



PROTÓTIPO PARA PREVISÃO DO MERCADO DE AÇÕES UTILIZANDO BANDAS DE BOLLINGER

Adriano Cassaniga Petry

Prof. Roosevelt dos Santos Junior - Orientador

ROTEIRO

- Introdução
- Objetivos
- Fundamentação Teórica
- Requisitos
- Especificação
- Implementação
- Operacionalidade
- Resultados e Discussão
- Conclusão
- Extensões



INTRODUÇÃO





- Como prever as atitudes e reações do mercado de ações?



INTRODUÇÃO



○ BOVESPA

-  Petrobras
-  Vale do Rio Doce



OBJETIVOS

- Prever os movimentos do mercado de ações
- Desenvolver protótipo utilizando redes neurais artificiais
- Aplicar técnicas de análise de ações
- Identificar pontos de compra e venda



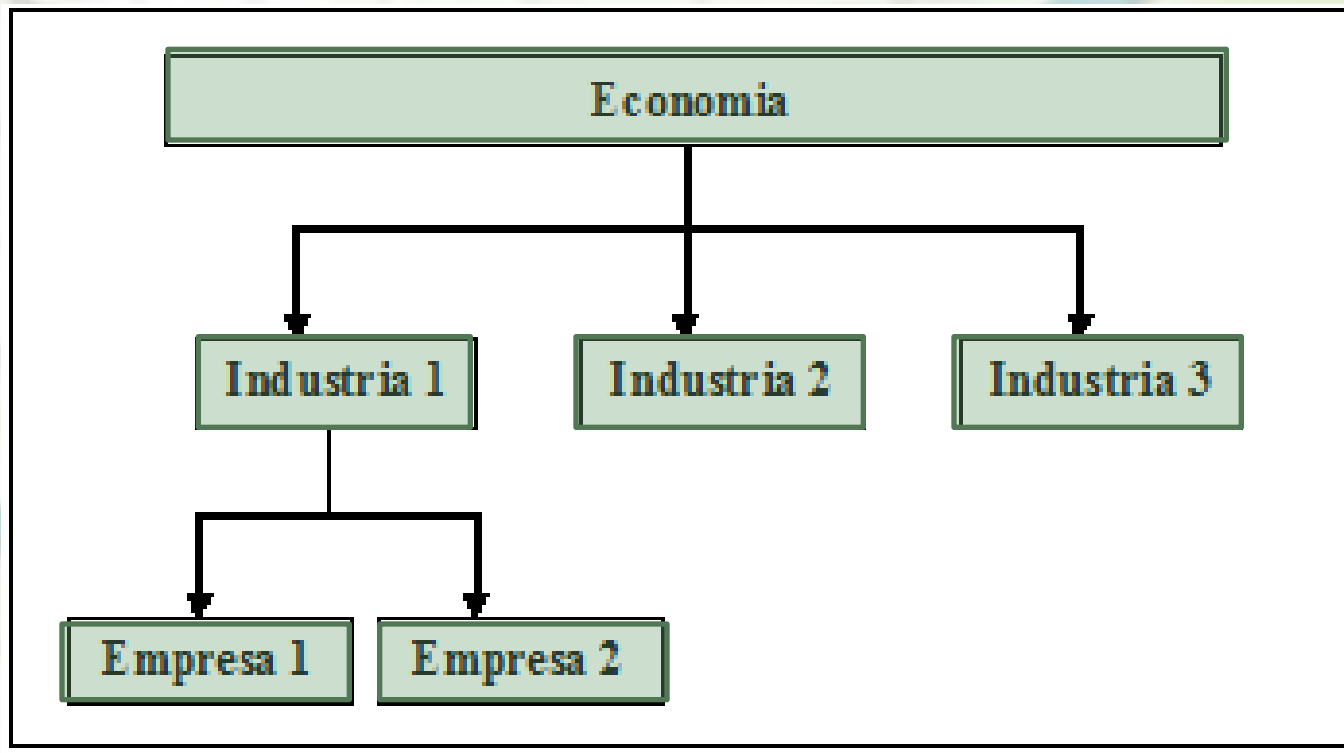
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

- Mercado de Ações
 - Análise Fundamentalista
 - Análise Técnica
- Bandas de Bollinger
- Redes Neurais Artificiais



