

# **Protótipo para Trading Automatizado Utilizando Redes Neurais Artificiais**

Aluno: Rafael Bertoldi Rossi

Orientadora: Dra. Andreza Sartori

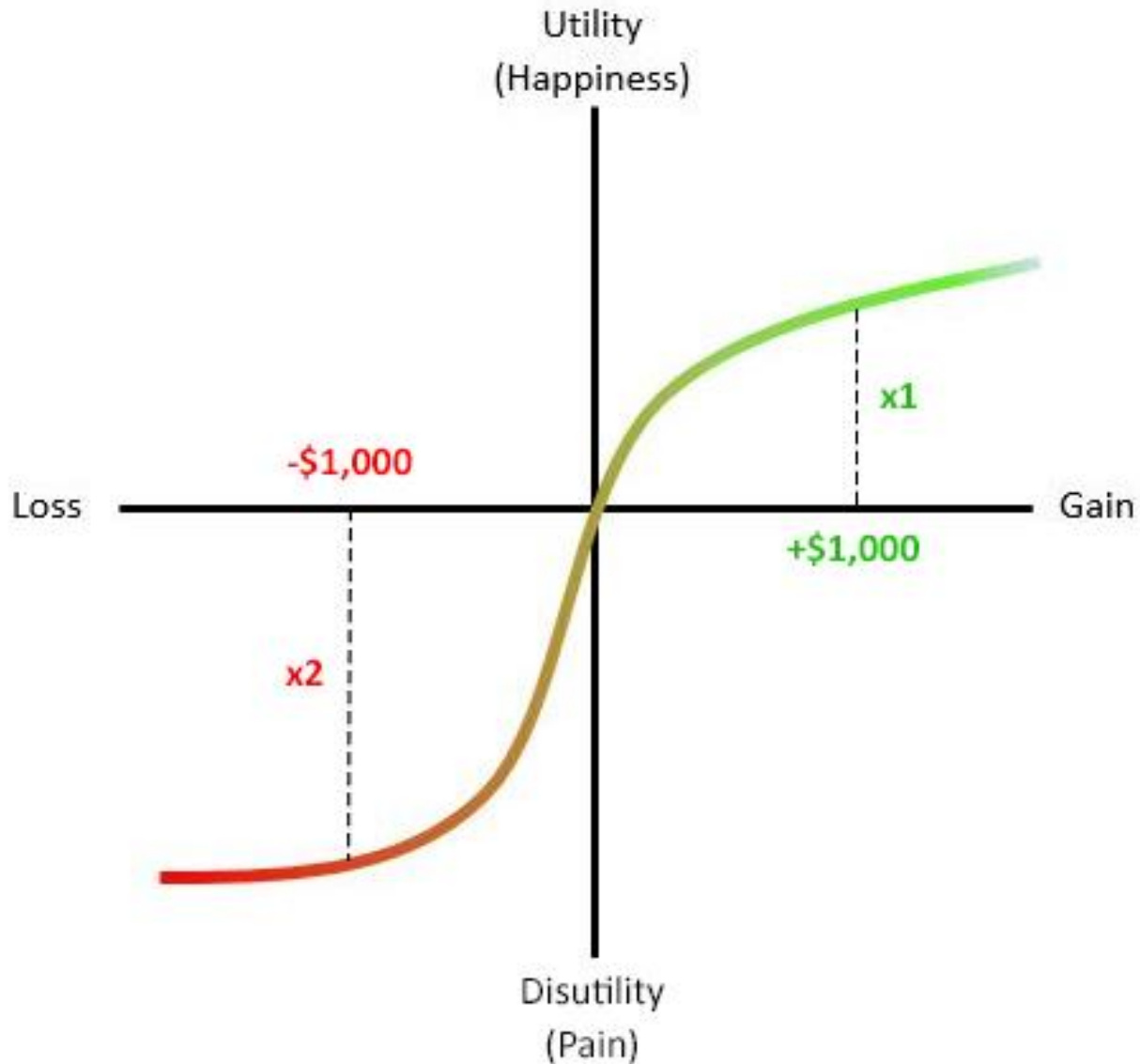
# Roteiro

- Introdução
- Objetivos
- Fundamentação teórica
- Trabalhos Correlatos
- Requisitos
- Especificação
- Implementação
- Análise de Resultados
- Conclusões e Sugestões

# Introdução

- 40% dos *day-traders* desistem no seu primeiro mês de operação
- 80% desistem nos primeiros 2 anos
- A maioria acumula perdas
- Teoria da Perspectiva: uma perda tem um impacto emocional muito maior do que um ganho financeiramente equivalente

