WTR
WORKSHOP
DE TECNOLOGIAS DE REDES DO POP-BA

Troubleshooting de Redes, Computadores e Sistemas

Bruno Ramos e Silva

Analista de Redes – PoP-BA/RNP

PoP-BA
Ponto de Presença da RNP na Bahia

RNP 30 anos

Agenda

- Casos reais de Troubleshooting
  - Indisponibilidade Internet
    - Total
    - Parcial
  - Lentidão
    - Total
    - Parcial

- Ferramentas de troubleshoot
  - Maioria pertencente ao Linux

- Casos 1 e 2: Indisponibilidade Total de Internet de clientes RNP do interior

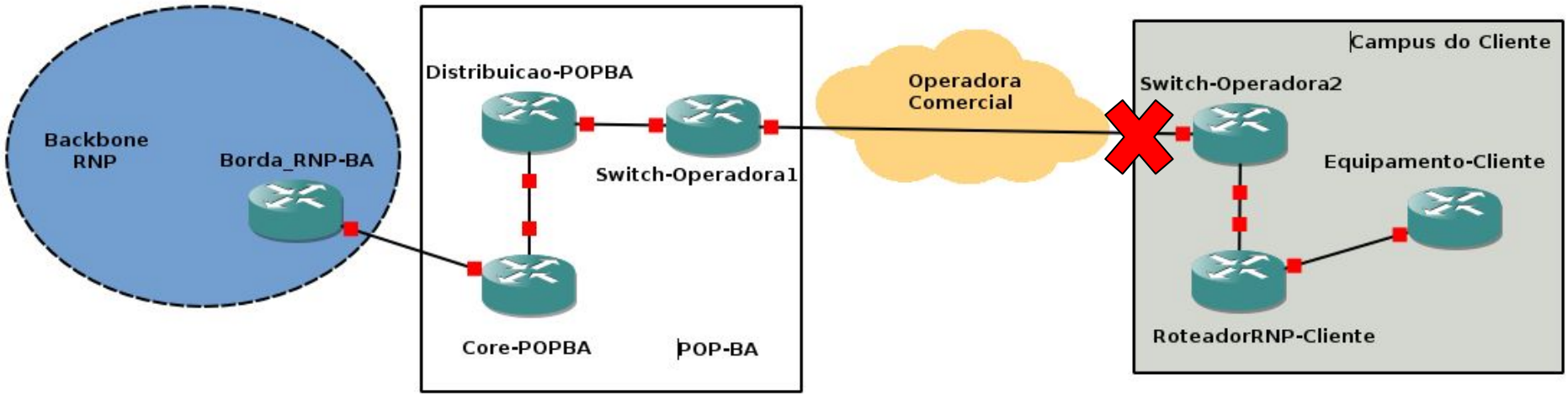


Imagem 1: Cenário da conexão de clientes do interior ao PoP-BA

- Caso 1: Indisponibilidade total de Internet de clientes RNP do interior
  - **PoP-BA detecta falha no link** até roteador RNP e busca que o cliente confirme que:
    - **Roteador RNP e Switch Operadora estão ligados**
      - Questionar se há falha elétrica em seu campus
      - Solicitar confirmação que switch da operadora e roteador RNP estão ligados
    - **Roteador RNP não perdeu configurações após alguma falha elétrica**
      - Solicitar informação se existe LED de alerta no roteador RNP
      - Questionar se houve falha elétrica recente e próximo ao momento inicial da falha
        - Solicitar cliente realizar ping para os IPs WAN e LAN do Roteador RNP

Roteador RNP no cliente OK

    - Estando ok, provável ser algo na infra da operadora
    - **Roteador RNP e switch operadora estão com cabos e fibras conectados**
      - Cabos conectados e LED de atividade do roteador RNP e switch operadora
        - PoP-BA verifica de seu lado também

- Caso 2: Indisponibilidade total de Internet de clientes RNP do interior
  - **PoP-BA não detecta falha no link**, mas **cliente** informa que está **sem acesso a Internet**:

    i. **Buscamos saber os testes feitos pelo cliente**
    - "Quais os testes feitos? Acesso a quais sites/serviços? Sites internos, brasileiros ou externos? Não seria lentidão? Qual DNS vocês usam? Afeta toda sua rede?"

    ii. **Verificamos se a porta LAN do nosso Roteador RNP está UP**
    - Estando UP
      - Solicitar ping para o IP de gateway do Roteador RNP **Roteamento interno cliente OK**
      - No roteador RNP, PoP-BA faz pings a partir do IP de gateway do cliente
        - *ping 200.128.0.22 source 200.128.X.Y* **Roteamento PoP-BA OK**
        - *ping pop-ba.rnp.br source 200.128.X.Y* **DNS PoP-BA OK para o cliente**
      - Se dificuldade no acesso remoto ao roteador RNP:
        - Possíveis problemas MTU/fragmentação ou alta perda pkts na operadora

+ Detalhes nas seções de Lentidão

- Caso 2: Indisponibilidade total de Internet de clientes RNP do interior
  - **PoP-BA não detecta falha no link**, mas **cliente** informa que está **sem acesso a Internet**:

    iii. Solicitamos cliente validar se sua resolução DNS está ok
    - Teste ping por nome: *ping nytimes.com* **Saída deve ser diferente de: "Nome ou serviço desconhecido"**
    - Caso não usem, pedimos que testem com servidor DNS do PoP-BA:
      - *dig @200.128.0.21 nytimes.com* ou *nslookup nytimes.com 200.128.0.21*
    - Slide anterior validamos que a resolução DNS do PoP-BA estava ok
      - Se o teste do cliente usando DNS PoP-BA der problema
        - Possivel Bloqueio em seu firewall
      - Se teste do cliente usando DNS próprio der problema
        - Possivel Falha no DNS interno

