# Análise de fluxos de rede e machine learning para detecção de anomalias com ELK

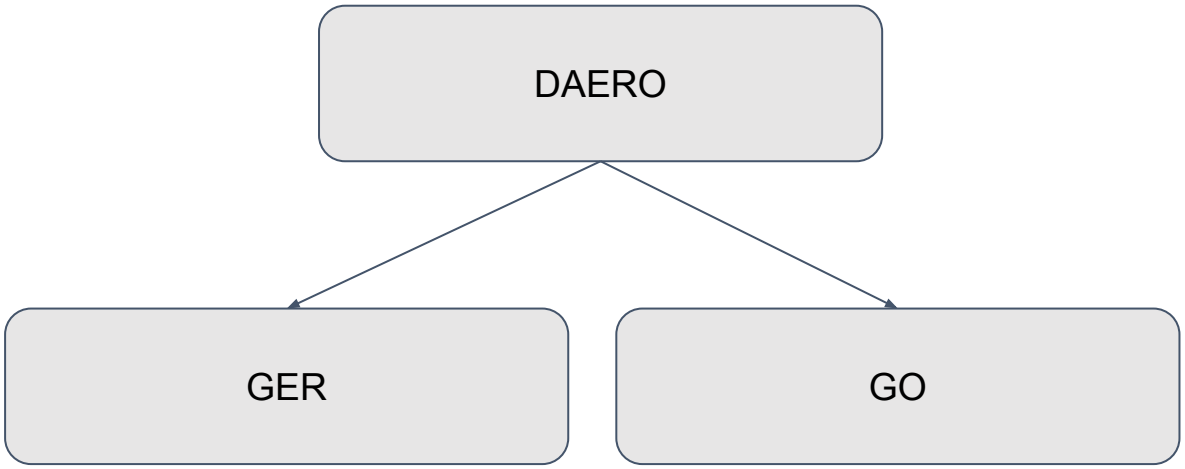
**Rodrigo Pescador**
**Rodrigo Bongers**

**DEO – Diretoria de Engenharia e Operações**

**Daero - Diretoria Adjunta de Engenharia de Redes e Operações**

**GER - Gerência de Engenharia de Redes**

**GO - Gerência de Operações**



**A RNP - Rede Nacional de Ensino e Pesquisa**

Pioneira em 1992 no acesso à internet no Brasil

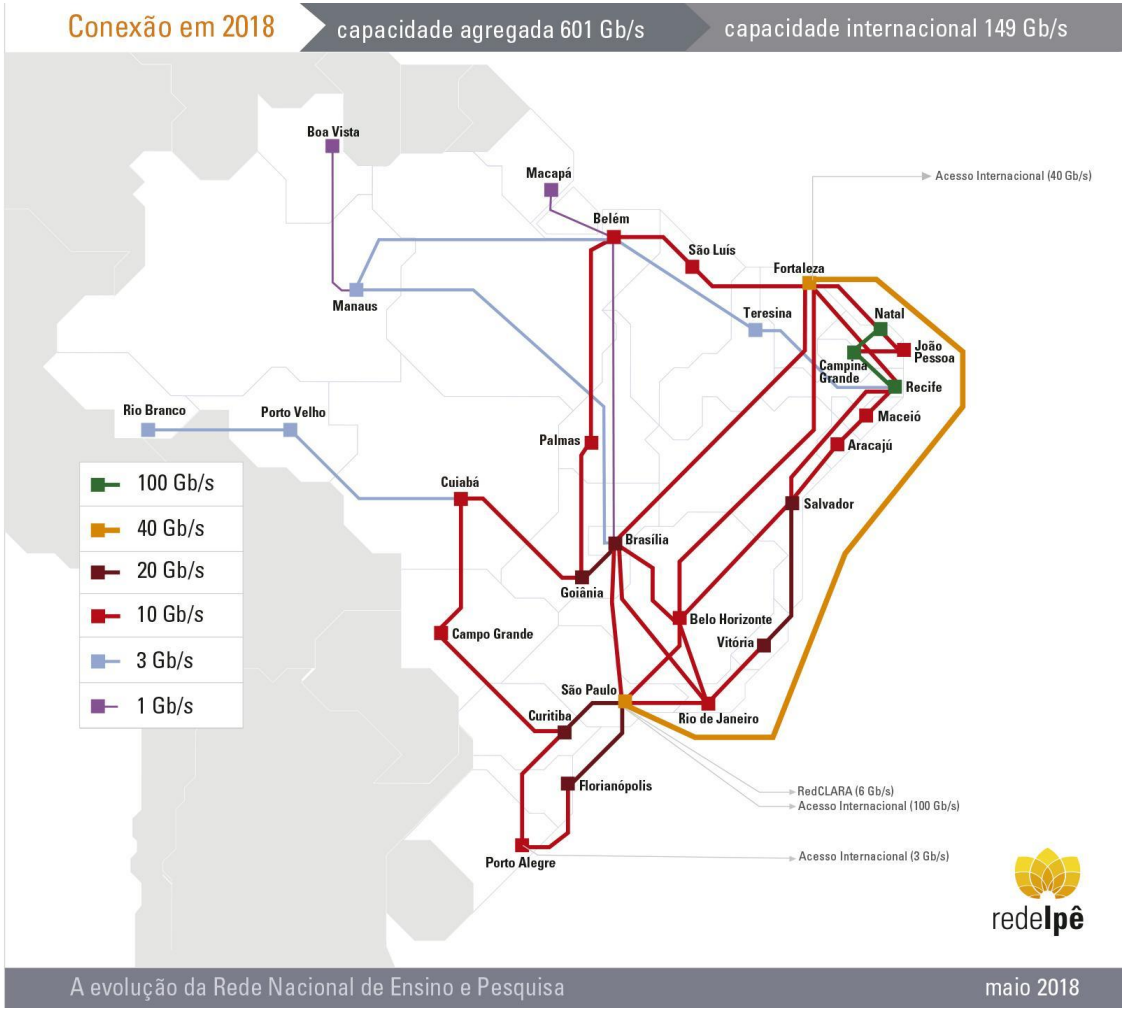
Tem como principal incumbência promover o desenvolvimento tecnológico e apoiar a pesquisa de tecnologias de informação e comunicação, criando serviços e projetos inovadores

A RNP provê aos seus clientes um serviço de rede moderno e de alto desempenho, aliado a um portfólio de serviços de comunicação e aplicações de colaboração a distância como suporte às suas atividades em educação e pesquisa

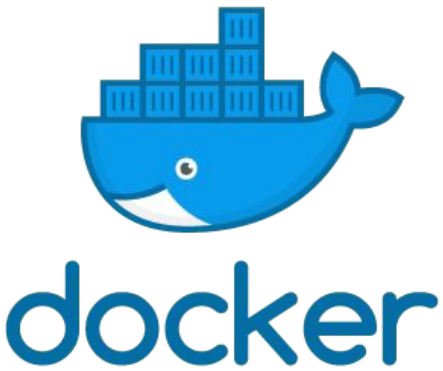
Está presente em todas as unidades da federação através de 27 Pontos de Presença, que formam a espinha dorsal da rede acadêmica nacional, a rede Ipê

**www.rnp.br**

# O backbone nacional da RNP



## A solução: ELK + elastiflow + docker

## Recursos computacionais utilizados

No desenvolvimento da solução foram alocados recursos computacionais na nuvem da RNP, sendo:

**Logstash**

- 24 CPUs
- 16 GB Memória RAM
- 10 GB Disco

7

**Elasticsearch (Elastiflow)**

- 24 CPUs
- 32 GB Memória RAM
- 2TB Disco (LUN dedicada)