# Introdução



# Objetivo Geral

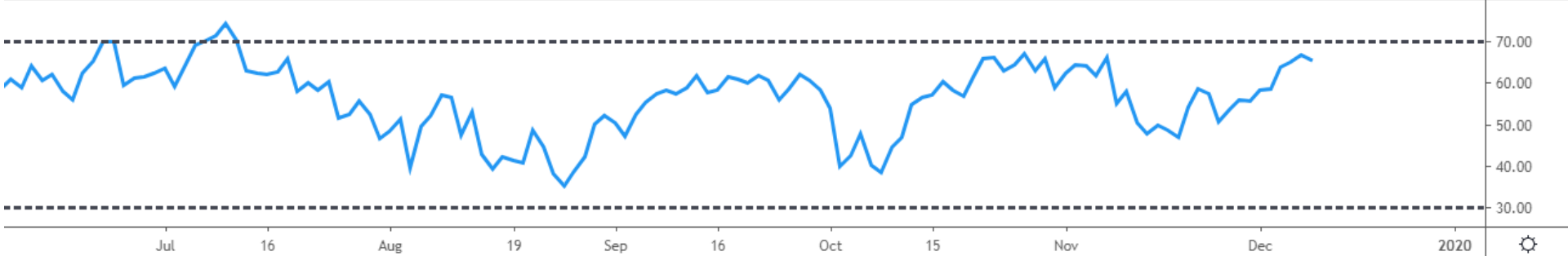
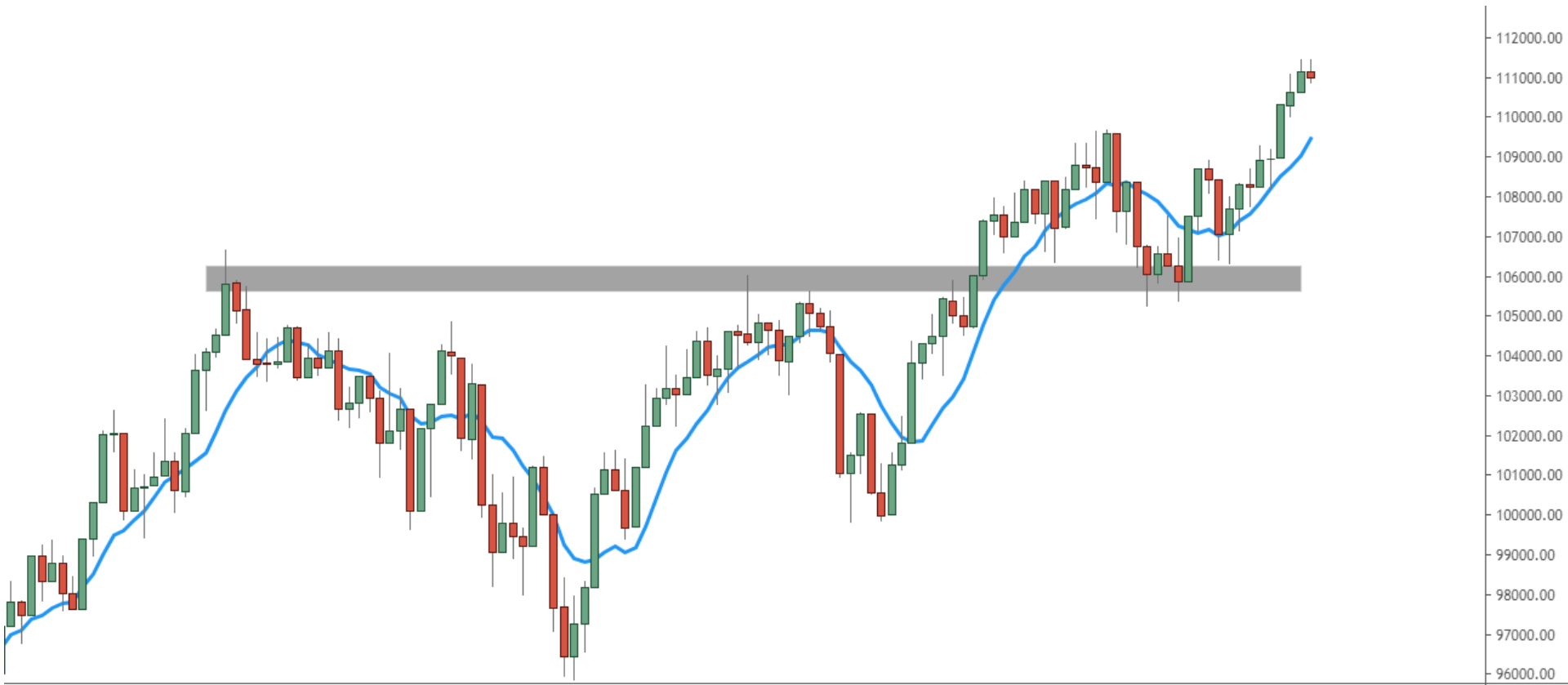
- Implementar uma ferramenta que possibilite realizar a previsão das ações, utilizando técnicas de Redes Neurais Artificiais

# Objetivos Específicos

- Desenvolver um protótipo para prever os próximos movimentos das ações utilizando Long Short-Term Memory
- Realizar análise estatística a fim de avaliar a acurácia para validar o desempenho do modelo preditivo
- Disponibilizar as previsões para o usuário por meio de uma página web com cotações e análises atualizadas em tempo real

# Fundamentação Teórica

- Trading: estilo de investimento que busca obter retornos acima do tradicional *buy-and-hold*
  - *Position trading*
  - *Swing trading*
  - *Day trading*
  - *Scalping*



