Arquitetura BGP Redundante para ISPs

Resiliência e Simplificação com Route-Reflectors e Route-Servers

Ritielle Tobias Fernandes

QUEM SOU EU!

Sou **Ritielle,** esposo da Bruna e pai da Anna Beatriz, do Enzo e do Estêvão.

Comecei minha trajetória profissional na área de **informática**, onde descobri meu interesse por redes e infraestrutura.

Em **2013**, dei meus primeiros passos no mundo das **telecomunicações.**

Desde **2016** atuo como consultor técnico para provedores de Internet, especialmente no Mato Grosso do Sul.

Em **2019**, fundei minha própria empresa de consultoria, e hoje sigo ao lado do meu sócio **Wumadson (Mazinho)** à frente da **FiberOn.Network**, desenvolvendo projetos e soluções para provedores em todo o Brasil e América Latina.

A FiberOn.Network

- A **FiberOn** administra hoje mais de **30 ASNs**.
- Nosso trabalho impacta diretamente **mais de 400.000 clientes**.
- São **500G de tráfego agregado**.
- Atuamos no **Brasil** e em todo o **mercado LATAM**.
- Também conduzimos **projetos de implantação de Kentik** em diversos países da América.
- Algumas marcas que acreditam no nosso trabalho:

HOKINET COMPARTILHE ESSA EXPERIÊNCIA
GIGANet TELECOM
tec+
VIA MS SOLUÇÕES
FIBRA PLUS TELECOM
ALA TELECOM INTERNET DE ALTA VELOCIDADE
FPNET SUA MELHOR CONEXÃO
Rede 2CR PROVEDOR DE INTERNET
RIC@NET INTERNET BANDA LARGA
LDTELECOM
Circula Net
AREA-51 INTERNET FIBRA ÓPTICA
actel
Hobynet Fibra
LCL Consultoria e Assessoria Comercial

Introdução ao Tema

- ➔ Modelo de **arquitetura BGP redundante** aplicado em redes de **ISPs regionais**.
- ➔ Conceitos: **Route-Reflectors** e **Route-Servers**.
- ➔ Objetivo: **resiliência e simplicidade** na entrega de sessões BGP.
  Baseado em uma **rede ilustrativa**, porém inspirada em **casos reais**.
- ➔ A ideia é simples: construir uma arquitetura **limpa, redundante e eficiente** para ISPs regionais.
- ➔ Tudo trabalha junto para garantir **resiliência e operação simplificada**.