6

**Kibana + Elasticsearch Client**

- 12 CPUs
- 12 GB Memória RAM

1

Capacidade Computacional Total

- 324 CPUs @2.3GHz
- 316 GB de memória
- 12 TB de disco para armazenamento

**Infraestrutura corporativa da RNP que permite a operação da solução**

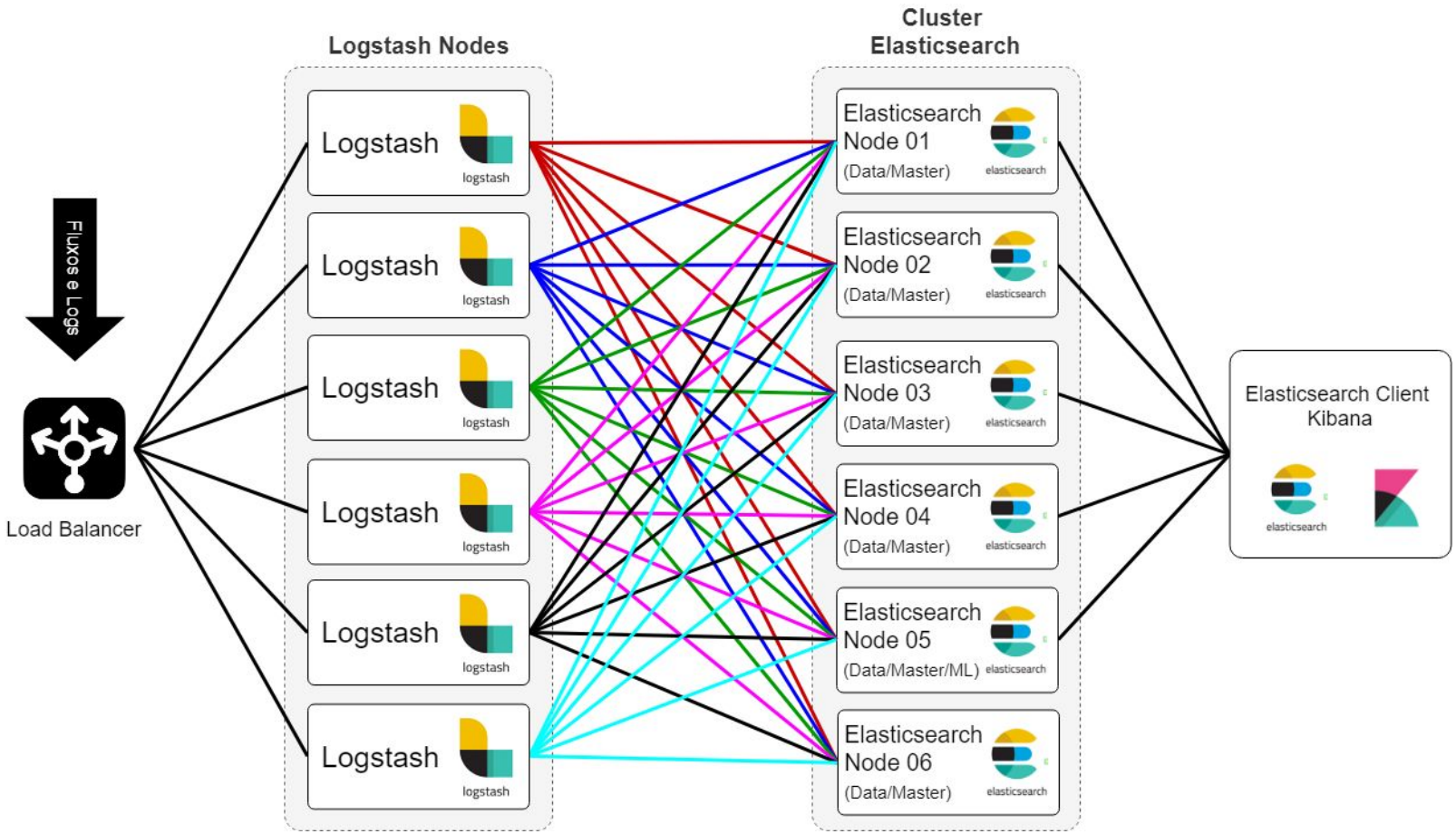
O Compute@RNP é um ambiente baseado em CloudStack para uso e gestão de serviços ofertados pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP)

A infraestrutura conta com dois Containers Data Centers localizados em Recife e Manaus para prover infraestrutura em projetos de pesquisa sob demanda

A equipe que tem o projeto contemplado conta com um acesso web para a criação das máquinas virtuais de forma customizada com suporte a vários sistemas operacionais e discos SAS ou NL-SAS

## Infraestrutura da solução

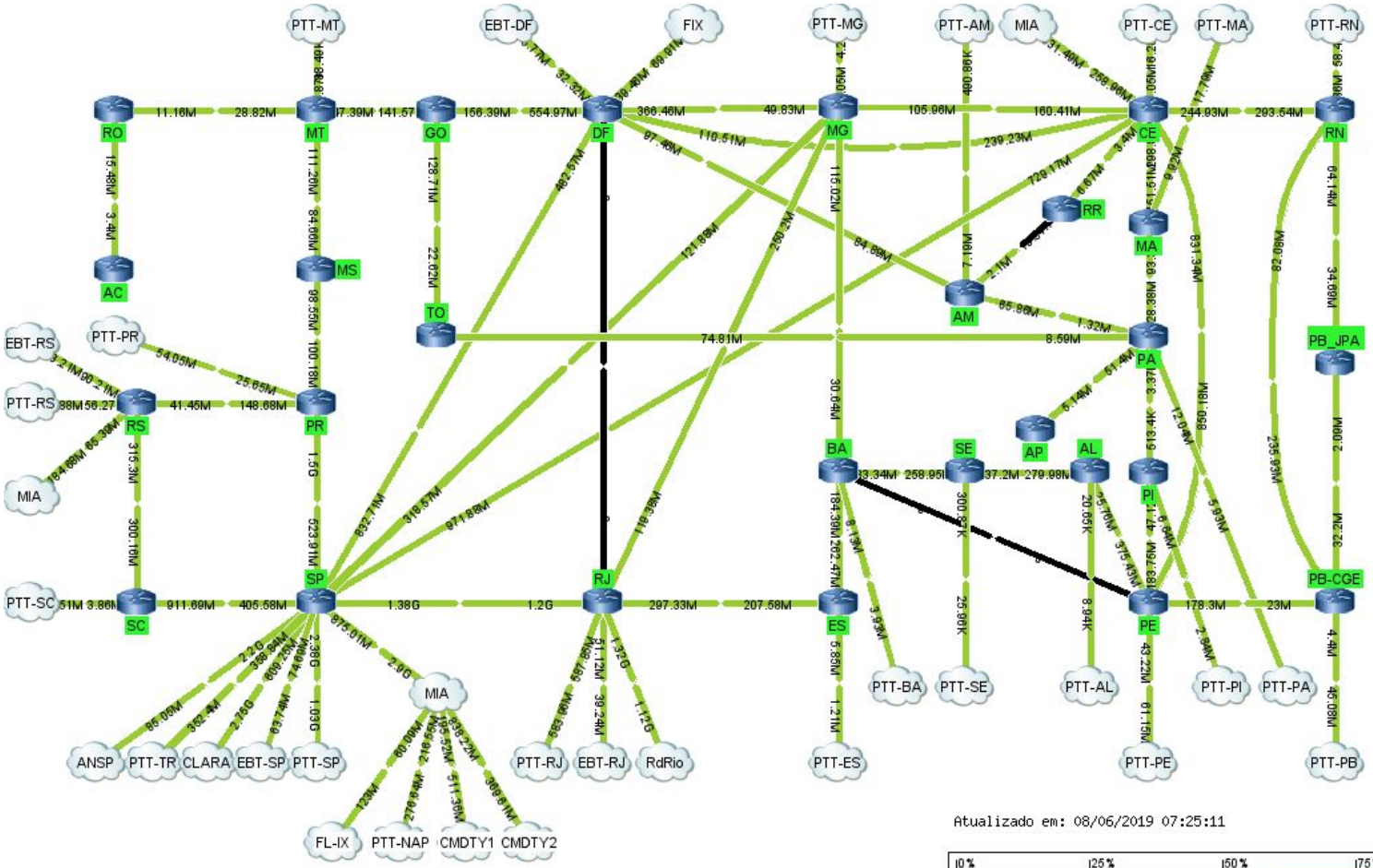
Todos os serviços rodam sob Docker



## Tipos de dados recebidos e processados

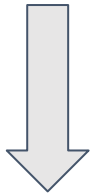
- Recebimento e processamento de fluxos do backbone IP
  - IPFIX
- Recebimento e processamento de logs
  - SYSLOG