MERCADO DE AÇÕES

- Análise Fundamentalista



MERCADO DE AÇÕES – ANÁLISE TÉCNICA

Petrobras – PETR4



BANDAS DE BOLLINGER

Antecipar movimentos

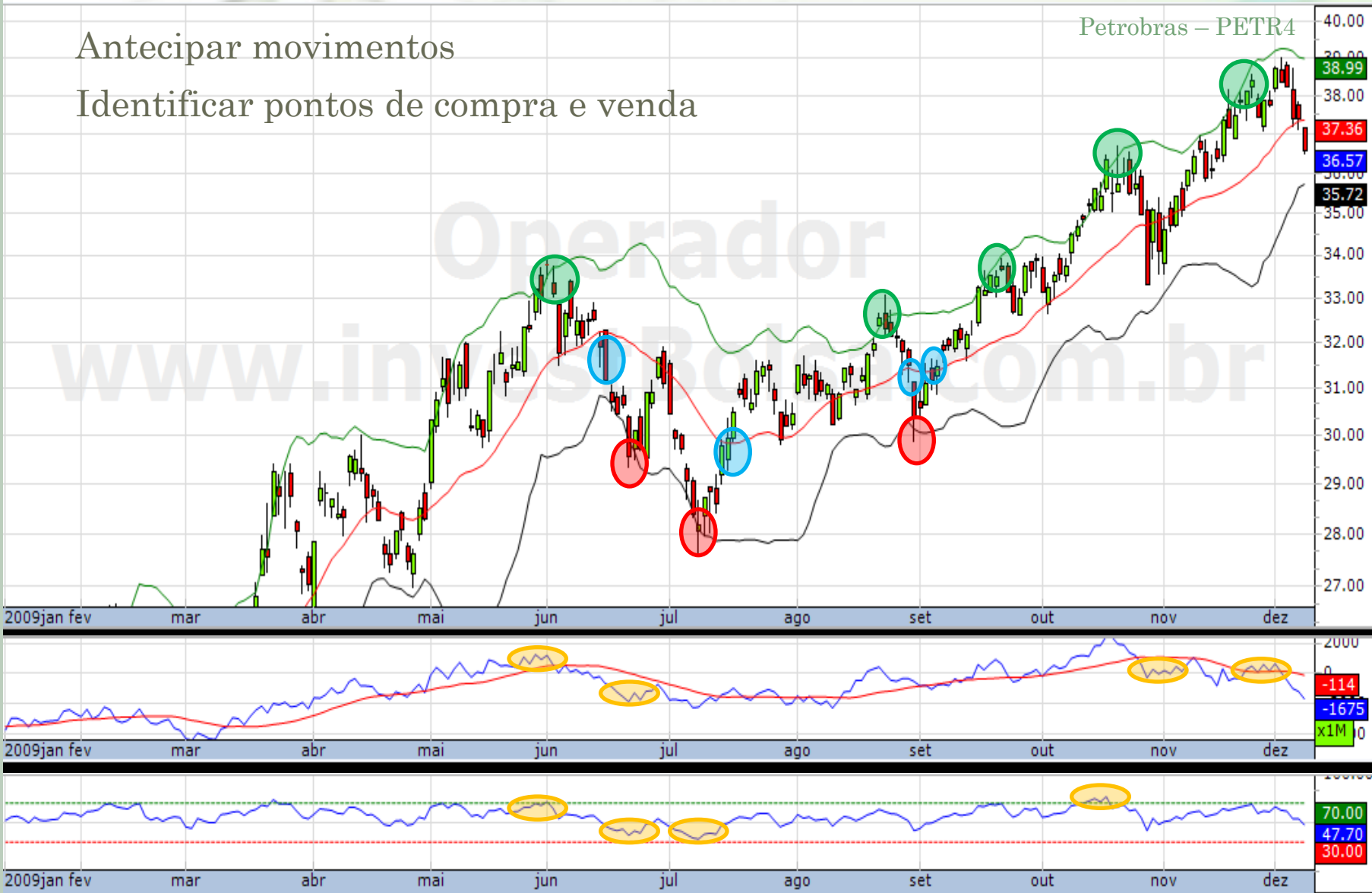
Identificar pontos de compra e venda

Petrobras – PETR4

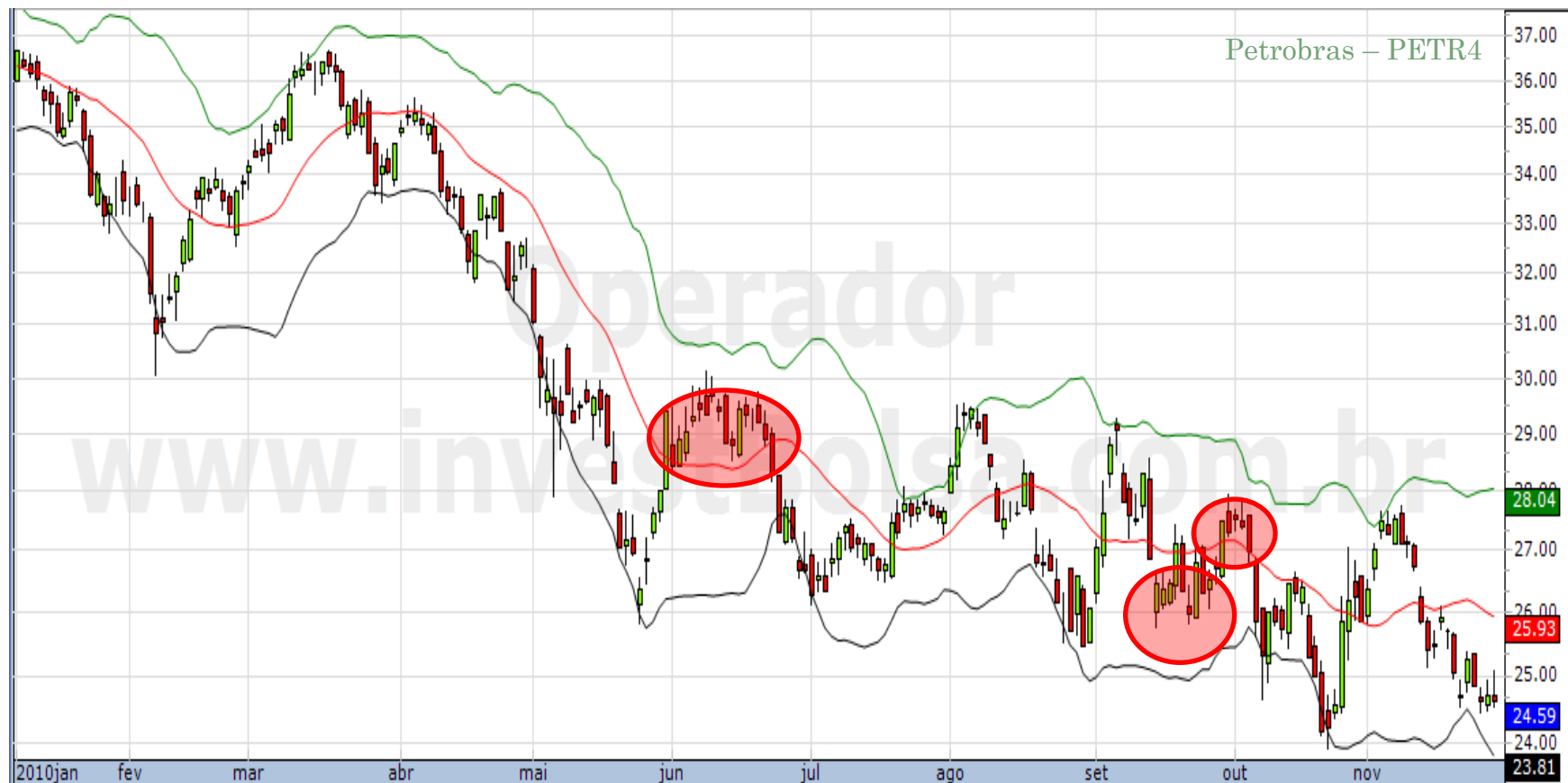
40.00
39.00
38.99
38.00
37.36
36.57
36.00
35.72
35.00
34.00
33.00
32.00
31.00
30.00
29.00
28.00
27.00

