Sistema de Previsão de Tráfego em Enlaces de Rede Utilizando Séries Temporais

Evandro Luiz Cardoso Macedo
Luís Felipe Magalhães de Moraes
Laboratório de Redes de Alta Velocidade – RAVEL/COPPE

GTER 39 | GTS 25

Laboratório Ravel

- **Coordenação**
  - Professor Luís Felipe M. de Moraes

- **Projetos em andamento**
  - IPTraf
  - Sistema de Previsão de Tráfego
  - Sistema de Alarme de Anomalias
  - Solução de Identidade Segura
  - Modelagem de Redes

Acesse: http://www.ravel.ufrj.br

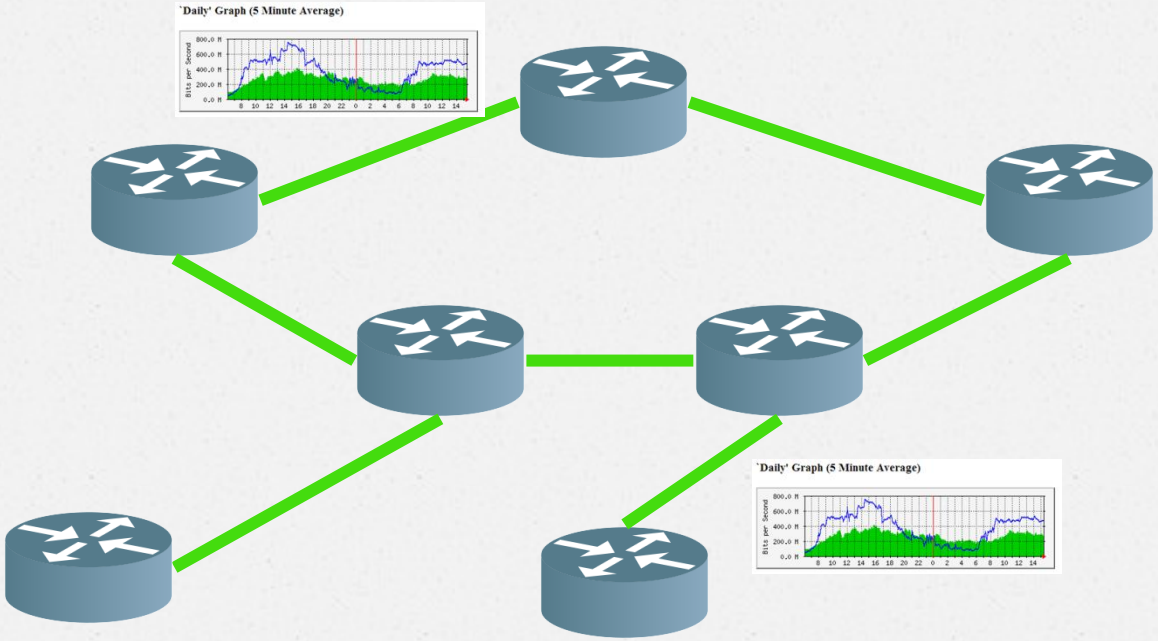
Sumário

- Introdução e Contextualização
- A metodologia empregada
- A previsão
- Testes
- Conclusão

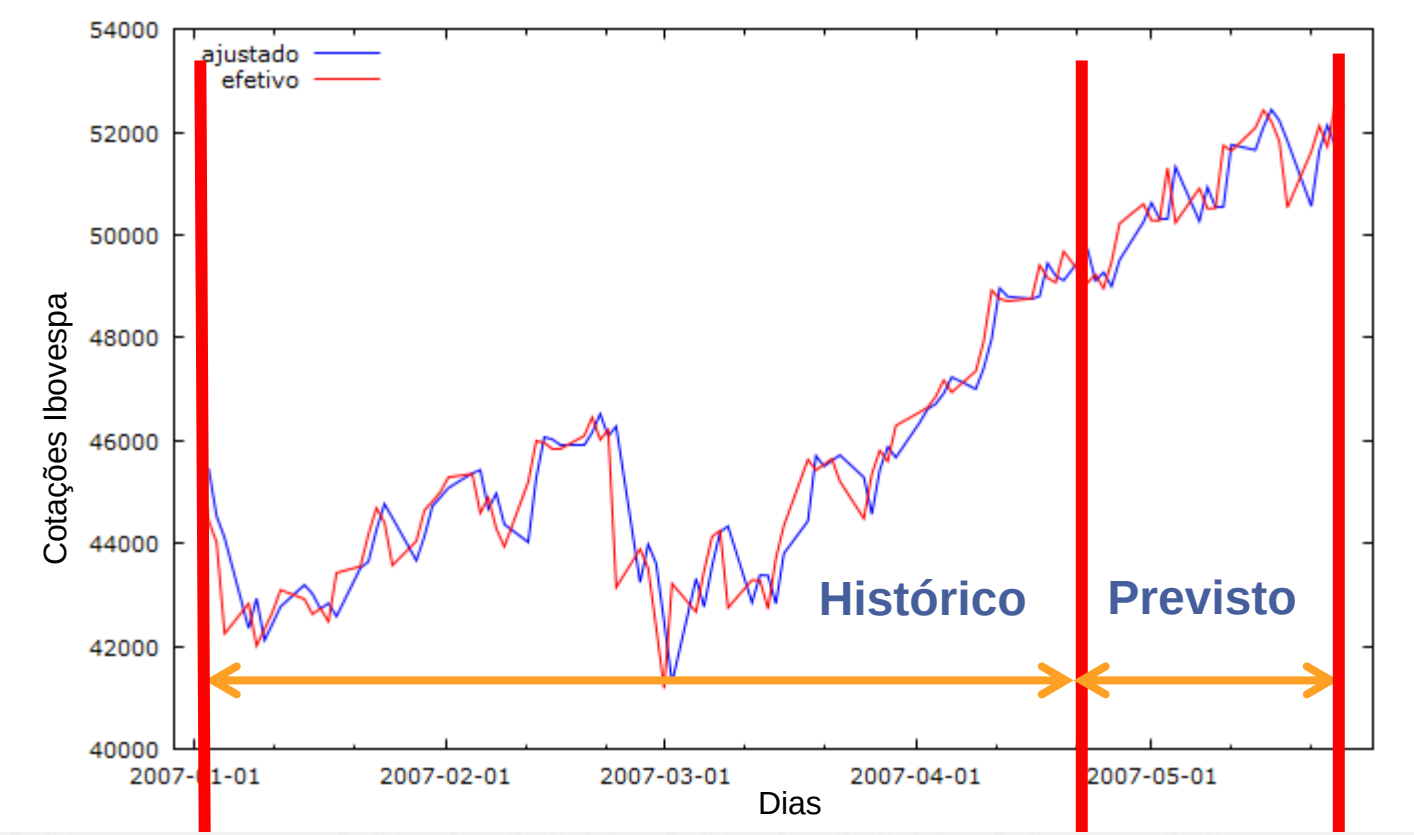
Introdução

Introdução

- **Considere uma rede de um provedor de acesso**
  - Enlaces críticos
  - Desafio → Previsão de tráfego em enlaces de redes



Série Temporal



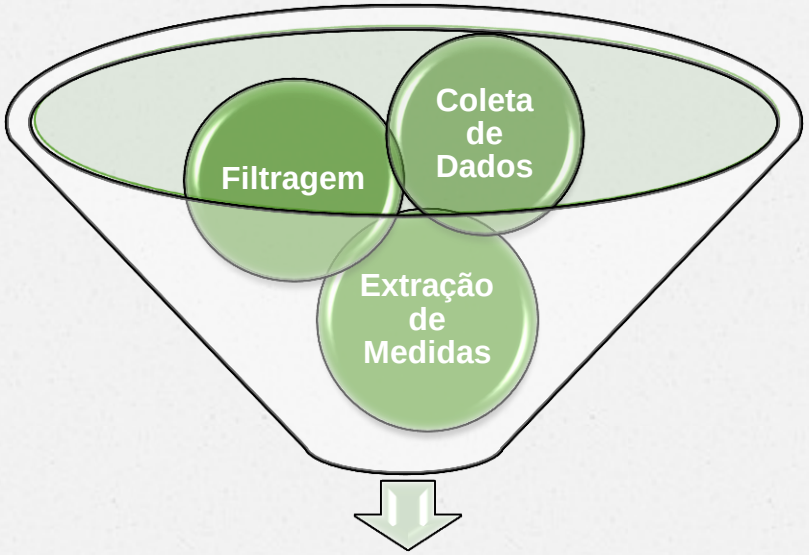
t - h t t +Δt

Séries Temporais

- Estacionariedade
  - Em sentido amplo, ou seja, média e variância constantes
- Tendência
  - Crescente ou decrescente
- Sazonalidade
  - Padrões de comportamento periódicos
- Autossimilaridade
  - Semelhança em diferentes escalas de tempo – (fractal)