**MACHINE LEARNING TRAZ INTELIGÊNCIA PARA OS DADOS PROCESSADOS!**


PTT-MT
EBT-DF
FIX
PTT-MG
PTT-AM
MIA
PTT-CE
PTT-MA
PTT-RN
RO
MT
GO
DF
MG
CE
RN
AC
MS
TO
RR
MA
AM
EBT-RS
PTT-PR
PA
PB_JPA
PTT-RS
RS
PR
AP
BA
SE
AL
PI
MIA
SC
SP
RJ
ES
PE
PB-CGE
PTT-SC
ANSP
PTT-TR
CLARA
EBT-SP
PTT-SP
MIA
PTT-RJ
EBT-RJ
RdRio
PTT-ES
PTT-BA
PTT-SE
PTT-AL
PTT-PE
PTT-PI
PTT-PA
PTT-PB
FL-IX
PTT-NAP
CMDTY1
CMDTY2
Atualizado em: 08/06/2019 07:25:11
0%
25%
50%
75%
100%
Carga de Tráfego

**Números**

- Nós exportadores de dados: 37
- Dados processados pelo sistema:
  - Logs: ~ 28 / segundo
  - Fluxos: ~ 20.000 / segundo



O tráfego total do backbone da RNP em horários de pico, incluindo tráfego nacional e internacional, é de 300 Gbps

Novos enlaces de 100Gbps vão incrementar estes valores

Documentos por índice (rotação diária):

- logs: ~ 2.5 milhão
- fluxos: ~ 900 milhões

**~ 750GB de dados por dia**

**GROK**

Parser de uma mensagem syslog enviada ao logstash para pré-processamento com GROK e posterior envio ao elasticsearch

[... restante da configuração omitida ...]

```
        "message",      "%{MONTH:syslog_month}      %{MONTHDAY:syslog_day}
%{HOUR:syslog_hour}:%{MINUTE:syslog_minute}:%{SECOND:syslog_second}
(?:%{HOSTNAME:syslog_hostname}|%{IP?syslog_ip})
%{PROG:syslog_program}(?:\[%{POSINT:pid}\]):      %{WORD:syslog_tag_juniper}:
%{GREEDYDATA:syslog_message}",
```

```
        "message",      "%{MONTH:syslog_month}      %{MONTHDAY:syslog_day}
%{HOUR:syslog_hour}:%{MINUTE:syslog_minute}:%{SECOND:syslog_second}
(?:%{HOSTNAME:syslog_hostname}|%{IP?syslog_ip})
%{PROG:syslog_program}(?:\[%{POSINT:pid}\]): %{GREEDYDATA:syslog_message}",
```

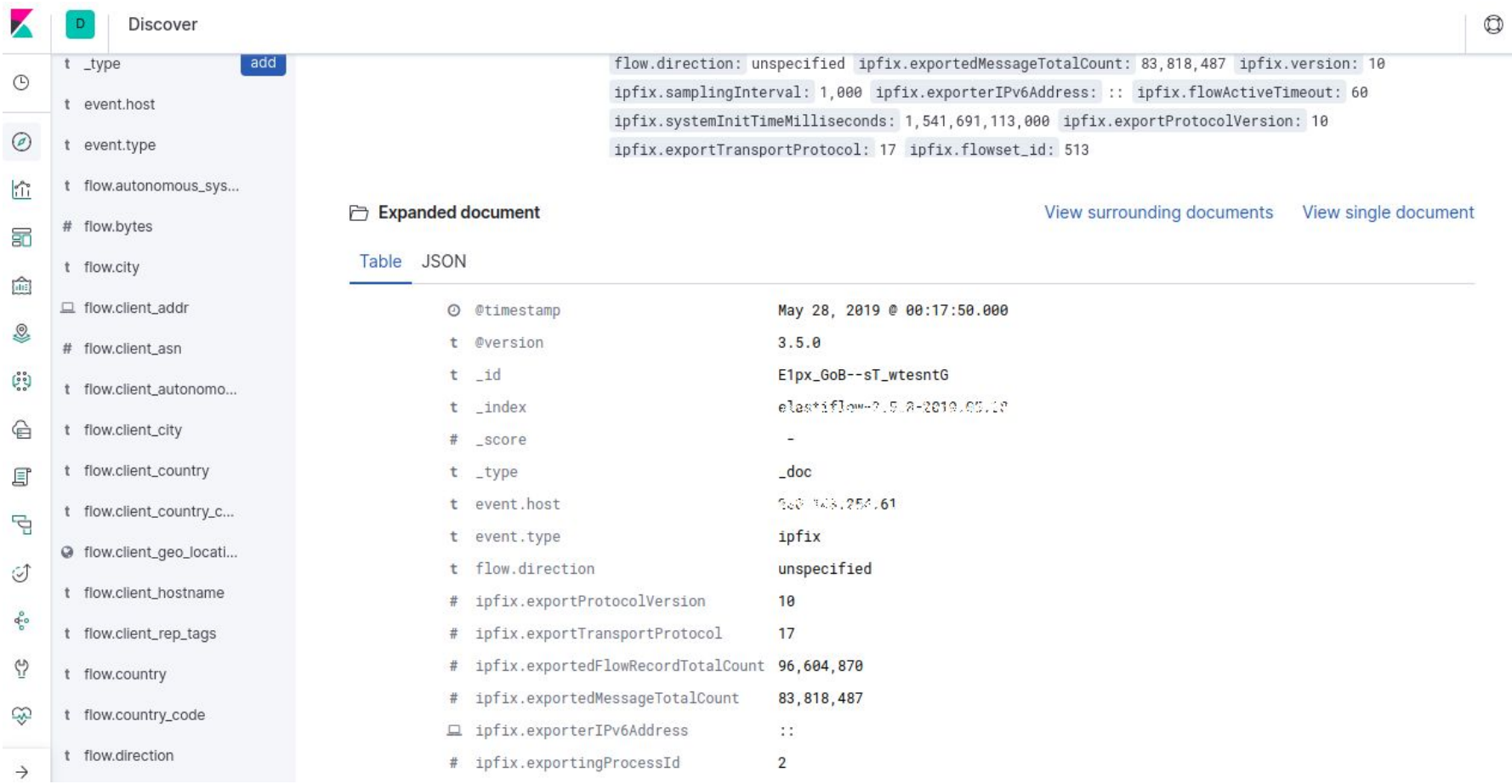
[... restante da configuração omitida ...]