2000
0
-114
-1675
x1M 0

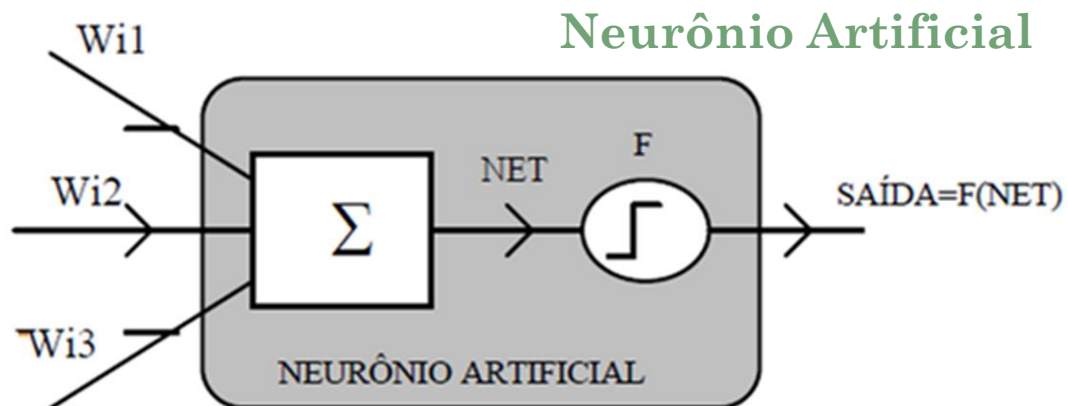
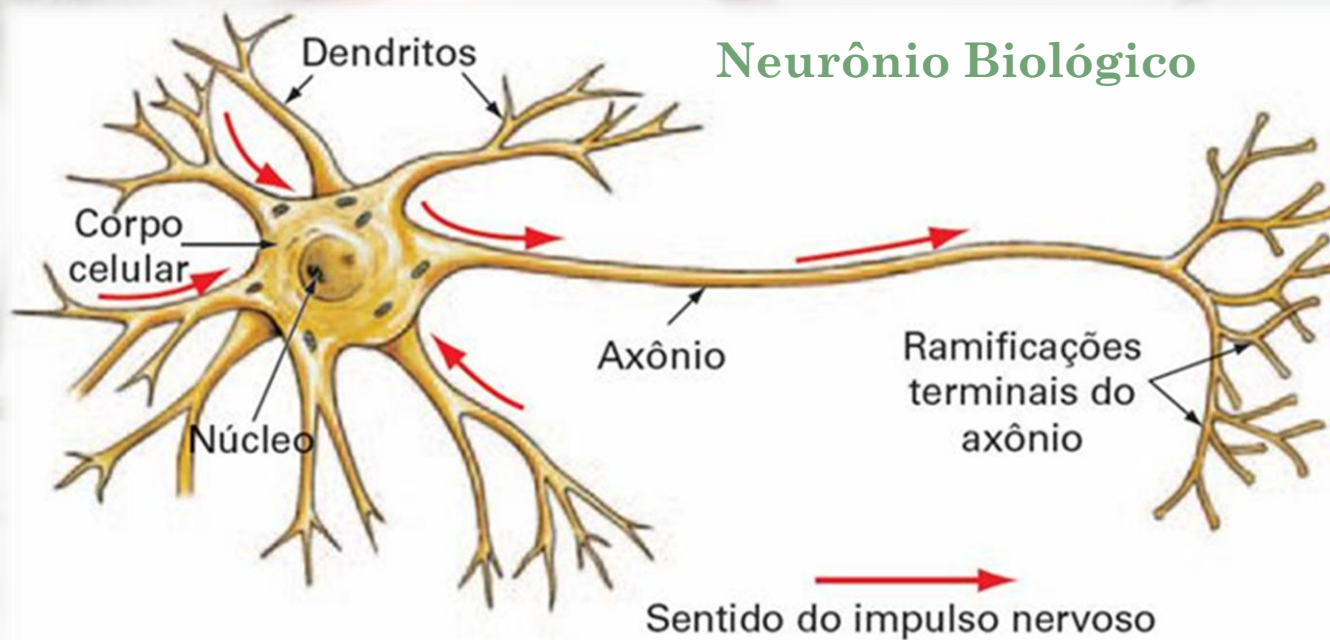
70.00
47.70
30.00