Indisponibilidade Internet - Total

- Caso 3: Novo enlace de operadora comercial sem comunicação fim-a-fim

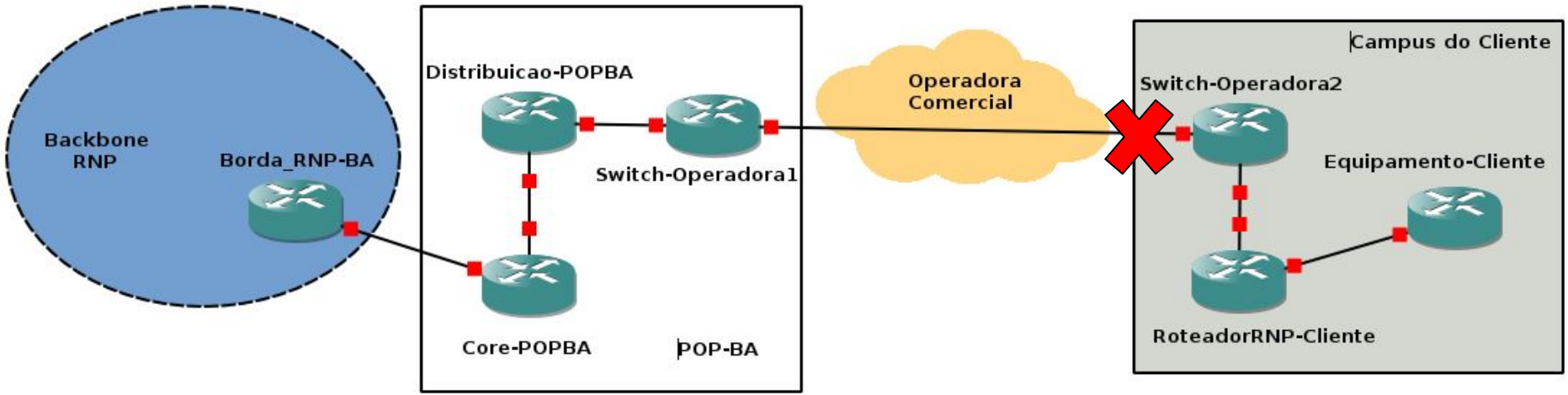


Imagem 1: Cenário da conexão de clientes do interior ao PoP-BA

- Caso 3: Sem conexão fim-a-fim (ponto-a-ponto) em novo enlace comercial
  - **Portas Up** em ambas as pontas, mas **não funciona ping** do **PoP** até roteador RNP no **cliente**
    - Configurado simples ponto-a-ponto /30 ou /31
      - Sem conectividade nem MACs na tabela ARP dos roteadores em ambas as pontas
    - Maioria das operadoras atendem clientes RNP utilizando **VLAN QinQ**, MPLS ou SDH
    - **Solicitamos operadoras revisarem configuração da VLAN do cliente RNP**
      - Configurado em portas e equipamentos corretos?
      - VLAN deve ser *untagged* nas portas de acesso da RNP
      - Informamos nossos endereços MAC e solicitamos verificarem o caminho
        - MAC da ponta A deve chegar até a ponta B, e vice-versa
        - Operadora deve detectar qual equipamento/porta não recebe MAC da VLAN RNP
          - Datacom: *show mac-address-table vlan <vlanID-cliente-RNP>*

- Caso 3: Sem conexão fim-a-fim (ponto-a-ponto) em novo enlace comercial
  - **Portas Up** em ambas as pontas, mas **não funciona ping** do **PoP** até roteador RNP no **cliente**
    - Em caso de loop na rede, o MAC irá oscilar entre portas dos switches
      - Switch aprende MACs pelo campo MAC de origem na porta de chegada

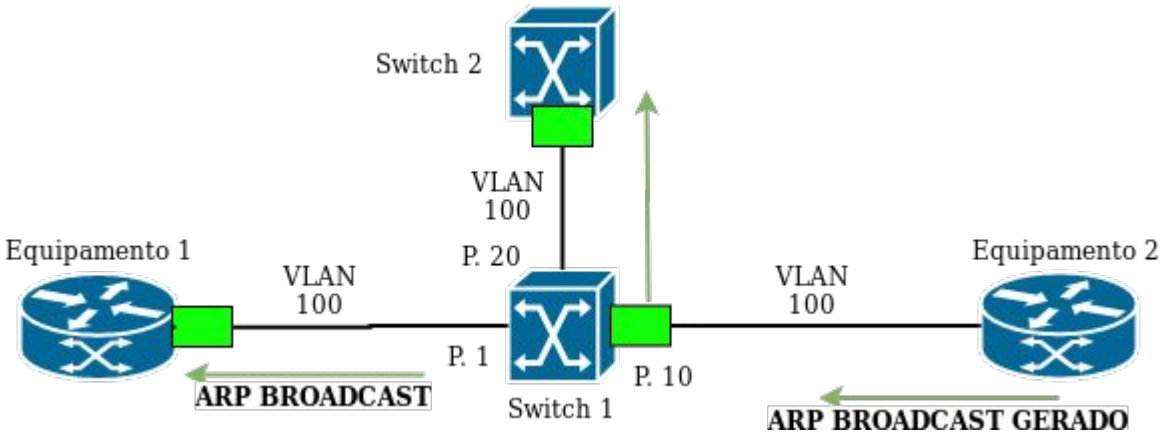
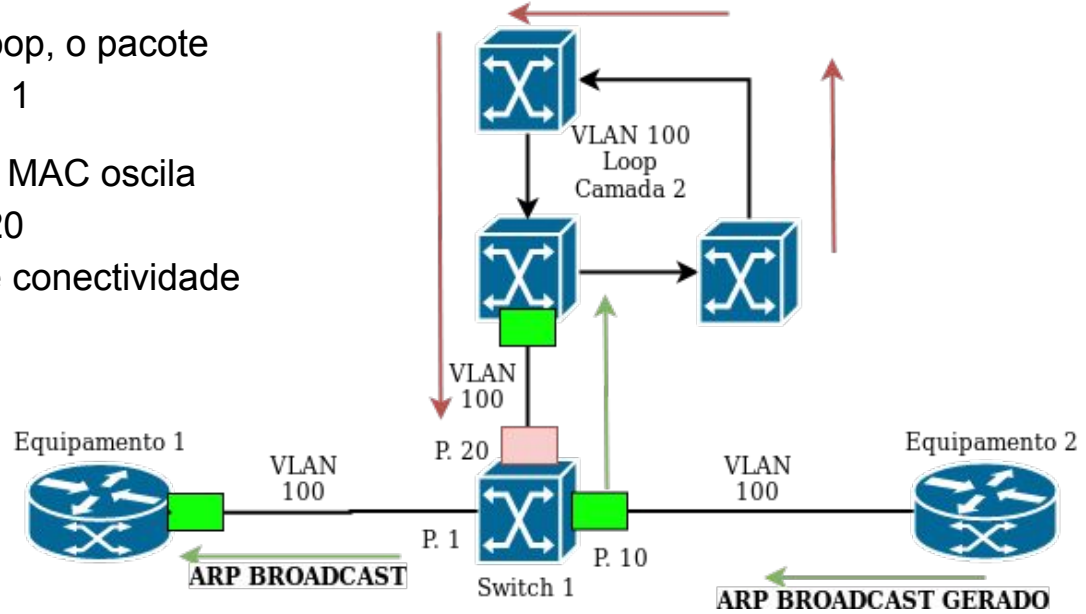