Contexto e Motivação

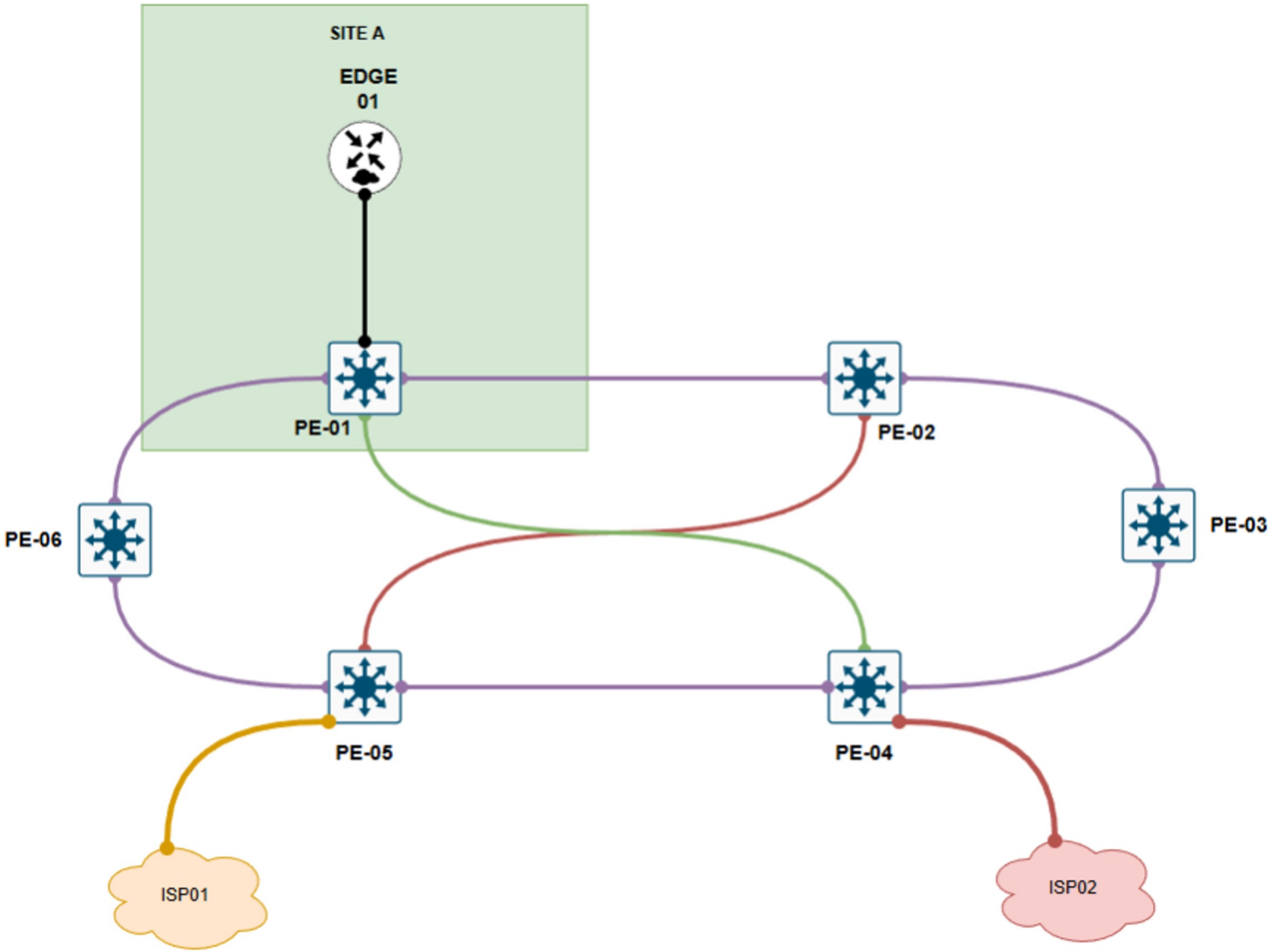
- O objetivo era claro:
  reduzir falhas, acelerar a convergência e simplificar a operação.
  Mais que performance e redundância para os clientes**.**
- ISPs regionais com múltiplos PoPs exigem **conectividade redundante**.
  BGP descentralizado multiplica o trabalho e aumenta a complexidade.
- **Meta:** BGP Redundante, tráfego local entre clientes sem transportes l2vpn até os roteadores BGP, e entrega de apenas um full routing para cada cliente.

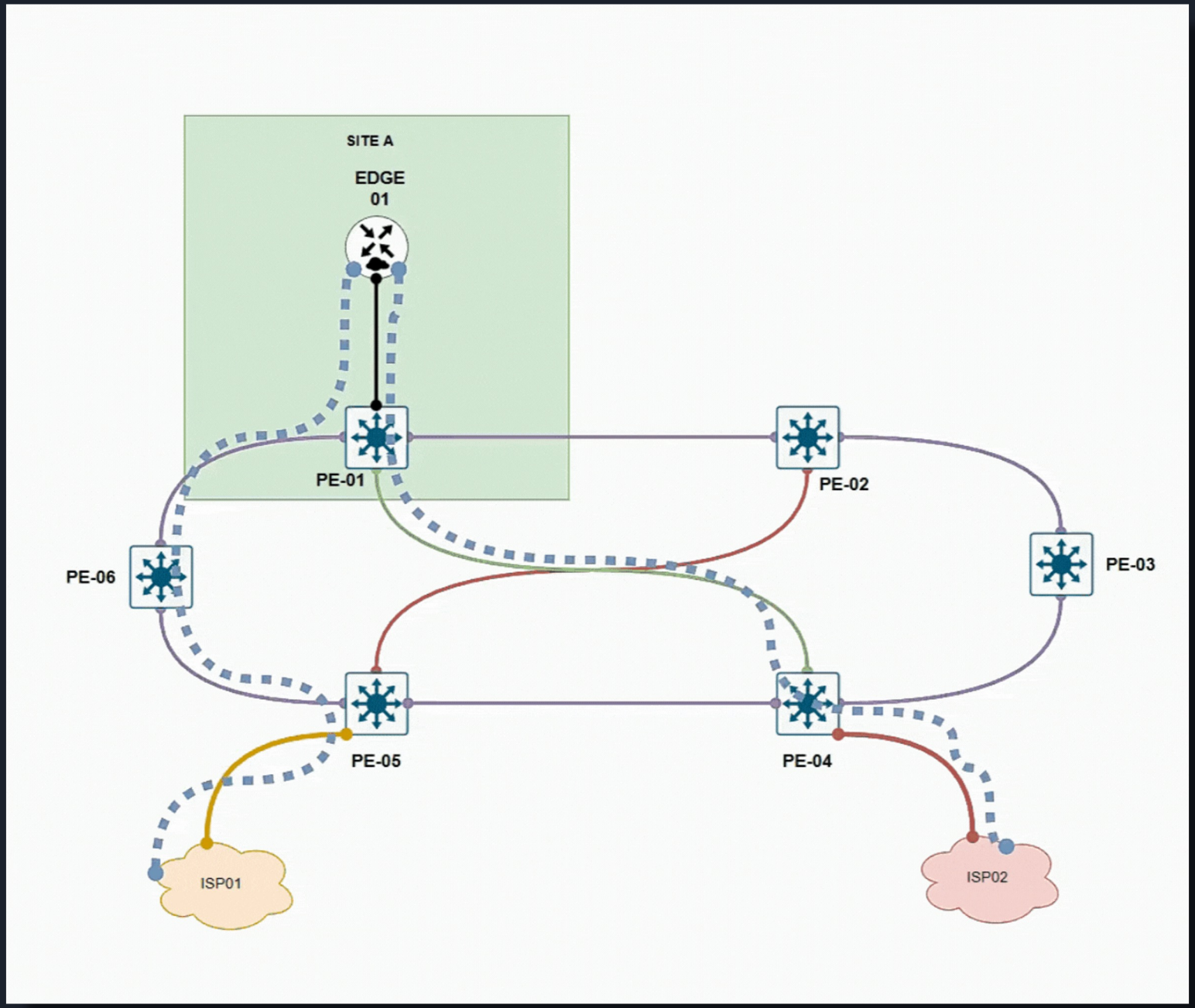
No modelo tradicional, cada cliente de trânsito era transportado até um BGP único, e os clientes se encontravam a quilômetros de distância pra trocar tráfego.