Jul

16

Aug

19

Sep

16

Oct

15

Nov

Dec

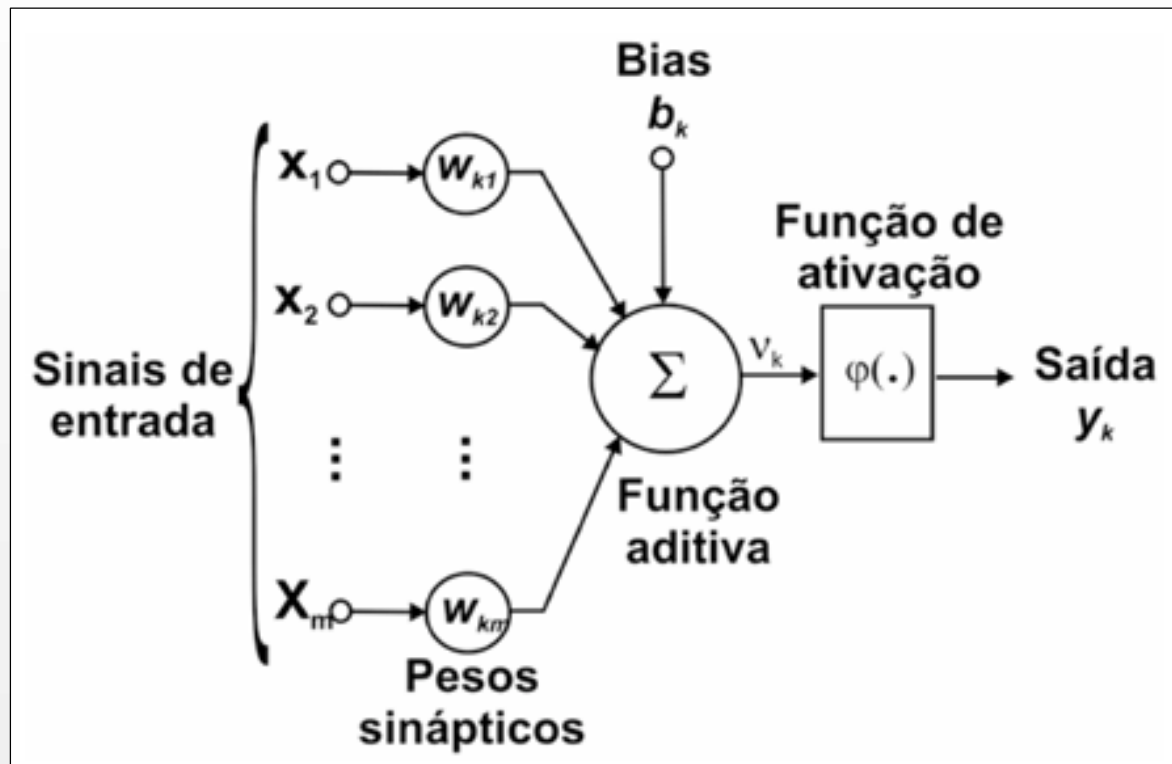
2020





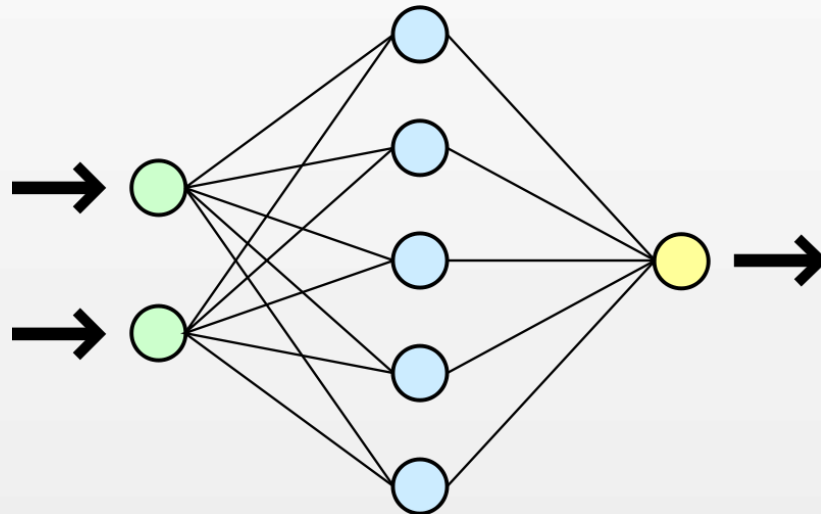
# Fundamentação Teórica

- Redes Neurais Artificiais
  - McCulloch e Pitts (1943): primeiro neurônio artificial



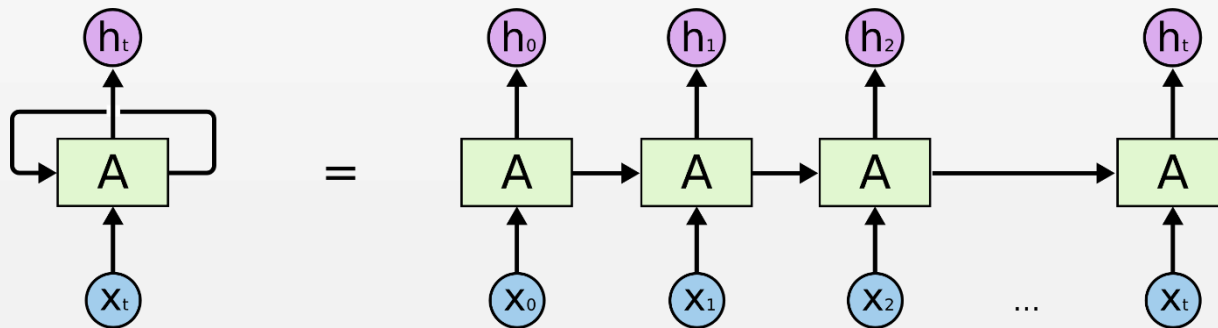
# Fundamentação Teórica

- Redes Neurais Artificiais
  - RNAs são compostas por neurônios conectados por *links* direcionais para propagar a ativação
  - Pesos são associados aos *links* para determinar a força e o sinal da conexão
  - Função ativação para a aplicação de um limiar



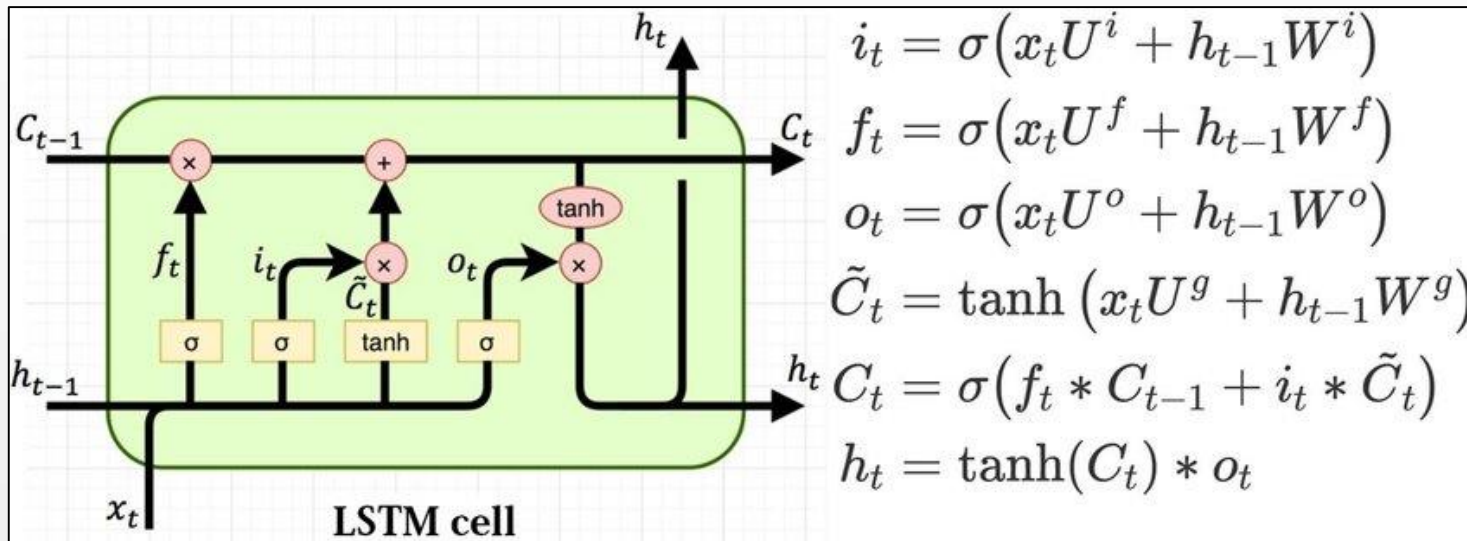
# Fundamentação Teórica

- Redes Neurais Recorrentes
  - Hopfield (1982): conexões bidirecionais
  - Dependência das entradas anteriores
  - Pesos simétricos
  - Memória associativa