Imagem 2: Aprendizado correto de MAC pelos switches, sem loop na rede

- Caso 3: Sem conexão fim-a-fim (ponto-a-ponto) em novo enlace comercial
  - **Portas Up** em ambas as pontas, mas **não funciona ping** do **PoP** até roteador RNP no **cliente**

    - Em nosso cenário de loop, o pacote volta ‘intacto’ ao Switch 1
    - Na imagem, Switch 1 o MAC oscila entre porta 10 e porta 20
      - Implica em ping e conectividade oscilante



Caixa Verde = Correto aprendizado de MAC

Caixa Vermelha = Indevido aprendizado de MAC

Imagem 3: MAC oscilando entre portas de switch quando há loop na rede

Indisponibilidade Internet - Parcial

Caso 4: Falha do Google no Rio de Janeiro por 2h

Fonte imagem: https://www.express.co.uk/life-style/science-technology/1167668/Google-down-not-working-gmail-chrome-google-drive-error-login

- Caso 4: Falha do Google por 2h no Rio de Janeiro
  - Relatos iniciais foram de falha geral no acesso a Internet
    - Falha geral para quem utiliza DNS do google (8.8.8.8 ou 8.8.4.4)
    - Queda no Brasil do Gmail e Google Drive

Confira alguns relatos de usuários no Twitter:

Gente do céu, o gmail caiu e afetou o meu trabalho.
Eu acabei de parar para pensar que fora do meu trabalho, a minha vida inteira está nos servidores da Google também#Gmail
pic.twitter.com/6DiM9e7q39
— August 19, 2019

- Caso 4: Falha do Google no PoP-RJ
  - Seu teste de ping para a Internet (8.8.8.8) não seria a melhor opção
    - Não ‘pingue’ somente para o google! uol.com.br, cloudflare.com, globo.com . . .
      - pop-ba.rnp.br = *200.128.0.21-22 ; 200.128.6.254 ; 200.128.6.148*
    - Por padrão google faz rate-limit de ICMP
  - Quem utiliza DNS google percebeu falha de resolução DNS
    - *ping qualquer-dominio.com.br*
    - Clientes RNP primários e secundários podem utilizar DNS recursivo do PoP-BA
      - 200.128.0.21 e 200.128.0.22
      - *dig @200.128.0.22 uol.com.br*

Caso 4: Falha do Google no PoP-RJ

- Traceroute parava no backbone RNP no PoP-RJ

Backbone RNP - RJ

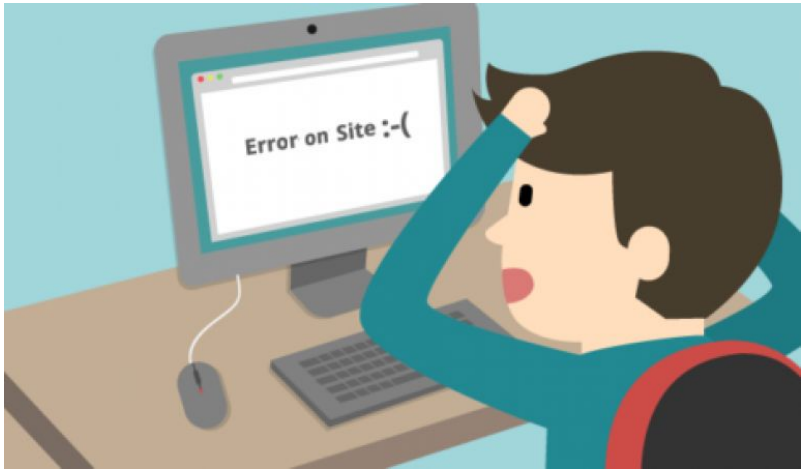
AS Google no IX-RJ

```
brunoramos@gerencia:~$ traceroute 8.8.8.8
traceroute to 8.8.8.8 (8.8.8.8), 30 hops max, 60 byte packets
 1  10.0.0.1 (10.0.0.1)  0.177 ms  0.161 ms  0.150 ms
 2  rt2a.pop-ba.rnp.br (200.128.6.148)  0.391 ms  0.410 ms  0.401 ms
 3  200.128.0.96 (200.128.0.96)  0.292 ms  0.335 ms  0.354 ms
 4  ba-lanba.bkb.rnp.br (200.143.254.153)  0.429 ms  0.584 ms  0.573 ms
 5  200.143.253.206 (200.143.253.206)  14.450 ms  14.653 ms  14.758 ms
 6  rj-es-oi.bkb.rnp.br (200.143.252.85)  23.130 ms  23.115 ms  23.104 ms
 7  as15169.riodejaneiro.rj.ix.br (45.6.52.32)  23.341 ms  23.389 ms  23.378 ms
 8  108.170.251.65 (108.170.251.65)  23.503 ms  23.496 ms 108.170.251.81 (108.170.251.81)
 9  108.170.230.49 (108.170.230.49)  23.609 ms 108.170.229.189 (108.170.229.189)  23.607 ms
10  dns.google (8.8.8.8)  23.578 ms  23.502 ms  23.266 ms
```