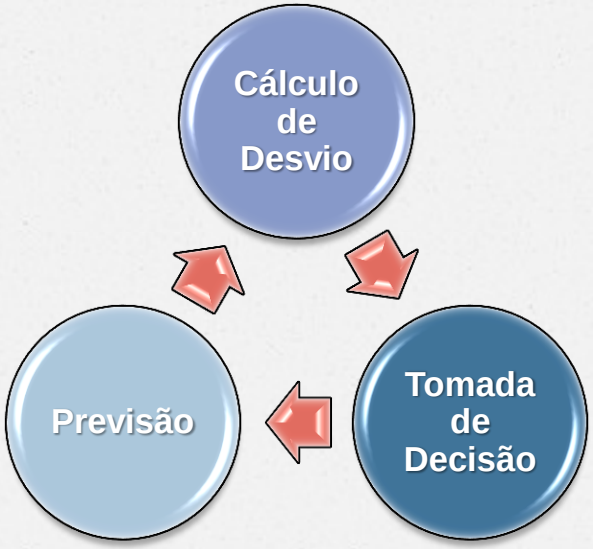
Metodologia

Metodologia



Análise Estatística e Escolha de Modelos

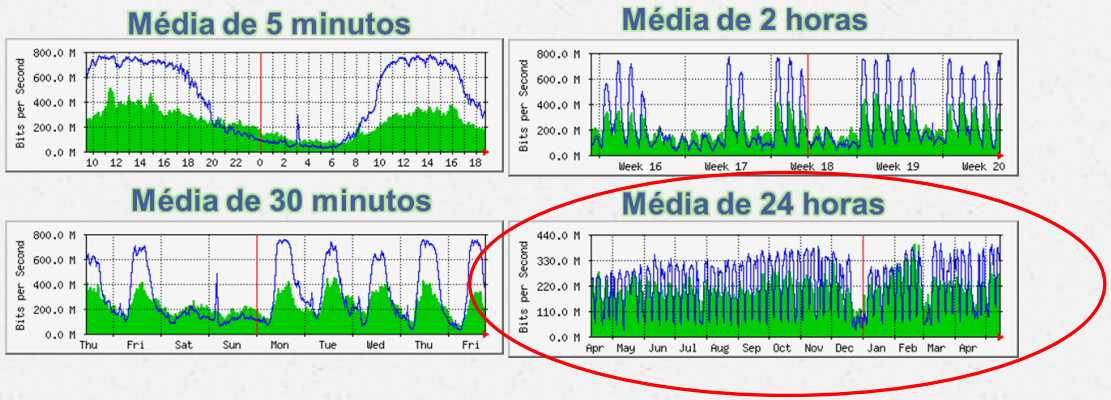
- Caracterização dos dados
- Ajuste de Distribuição
- Modelo de Previsão



Baseada em Box-Jenkins

Coleta de Dados

- SNMP através do MRTG
- Variável observada
  - Quantidade média de *bytes* passando pela interface
- Medidas com várias granularidades
  - 5 minutos, 30 minutos, 2 horas, 1 dia



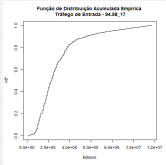
Filtragem e Extração de Medidas

- Interpretação dos *logs* feito em Java
- Descarte de interfaces
  - não monitoradas
  - sem dados suficientes
- *Scripts* feitos em R para de geração dos gráficos

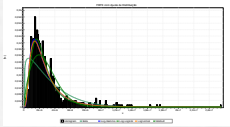
```
1390908304 1516669 4630657 1516669 4630657
1390908300 1522299 4626359 2361302 4630657
1390908000 2355695 3994803 2361302 4643085
1390907700 1943116 4641406 2169414 4643085
1390907400 2162940 4457637 2169414 4475220
1390907100 1198317 1837806 1198317 1837806
1390906800 1198317 1837806 1198317 1837806
1390906500 1198730 1843124 1260349 2635506
```

```
3 1280375 21/11/2013-22:00
4 1468596 20/11/2013-22:00
5 2067002 19/11/2013-22:00
6 1903565 18/11/2013-22:00
7 1314331 17/11/2013-22:00
8 1603528 16/11/2013-22:00
```

