et al. **Aprendizagem Autônoma para Gerenciamento de uma bolsa de Valores Simplificada**. Departamento de Engenharia Elétrica e Computação – Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA;

[11] FARIA, E. L.; ALBUQUERQUE, M. P.; ALFONSO, J. L.; CAVALCANTE, J. T. P. **Previsão do Mercado de Ações Brasileiro utilizando Redes Neurais Artificiais**. Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas – CBPF, Pontifícia Universidade Católica – PUC-RIO. Rio de Janeiro, 2008.

[12] KOVACS, K. L. **Redes Neurais Artificiais - Fundamentos e Aplicações**. Editora Acadêmica. São Paulo, 1996.

[13] REZENDE, S. O. **Sistemas Inteligentes – Fundamentos e Aplicações**. Editora Manole, 2003.

[14] RUSSEL, S. J. Norving P. **Inteligência Artificial**. Editora Campus, 2004.