- Problema na resposta do serviço do Google e não no roteamento RNP
- Solução da RNP:
  - Temporariamente habilitados filtros BGP para o AS do Google no IX-RJ

Indisponibilidade Internet - Parcial

Caso 5: Site indisponível



Fonte Imagem: https://nestify.io/blog/website-happens-avoid/

Caso 5: Site indisponível

- “Sites A,B e C não estão acessando no navegador.”
    a. Fazer teste de ***ping* v4 e v6**
        - Se der problema é inconclusivo, pois host pode restringir resposta ICMP v4 ou v6
    b. Então, ***telnet* v4 e v6** na porta 80 ou 443
        - Esperada resposta similar à esta imagem →

```
brunoramos@bruno:~$ telnet google.com 80
Trying 2800:3f0:4004:800::200e...
Connected to google.com.
Escape character is '^]'.
```

    c. Caso não conecte, temos um problema de rede:
        - Verificar onde ‘pára’ via ***traceroute***
        - Identifique o dono do host que a requisição pára e solicite verificação de rotas
            - Identificar pela entrada DNS ou ao pesquisar pelo IP no whois

```
6  rj-es-oi.bkb.rnp.br (200.143.252.85)
7  as54113.riodejaneiro.rj.ix.br (45.6.5
```

```
root@gerencia:/home/brunoramos# whois 200.143.252.85
owner:       Associação Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
```

Caso 5: Site indisponível

- Enganos causados pelo traceroute. Exemplo: nytimes.com

```
brunoramos@gerencia:~$ traceroute nytimes.com
traceroute to nytimes.com (151.101.129.164), 30 hops max, 60 byte packets
 1  10.0.0.1 (10.0.0.1)  0.139 ms  0.243 ms  0.234 ms
 2  rt2a.pop-ba.rnp.br (200.128.6.148)  0.469 ms  0.462 ms  0.466 ms
 3  200.128.0.96 (200.128.0.96)  0.424 ms  0.419 ms  0.432 ms
 4  ba-lanba.bkb.rnp.br (200.143.254.153)  0.604 ms  0.598 ms  0.587 ms
 5  200.143.253.206 (200.143.253.206)  13.509 ms  13.528 ms  13.752 ms
 6  rj-es-oi.bkb.rnp.br (200.143.252.85)  23.130 ms  22.968 ms  22.973 ms
 7  * * *
 8  * * *
 9  * * *
10  * * *
11  * * *
```

```
brunoramos@gerencia:~$ ping nytimes.com
PING nytimes.com (151.101.65.164) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 151.101.65.164: icmp_req=1 ttl=57 time=23.3 ms
64 bytes from 151.101.65.164: icmp_req=2 ttl=57 time=23.4 ms
```

Caso 5: Site indisponível

- Enganos causados pelo traceroute. Exemplo: nytimes.com
    a. Traceroute com opção -I funcionou. O que mudou??

```
root@gerencia:/home/brunoramos# traceroute nytimes.com -I
traceroute to nytimes.com (151.101.129.164), 30 hops max, 60 byte packets
 1  10.0.0.1 (10.0.0.1)  0.128 ms  0.125 ms  0.125 ms
 2  rt2a.pop-ba.rnp.br (200.128.6.148)  0.386 ms  0.392 ms  0.392 ms
 3  200.128.0.96 (200.128.0.96)  1.385 ms  1.414 ms  1.444 ms
 4  ba-lanba.bkb.rnp.br (200.143.254.153)  0.471 ms  0.473 ms  0.474 ms
 5  200.143.253.206 (200.143.253.206)  13.410 ms  13.467 ms  13.550 ms
 6  rj-es-oi.bkb.rnp.br (200.143.252.85)  23.000 ms  22.960 ms  23.032 ms
 7  as54113.riodejaneiro.rj.ix.br (45.6.53.40)  23.582 ms  23.487 ms  23.474 ms
 8  151.101.129.164 (151.101.129.164)  23.410 ms  23.408 ms  23.435 ms
```

Caso 5: Site indisponível

- Enganos causados pelo traceroute. Exemplo: nytimes.com
    a. Traceroute com opção -I funcionou. O que mudou??
        - -I força traceroute via ICMP
            - Existe firewall de pacotes UDP nos saltos finais

```
root@gerencia:/home/brunoramos# traceroute nytimes.com -I
traceroute to nytimes.com (151.101.129.164), 30 hops max, 60 byte packets
 1  10.0.0.1 (10.0.0.1)  0.128 ms  0.125 ms  0.125 ms
 2  rt2a.pop-ba.rnp.br (200.128.6.148)  0.386 ms  0.392 ms  0.392 ms
 3  200.128.0.96 (200.128.0.96)  1.385 ms  1.414 ms  1.444 ms
 4  ba-lanba.bkb.rnp.br (200.143.254.153)  0.471 ms  0.473 ms  0.474 ms
 5  200.143.253.206 (200.143.253.206)  13.410 ms  13.467 ms  13.550 ms
 6  rj-es-oi.bkb.rnp.br (200.143.252.85)  23.000 ms  22.960 ms  23.032 ms
 7  as54113.riodejaneiro.rj.ix.br (45.6.53.40)  23.582 ms  23.487 ms  23.474 ms
 8  151.101.129.164 (151.101.129.164)  23.410 ms  23.408 ms  23.435 ms
```