Caracterização dos dados

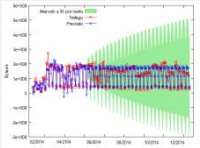


Ajuste de Distribuição

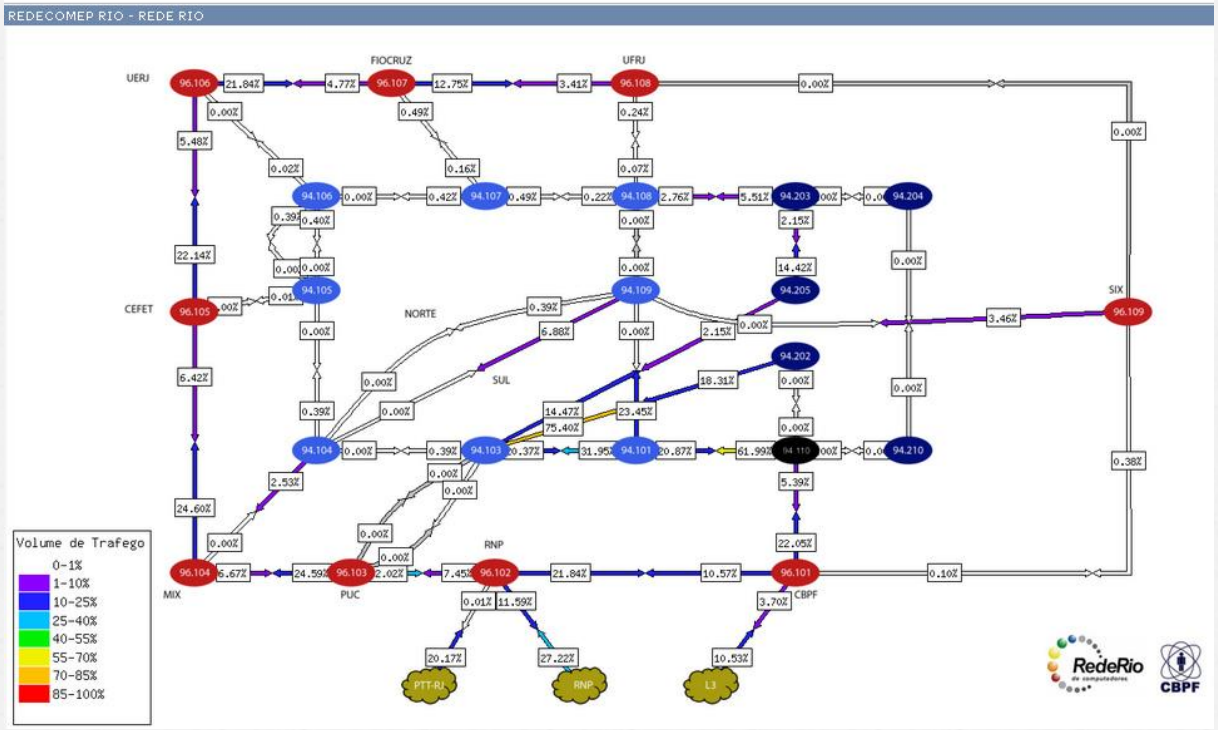


Análise Estatística e Escolha de Modelos

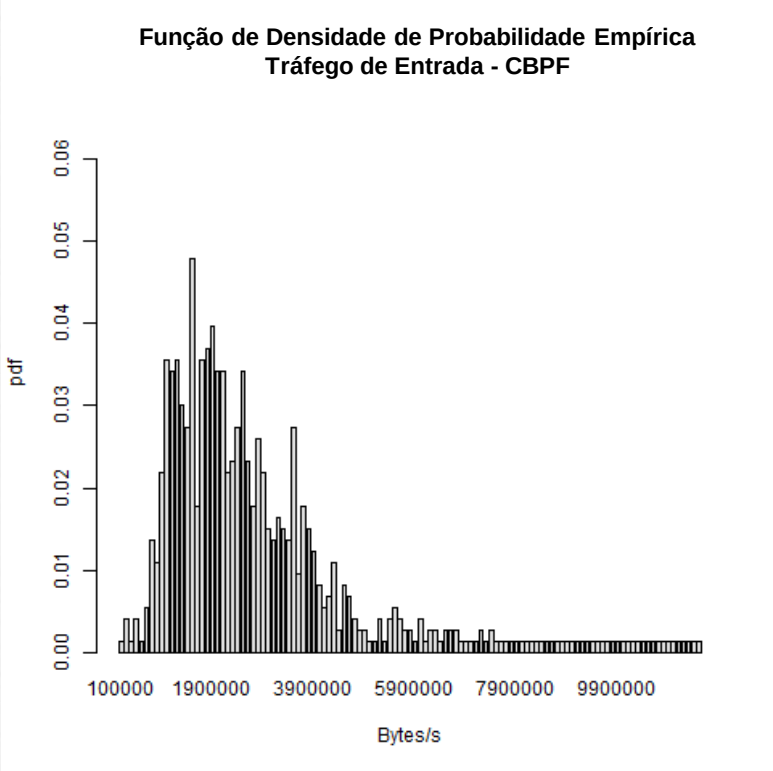
Modelo de Previsão

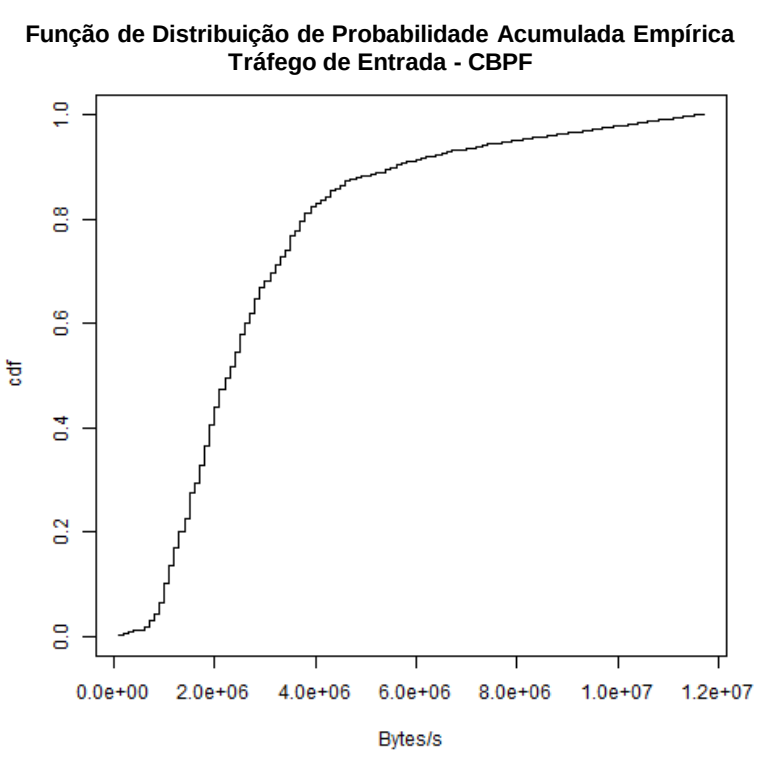


Estudo de Caso

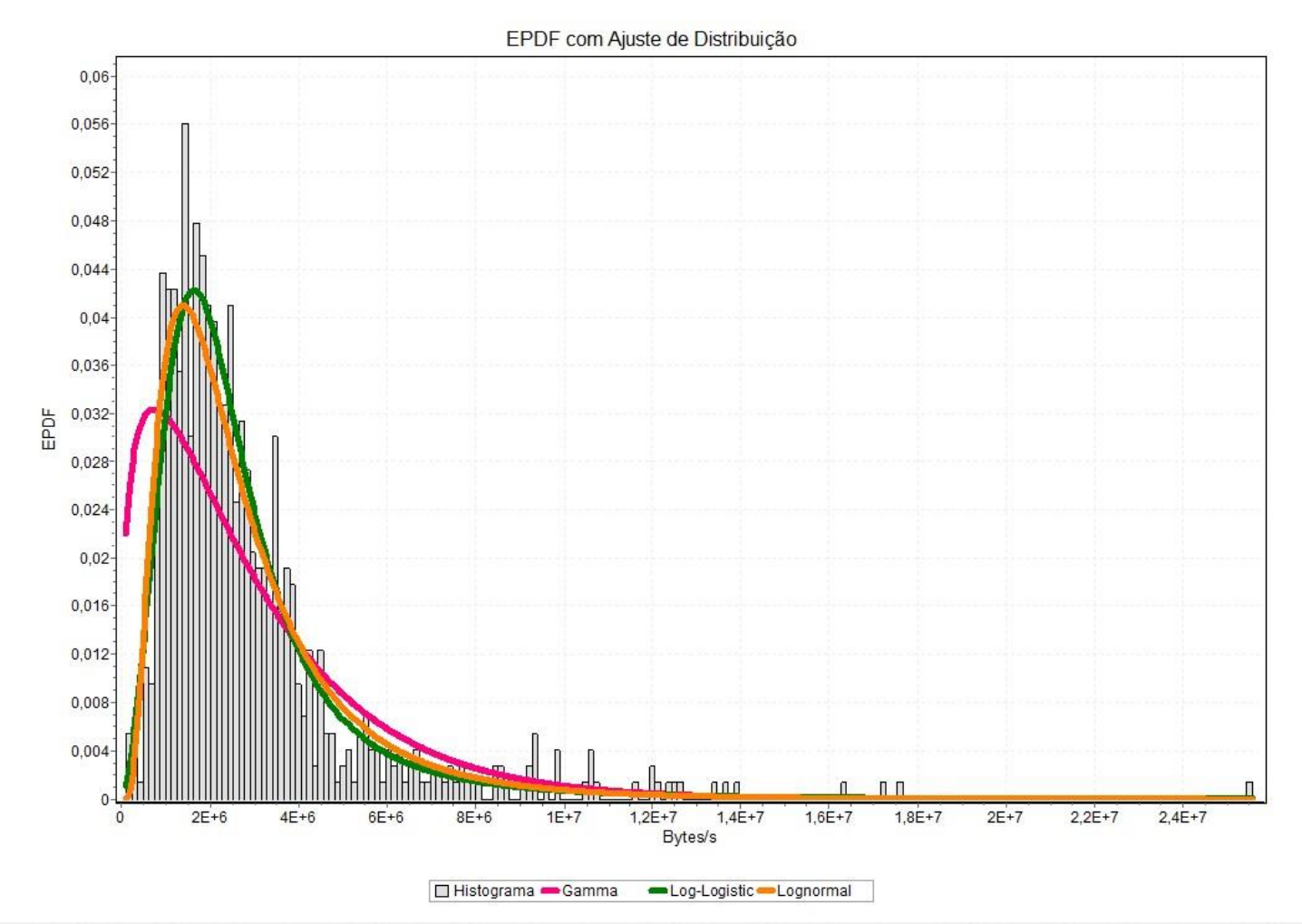


Caracterização dos Dados





Ajuste de Distribuição



Previsão

Metodologia

Previsão

- Modelo *AutoRegressive Moving Average* - ARMA(p,q)

Metodologia

Previsão

- Modelo *AutoRegressive Moving Average* - ARMA(p,q)
  - Combina os termos de autorregressão e de média móvel
  - Requer estacionariedade! (média não varia com o tempo)

Metodologia

Previsão

- Modelo *AutoRegressive Moving Average* - ARMA(p,q)
  - Combina os termos de autorregressão e de média móvel
  - Requer estacionariedade! (média não varia com o tempo)

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^{p} \gamma_i y_{t-i} + \epsilon_t + \sum_{i=1}^{q} \theta_i \epsilon_{t-i}$$

Metodologia

Previsão

- Modelo *AutoRegressive Integrated Moving Average* - ARIMA(p,d,q)
  - Utiliza o modelo ARMA após **d** operações de diferença que aproximem a série de um comportamento estacionário