BANDAS DE BOLLINGER - FALHAS

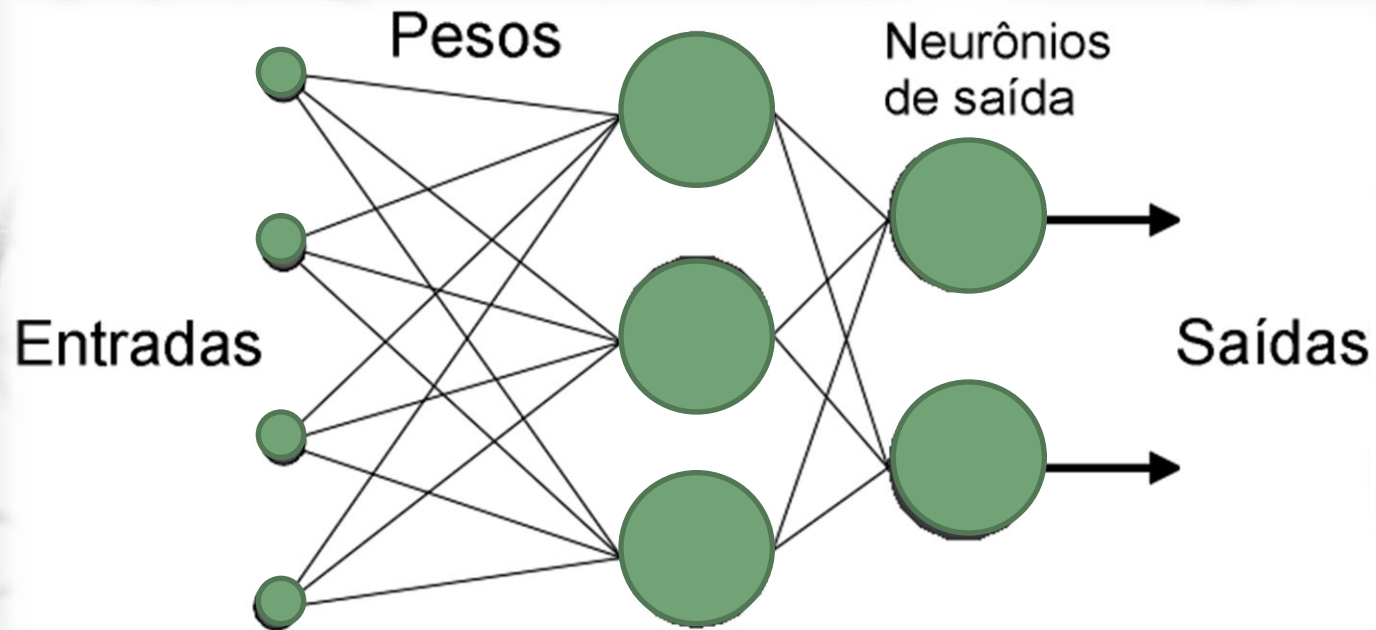


REDES NEURAIS ARTIFICIAIS



REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

- Arquitetura de rede:



- Treinamento



REQUISITOS



○ Funcionais:

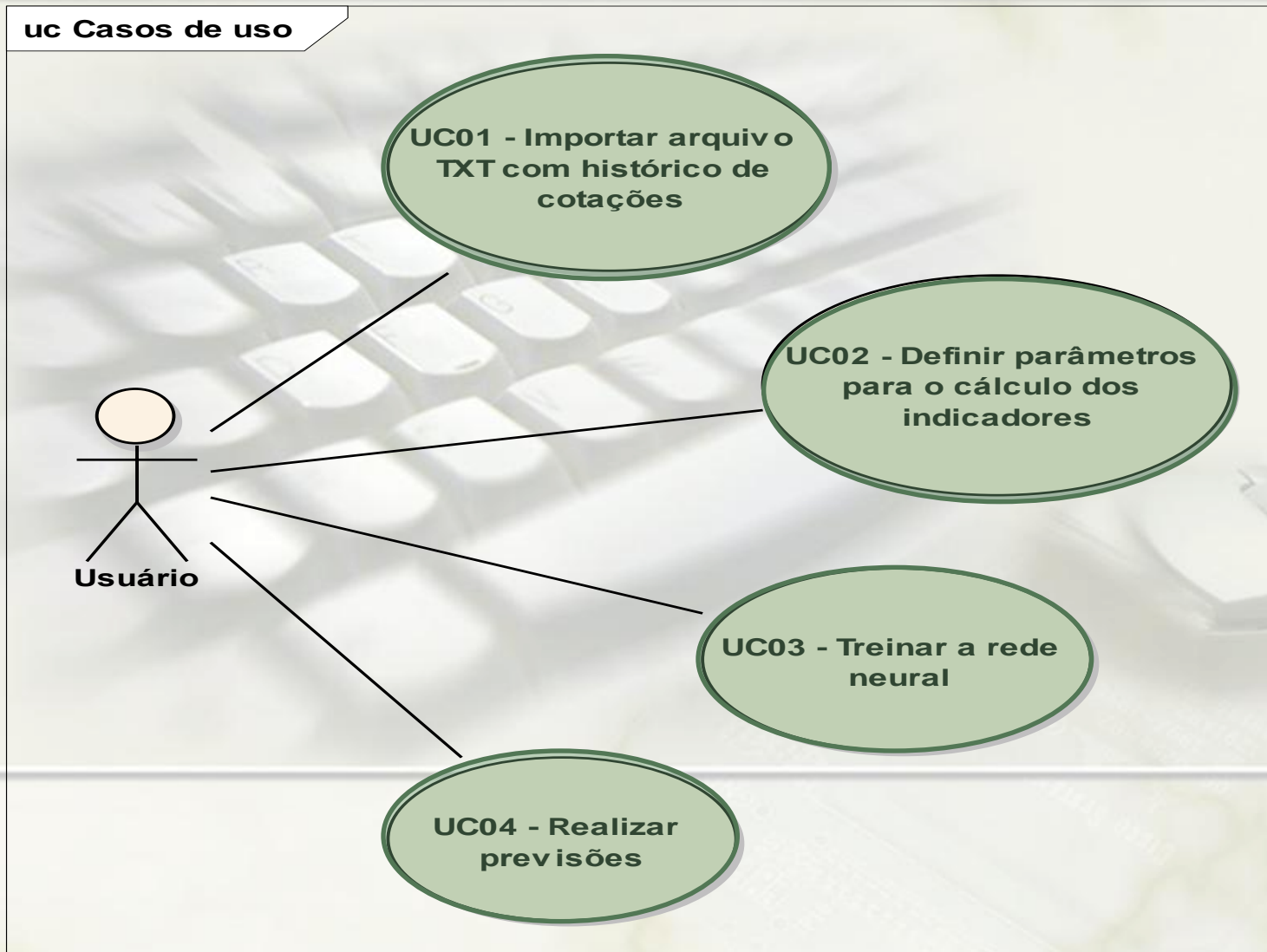
- Importar arquivo TXT com o histórico de cotações
- Efetuar os cálculos dos indicadores (BBs e IFR) com as cotações
- Gerar a previsão das cotações
- Disponibilizar um relatório de acompanhamento