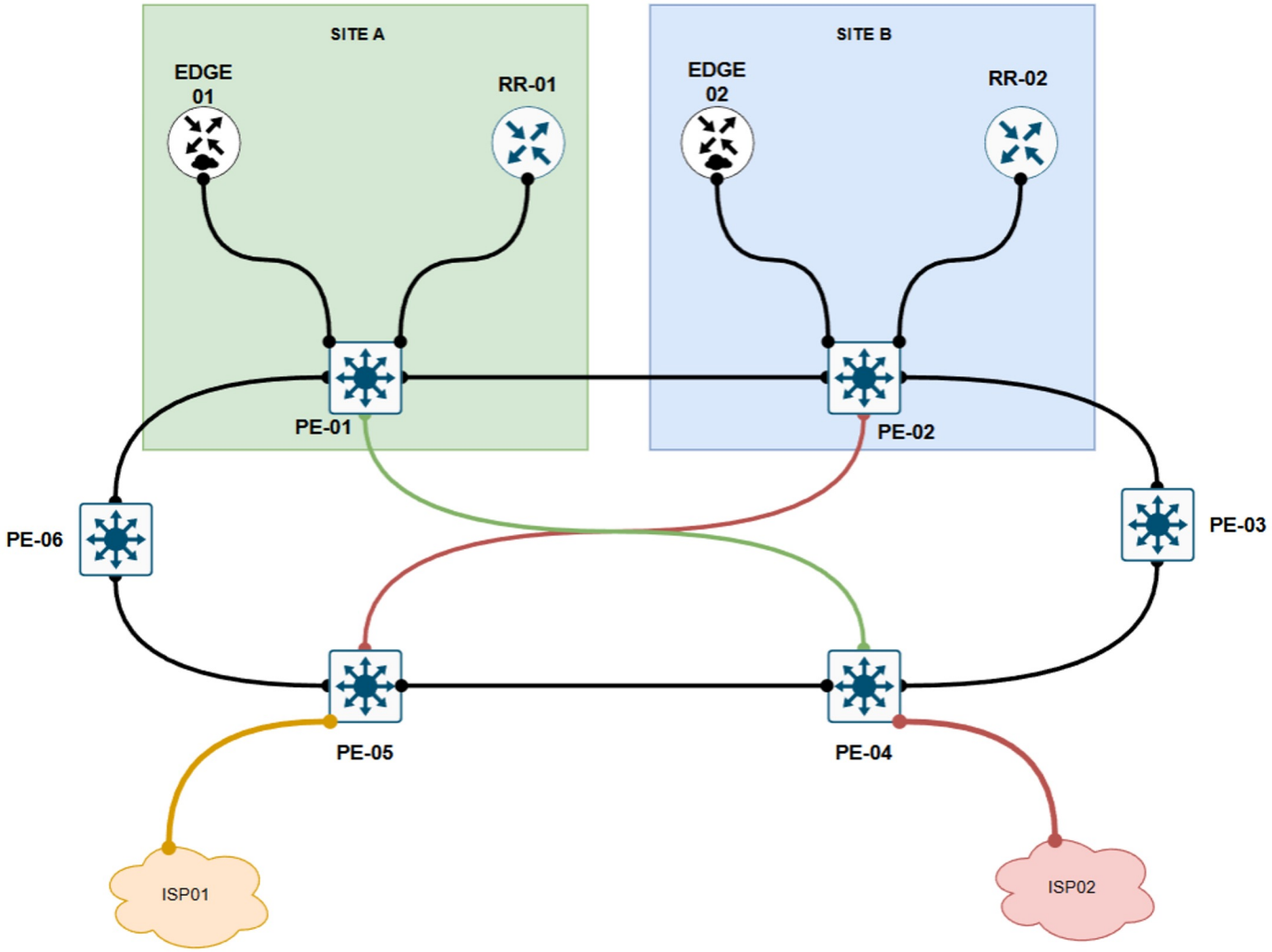
Quando o BGP parava, todos os clientes ficam sem link.