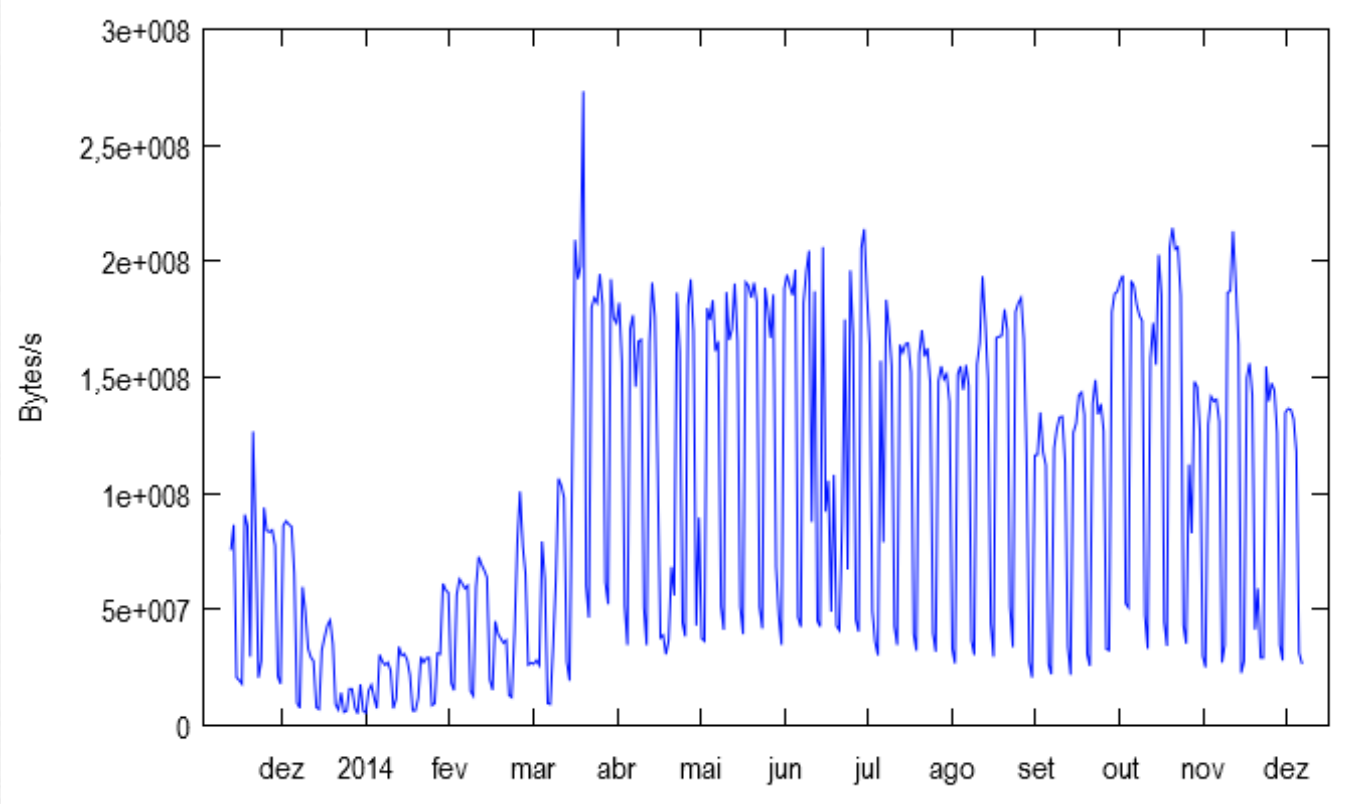
$$d_1 = X(t) - X(t-1)$$

$$d_n = d(d_{n-1})$$

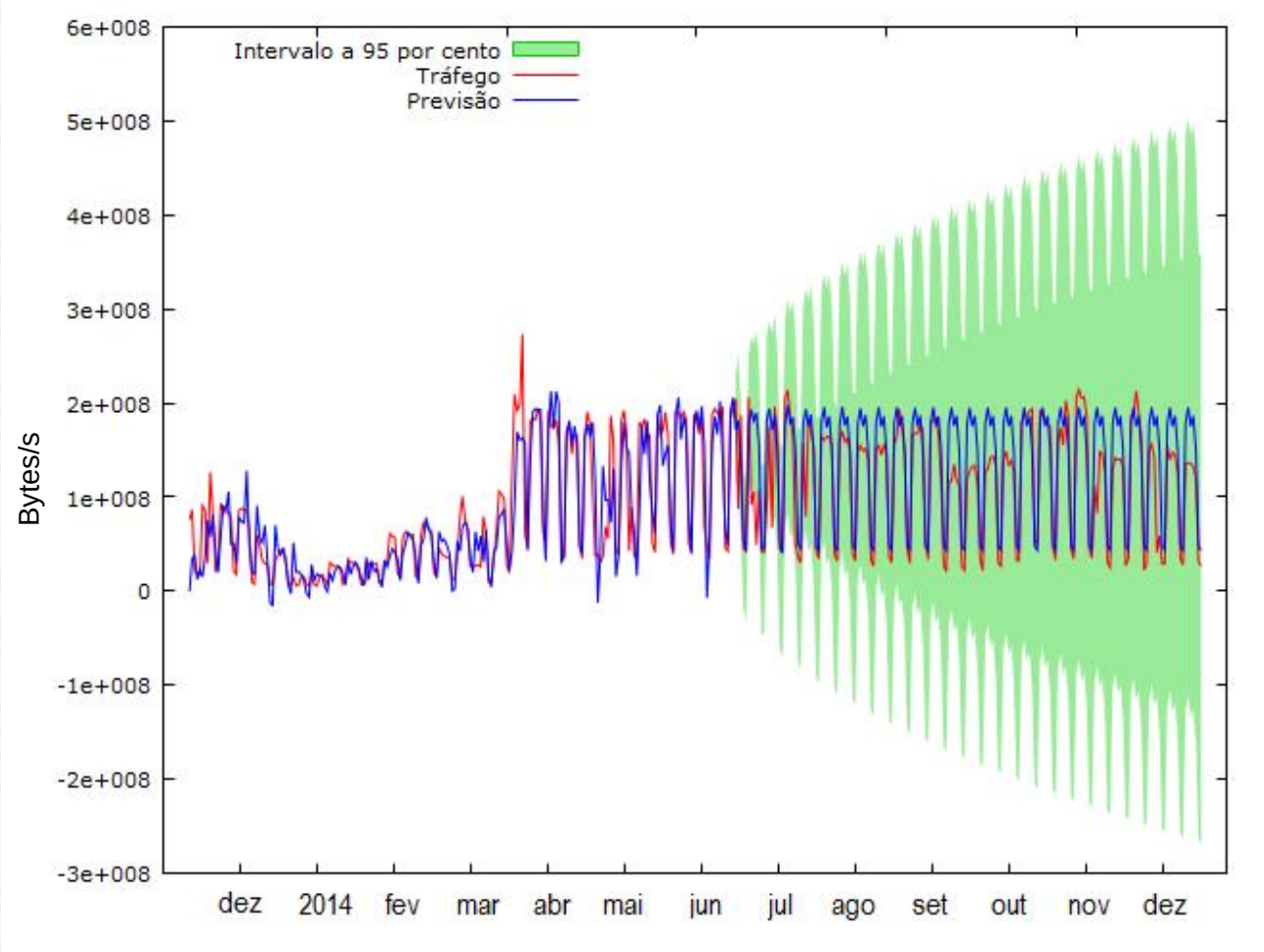
- Modelo SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)
  - Modelo ARIMA com componente sazonal