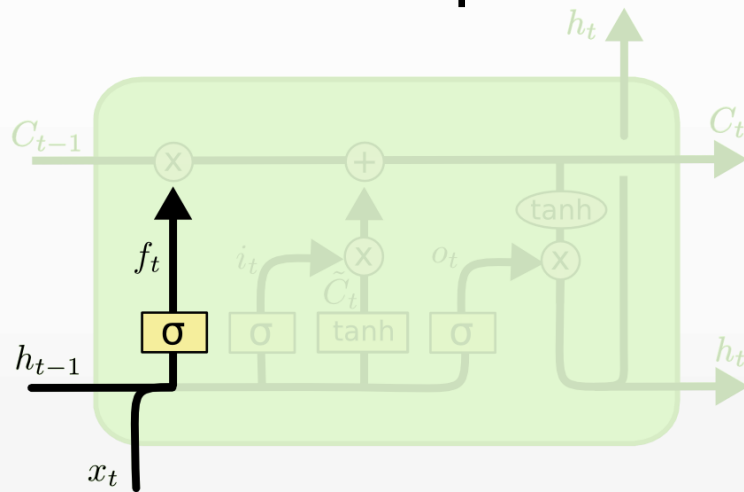
# Fundamentação Teórica

- Long Short-Term Memory
  - Hochreiter e Schmidhuber (1997)
  - Performance superior
  - Séries temporais
  - Redução do problema de *vanish gradient*



# Fundamentação Teórica

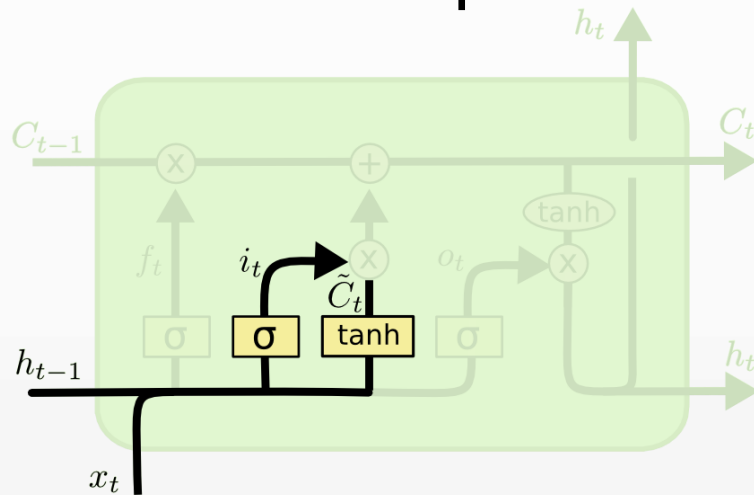
- Long Short-Term Memory
  - Decidir o que será apagado



$$f_t = \sigma (W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f)$$

# Fundamentação Teórica

- Long Short-Term Memory
  - Decidir o que será armazenado

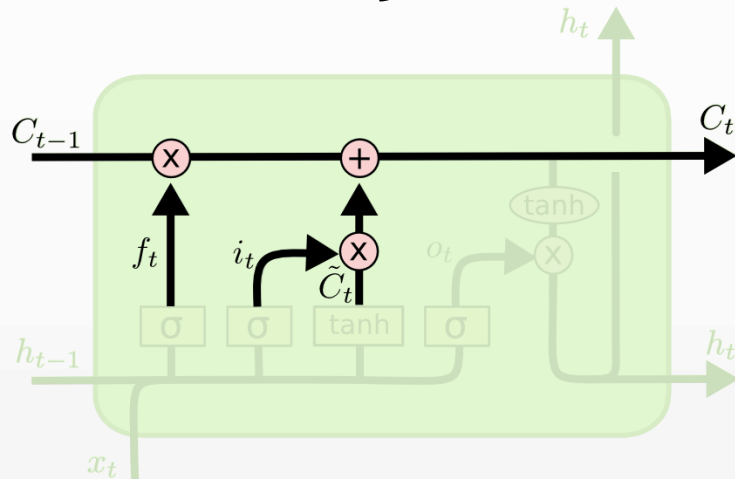


$$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i)$$

$$\tilde{C}_t = \tanh(W_C \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_C)$$

# Fundamentação Teórica

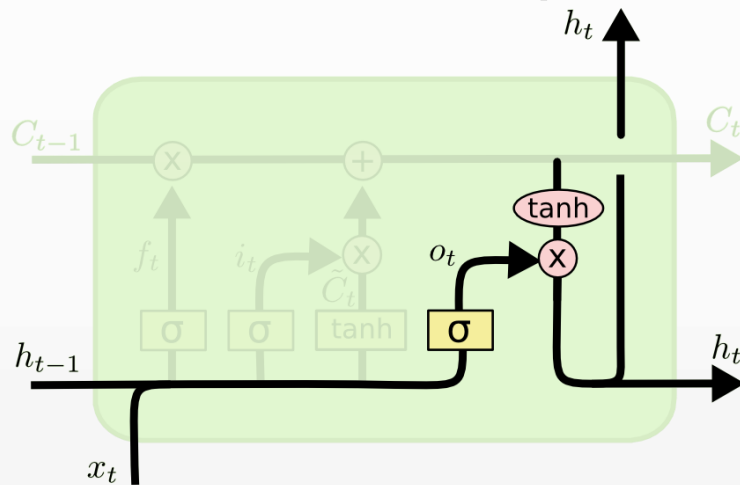
- Long Short-Term Memory
  - Atualização do estado antigo



$$C_t = f_t * C_{t-1} + i_t * \tilde{C}_t$$

# Fundamentação Teórica

- Long Short-Term Memory
  - Retorno das partes necessárias



$$o_t = \sigma(W_o [h_{t-1}, x_t] + b_o)$$

$$h_t = o_t * \tanh(C_t)$$



# Trabalhos Correlatos

- Bao, Yue e Rao (2017)
  - Operações de compra e venda
  - Wavelet Transforms: diminuição do ruído
  - Autoencoders: extração de características
  - Long Short-Term Memory
  - CSI 300, Nifty 50, Hang Seng, Nikkei 225, S&P500 e DJIA