# Logstash

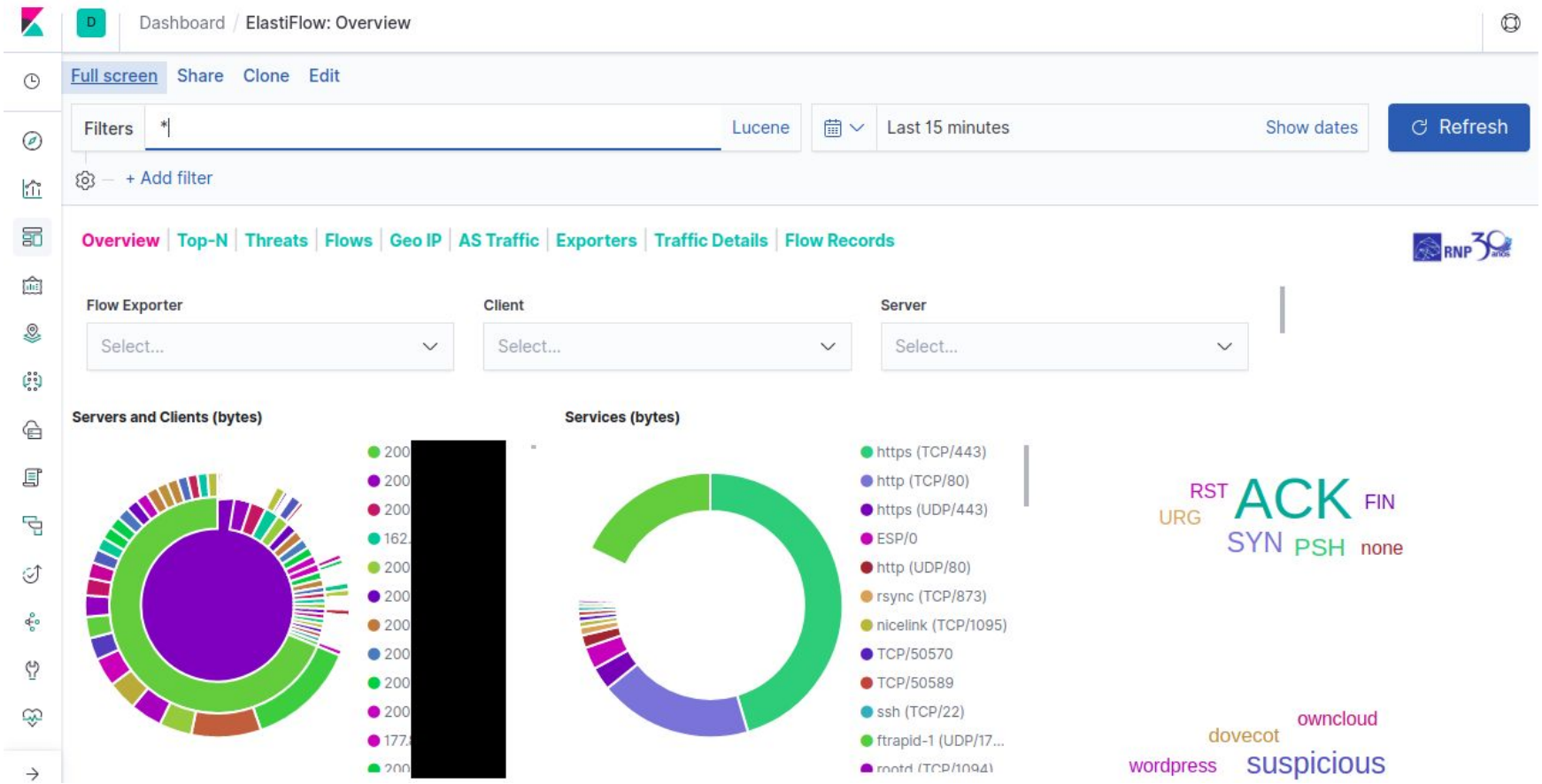
**MUTATE**

- Altera e remove tags
- Cria informações adicionais para facilitar a busca e agregação do elastic
  - Exemplo: GeoIP, ASN Lookup

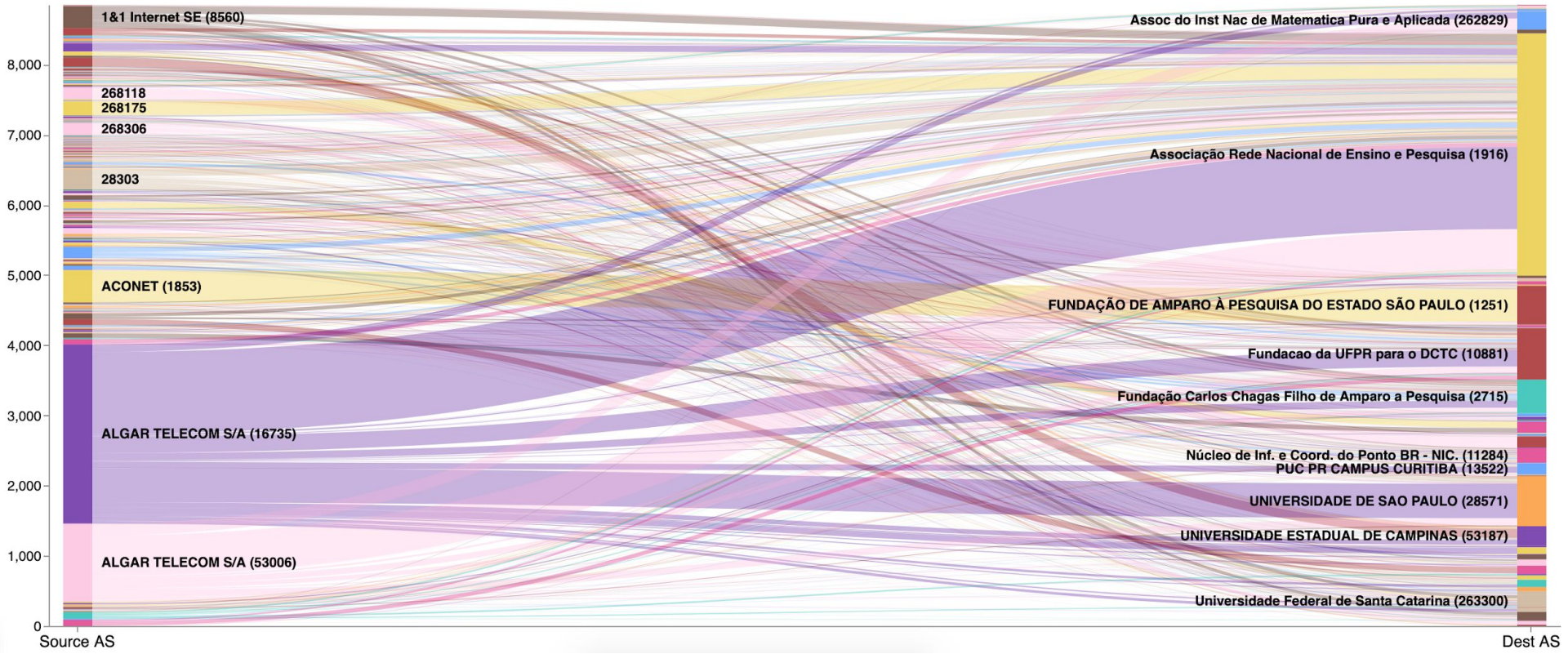
# O ambiente


Discover
add
t _type
t event.host
t event.type
t flow.autonomous_sys...
# flow.bytes
t flow.city
flow.client_addr
# flow.client_asn
t flow.client_autonomo...
t flow.client_city
t flow.client_country
t flow.client_country_c...
flow.client_geo_locati...
t flow.client_hostname
t flow.client_rep_tags
t flow.country
t flow.country_code
t flow.direction
flow.direction: unspecified ipfix.exportedMessageTotalCount: 83,818,487 ipfix.version: 10
ipfix.samplingInterval: 1,000 ipfix.exporterIPv6Address: :: ipfix.flowActiveTimeout: 60
ipfix.systemInitTimeMilliseconds: 1,541,691,113,000 ipfix.exportProtocolVersion: 10
ipfix.exportTransportProtocol: 17 ipfix.flowset_id: 513
Expanded document
View surrounding documents
View single document
Table
JSON
@timestamp May 28, 2019 @ 00:17:50.000
t @version 3.5.0
t _id E1px_GoB--sT_wtesntG
t _index
# _score -
t _type _doc
t event.host
t event.type ipfix
t flow.direction unspecified
# ipfix.exportProtocolVersion 10
# ipfix.exportTransportProtocol 17
# ipfix.exportedFlowRecordTotalCount 96,604,870
# ipfix.exportedMessageTotalCount 83,818,487
ipfix.exporterIPv6Address ::
# ipfix.exportingProcessId 2