Previsão pelo Método ARIMA

Previsão pelo Método ARIMA

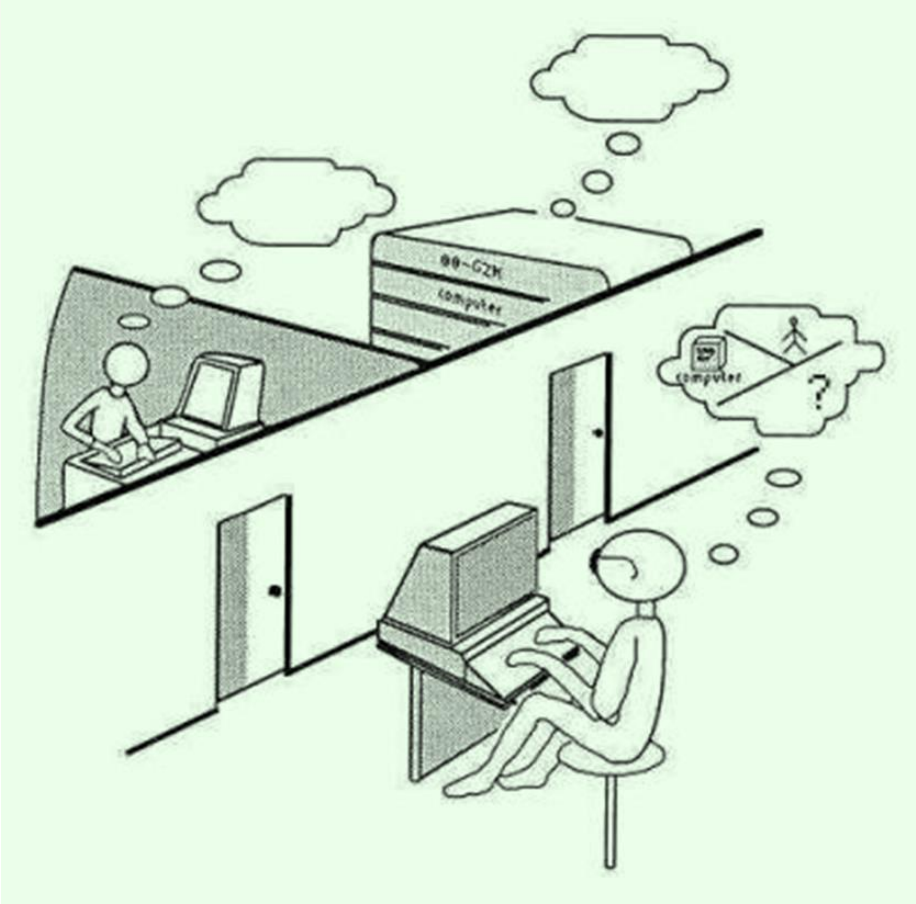


Previsão pelo Método ARIMA



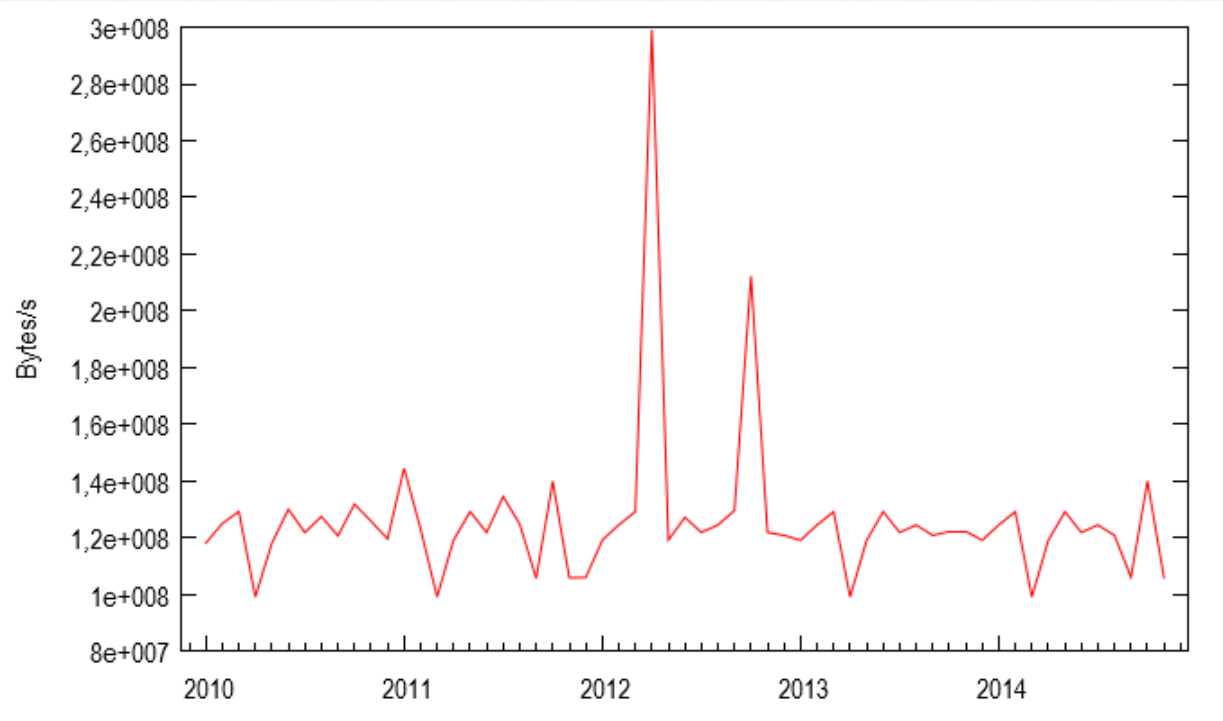
Previsão de 6 meses utilizando SARIMA(6,0,5)(1,1,0)