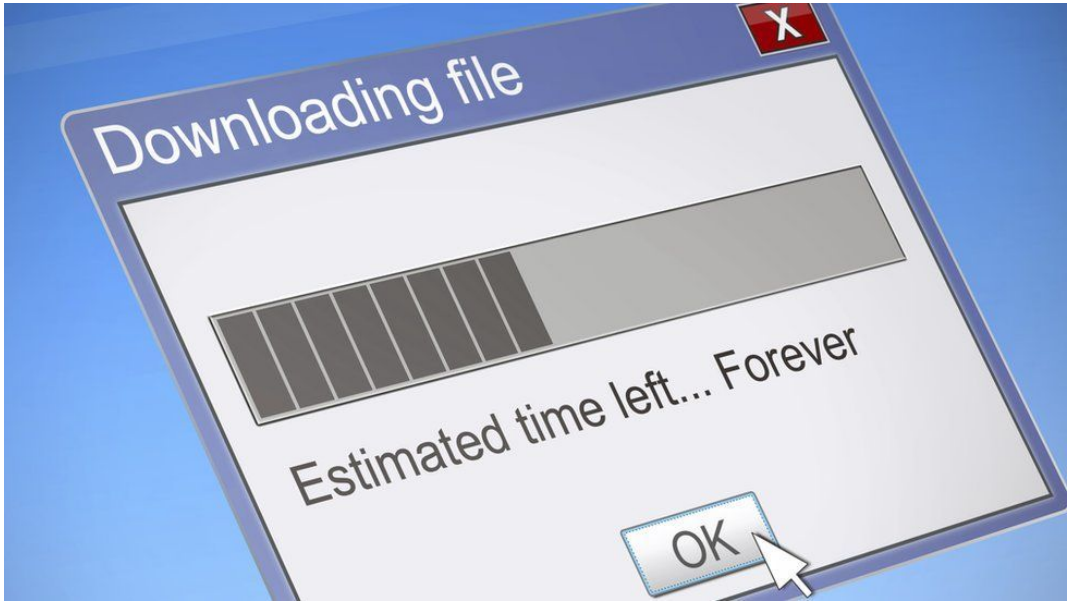
Caso 5: Site indisponível

- E se estivesse bloqueado UDP, ICMP e o Telnet não funcionasse?
  -

Caso 5: Site indisponível

- E se estivesse bloqueado UDP, ICMP e o Telnet não funcionasse?
    - Tentar traceroute via TCP
        - Verificar se algum novo equipamento responde
            - (após o salto 6 em nosso exemplo)
            - Atentar que a Internet pode rotear por caminhos diferentes pacotes ICMP, UDP e TCP
    - Senão, abrir chamado na RNP para debugarem roteamento ao site desejado
    - Se o site estiver funcionando por outra rede externa e for comprovado que o roteamento da RNP estiver correto:
        - O problema pode ser no roteamento de retorno de outro AS para a RNP

Caso 6: Download lento e sites nacionais e internacionais lentos



Fonte Imagem: http://www.bbc.co.uk/newsbeat/article/33092511/is-your-internet-slow-enough-to-get-out-of-your-deal

Lentidão Internet - Total

- Caso 6: Download lento e sites nacionais e internacionais lentos
  - Visualizar utilização de enlace de clientes RNP através do ViaIPê: viaipe.rnp.br

1. **Utilização do enlace do cliente esteja em 100%**
   - Aumento normal e esperado da latência, jitter e perda de pacotes
   - Determinar se o tráfego é válido via análise de fluxos de rede (netflow, sflow, ipfix):
     - OK se, exemplos:
       - Tráfego de backup periódico
       - Tráfego TCP para domínios como google, facebook, akamai, netflix, etc
     - Analisar caso a caso:
       - Atentar para alto upload
         - Cliente pode ser origem de ataques de reflexão NTP ou DNS
       - Correlacionar quantidade de pacotes/fluxos/bytes transferidos, portas, protocolos e IPs de origem e destino
       - Caso necessário, solicitar criação de regra de blackhole ao CAIS RNP

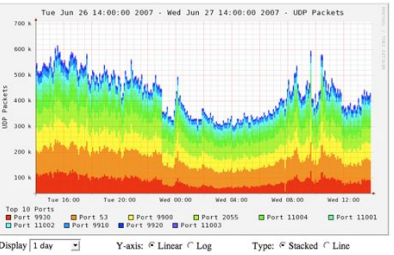
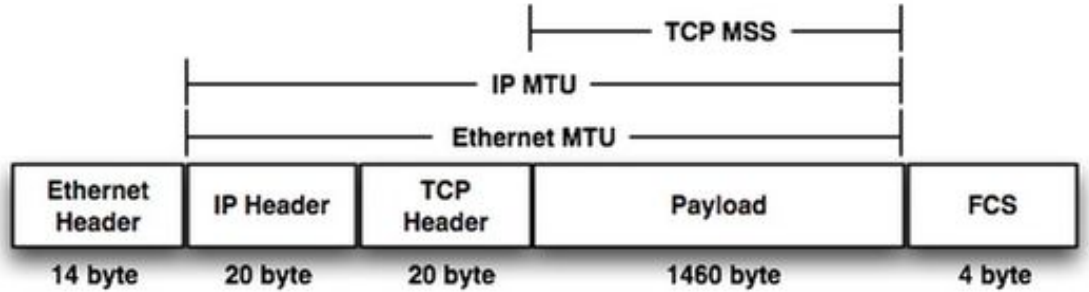


Imagem : Gráfico de fluxos de rede do NFSEN, representando tráfego por porta TCP

- Caso 6: Download e sites nacionais e internacionais lentos
  2. **Alta perda de pacotes sem alto uso do cliente**
     - Atenuação ou enlace intermediário da operadora saturado
     - Validar qualidade do enlace via teste de banda (ex: SPEEDTEST, SIMET, etc)
       - Selecionar servidor mais próximo possível!
       - Testes somente dão uma **idéia** do estado da rede
         - Serviço online de teste de banda é compartilhado com a internet
         - Sua banda de acesso está sendo compartilhada com o restante da instituição
       - Teste do SIMET válido oficialmente pelo NIC.br (tem servidor no PoP-BA)
       - Validação de banda ótima: A do PoP-BA
         - **Link parado temporariamente para o teste**
         - Teste via IPERF dedicado
         - Testa o que deve ser testado: o ponto a ponto da operadora