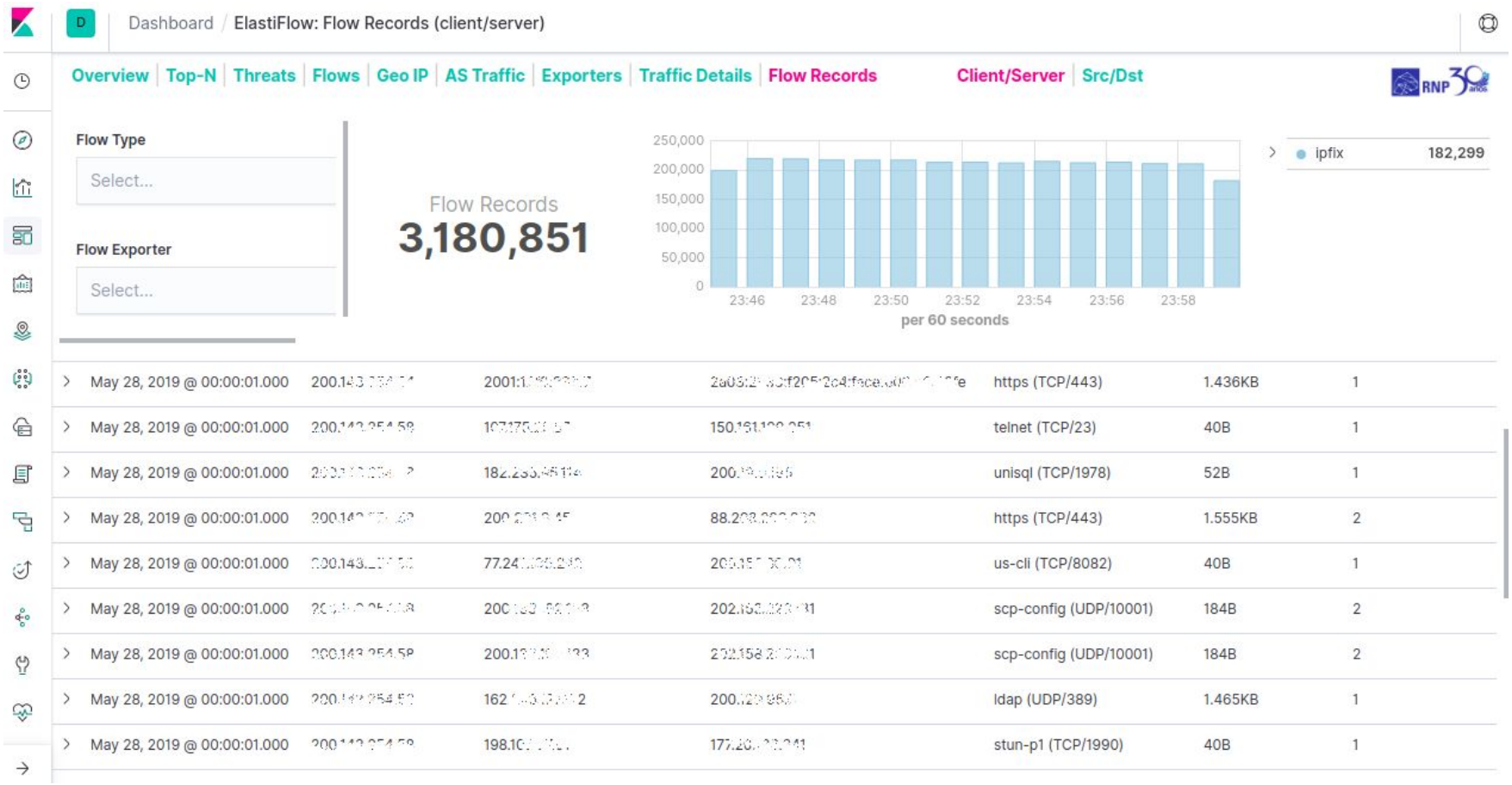
# O ambiente


Dashboard / ElastiFlow: Overview
Full screen
Share
Clone
Edit
Filters
*
Lucene
Last 15 minutes
Show dates
Refresh
+ Add filter
Overview
Top-N
Threats
Flows
Geo IP
AS Traffic
Exporters
Traffic Details
Flow Records
Flow Exporter
Client
Server
Select...
Servers and Clients (bytes)
Services (bytes)
https (TCP/443)
http (TCP/80)
https (UDP/443)
ESP/0
http (UDP/80)
rsync (TCP/873)
nicelink (TCP/1095)
TCP/50570
TCP/50589
ssh (TCP/22)
RST
ACK
FIN
URG
SYN
PSH
none
owncloud
dovecot
wordpress
suspicious

# O ambiente


1&1 Internet SE (8560)
268118
268175
268306
28303
ACONET (1853)
ALGAR TELECOM S/A (16735)
ALGAR TELECOM S/A (53006)
Assoc do Inst Nac de Matematica Pura e Aplicada (262829)
Associação Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (1916)
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO SÃO PAULO (1251)
Fundacao da UFPR para o DCTC (10881)
Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo a Pesquisa (2715)
Núcleo de Inf. e Coord. do Ponto BR - NIC. (11284)
PUC PR CAMPUS CURITIBA (13522)
UNIVERSIDADE DE SAO PAULO (28571)
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (53187)
Universidade Federal de Santa Catarina (263300)
8,000
7,000
6,000
5,000
4,000
3,000
2,000
1,000
0
Source AS
Dest AS

# O ambiente


Dashboard / ElastiFlow: Flow Records (client/server)
Overview | Top-N | Threats | Flows | Geo IP | AS Traffic | Exporters | Traffic Details | Flow Records | Client/Server | Src/Dst
Flow Type
Select...
Flow Exporter
Select...
Flow Records
3,180,851
250,000
200,000
150,000
100,000
50,000
0
23:46
23:48
23:50
23:52
23:54
23:56
23:58
per 60 seconds
ipfix 182,299
May 28, 2019 @ 00:00:01.000 https (TCP/443) 1.436KB 1
May 28, 2019 @ 00:00:01.000 telnet (TCP/23) 40B 1
May 28, 2019 @ 00:00:01.000 unisql (TCP/1978) 52B 1
May 28, 2019 @ 00:00:01.000 https (TCP/443) 1.555KB 2
May 28, 2019 @ 00:00:01.000 us-cli (TCP/8082) 40B 1
May 28, 2019 @ 00:00:01.000 scp-config (UDP/10001) 184B 2
May 28, 2019 @ 00:00:01.000 scp-config (UDP/10001) 184B 2
May 28, 2019 @ 00:00:01.000 ldap (UDP/389) 1.465KB 1
May 28, 2019 @ 00:00:01.000 stun-p1 (TCP/1990) 40B 1

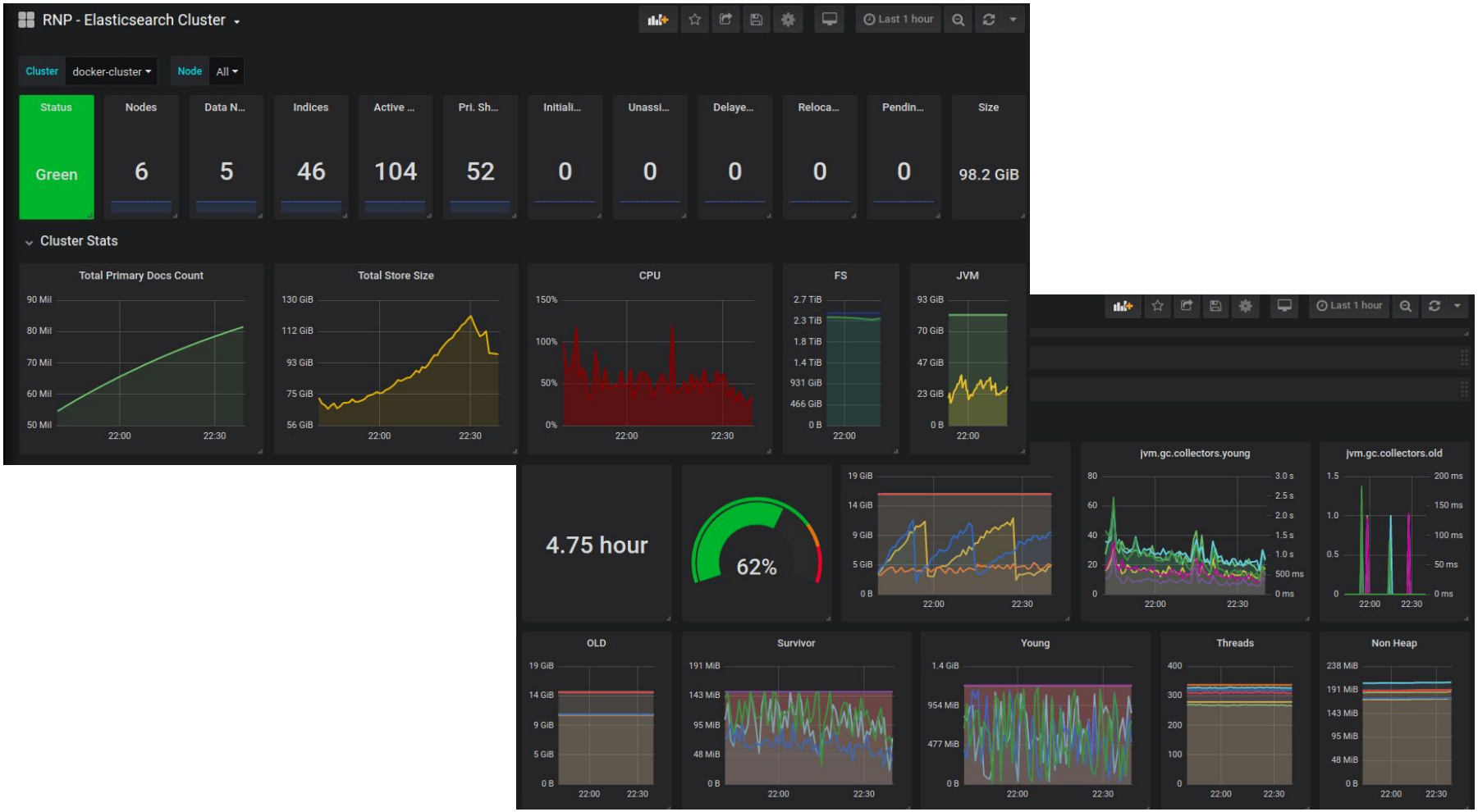
## Monitoramento do ambiente

Todos os hosts que fazem parte da infraestrutura são monitorados em detalhes em três diferentes níveis:

- **Hosts Linux**
  - Métricas relacionadas ao host (CPU, memória, load average, I/O disco, informações de rede, etc)
- **Containers Docker**
  - Métricas relacionadas ao container (CPU, memória, informações rede, etc)
- **Cluster ELK**
  - Métricas relacionadas a todo ambiente ELK (CPU, memória, informações da JVM, taxa de indexação dos índices, shards, saúde do cluster, JVM heap, threads, I/O de leitura/escrita, etc)

# Monitoramento do ambiente: Hosts Linux

# Monitoramento do ambiente: Cluster ELK



**Pontos de atenção**

- Para grandes volumes de dados é necessário uma grande infraestrutura computacional

- I/O de disco é um dos mais importantes aspectos quando se manuseia grandes quantidades de dados
  - Se possível, use SSD
  - RAID 0+1 ajuda
  - Cache das controladoras do storage não ajudam pois se trata de uma taxa sustentada de escrita e para relatórios são leituras intensas
  - Nunca use NFS, a latência é inimiga da performance

- Importante ter nós master estáveis, se possível dedicados a esta função
  - Responsável pela indexação, alocação das shards, rastreamento dos nós do cluster

**Pontos de atenção**

- Fazer um tratamento inicial das informações no logstash e remover itens desnecessários do “raw data” ajuda

- Divisão dos índices em diferentes shards
  - Para alta disponibilidade e performance
  - Idealmente 1 shard por nó, podendo haver mais se existe a possibilidade de adição de novos nós futuramente (exemplo: 3 x número de nós)

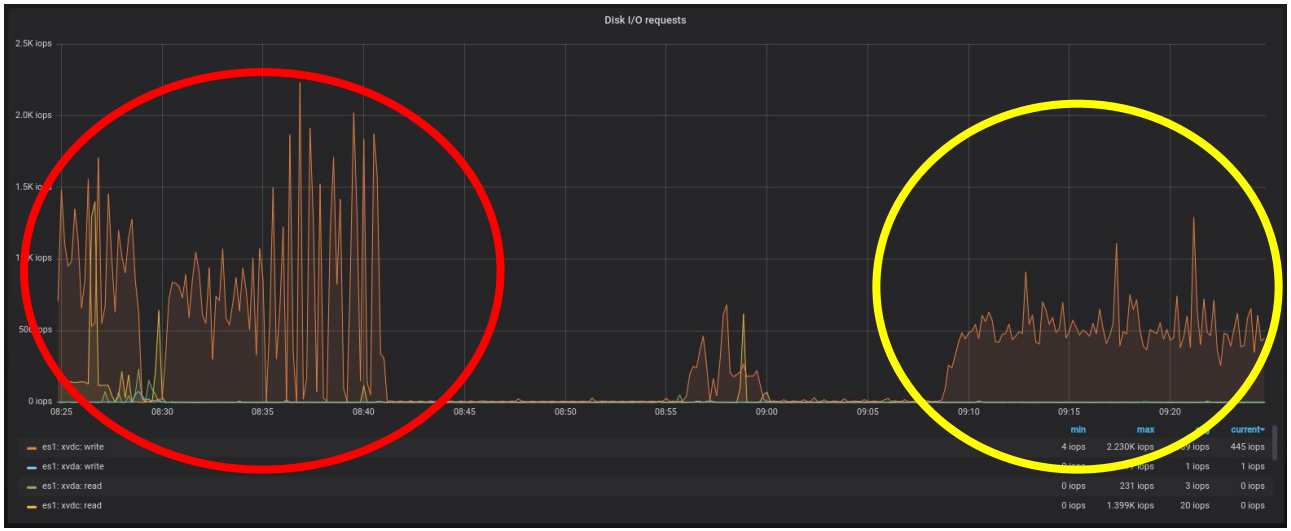
- Rotação dos índices
  - Importante definir uma política de rotação dos índices para facilitar o processamento dos dados (exemplo: rotacionar os índices diariamente)

**Pontos de atenção**

- Utilizar balanceador de carga para o encaminhamento e distribuição das informações recebidas entre os nós logstash para posterior processamento

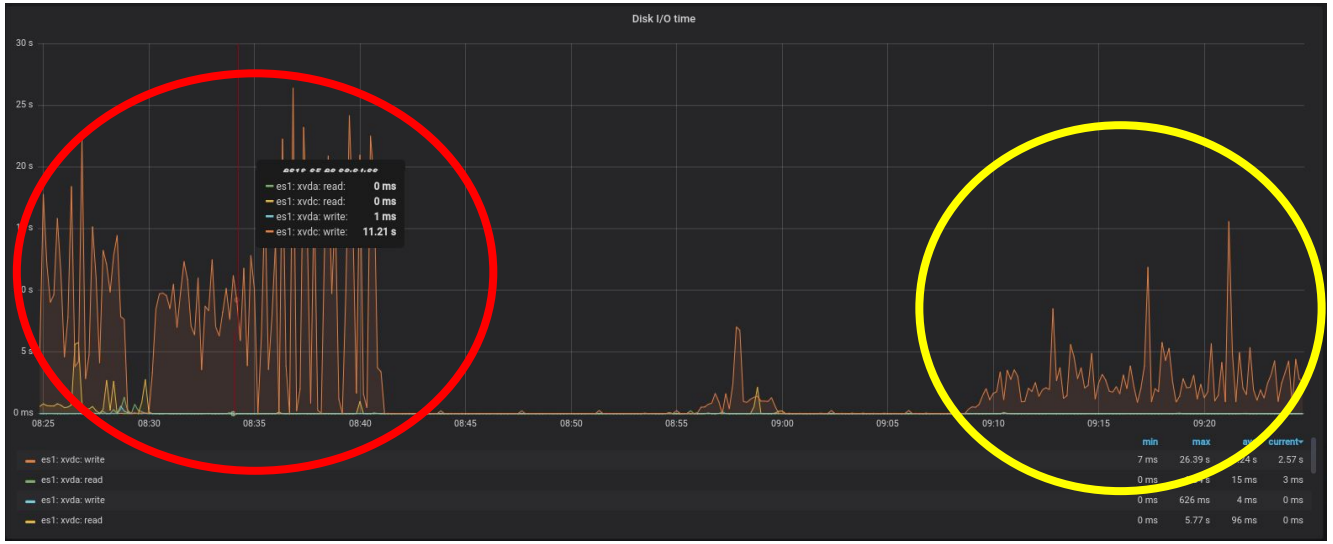
- Bare Metal ou Cloud Privada

- **IOPS nos discos do Elasticsearch**

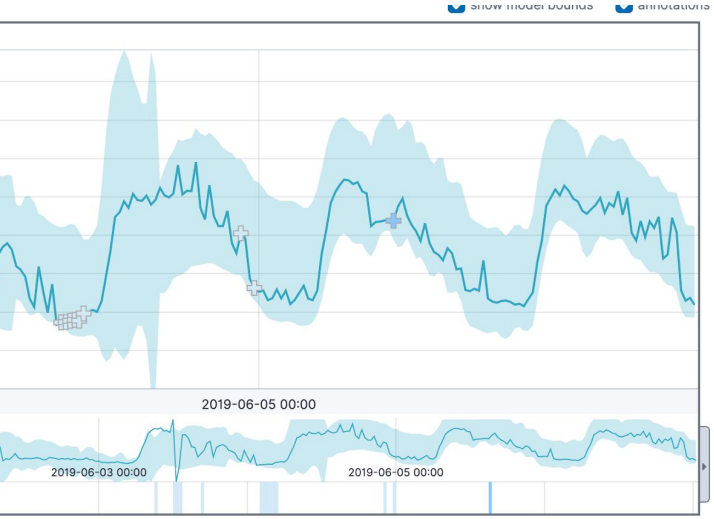


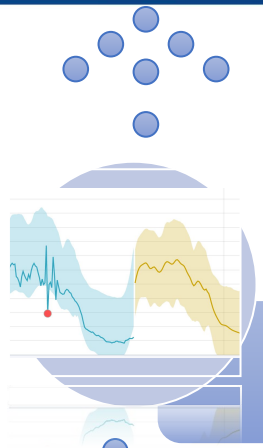

O armazenamento dos dados em dois discos físicos (data paths) distintos aumenta a performance do sistema