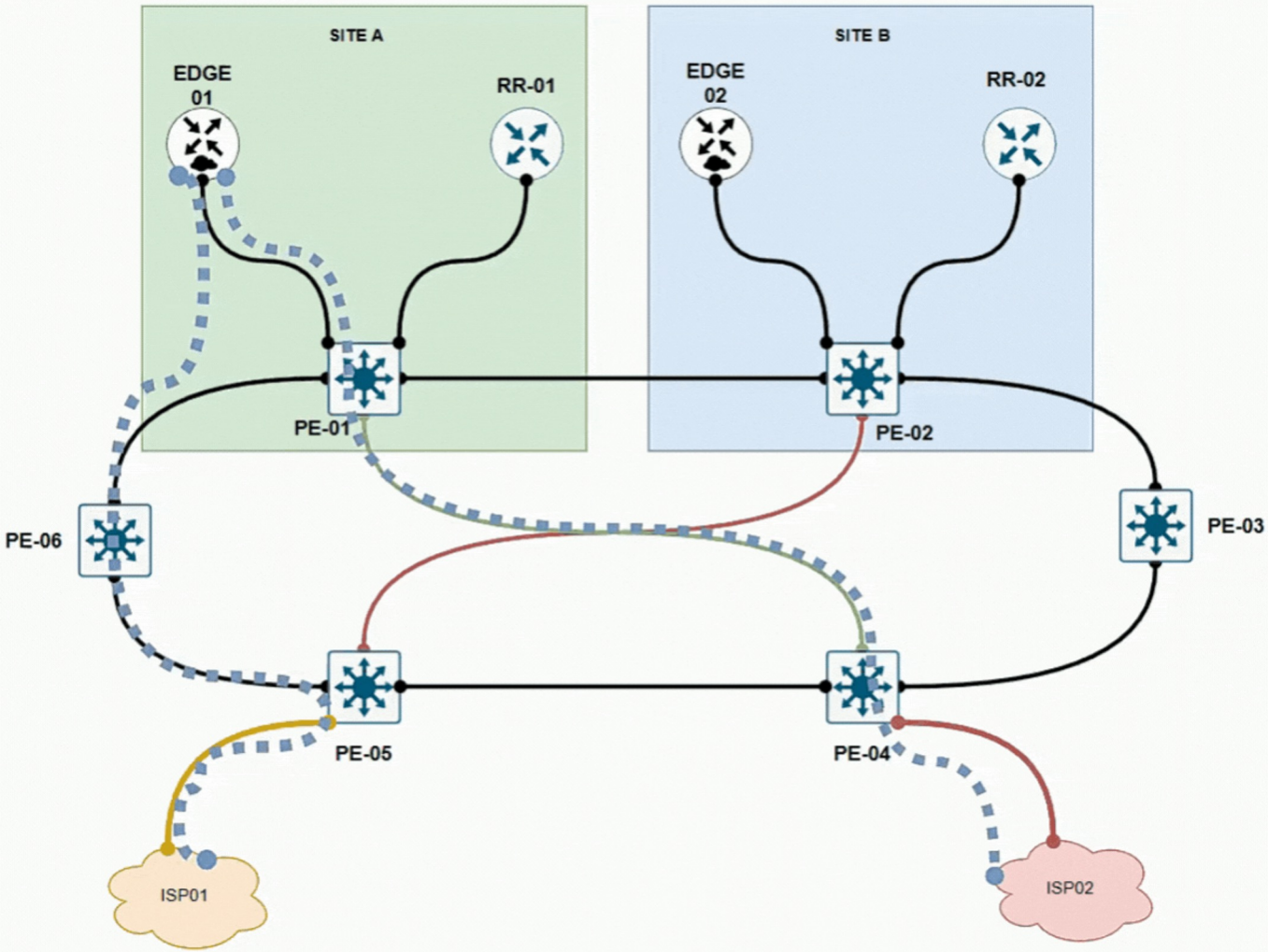
O RESULTADO?