Testes

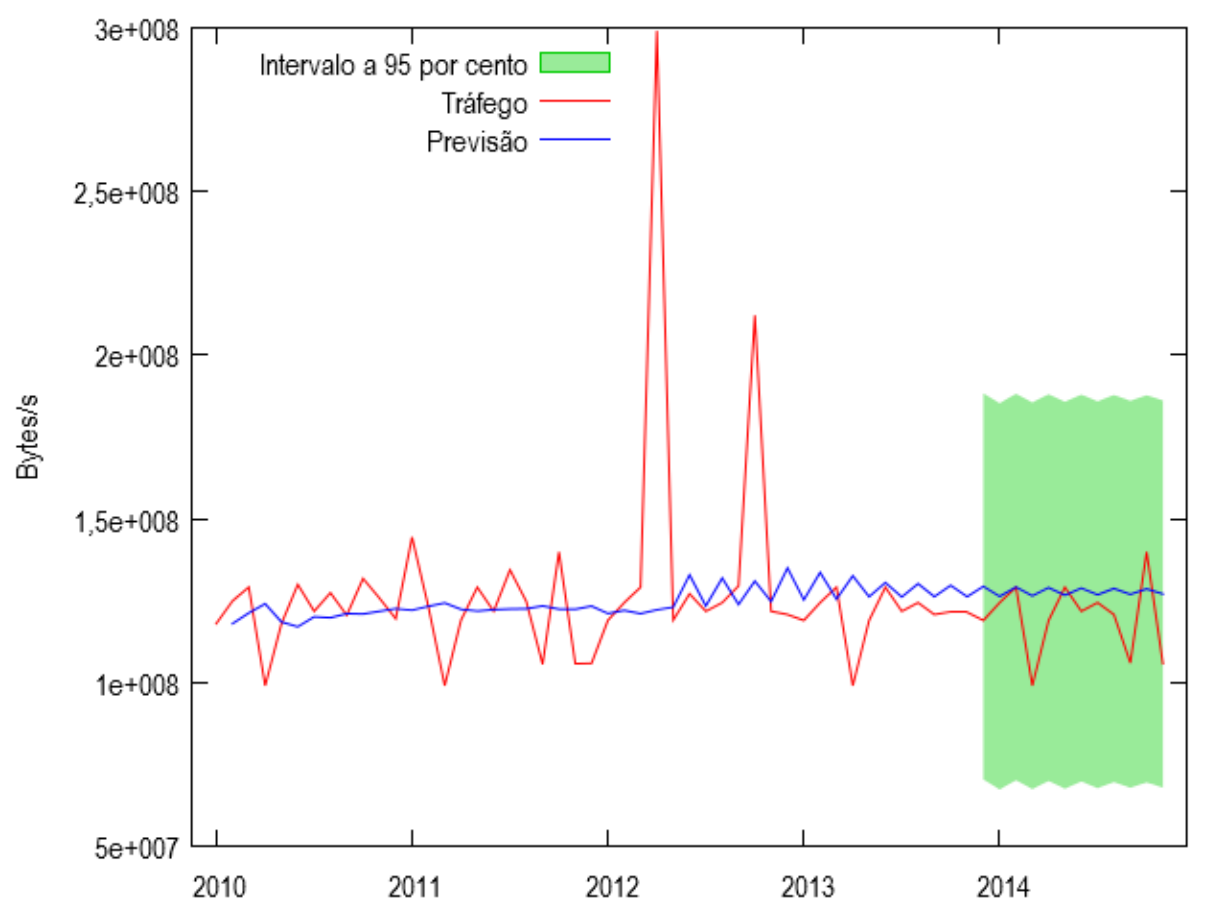


Testes

- Série com valores médios mensais
- Valores anteriores a 2014 foram inventados

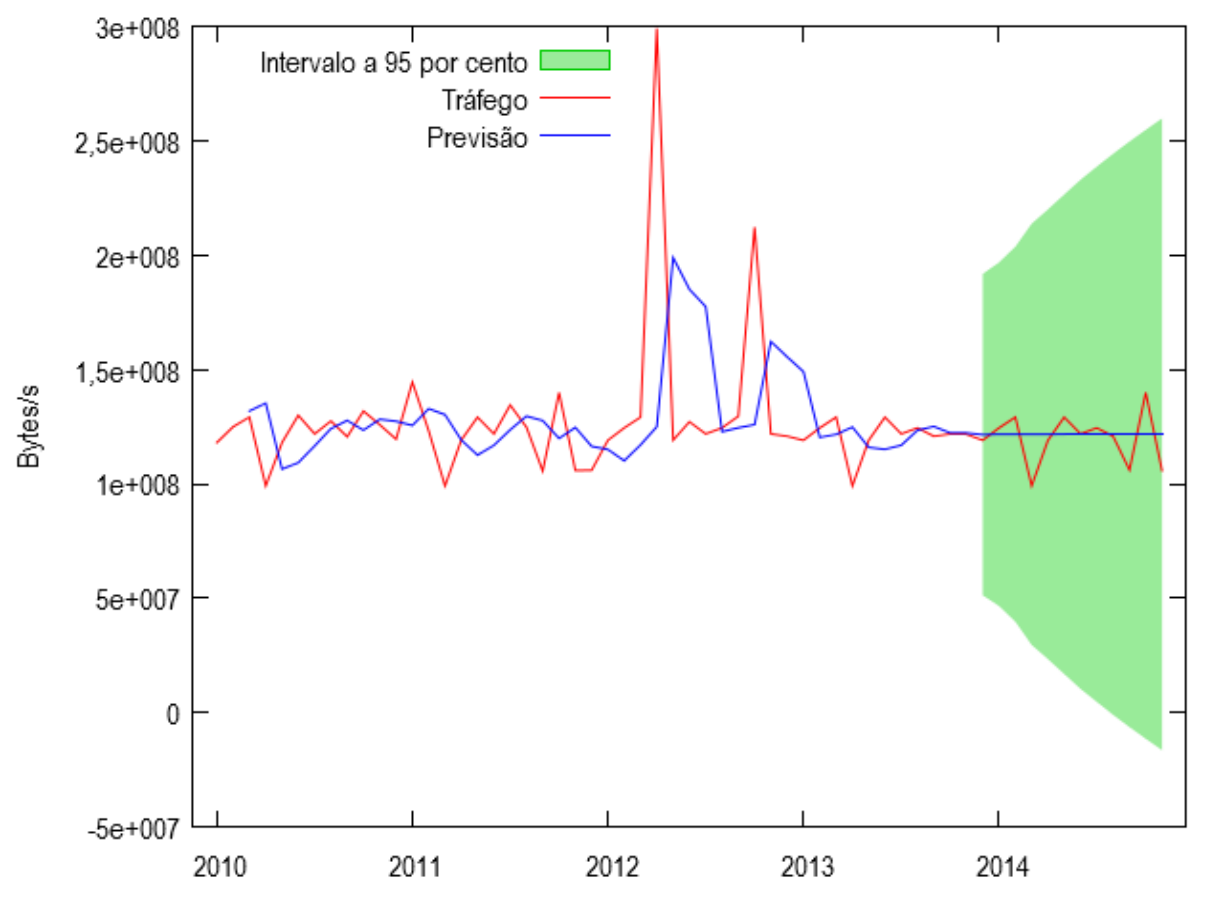


Teste – Valores inventados



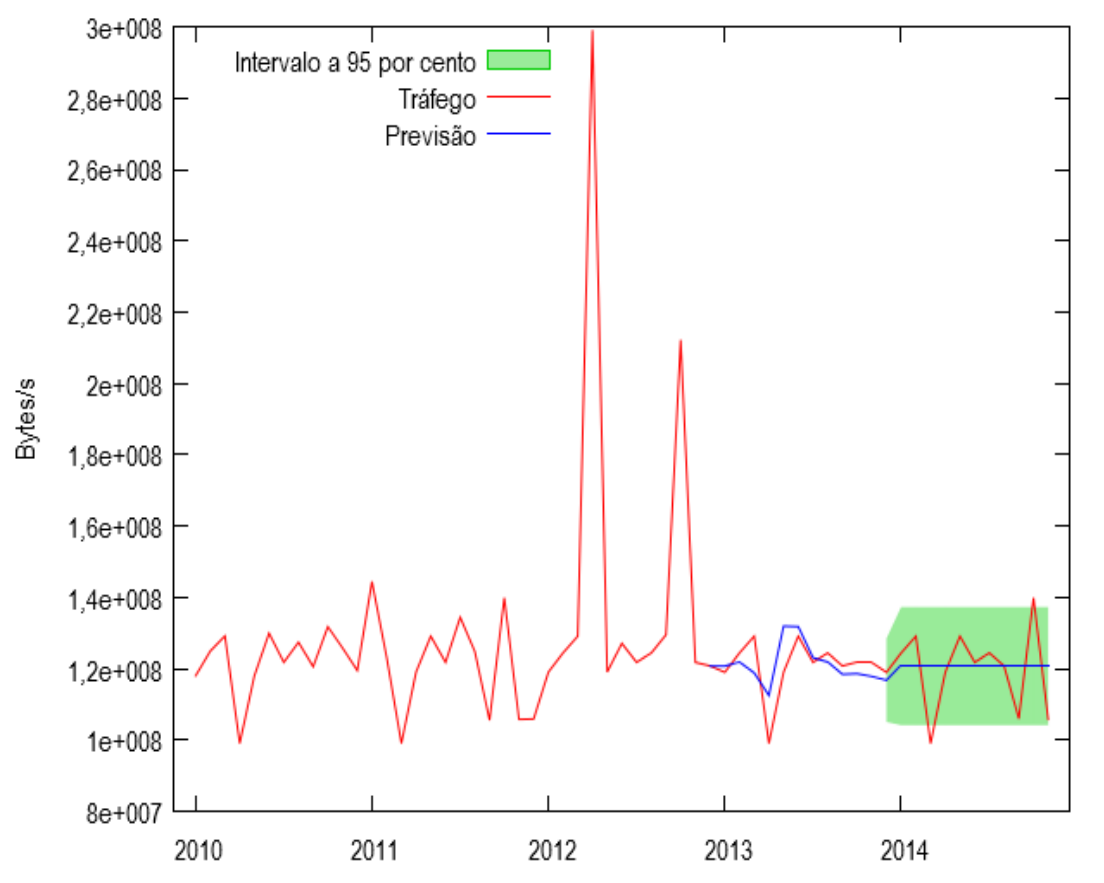
Previsão de 1 ano utilizando ARIMA(1,1,2)

Teste – Valores inventados



Previsão de 1 ano utilizando ARIMA(2,2,1)

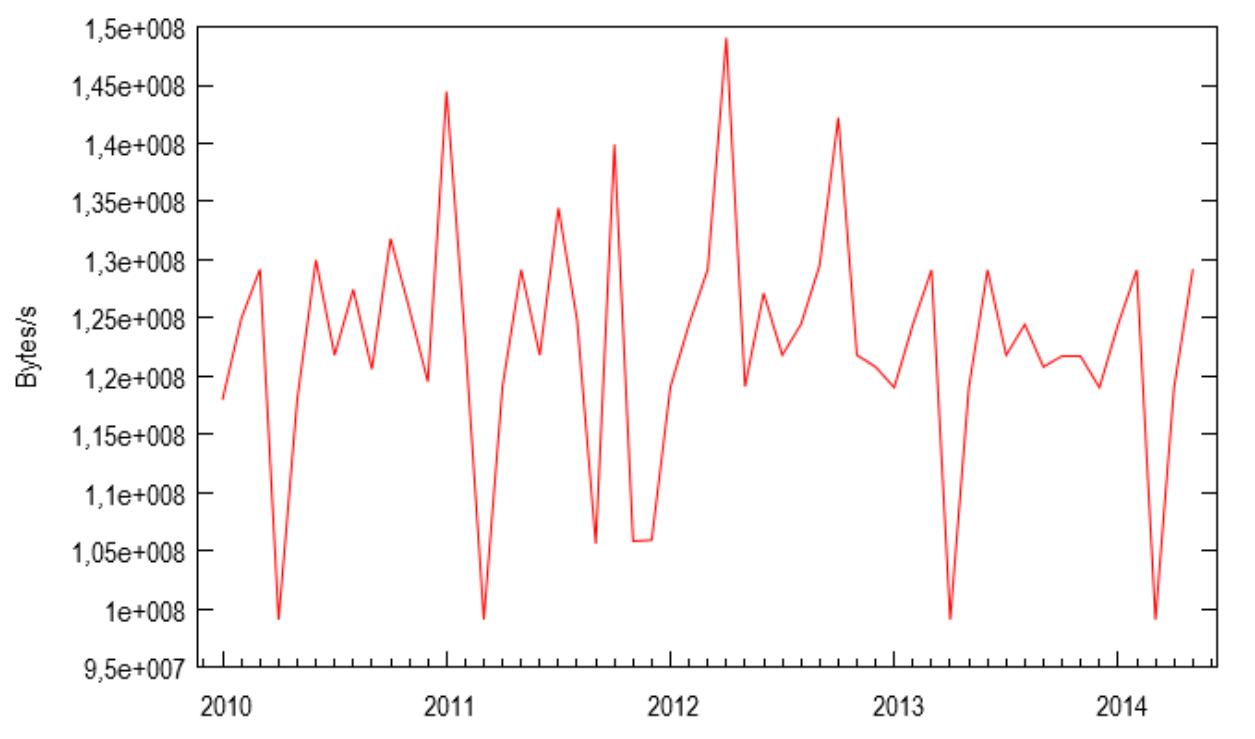
Teste – Valores criados



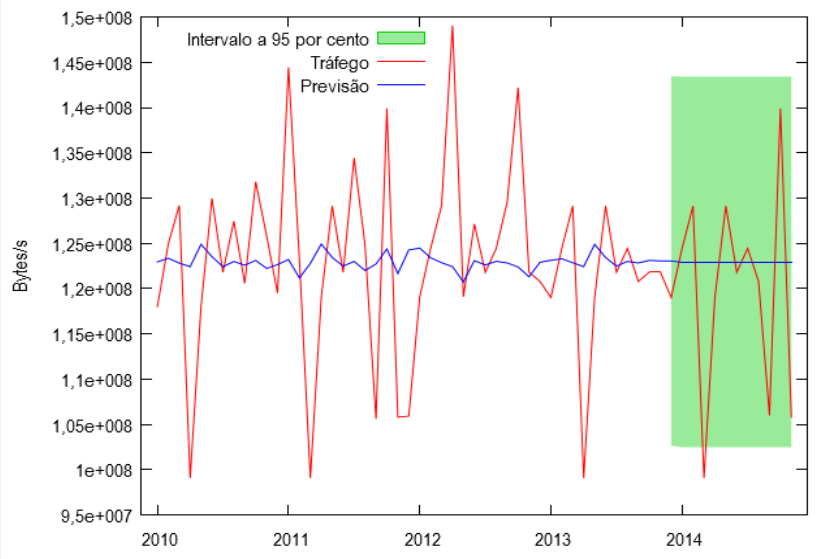
Previsão de 1 ano utilizando ARIMA(0,0,1)