○ Não Funcionais:

- Utilizar a biblioteca WEKA na implementação das RNAs
- Utilizar banco de dados MySQL para armazenar os dados

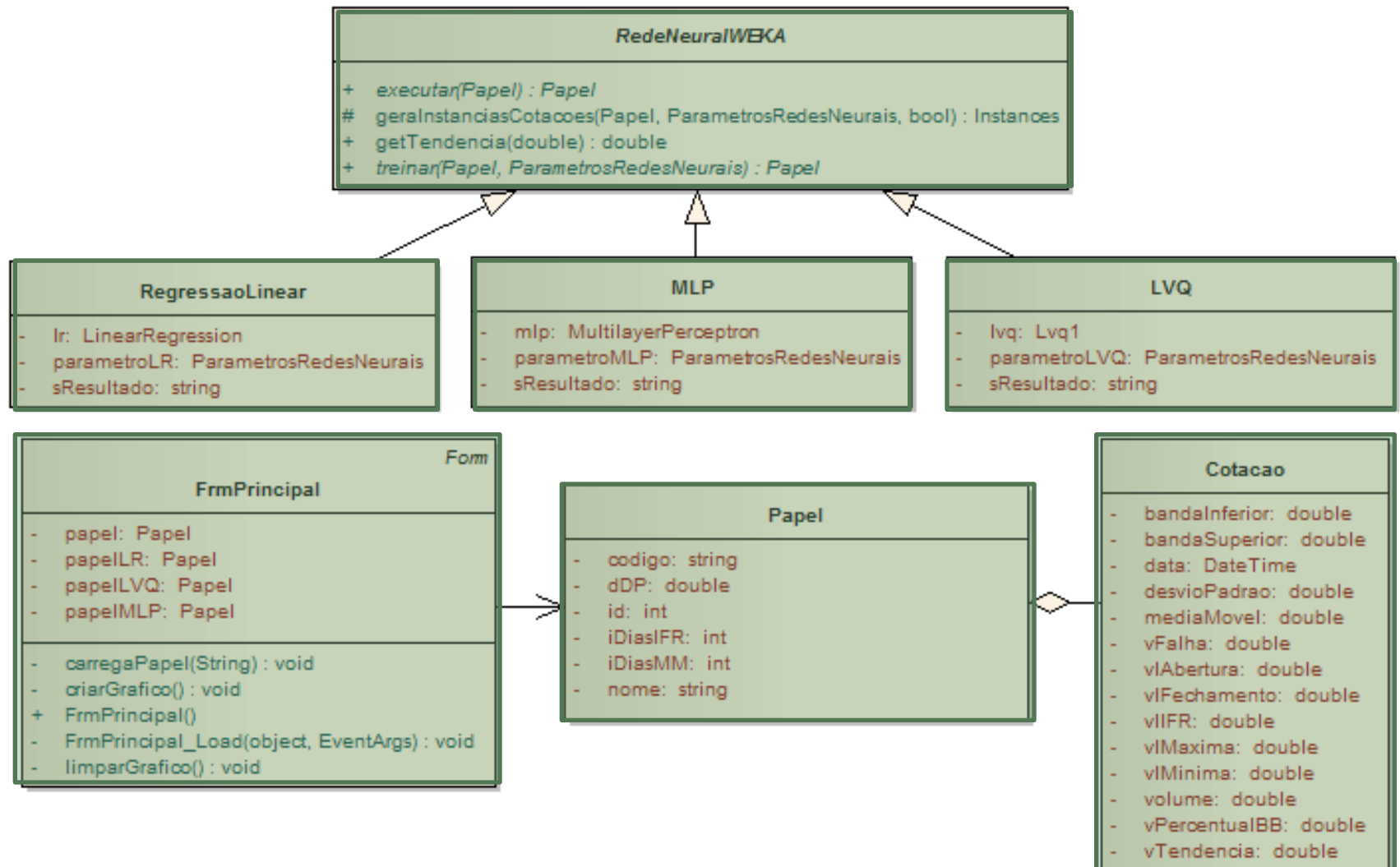


ESPECIFICAÇÃO — DIAGRAMA DE CASOS DE USO



ESPECIFICAÇÃO — DIAGRAMA DE CLASSES

class Diagramas de classe



IMPLEMENTAÇÃO

○ Técnicas e ferramentas utilizadas:

- Microsoft Visual Studio 2008



- MySQL



- WEKA



IMPLEMENTAÇÃO

- Entradas da rede:
- Parâmetros da cotação: Abertura, Fechamento, Máxima, Mínima, Volume
- Parâmetros calculados:
 - IFR

```
...  
dMediaGanhos = ((dMediaGanhos * (iDiasIFR-1)) + dGanho ) / iDiasIFR;  
dMediaPerdas = ((dMediaPerdas * (iDiasIFR-1)) + dPerda ) / iDiasIFR;  
if (dMediaPerdas == 0)  
    dIFR = 100;  
else  
    dIFR = 100 - (100/(1 + (dMediaGanhos / dMediaPerdas)));  
cotacaoAtual.VlIFR = dIFR;  
...
```



IMPLEMENTAÇÃO

- Entradas da rede:
- Parâmetros da cotação: Abertura, Fechamento, Máxima, Mínima, Volume
- Parâmetros calculados:
 - Média Móvel

```
...
foreach (KeyValuePair<DateTime, Cotacao> kvp in cotacoes)
{
    cotacaoAtual = (Cotacao)kvp.Value;
    dSomaMM += cotacaoAtual.VlFechamento;
    dSomaAoQuadrado += Math.Pow(cotacaoAtual.VlFechamento, 2);
    cotacoes[cotacaoAtual.Data].VFalha = 0;
    if ((cotacoes.IndexOfValue(cotacaoAtual)+1) >= iDiasMM)
    {
        //Media Móvel
        cotacoes[cotacaoAtual.Data].MediaMovel = dSomaMM / iDiasMM;

        KeyValuePair<DateTime, Cotacao> primeiraCotacao =
            cotacoes.ElementAt((cotacoes.IndexOfValue(cotacaoAtual)+1) - iDiasMM);
        dSomaMM -= primeiraCotacao.Value.VlFechamento;
        dSomaAoQuadrado -= Math.Pow(primeiraCotacao.Value.VlFechamento, 2);
    }
}
...
```

IMPLEMENTAÇÃO

- Entradas da rede:
- Parâmetros da cotação: Abertura, Fechamento, Máxima, Mínima, Volume
- Parâmetros calculados:
 - Desvio Padrão

```
...
foreach (KeyValuePair<DateTime, Cotacao> kvp in cotacoes)
{
    cotacaoAtual = (Cotacao)kvp.Value;
    dSomaMM += cotacaoAtual.VlFechamento;
    dSomaAoQuadrado += Math.Pow(cotacaoAtual.VlFechamento, 2);
    cotacoes[cotacaoAtual.Data].VFalha = 0;
    if ((cotacoes.IndexOfValue(cotacaoAtual)+1) >= iDiasMM)
    {
        //Desvio Padrão
        cotacoes[cotacaoAtual.Data].DesvioPadrao = Math.Sqrt((1.0 / (iDiasMM - 1)) *
            (dSomaAoQuadrado - (Math.Pow(dSomaMM, 2) / iDiasMM)));

        KeyValuePair<DateTime, Cotacao> primeiraCotacao =
            cotacoes.ElementAt((cotacoes.IndexOfValue(cotacaoAtual)+1)- iDiasMM);
        dSomaMM -= primeiraCotacao.Value.VlFechamento;
        dSomaAoQuadrado -= Math.Pow(primeiraCotacao.Value.VlFechamento, 2);
    }
}
...
```

IMPLEMENTAÇÃO

- Entradas da rede:
- Parâmetros da cotação: Abertura, Fechamento, Máxima, Mínima, Volume
- Parâmetros calculados:
 - Bandas de Bollinger

```
...
foreach (KeyValuePair<DateTime, Cotacao> kvp in cotacoes)
{
    cotacaoAtual = (Cotacao)kvp.Value;
    dSomaMM += cotacaoAtual.VlFechamento;
    dSomaAoQuadrado += Math.Pow(cotacaoAtual.VlFechamento, 2);
    cotacoes[cotacaoAtual.Data].VFalha = 0;
    if ((cotacoes.IndexOfValue(cotacaoAtual)+1) >= iDiasMM)
    {
        //Banda Superior
        cotacoes[cotacaoAtual.Data].BandaSuperior = cotacoes[cotacaoAtual.Data].MediaMovel +
            iNumDesvios * cotacoes[cotacaoAtual.Data].DesvioPadrao;

        //Banda Inferior
        cotacoes[cotacaoAtual.Data].BandaInferior = cotacoes[cotacaoAtual.Data].MediaMovel -
            iNumDesvios * cotacoes[cotacaoAtual.Data].DesvioPadrao;

        KeyValuePair<DateTime, Cotacao> primeiraCotacao =
            cotacoes.ElementAt((cotacoes.IndexOfValue(cotacaoAtual)+1)- iDiasMM);
    }
}
...
```

IMPLEMENTAÇÃO

- Entradas da rede:
- Parâmetros da cotação: Abertura, Fechamento, Máxima, Mínima, Volume
- Parâmetros calculados:
 - Percentual Bollinger

```
...
foreach (KeyValuePair<DateTime, Cotacao> kvp in cotacoes)
{
    cotacaoAtual = (Cotacao)kvp.Value;
    if ((cotacoes.IndexOfValue(cotacaoAtual)+1) >= iDiasMM)
    {
        //Percentual BB
        double vCotacao = 0;
        if( cotacoes[cotacaoAtual.Data].VlFechamento > cotacoes[cotacaoAtual.Data].MediaMovel )
            vCotacao = cotacoes[cotacaoAtual.Data].VlMaxima;
        else
            vCotacao = cotacoes[cotacaoAtual.Data].VlMinima;

        cotacoes[cotacaoAtual.Data].PercentualBB =
            (vCotacao - cotacoes[cotacaoAtual.Data].BandaInferior) /
            (cotacoes[cotacaoAtual.Data].BandaSuperior - cotacoes[cotacaoAtual.Data].BandaInferior);

        KeyValuePair<DateTime, Cotacao> primeiraCotacao =
            cotacoes.ElementAt((cotacoes.IndexOfValue(cotacaoAtual)+1)- iDiasMM);
    }
}
...
```