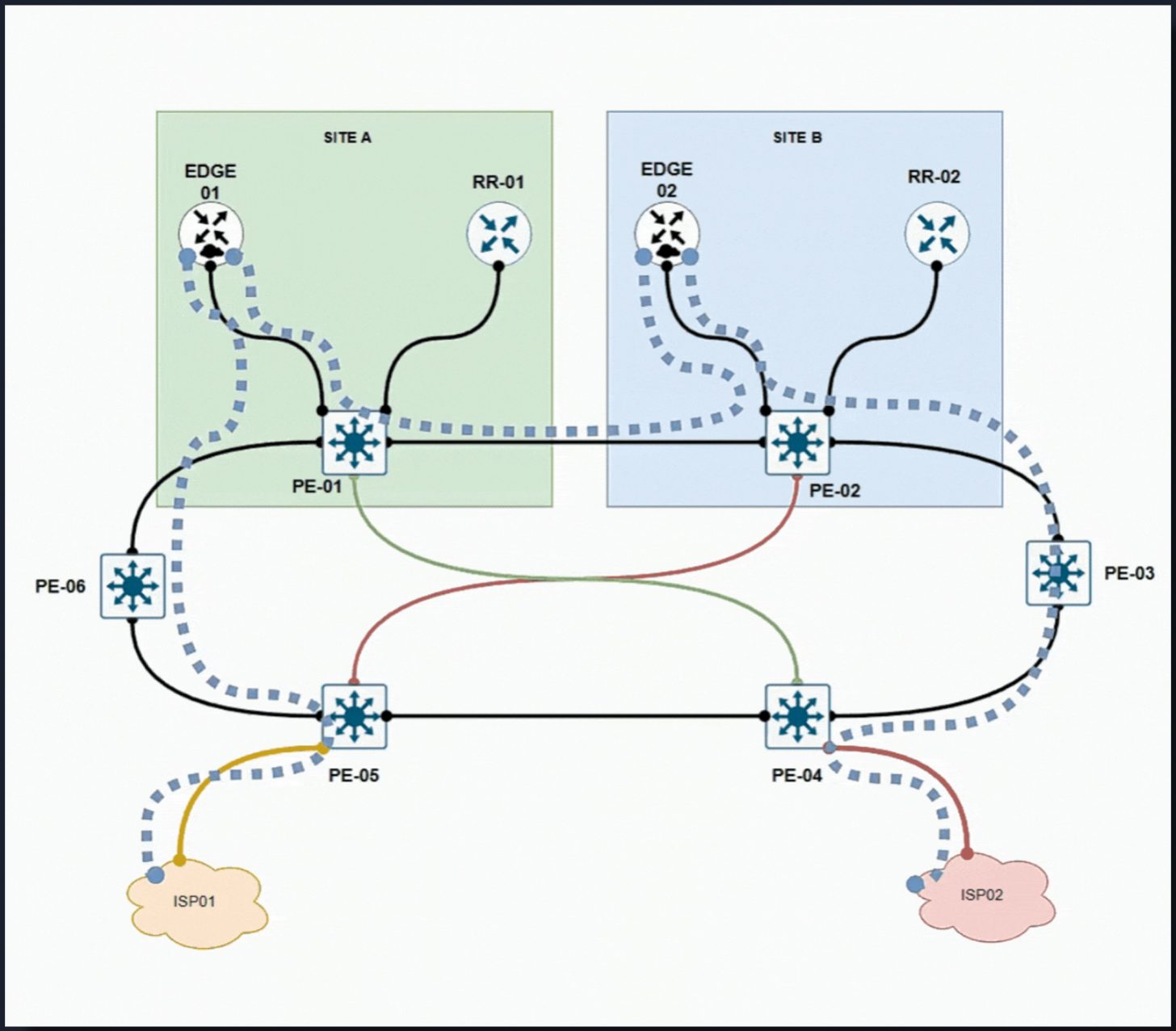
- Uma rede grande e sem redundância de BGP.
- Sessões independentes causam inconsistências.
- Gestão descentralizada aumenta risco operacional.
- Centralização de BGP traz ineficácia ao backbone.