# Trabalhos Correlatos

- Chen G., Chen Y. e Fushimi (2017)
  - Previsão para a ação Intel Corporation
  - Long Short-Term Memory
  - Período analisado: 7 anos e 6 meses

# Trabalhos Correlatos

- M'ng e Mehralizadeh (2016)
  - Previsões e identificação da melhor entrada
  - Wavelet Transforms: diminuição do ruído
  - Principal Component Analysis: extração de características
  - Redes Neurais Artificiais
  - Hang Seng, Nikkei 225, MSCI, Kospi 20 e Taiex

# Trabalhos Correlatos

	<b>Bao, Yue e Rao (2017)</b>	<b>M'ng e Mehralizadeh (2016)</b>	<b>Chen, Chen e Fushimi (2017)</b>
<b>Mnemônica</b>	WSAEs-LSTM	WPCA-NN	LSTM
<b>LSTM</b>	Sim	Não	Sim
<b>Autoencoder</b>	Stacked Autoencoder	Não	Não
<b>Wavelet</b>	Wavelet Transforms	Wavelet PCA	Não
<b>Ativos analisados</b>	6	5	1
<b>Período analisado</b>	6 anos	9 anos	7 anos e 6m.

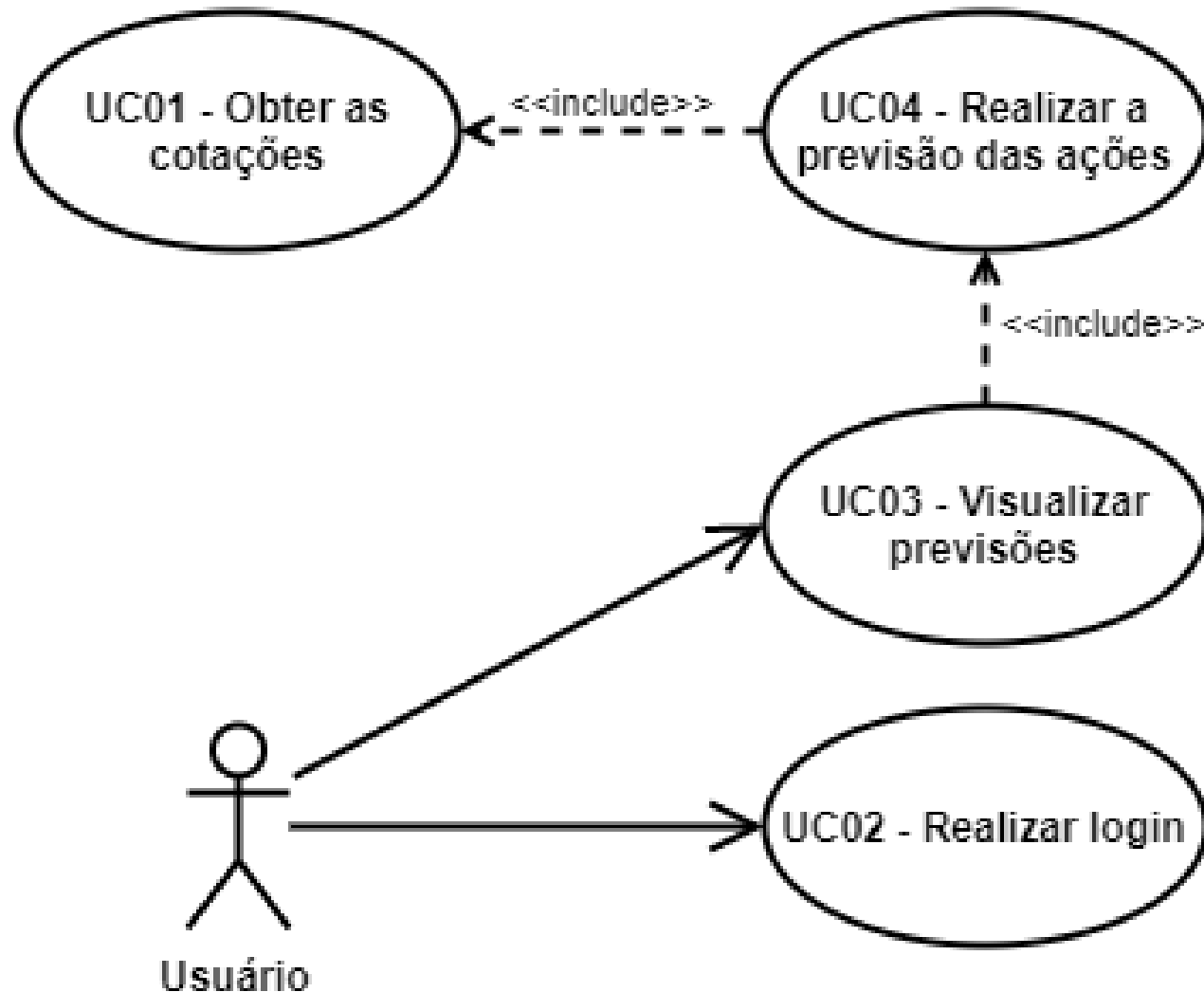
# Requisitos Funcionais

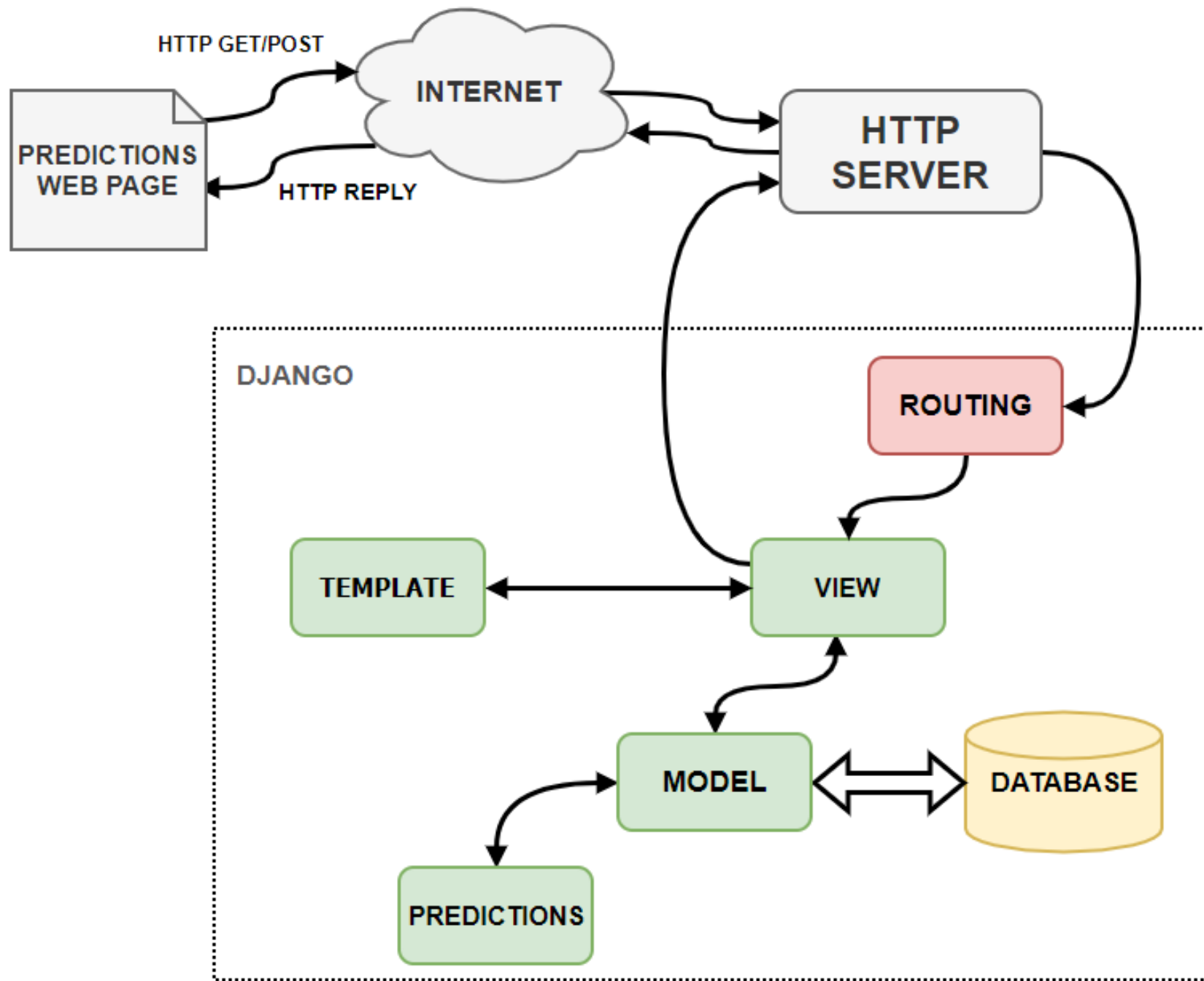
- Obter as cotações atuais e históricas das ações
- Manter o cadastro de usuários do sistema
- Possuir um módulo para acompanhamento das previsões
- Realizar a previsão das ações para os próximos dias

# Requisitos Não Funcionais

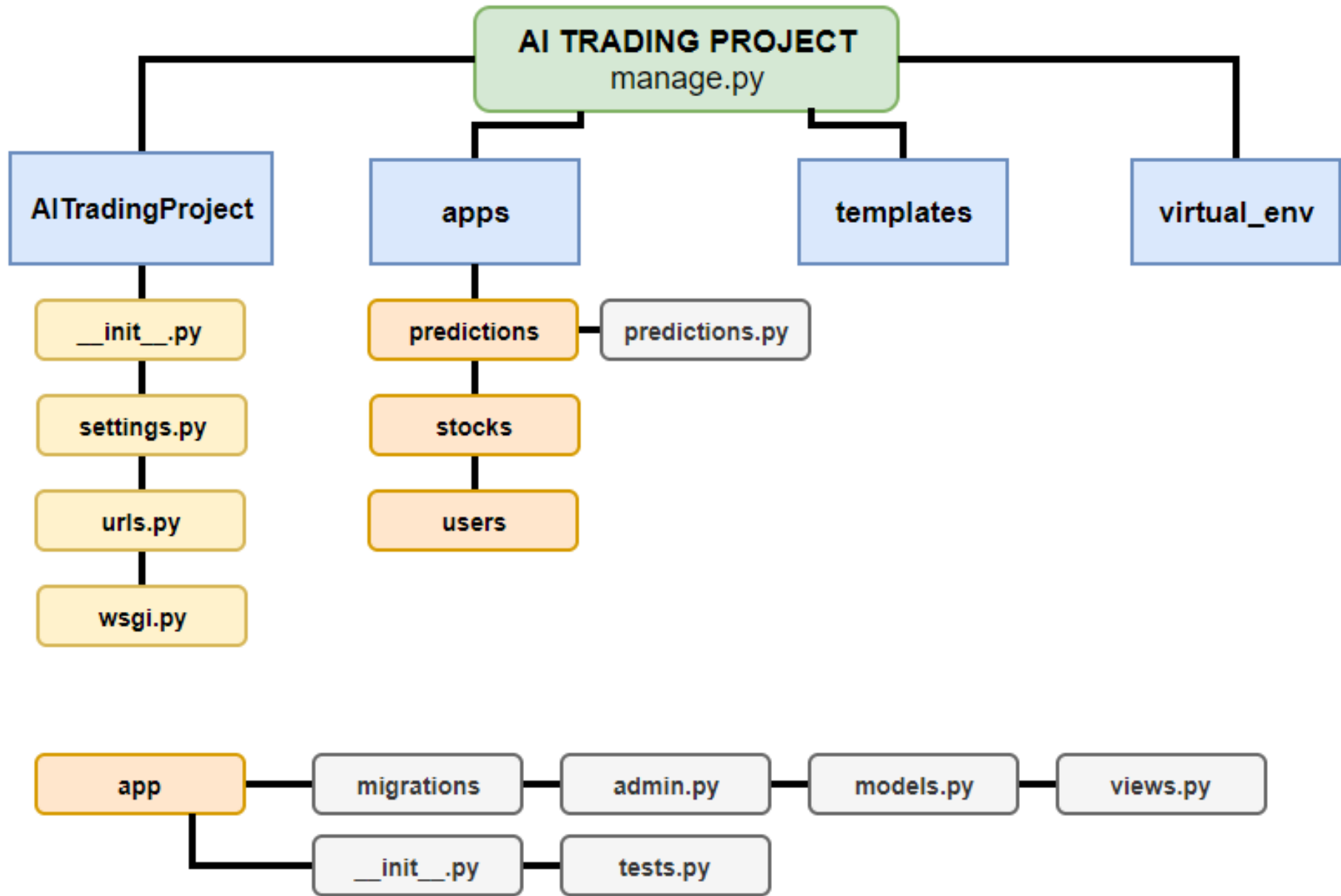
- Utilizar um modelo preditivo baseado em técnicas de Redes Neurais Artificiais
- Ser implementado na linguagem Python no ambiente de desenvolvimento PyCharm
- Utilizar o framework Django para desenvolver a aplicação web