IMPLEMENTAÇÃO

- Entradas da rede:
- Parâmetros da cotação: Abertura, Fechamento, Máxima, Mínima, Volume
- Parâmetros calculados:
 - IFR
 - Desvio Padrão
 - Média Móvel
 - Bandas de Bollinger
 - Percentual Bollinger
- Parâmetros interpretados:
 - Falha Bollinger
 - Tendência



IMPLEMENTAÇÃO

- Tendências interpretadas pelas Bandas de Boolinger



IMPLEMENTAÇÃO

- WEKA – Universidade de Waikato (Hamilton, Nova Zelândia)
- Algoritmos utilizados:
 - *Linear Regression*
 - *Learning Vector Quantisation*
 - *Multi Layer Perceptron*
- IKVM – Bibliotecas Java em aplicações .NET

WEKA

The University of Waikato

IMPLEMENTAÇÃO - WEKA

○ LR – *Linear Regression*

- Utilizado para predição de valores
- `weka.classifiers.functions.LinearRegression`

```
...  
lr = new LinearRegression();  
lr.setAttributeSelectionMethod(new SelectedTag(2,  
    lr.getAttributeSelectionMethod().getTags()));  
lr.setEliminateColinearAttributes(false);  
// Treina a rede  
lr.buildClassifier(cotacoesTreinamento);  
...
```

WEKA

The University of Waikato

IMPLEMENTAÇÃO - WEKA

○ LVQ – *Learning Vector Quantisation*

- Utilizado para classificação de padrões
- Extensão com treinamento supervisionado dos mapas auto-organizáveis de Kohonen
- `weka.classifiers.neural.lvq.Lvq1`

```
...
lvq = new Lvq1();
lvq.setInitialisationMode(new SelectedTag(3,
    lvq.getInitialisationMode().getTags()));
lvq.setLearningFunction(new SelectedTag(1,
    lvq.getLearningFunction().getTags()));
lvq.setLearningRate(0.5);
lvq.setTotalCodebookVectors(20);
lvq.setTotalTrainingIterations(1000);
lvq.setUseVoting(true);
// Treina a rede
lvq.buildClassifier(cotacoesTreinamento);
...
```

IMPLEMENTAÇÃO - WEKA

- MLP – *Multi Layer Perceptron*
- Utilizado para classificação de padrões
- Algoritmo de aprendizagem *BackPropagation*
- `weka.classifiers.functions.MultilayerPerceptron`

```
...
mlp = new MultilayerPerceptron();
mlp.setAutoBuild(true);
mlp.setDecay(false);
mlp.setNormalizeAttributes(true);
mlp.setLearningRate(0.6);
mlp.setMomentum(0.23);
mlp.setTrainingTime(2000);
mlp.setHiddenLayers("i");

// Treina a rede
mlp.buildClassifier(cotacoesTreinamento);
...
```

OPERACIONALIDADE — HISTÓRICO DE COTAÇÕES

Data	Abertura	Fechamento	Máxima	Mínima	Volume
02/01/1998	1,03	1,06	1,07	1,03	4462301
05/01/1998	1,05	1,06	1,06	1,04	4343590
06/01/1998	1,05	1,01	1,05	1,01	15216649
07/01/1998	1,01	0,96	1,01	0,94	11996223
08/01/1998	0,94	0,96	0,96	0,93	7376507
09/01/1998	0,92	0,90	0,93	0,89	7636235
12/01/1998	0,85	0,93	0,93	0,83	12800489
13/01/1998	0,94	0,94	0,96	0,93	6095142
14/01/1998	0,97	0,94	0,97	0,93	11315961
15/01/1998	0,94	0,93	0,94	0,92	1676554
16/01/1998	0,94	0,96	0,97	0,94	4166210
19/01/1998	0,98	1,01	1,01	0,97	2084681
20/01/1998	1,01	0,99	1,03	0,99	2791625
21/01/1998	0,98	0,97	1,00	0,97	6069248
22/01/1998	0,95	0,99	1,00	0,95	3012666
23/01/1998	0,99	0,95	0,99	0,95	3456839
26/01/1998	0,94	0,90	0,98	0,94	6816730


OPERACIONALIDADE - CADASTRO

PROTÓTIPO PARA PREVISÃO DO MERCADO DE AÇÕES UTILIZAN... — □ X

Análises **Inserir papéis**

Código: ←

Nome: ←

Arquivo:  ←

Configurações

Período IFR: dias ←

Período Média Móvel: dias ←

Desvio Padrão: ←

←

OPERACIONALIDADE - ANÁLISES



OPERACIONALIDADE - PREVISÕES

PROTÓTIPO PARA PREVISÃO DO MERCADO DE AÇÕES UTILIZANDO BANDAS DE BOLLINGER

Análises

Papel
Código:

Período
Inicial: Final:

Tendência

Gráfico

Bandas de Bollinger Real Learning Vector Quantisation (LVQ)
 Média Móvel Linear Regression (LR) Multi Layer Perceptron (MLP)