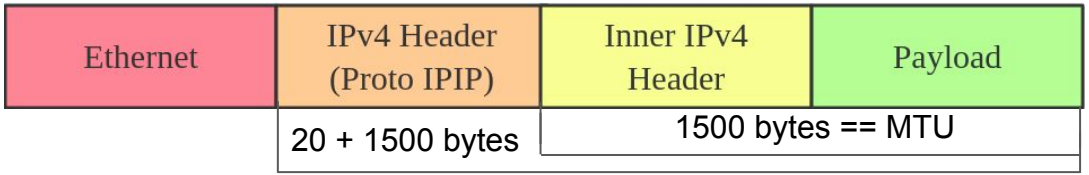
Caso 7: Problema de MTU e fragmentação



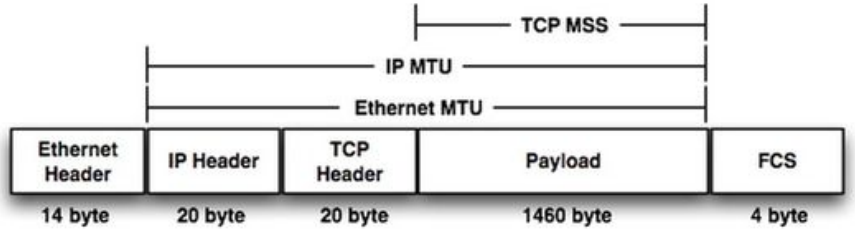
Fonte Imagem: https://www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/ip/transmission-control-protocol-tcp/200932-Ethernet-MTU-and-TCP-MSS-Adjustment-Conc.html

Lentidão Internet - Total

- Caso 7: Problema de MTU e fragmentação
  - Sites lentos e não finalizam carregamento. Arquivos demoram para iniciar download e não baixam
  - Entradas DNS resolvem e ping/traceroute/telnet funcionam normal
    - Porém páginas web não carregam completamente e SSH trava/nao funciona
  - Problema de MTU de pacotes
    - Teste de descoberta de MTU: (no caso do PoP-BA, testamos no ponto-a-ponto até o cliente)
      - *ping 200.128.12.X -s 1472 -M do* (comando Linux)
      - *ping 200.128.12.X size 1472 do-not-fragment* (comando Juniper)
    - Protocolos que inserem novos cabeçalhos podem gerar problemas de MTU
      - Exemplo: Túneis VPN (GRE, IP-IP, IPSEC, OpenVPN)



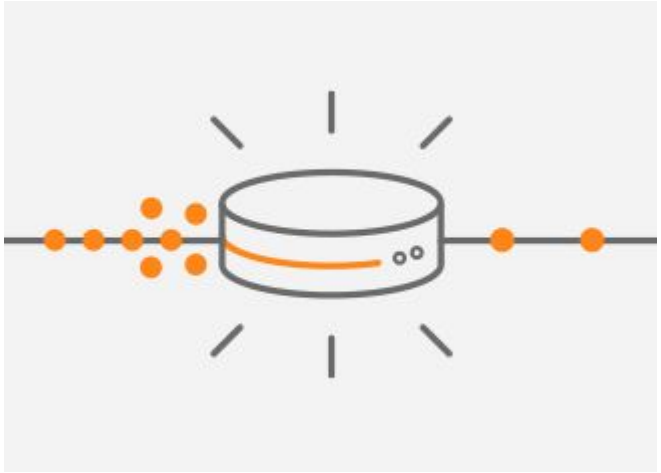
- Caso 7: Problema de MTU e refragmentação
  - Sites lentos e não finalizam carregamento. Arquivos demoram para iniciar download e não baixam
  - Fragmentação de pacotes **por roteadores** pode gerar erros em firewalls e load balancers
    - Fragmentos subsequentes não possuem cabeçalhos de camadas altas
      - Cabeçalhos TCP ou UDP somente presentes no primeiro fragmento
        - Impossível filtrar os fragmentos por critérios como porta origem/destino
  - Soluções:
    1. Reduzir MSS estaticamente nos roteadores. Exemplo: De 1460 para 1440 para tuneis IP-IP.
       - Maximum Segment Size: Tamanho do payload TCP, negociado durante o handshake TCP
       - Quebra premissa de não modificar pacotes fim-a-fim



- Caso 7: Problema de MTU e refragmentação
  - Sites lentos e não finalizam carregamento. Arquivos demoram para iniciar download e não baixam
  - Fragmentação de pacotes **por roteadores** pode gerar erros em firewalls e load balancers
    - Fragmentos subsequentes não possuem cabeçalhos de camadas altas
      - Cabeçalhos TCP ou UDP somente presentes no primeiro fragmento
        - Impossível filtrar os fragmentos por critérios como porta origem/destino
  - Soluções:
    2. Manter liberado em toda a rede a passagem de pacotes ICMP v4 do tipo 3 “Fragmentation Needed and Don't Fragment" e ICMPv6 tipo 2 “Packet Too Big”
       - http://shouldiblockicmp.com/
       - Para manter o funcionamento do Path MTU Discovery no host

Lentidão Internet - Total

Caso 8: Tabela NAT cheia



Fonte Imagem: https://www.noction.com/blog/tcp-transmission-control-protocol-congestion-control