Com somente um disco físico (data path) disponível o número de IOPS é alto devido a concorrência no acesso

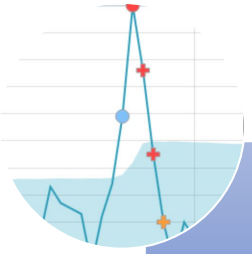


# Machine Learning



Cria Forecast



Detecta Anomalias

Busca Padrões

Analisa Historico

**Detectores**

Define campos e funções utilizadas para a análise

**Influenciadores**

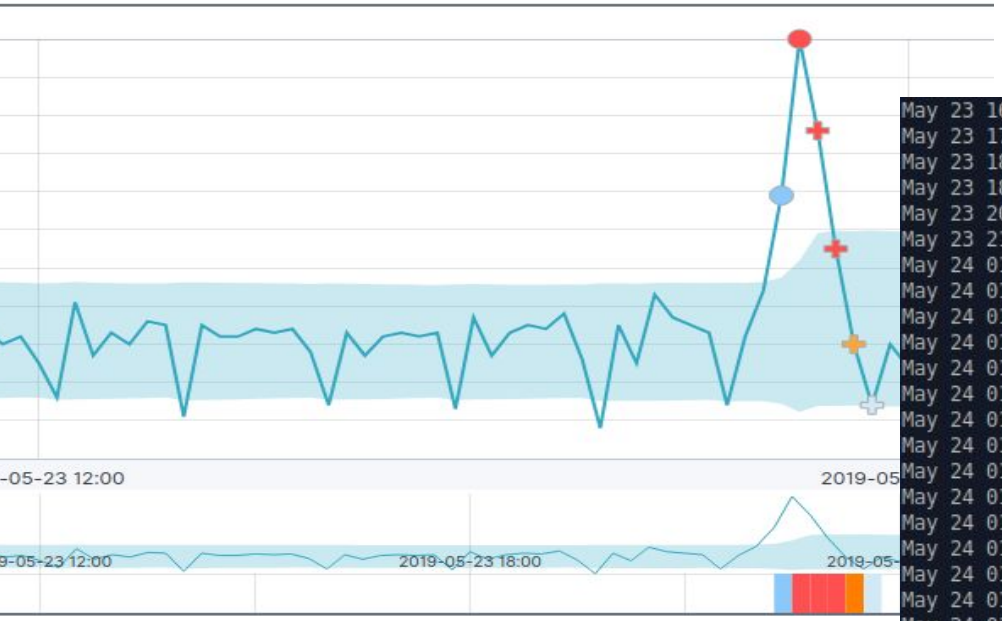
Define campos que influenciam os resultados

- O tempo de processamento do ML é diretamente proporcional ao tamanho de dados a serem analisados
    - Criar filtros para buscar as informações de maneira precisa
        - Evita falso positivo
    - Otimizar buscas e processamento criando filtros
    - Evitar excesso de influenciadores ( Ideal 1 a 3 )

- Quanto maior o forecast, maior a chance de erro

- Índice do sistema exclusivo para ML

GMT-3 22h27m

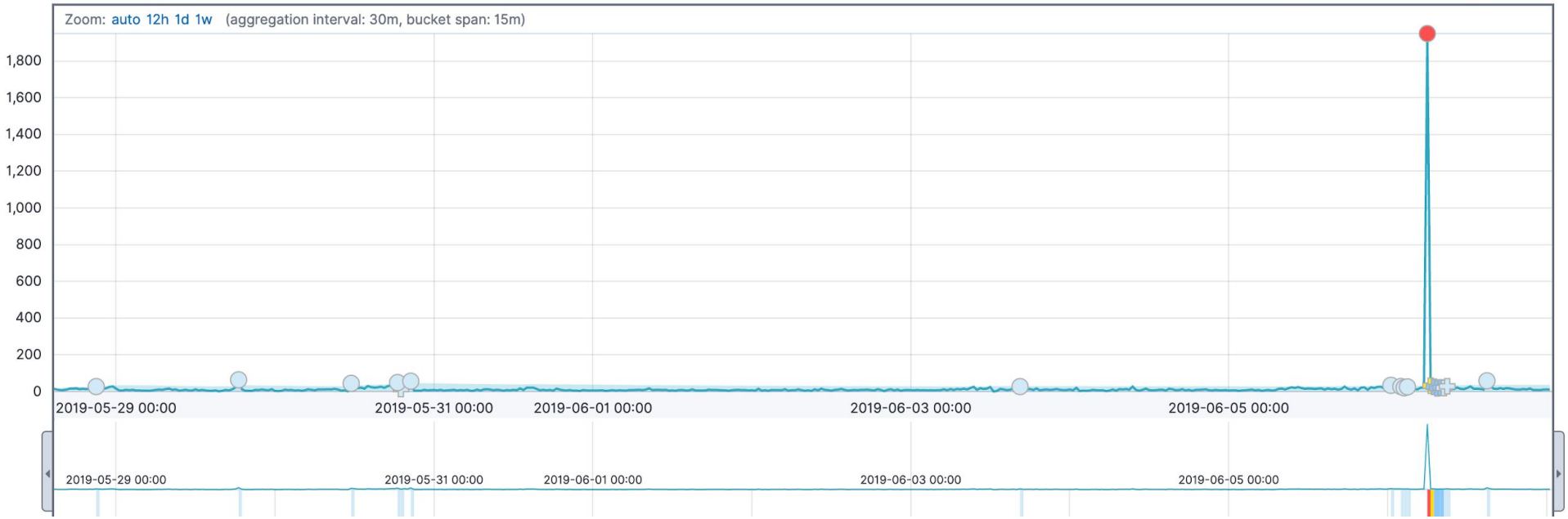



| influenced by | actual | typical |
|---|---|---|
| syslog_program.keyword: xntpd | 86 | 30.2 |
| syslog_hostname.keyword: mdf2<br>syslog_hostname.keyword: mpr<br>syslog_hostname.keyword: mxmia2<br>syslog_program.keyword: xntpd | 55 | 30.4 |

UTC 1h26m

```
May 23 16:41:28.139  jmx_pr-0 xntpd[19023]: kernel time sync enabled 6001
May 23 17:32:44.124  jmx_pr-0 xntpd[19023]: kernel time sync enabled 2001
May 23 18:41:02.216  jmx_pr-0 xntpd[19023]: kernel time sync enabled 6001
May 23 18:58:06.184  jmx_pr-0 xntpd[19023]: kernel time sync enabled 2001
May 23 20:06:23.128  jmx_pr-0 xntpd[19023]: kernel time sync enabled 6001
May 23 21:14:40.117  jmx_pr-0 xntpd[19023]: kernel time sync enabled 2001
May 24 01:17:38.099  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:26:07.098  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:26:09.108  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:26:11.101  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:26:13.101  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:26:15.102  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:26:17.099  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:26:19.102  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:26:21.108  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:26:23.099  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:43:24.100  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:43:26.098  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:43:28.101  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:43:30.101  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:43:32.100  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:43:34.100  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:43:36.099  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:43:38.100  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 01:43:40.099  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 02:00:44.098  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 02:00:46.099  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 02:00:48.098  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 02:00:50.098  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 02:00:52.099  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 02:00:54.101  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 02:00:56.105  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 02:00:58.099  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 02:01:00.105  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
May 24 02:18:04.101  jmx_pr-0 xntpd[19023]: NTP Server 200.1        is Unreachable
```