Vale do Rio Doce - VALE5 - Tendência

Preço

Data

Real MLP LR LVQ

Resultados

Modo execução:
Período treinamento: 01/01/2008 à 31/12/2009

Classe: Tendência
Número de instâncias: 19
Atributos: Tendência, Valor Abertura, Valor Fechamento, Máxima, Mínima, Volume, Banda Inferior, Banda Superior, Média Móvel, IFR, Percentual Bollinger, Falha Bollinger
Papel: Vale do Rio Doce (VALE5)
Período: 04/01/2010 à 29/01/2010

Linear Regression (LR)

Parâmetros:
Attribute Selection Method: 2
Eliminate Colinear Attributes: False
Learning Rate: 1E-08

Classificação:
Instancias Corretas: 9 (47,37%)
Instancias Incorretas: 10 (52,63%)

Learning Vector Quantisation (LVQ)

Parâmetros:
Initialisation Mode: 3
Learning Function: 1
Learning Rate: 0,5
Total Codebook Vectors: 20
Total Training Iterations: 1000
Use Voting: True

Classificação:
Instancias Corretas: 10 (52,63%)
Instancias Incorretas: 9 (47,37%)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desempenho da ação da Petrobras testada no período de 1998 a 2010

Treinamento	Teste	Cotações	LR	LVQ	MLP
01/1998 à 12/2009	01/1998 à 12/2009	2949	10,99%	54,36%	9,46%
	01/2009 à 12/2009	246	19,92%	61,79%	4,88%
	01/2009 à 08/2010	411	16,30%	49,64%	9,73%
	01/2010 à 08/2010	165	10,91%	31,52%	16,97%
	06/2010 à 08/2010	64	9,38%	39,06%	10,94%
01/2004 à 12/2009	01/2004 à 12/2009	1484	17,72%	57,21%	8,49%
	01/2009 à 12/2009	246	19,11%	61,79%	9,35%
	01/2009 à 08/2010	411	16,55%	49,64%	11,92%
	01/2010 à 08/2010	165	12,73%	31,52%	15,76%
	06/2010 à 08/2010	64	12,50%	39,06%	21,88%
01/2004 à 12/2007	01/2004 à 12/2007	989	22,45%	59,15%	7,79%
	01/2007 à 12/2008	494	22,06%	52,63%	5,26%
	01/2008 à 12/2008	249	17,27%	44,18%	4,42%
	01/2009 à 12/2009	246	30,49%	61,79%	6,10%
	01/2010 à 08/2010	165	21,82%	32,12%	11,52%
01/2007 à 12/2009	01/2007 à 12/2009	740	22,30%	55,95%	20,41%
	01/2009 à 12/2009	246	17,89%	62,20%	13,82%
	01/2009 à 08/2010	411	15,33%	50,12%	13,38%
	01/2010 à 08/2010	165	11,52%	32,12%	12,73%
	06/2010 à 08/2010	64	7,81%	39,06%	12,50%

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desempenho da ação da Vale do Rio Doce testada no período de 1998 a 2010

Treinamento	Teste	Cotações	LR	LVQ	MLP
01/1998 à 12/2009	01/1998 à 12/2009	2949	12,58%	54,15%	7,49%
	01/2009 à 12/2009	246	12,20%	58,94%	6,91%
	01/2009 à 08/2010	411	12,41%	57,91%	7,79%
	01/2010 à 08/2010	165	12,73%	58,18%	9,09%
	06/2010 à 08/2010	64	7,81%	53,13%	9,38%
01/2004 à 12/2009	01/2004 à 12/2009	1484	16,24%	54,72%	8,56%
	01/2009 à 12/2009	246	12,60%	56,91%	4,88%
	01/2009 à 08/2010	411	12,41%	59,37%	7,54%
	01/2010 à 08/2010	165	12,12%	62,42%	11,52%
	06/2010 à 08/2010	64	4,69%	59,38%	7,81%
01/2004 à 12/2007	01/2004 à 12/2007	989	16,99%	59,35%	56,83%
	01/2007 à 12/2008	494	12,35%	53,44%	33,60%
	01/2008 à 12/2008	249	11,65%	47,39%	17,27%
	01/2009 à 12/2009	246	12,60%	51,22%	49,19%
	01/2010 à 08/2010	165	9,70%	58,79%	26,06%
01/2007 à 12/2009	01/2007 à 12/2009	740	15,95%	50,14%	11,76%
	01/2009 à 12/2009	246	11,79%	53,25%	13,01%
	01/2009 à 08/2010	411	11,44%	56,69%	10,46%
	01/2010 à 08/2010	165	10,91%	55,76%	6,67%
	06/2010 à 08/2010	64	7,81%	45,31%	10,94%

RESULTADOS E DISCUSSÃO

○ Petrobras

- *Linear Regression*: 16,75%
- *Learning Vector Quantisation*: 48,25%
- *Multi Layer Perceptron*: 11,37%

○ Vale do Rio Doce

- *Linear Regression*: 11,85%
- *Learning Vector Quantisation*: 55,32%
- *Multi Layer Perceptron*: 15,84%



CONCLUSÃO

- Requisitos cumpridos e objetivo alcançado
- Utilização da WEKA proporcionou resultados com maior clareza e confiabilidade
- Algoritmo LVQ obteve acertos superiores a 50% nas previsões
- Protótipo pioneiro nas previsões de tendências
- Utilização viável do protótipo como ferramenta para filtrar e eliminar padrões que afetam as decisões na bolsa de valores



EXTENSÕES

- Utilizar outras técnicas na área de inteligência artificial
- Melhorar a forma de apresentação dos resultados
- Utilizar outros indicadores em conjunto com as Bandas de Bollinger
- Implementar métodos para salvar e acompanhar os estudos