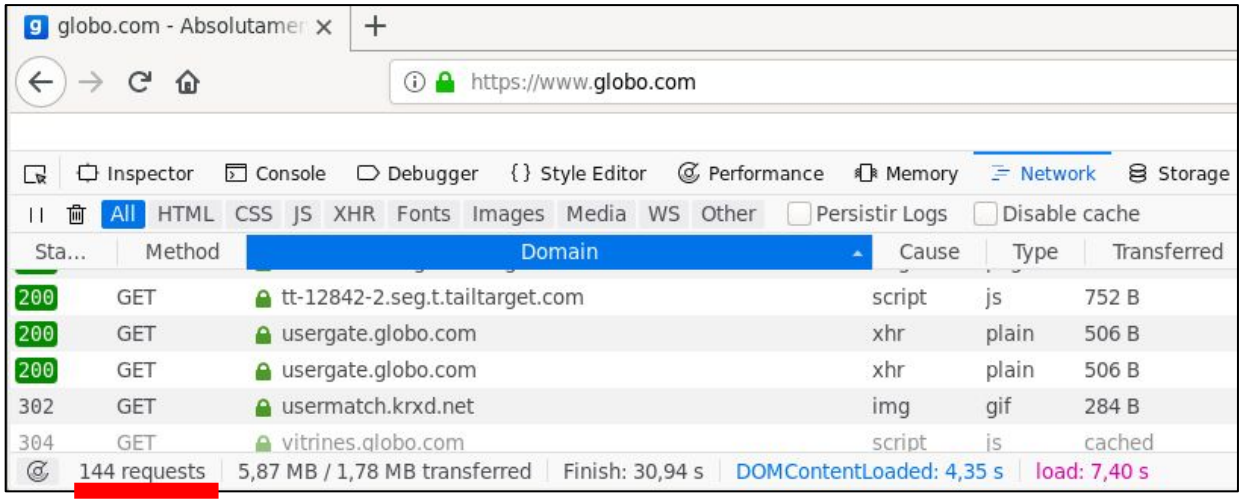
Lentidão Internet - Total

- Caso 8: Tabela NAT cheia
  - Sintomas:
    - Perda de pacotes TCP aleatório ao chegar no firewall
    - Tentativa de conexão demorada, após isso download e upload ok
  - Existem no máximo 64mil portas disponíveis para tradução em cada IP de NAT

Requisição do Traceroute via **TCP** pode ajudar neste teste

Uma página de um site já faz 100+, às vezes até 200+ conexões TCP!

Solução: Implantar **IPv6** na rede ou inserir mais IPv4s no pool do NAT.

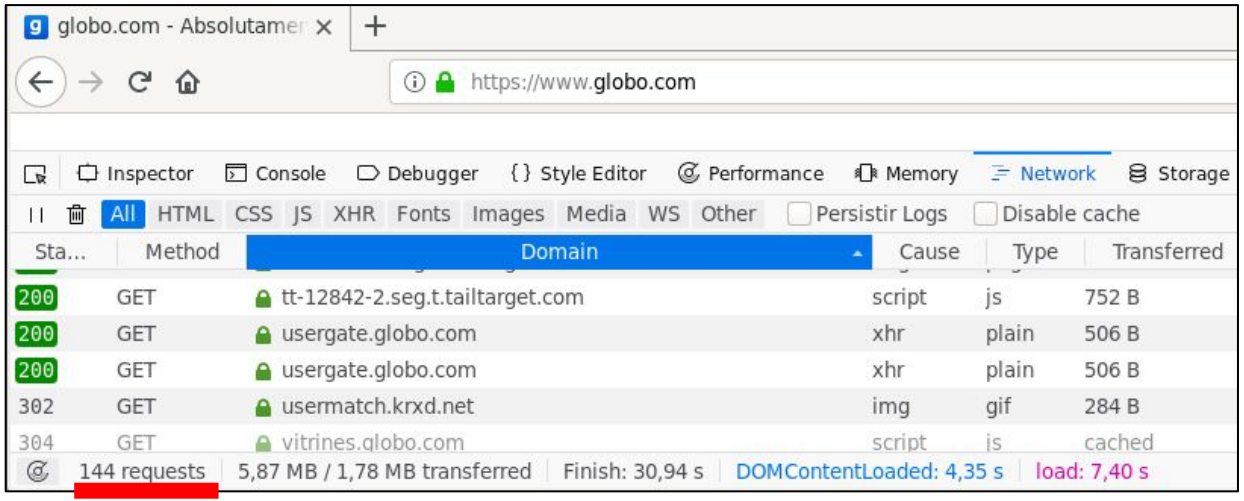


No Linux, se atentar ao tamanho da tabela conntrack, exemplo:
cat /proc/sys/net/netfilter/nf_conntrack_max
sysctl -w net.netfilter.nf_conntrack_max=262144
echo "net.netfilter.nf_conntrack_max=262144" >> /etc/sysctl.conf

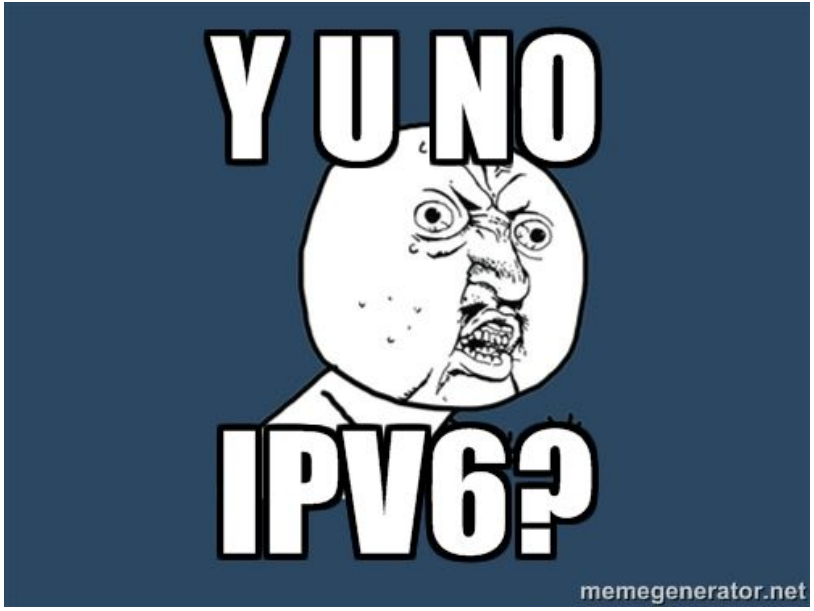
- Caso 8: Tabela NAT cheia
  - Sintomas:
    - Perda de pacotes TCP aleatório ao chegar no firewall
    - Tentativa de conexão demorada, após isso download e upload ok
  - Existem no máximo 64mil portas disponíveis para tradução em cada IP de NAT

Uma página de um site já faz 100+, às vezes até 200+ conexões TCP!