# UDP Amplification Attack




| time | max severity | detector | found for | influenced by | actual | typical | description | actions |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| June 6th 2019 | 97 | sum("flow.packets") partitionfield="flow.dst_port" | 2 | flow.src_addr: 178. | 3,885 | 9.08 | More than 100x higher | |

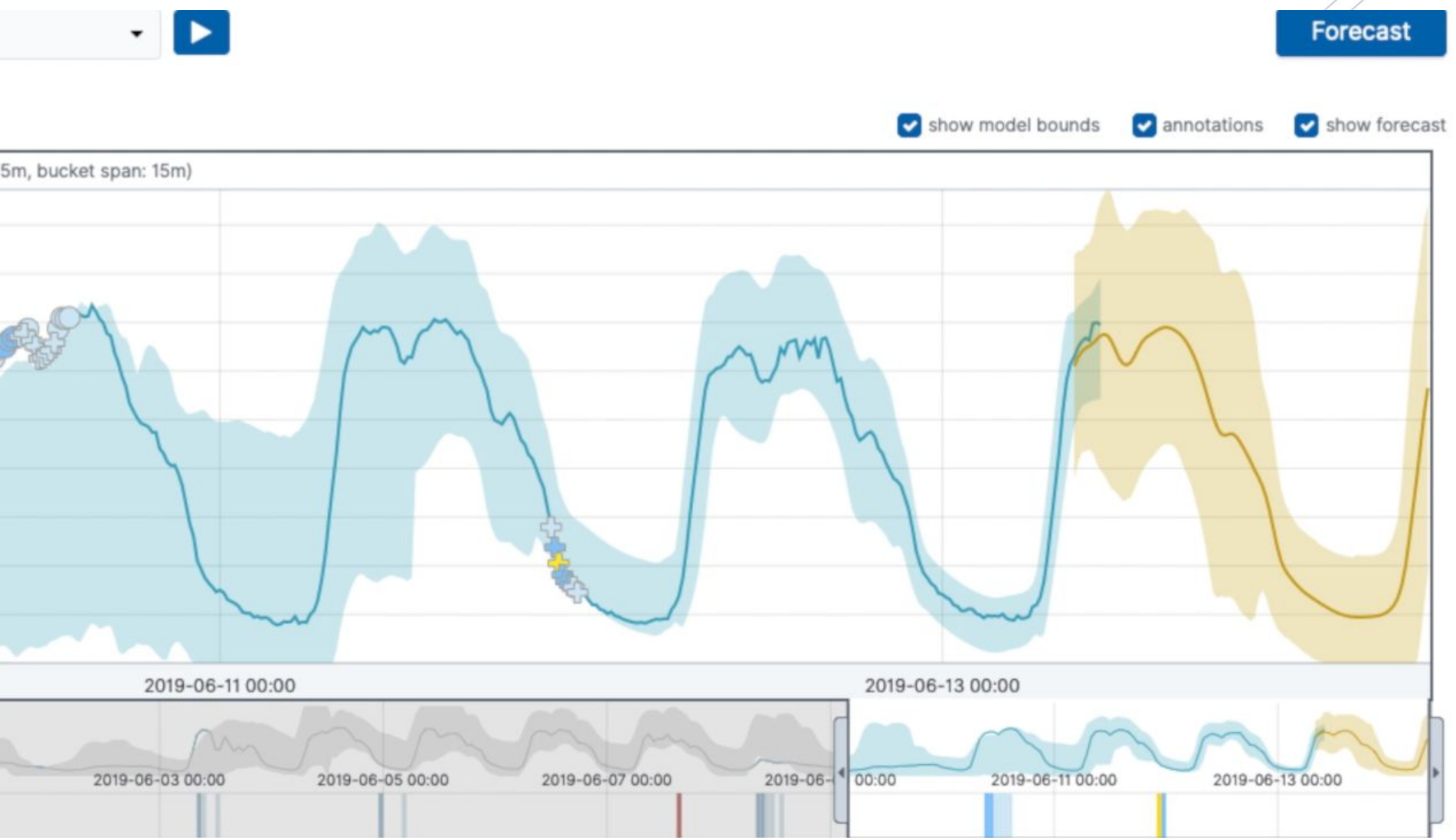
**Description**
critical anomaly in sum("flow.packets") partitionfield="flow.dst_port" found for flow.dst_port 2

**Details on highest severity anomaly**

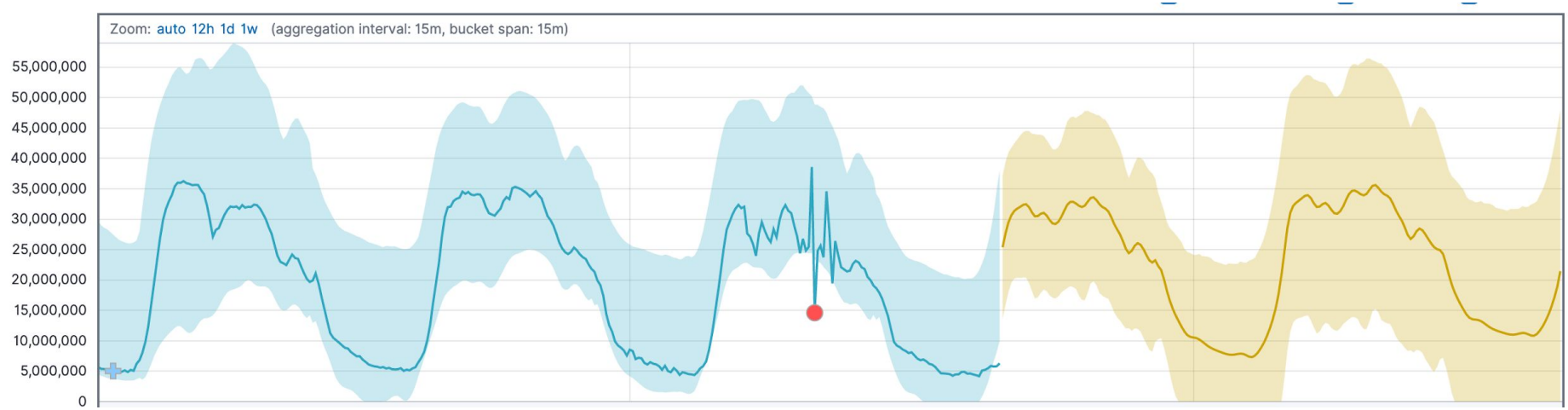
| | |
|---|---|
| **flow.dst_port** | 2 |
| **time** | June 6th 2019, 06:15:00 to June 6th 2019, 06:30:00 |
| **function** | sum |
| **fieldName** | flow.packets |
| **actual** | 3885 |
| **typical** | 9.08 |
| **job ID** | adv-udp-amp-attack-dst-addr-pps-v3 |
| **probability** | 8.73732000688166e-16 |

**Influencers**

| | |
|---|---|
| **flow.src_addr** | 178. |


Forecast
show model bounds
annotations
show forecast
5m, bucket span: 15m)
2019-06-11 00:00
2019-06-13 00:00
2019-06-03 00:00
2019-06-05 00:00
2019-06-07 00:00
00:00
2019-06-11 00:00
2019-06-13 00:00

# Forecast


Zoom: auto 12h 1d 1w (aggregation interval: 15m, bucket span: 15m)
55,000,000
50,000,000
45,000,000
40,000,000
35,000,000
30,000,000
25,000,000
20,000,000
15,000,000
10,000,000
5,000,000
0

**Pontos de atenção ao trabalhar com machine learning**

- A garantia de continuidade no recebimento e processamento dos dados é essencial para que o machine learning funcione corretamente
  - Garanta que todos os componentes da infraestrutura estejam sempre operacionais
  - Se houver a parada de algum dos processos, o aprendizado das tendências do ML será afetado

- Existe um índice exclusivo para persistência dos dados processados pelo machine learning
  - Se um índice histórico for apagado, isto não irá comprometer os dados já processados por um job ML

## Próximos passos

- Utilização de servidores bare metal com discos SSD 1 TB NVMe
- Adição de nós para atuarem exclusivamente como masters
- Kubernets para orquestração e administração do cluster

## Obrigado!

**Rodrigo Pescador**
**rodrigo.pescador at rnp.br**

**Rodrigo Bongers**
**rodrigo.bongers at rnp.br**