# Especificação









# Análise dos Resultados

- 5 ações: RADL3, VALE3, BBDC4, PETR4, WEGE3
- Treinamento da LSTM: 01/01/2015 a 16/09/2019
- Testes: 16/09/2019 a 12/11/2019
- 50 previsões realizadas
- Entrada: 50 dias
- Previsão: 5 dias

# Análise dos Resultados

Cálculo de erro durante o treinamento (em R\$)

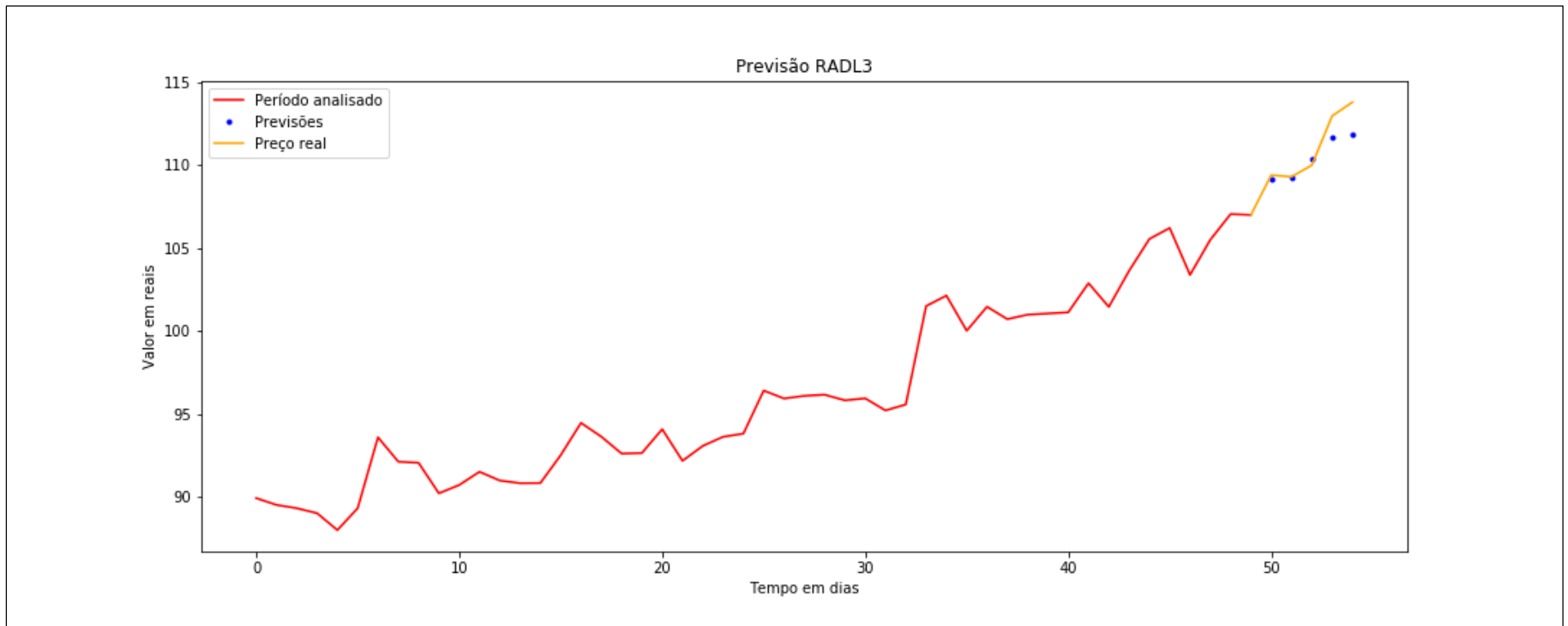
	RADL3	VALE3	BBDC4	PETR4	WEGE3
MSE	0,00046	0,00077	0,00083	0,00085	<b>0,00035</b>
MAE	0,01600	0,01970	0,02150	0,02020	<b>0,01350</b>