SITE A
EDGE
01
PE-01
PE-02
PE-03
PE-04
PE-05
PE-06
ISP01
ISP02


SITE A
EDGE
01
PE-01
PE-02
PE-03
PE-04
PE-05
PE-06
ISP01
ISP02


SITE A
EDGE 01
RR-01
SITE B
EDGE 02
RR-02
PE-01
PE-02
PE-06
PE-03
PE-05
PE-04
ISP01
ISP02


SITE A
SITE B
EDGE
01
RR-01
EDGE
02
RR-02
PE-01
PE-02
PE-06
PE-03
PE-05
PE-04
ISP01
ISP02


SITE A
SITE B
EDGE
01
RR-01
EDGE
02
RR-02
PE-01
PE-02
PE-06
PE-03
PE-05
PE-04
ISP01
ISP02

RACIOCÍNIO POR TRÁS DA ARQUITETURA

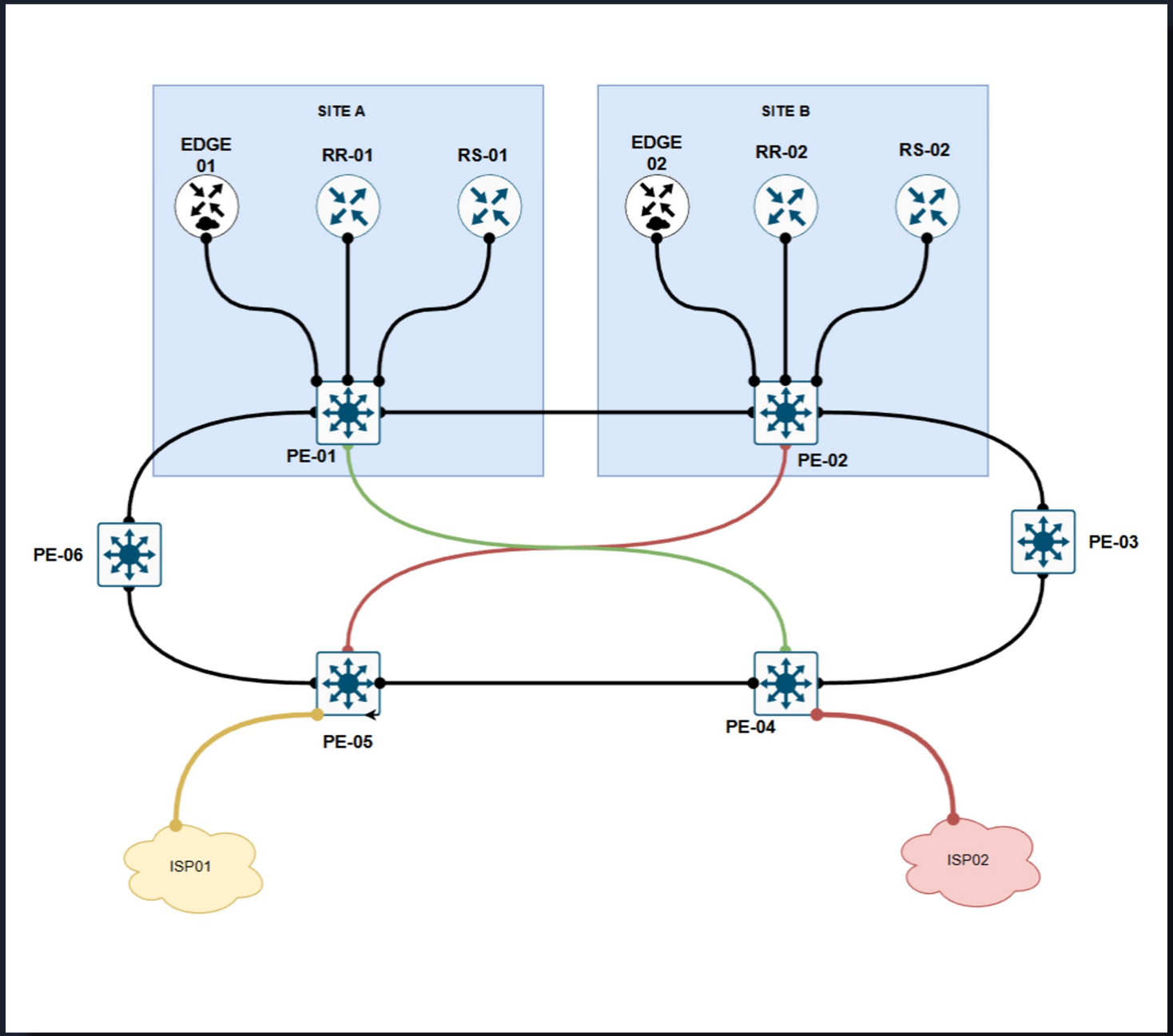
Evolução da Topologia MPLS

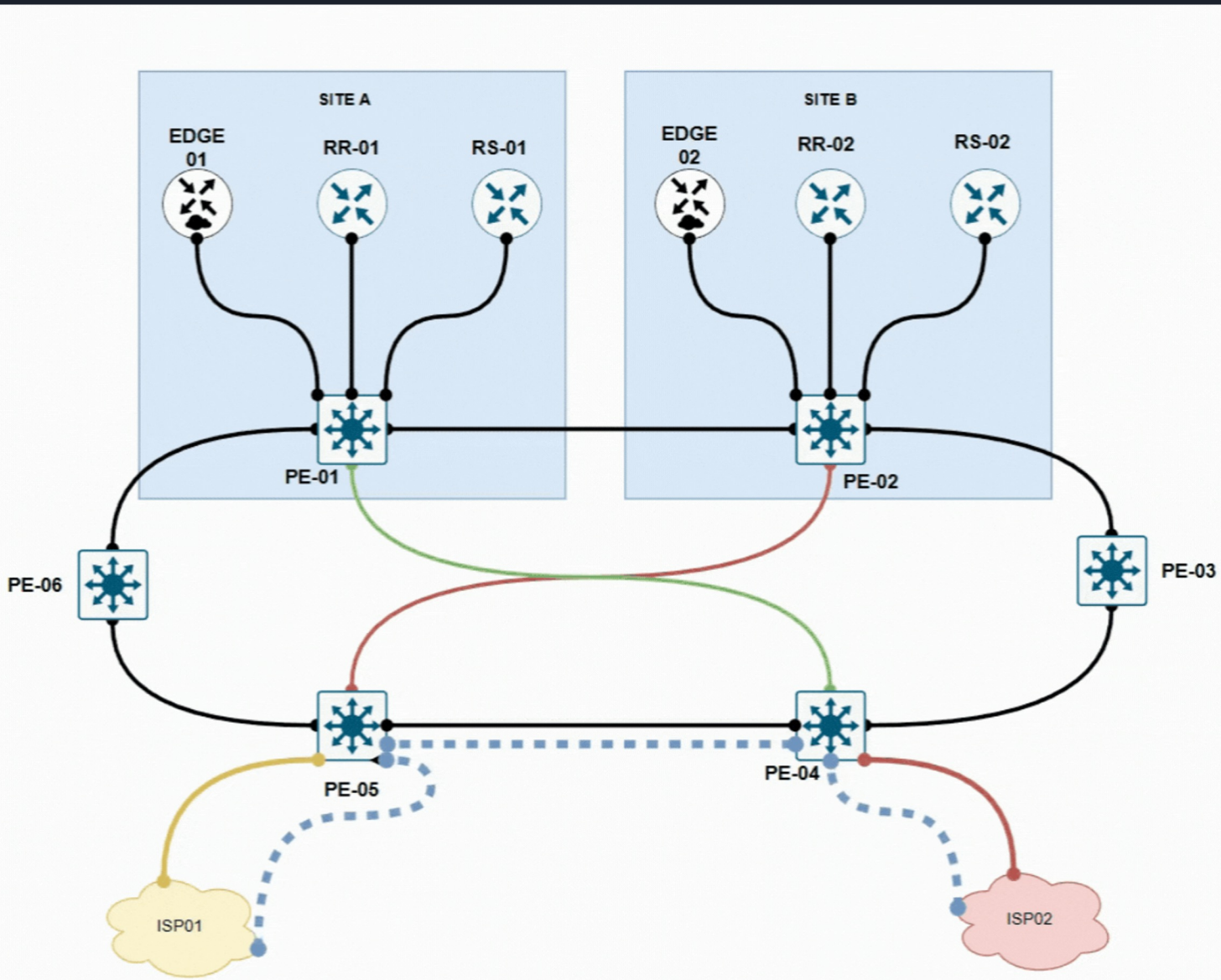
- A topologia foi inspirada em modelos consolidados utilizados por grandes provedores, com aprimoramentos voltados à eficiência e simplicidade operacional.
- Em redes MPLS extensas, concentrar todas as sessões na borda cria gargalos e reduz a escalabilidade do backbone.
- O conceito central é permitir que o tráfego local siga o caminho mais curto, evitando percursos desnecessários pela rede.
- Route Reflectors (RRs) assumem o papel de “cérebro” da rede: concentram a lógica de roteamento, mas permitem comunicação direta entre clientes próximos.
- Cada cliente utiliza um /30 local e mantém sessões eBGP multi-hop com os RRs, garantindo convergência rápida e operação simplificada.
- O uso de eBGP multi-hop viabiliza a troca de tráfego local entre clientes, mantendo a eficiência.
- A distribuição de full routing por Route Servers (FRR) elimina o consumo duplicado de recursos nos equipamentos dos clientes.
- A adoção de hardware x86 reduz custos e amplia a flexibilidade da infraestrutura.