Teste – Valores criados sem picos

- Valores de picos amenizados

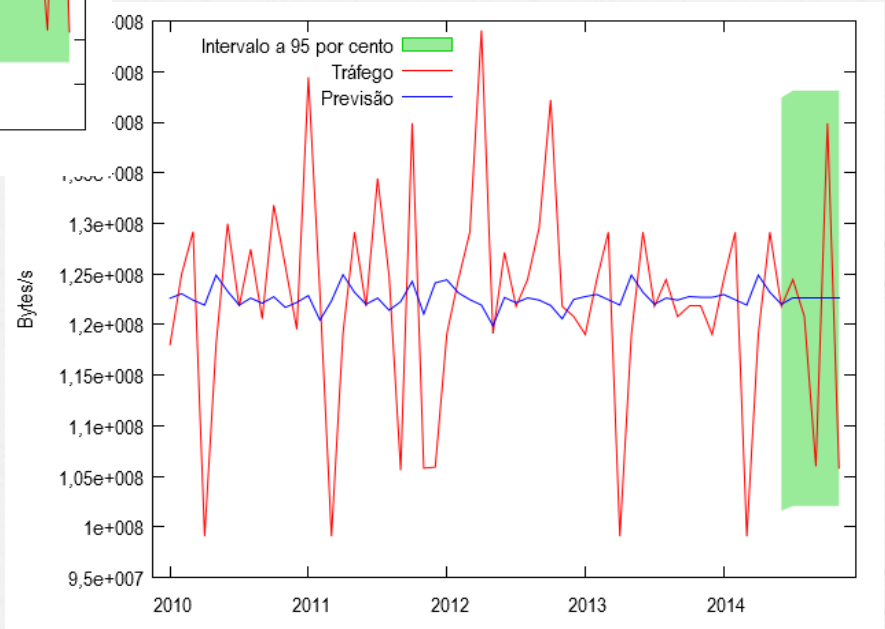


Teste – Valores criados sem picos

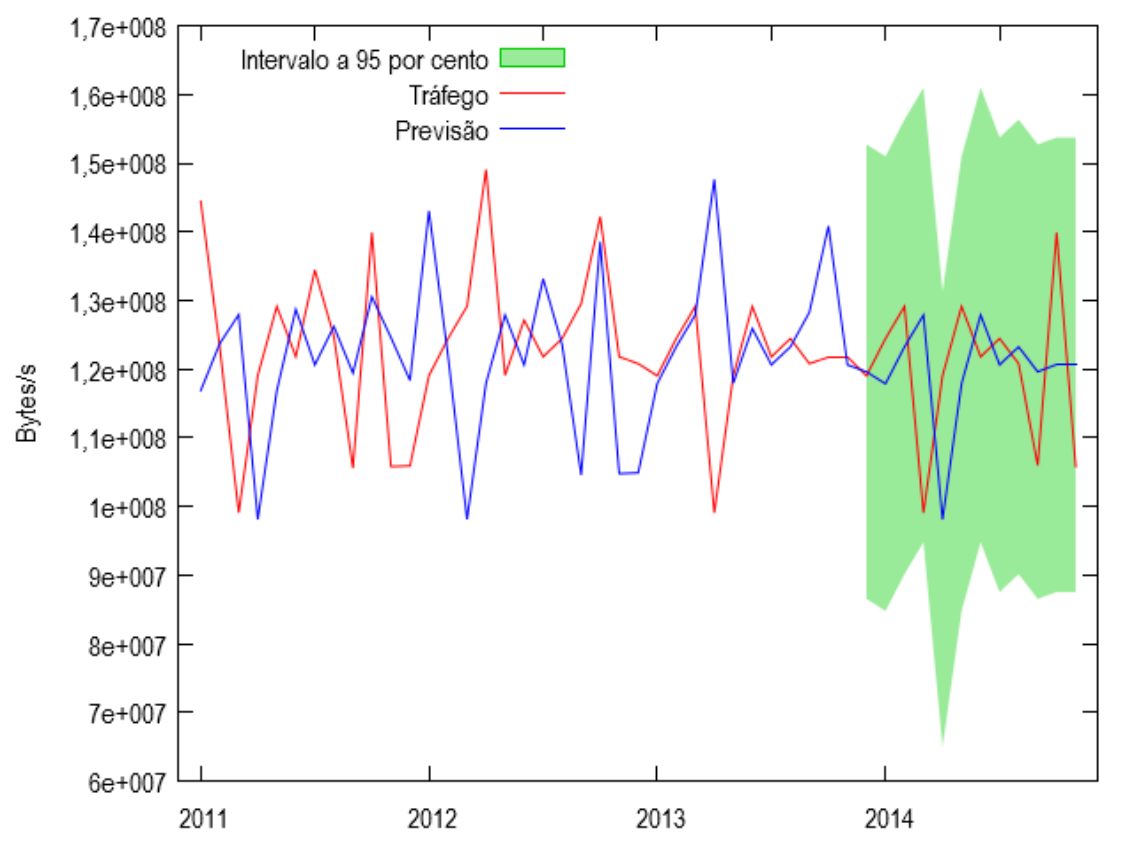


Previsão de 6 Meses utilizando ARIMA(0,0,1)

Previsão de 1 ano utilizando ARIMA(0,0,1)