## Cálculo do Valor-P

RADL3	1,1646E-28
VALE3	1,9498E-05
BBDC4	5,3644E-06
PETR4	4,7789E-15
WEGE3	3,1948E-29

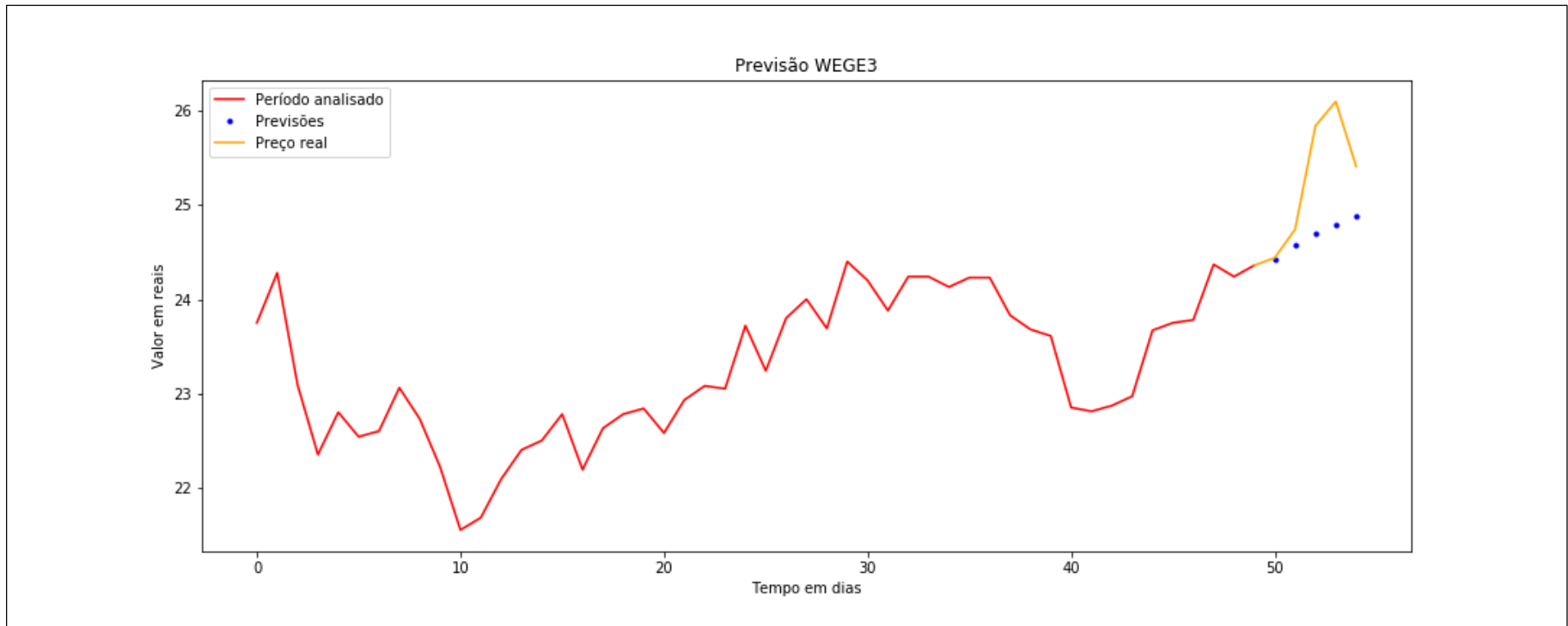
# Análise dos Resultados

Previsão para RADL3 entre 28/10/2019 e 01/11/2019



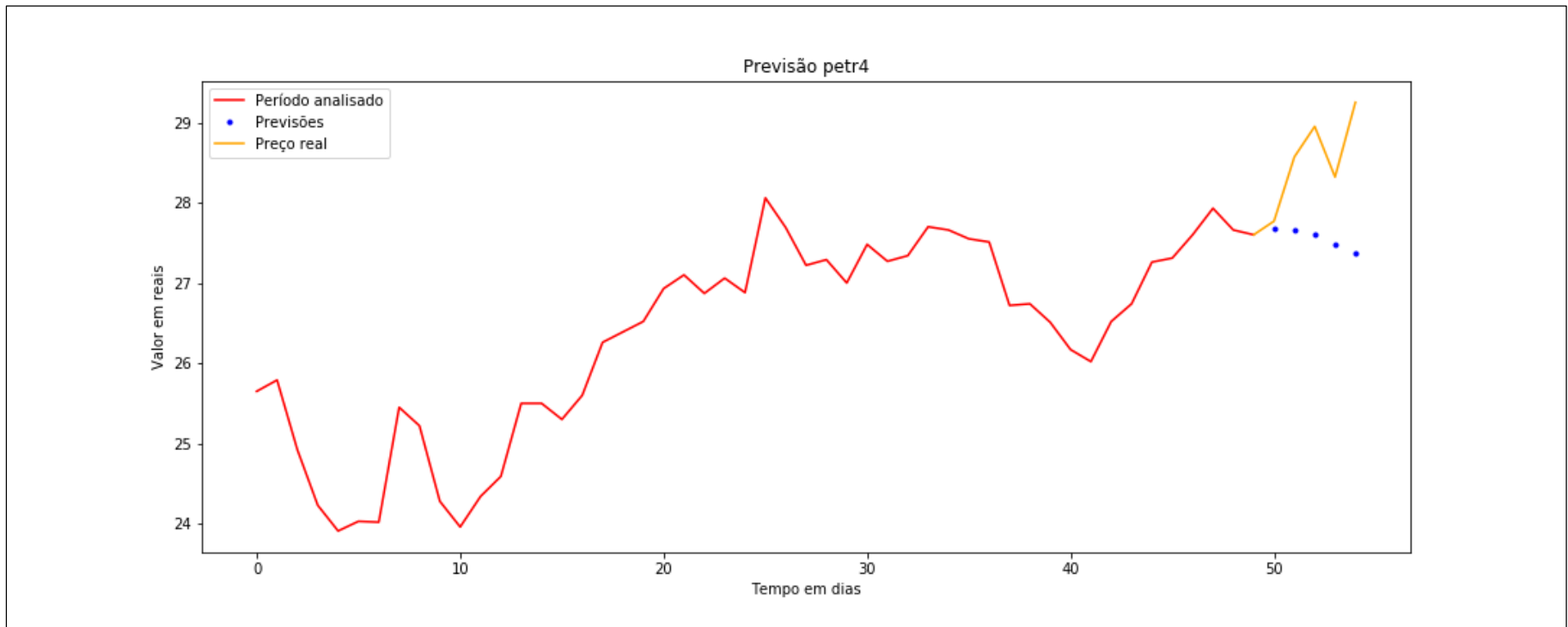
# Análise dos Resultados

Previsão para WEG entre 21/10/2019 e 25/10/2019



# Análise dos Resultados

Previsão para Petrobras entre 21/10/2019 e 25/10/2019



# Análise dos Resultados

## Taxa de acerto das movimentações

Ação	Taxa de acerto
RADL3	70%
VALE3	30%
BBDC4	40%
PETR4	60%
WEGE3	70%

# Conclusões

- Resultados consistentes
  - Valor-P menor que 0,05
  - Acurácia de 70%
- Visão abrangente: previsão dos próximos dias
- Alteração na estrutura da LSTM
  - Redução do custo computacional
  - Diminuição da acurácia
- Envio das ordens
  - Complexidade técnica
  - Inviabilidade financeira (API R\$599,00 mensal)
- Interface WEB
  - Página de *login*
  - Página para previsões
- Cotação com 15 minutos de *delay*



# Sugestões

- Incremento de *inputs* para a LSTM:
  - IFR, MACD, médias móveis, volume, etc.
- Implementação do *broker*:
  - roteamento de ordens
  - gerenciamento de posição
  - controle de risco
- Dar continuidade ao desenvolvimento da plataforma WEB