Solução: Implantar **IPv6** na rede ou inserir mais IPv4s no pool do NAT.



Caso 9: Internet muito lenta após habilitar IPv6



Fonte Imagem: https://blog.cloudflare.com/eliminating-the-last-reasons-to-not-enable-ipv6/

Lentidão Internet - Parcial

- Caso 9: Internet muito lenta após habilitar IPv6 (habilitar =!= implantar)
  - Sites lentos pra carregar mas carregam. Arquivos demoram para iniciar download e depois baixam normal
  - **Rápido:** *time curl google.com -4*
  - **Lento:** *time curl google.com*
  - IPv6 habilitado nos roteadores e computadores, mas não funcional para acesso a Internet
    - Ou erroneamente existe roteador IPv6 com Router Advertisement (RA) habilitado
  - **Consulta a um servidor DNS via IPv4 pode retornar entradas IPv6 e IPv4**
    - **Problema:** S.O por padrão prioriza conexão IPv6
      - Mas conexão IPv6 está não-funcional!
      - S.O espera timeout IPv6 (alguns segundos) para tentar conexão via IPv4
  - **Nós incentivamos o uso do IPv6,** mas caso IPv6 não esteja **implantado**:
    - Desabilitar IPv6 em toda a rede (DHCP, máquinas e roteadores)
    - Bloqueiar tudo de IPv6 no firewall

Obrigado!

Bruno Ramos e Silva
Analista de Redes - PoP-BA/RNP

Contato: brunoramos@pop-ba.rnp.br / brunorscc@gmail.com

Referências:

- https://blog.cloudflare.com/ip-fragmentation-is-broken/
- https://www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/ip/transmission-control-protocol-tcp/200932-Ethernet-MTU-and-TCP-MSS-Adjustment-Conc.html
- https://www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/ip/transmission-control-protocol-tcp/200932-Ethernet-MTU-and-TCP-MSS-Adjustment-Conc.html
- http://shouldiblockicmp.com/
- https://www.iana.org/assignments/icmp-parameters/icmp-parameters.xhtml
- https://www.iana.org/assignments/icmpv6-parameters/icmpv6-parameters.xhtml
- https://archive.nanog.org/meetings/nanog47/presentations/Sunday/RAS_Traceroute_N47_Sun.pdf
- https://wiki.khnet.info/index.php/Conntrack_tuning
- https://www.techtudo.com.br/noticias/2019/08/gmail-fora-do-ar-servico-nao-abre-e-exibe-mensagem-algo-deu-errado.ghtml
- https://aarvik.dk/disable-ipv6/index.html

- Caso 7: Tempo muito alto de resposta DNS
  - Testar tempo de resolução DNS
    - Medir tempo de resolução com múltiplos servidores DNS recursivos:
      - Diferença gigante entre entrada já em cache (<<30ms) e fora do cache (>100ms)
      - O que seria lento? Bruno diria várias resoluções de nomes nacionais >500ms
      - Exemplo: *time dig pop-ba.rnp.br*

```
real    0m0,952s
user    0m0,008s
sys     0m0,009s
```

  - DNS abertos (ex: google) podem até responder rápido
    - Espionará tudo que você navega!
    - PS: OpenDNS não possui DNSSEC implementado! (208.67.222.222 e 208.67.220.220)
      - DNS do PoP-BA possui DNSSEC

Lentidão Internet - Parcial

- Caso 10: Internet cabeada da casa de Bruno está meio lenta
  - Resposta DNS está rápida
  - Download e upload estão rápidos
  - Fiz traceroute para o PoP-BA

```
brunoramos@bruno:~$ traceroute pop-ba.rnp.br
traceroute to pop-ba.rnp.br (200.128.0.18), 30 hops max, 60 byte packets
 1  192.168.0.1 (192.168.0.1)  0.217 ms  0.224 ms  0.206 ms
 2  10.21.128.1 (10.21.128.1)  9.443 ms  9.386 ms  9.404 ms
 3  bacfa064.virtua.com.br (186.207.160.100)  10.516 ms  9.804 ms  10.401 ms
 4  bacfa001.virtua.com.br (186.207.160.1)  12.440 ms * *
 5  189.22.214.1 (189.22.214.1)  13.918 ms *  13.807 ms
 6  * 200.244.75.8 (200.244.75.8)  33.764 ms  44.799 ms
 7  200.128.0.97 (200.128.0.97)  21.056 ms * *
 8  ebt-H0-3-0-0-puacc03.rjo.embratel.net.br (200.244.211.126)  33.663 ms eb
44.211.126)  34.600 ms
 9  * * *
10  * * *
11  * * *
12  * * *
13  * * *
14  200.128.0.97 (200.128.0.97)  37.721 ms  38.488 ms  38.535 ms
15  fw1.pop-ba.rnp.br (200.128.6.253)  37.763 ms * *
16  * * *
```

- Caso 3: Sem conexão fim-a-fim (ponto-a-ponto) em novo enlace comercial
  - **Portas Up** em ambas as pontas, mas **não funciona ping** do **PoP** até roteador RNP no **cliente**
    - Os contratos de enlaces da RNP no modelo ‘ ‘, espera-se que:
      - Uma porta física atende somente um cliente (porta UTP ou SFP elétrica)
      - Transparentes:
        - Sem tags de VLAN nas portas de acesso
        - Permite uso de VLAN pelo cliente caso necessário
        - Sem IPs intermediários
        - Sem tráfego ‘estranho’ chegando na porta de rede
          - Especialmente de protocolos como STP, EAPS, LLDP, etc

Interface	MAC Address	VLAN	802.1p Priority	Type
PortCh 1	00:04:DF:66:2E:25	2428	-	Learned
Eth 1/ 6	88:1D:FC:DF:90:01	2428	-	Learned

Imagem 2: Exemplo da visualização de VLANs num switch DATACOM