A Solução: Redundância Ativa

Arquitetura de Controle e Distribuição

- ➔ Route-Servers com FRR distribuídos funcionam como o “espelho” do BGP: refletem apenas o que é necessário, mantendo o tráfego limpo e eficiente.
- ➔ Route Reflectors centralizam o controle de roteamento, enquanto os FRRs entregam o full routing de forma leve e otimizada.
- ➔ Em caso de falha, a convergência é imediata — um servidor assume a função do outro sem impacto perceptível.
- ➔ Toda a infraestrutura opera em hardware x86, garantindo desempenho elevado e baixo custo operacional.
- ➔ Route Reflectors redundantes e distribuídos entre localidades distintas asseguram resiliência e continuidade.
- ➔ Route-Servers FRR também são redundantes e geograficamente distribuídos.
- ➔ Sessões parciais são tratadas pelos RRs, enquanto o full routing é entregue via IP compartilhado pelos FRRs.
- ➔ Todo o controle é mantido dentro do protocolo BGP, concentrado em apenas dois equipamentos principais.


SITE A
EDGE 01
RR-01
RS-01
SITE B
EDGE 02
RR-02
RS-02
PE-01
PE-02
PE-06
PE-03
PE-05
PE-04
ISP01
ISP02


SITE A
EDGE 01
RR-01
RS-01
SITE B
EDGE 02
RR-02
RS-02
PE-01
PE-02
PE-06
PE-03
PE-05
PE-04
ISP01
ISP02

Exemplo FRR open peering

```
router bgp 65000
 bgp router-id 192.0.2.52
 bgp log-neighbor-changes
 neighbor OPEN-PEERING-V4 peer-group
 neighbor OPEN-PEERING-V4 remote-as external
 neighbor OPEN-PEERING-V4 description OpenPeers-IPv4
 neighbor OPEN-PEERING-V4 passive
 neighbor OPEN-PEERING-V4 ebgp-multihop 255
 neighbor OPEN-PEERING-V4 enforce-first-as
 neighbor OPEN-PEERING-V4 timers 10 240
 neighbor OPEN-PEERING-V4 graceful-restart
 neighbor OPEN-PEERING-V6 peer-group
 neighbor OPEN-PEERING-V6 remote-as external
 neighbor OPEN-PEERING-V6 description OpenPeers-IPv6
 neighbor OPEN-PEERING-V6 passive
 neighbor OPEN-PEERING-V6 ebgp-multihop 255
 neighbor OPEN-PEERING-V6 enforce-first-as
 neighbor OPEN-PEERING-V6 timers 10 240
 neighbor OPEN-PEERING-V6 graceful-restart
 bgp listen range 0.0.0.0/0 peer-group OPEN-PEERING-V4
 bgp listen range ::/0 peer-group OPEN-PEERING-V6
 !
```

Exemplo FRR open peering

```
address-family ipv4 unicast
  neighbor OPEN-PEERING-V4 next-hop-self
  neighbor OPEN-PEERING-V4 soft-reconfiguration inbound
  neighbor OPEN-PEERING-V4 route-map IMPORT-CLIENTES in
  neighbor OPEN-PEERING-V4 route-map PEERSV4-EXPORT out
 exit-address-family
 !
 address-family ipv6 unicast
  neighbor OPEN-PEERING-V6 activate
  neighbor OPEN-PEERING-V6 next-hop-self
  neighbor OPEN-PEERING-V6 soft-reconfiguration inbound
  neighbor OPEN-PEERING-V6 route-map IMPORT-CLIENTES in
  neighbor OPEN-PEERING-V6 route-map OPEN-PEERING-V6-EXPORT out
 exit-address-family
exit
!
end
```

Benefícios Observados

- Convergência mais rápida entre PoPs.
- Menos dependência de configurações manuais.
- Operação simplificada para clientes e backbone.
- Alta disponibilidade real.

Lições Aprendidas

- Communities bem definidas garantem consistência.
- FRR requer atenção a flaps de fullrouting.
- RRs e Route-Servers coexistem de forma harmônica.
- FRR simples alcança alta resiliência.
- As redes do futuro não vão ser mais complicadas vão ser inteligentes e distribuídas.
- O casamento FRR + RR é tipo feijão com arroz: simples, mas alimenta e resolve o que precisa ser resolvido.
- O segredo? Padronização e coerência.
- E o melhor: esse modelo serve pra qualquer ISP regional que queira dormir tranquilo sabendo que o BGP tá bem cuidado.

OBRIGADO!

CONTATOS:

- ritielle@fiberon.network
- https://fiberon.network
- LinkedIn @Ritielle
- https://wa.me/5567998300515