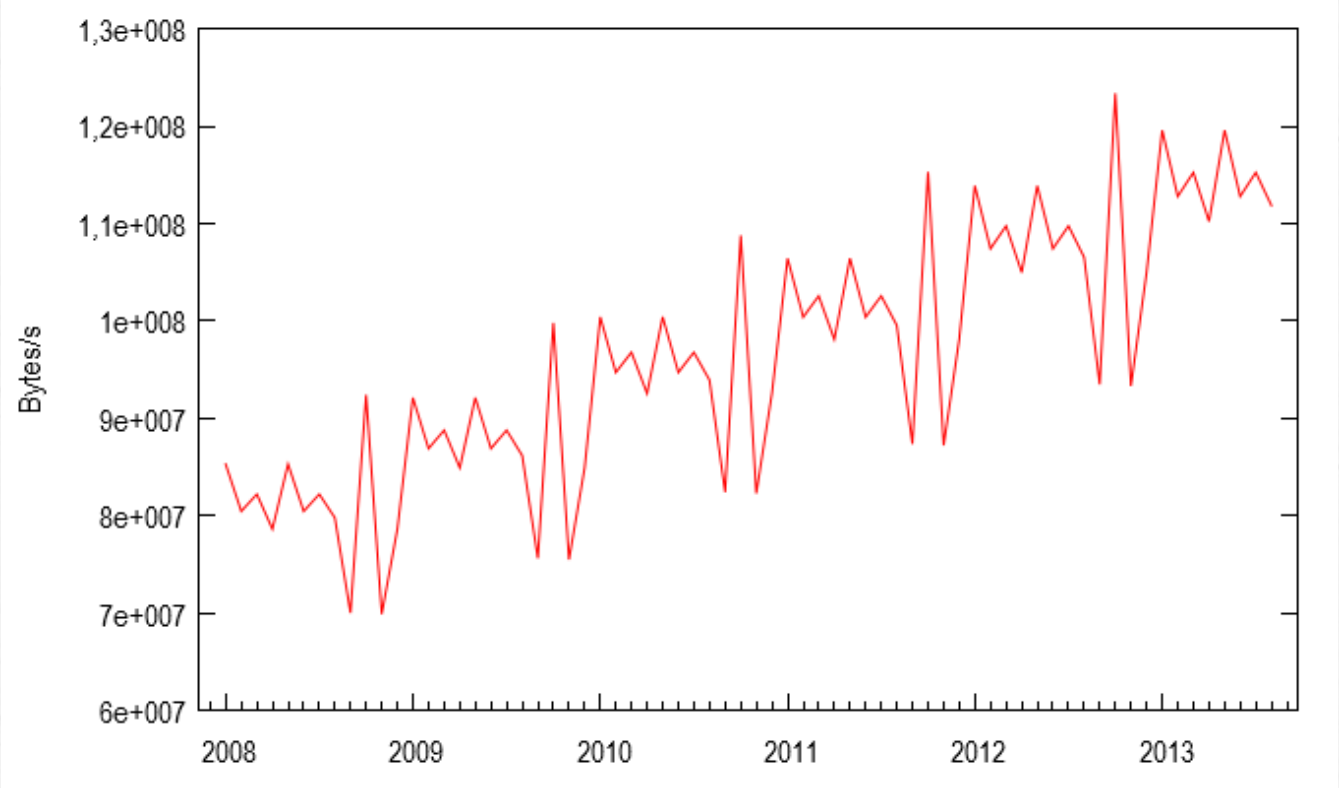
Teste – Valores criados sem picos



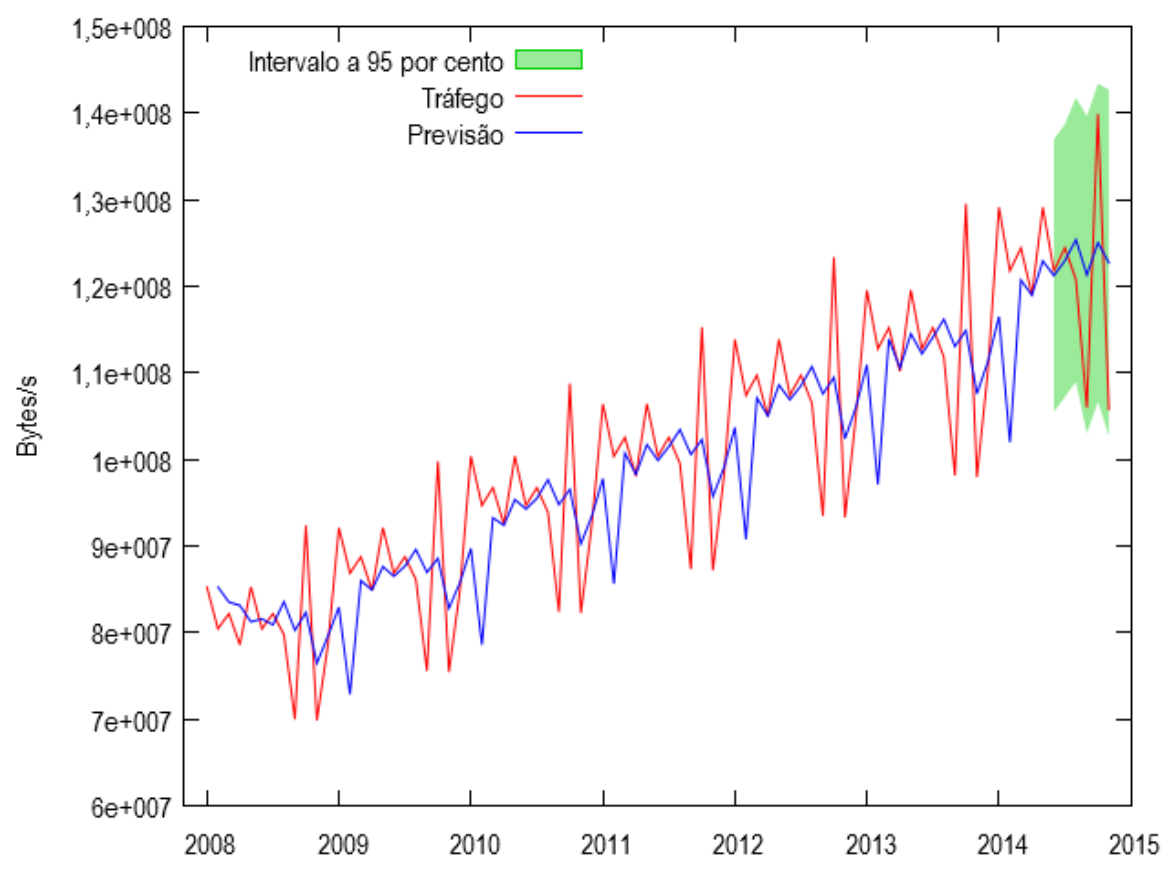
Previsão de 1 ano utilizando SARIMA(0,0,0)(1,0,0)

Teste – Com tendência

- Valores amortecidos segundo uma constante a cada ano

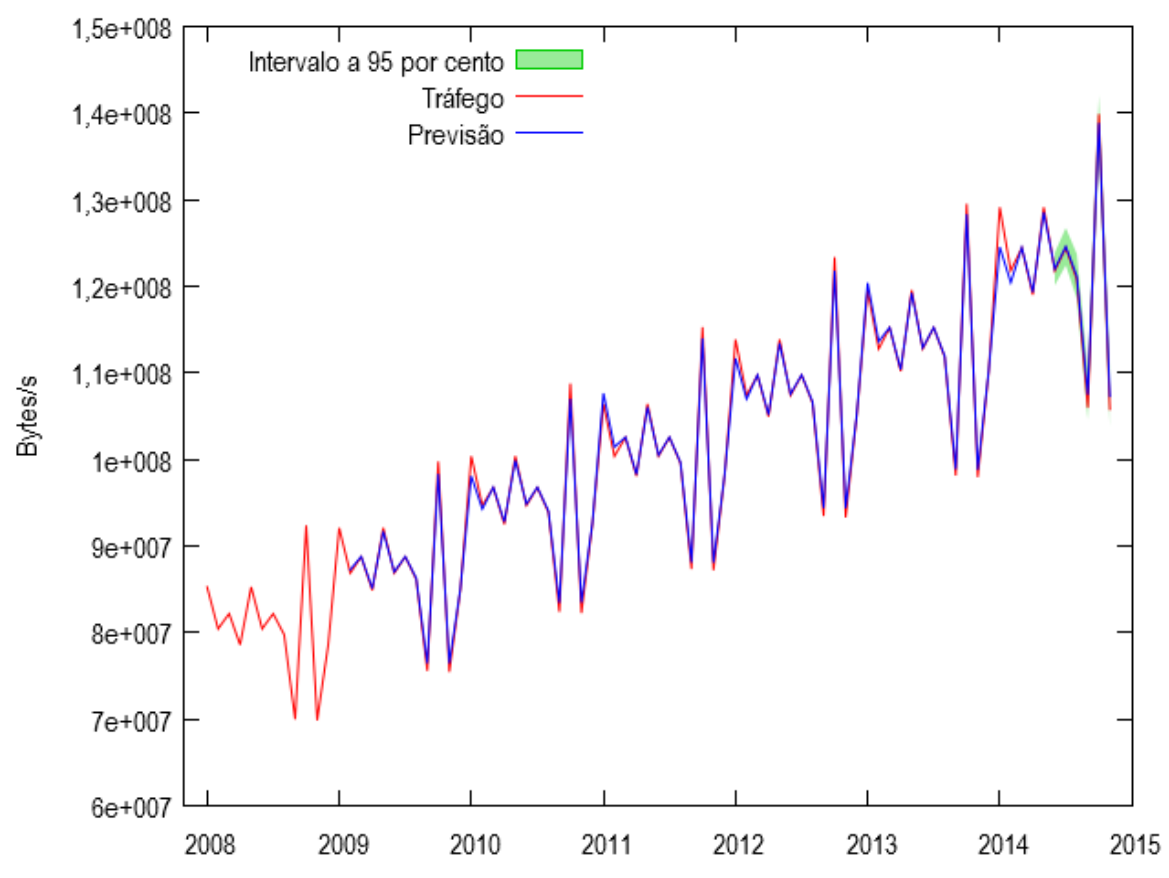


Teste – Com tendência



Previsão de 6 meses utilizando ARIMA(1,1,1)

Teste – Com tendência



Previsão de 6 meses utilizando SARIMA(1,1,1)

Conclusão

Vantagens

- Acompanhamento da utilização de um enlace com antecipação
- Efetivação de atualizações de capacidade de enlaces em tempo hábil
- Antecipar e evitar condições de congestionamento
- Flexibilidade na alocação de recursos

Necessidades

- Histórico de dados da rede
- Manter os dados na sua maior granularidade
- Ter ao menos 3 anos de medidas
  - Para prever alguns meses...

Obrigado!

PESC 40 anos
Programa de Engenharia
de Sistemas e Computação

COPPE 50
UFRJ

RAVEL

23 anos
RedeRio
de Computadores - FAPERJ

REDECOMEP
Redes Comunitárias de Educação e Pesquisa

FAPERJ
Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo
à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro