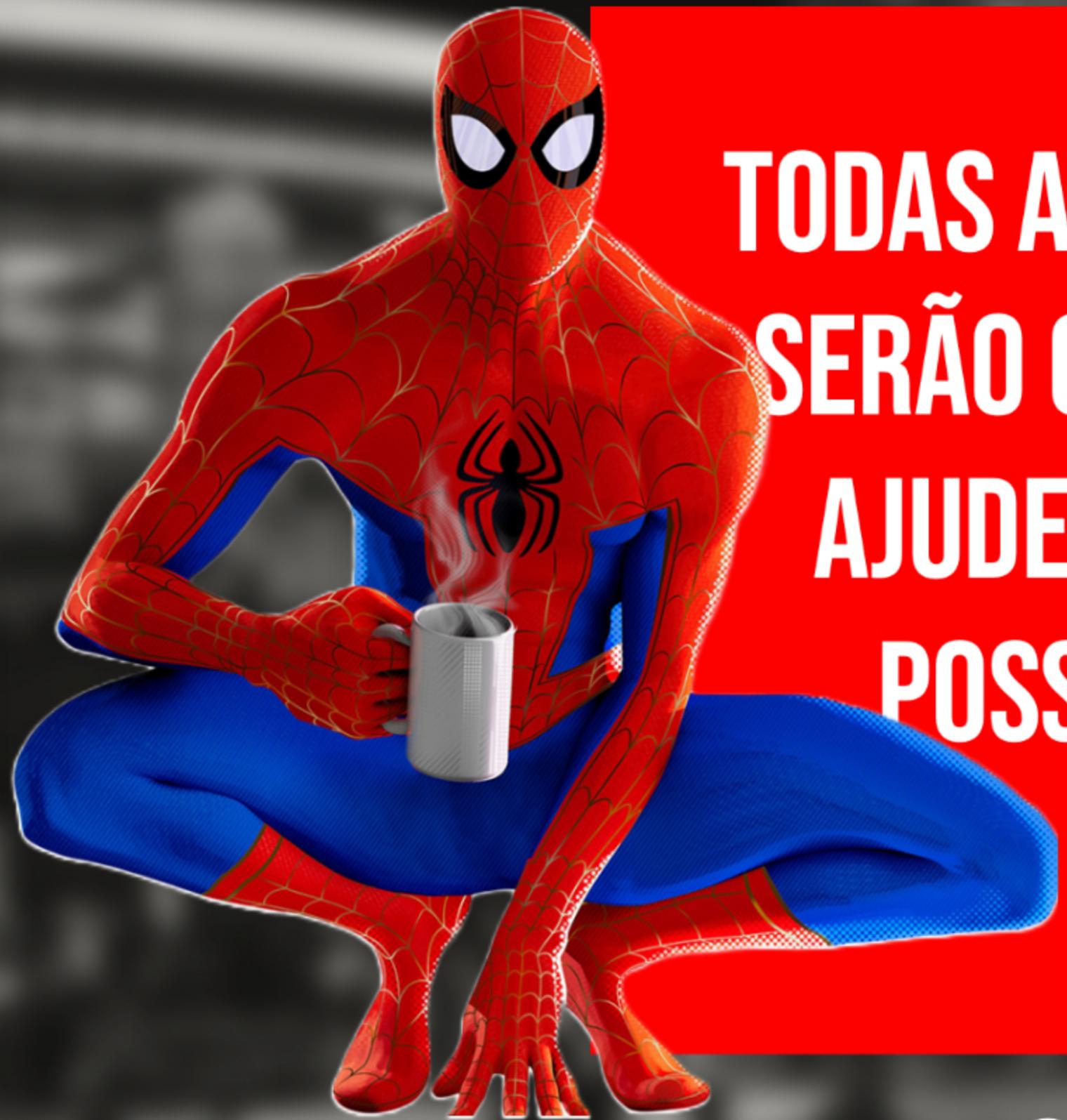


WORKSHOP MPLS

NO ARANHA VERSO
GUSTAVOKALAU.COM.BR/MPLS





**TODAS AS AULAS E MATERIAIS CONTIDOS NESSE EVENTO
SERÃO GRATUITOS E NÃO SERÃO RETIRADOS DO AR, ME
AJUDE A COMPARTILHAR ESSE CONTEÚDO PARA QUE
POSSAMOS ALCANÇAR CADA VEZ MAIS PESSOAS,
OBRIGADO E BONS ESTUDOS!**

GUSTAVOKALAU.COM.BR/MPLS



Quem sou eu?

Sou formado em Sistemas de Informação pela PUC MG, especialista em gestão de Infraestrutura de TI utilizando Software Livre e especialista em Redes de Computadores também pela PUC MG, atuo há mais de 14 anos com redes de computadores, fui professor universitário por 8 anos e tenho as seguintes certificações: CCIE R&S #60243, CCNAv3 R&S, CCNP R&S, CCDA, ITILv3F, MTA NF, JNCIA, AWS Associate: SysOps, Architect e Developer, LPIC-1 e LinuxEssentials.

[YouTube.com/gustavokalau](https://www.youtube.com/gustavokalau)



Aula 2

AGENDA:

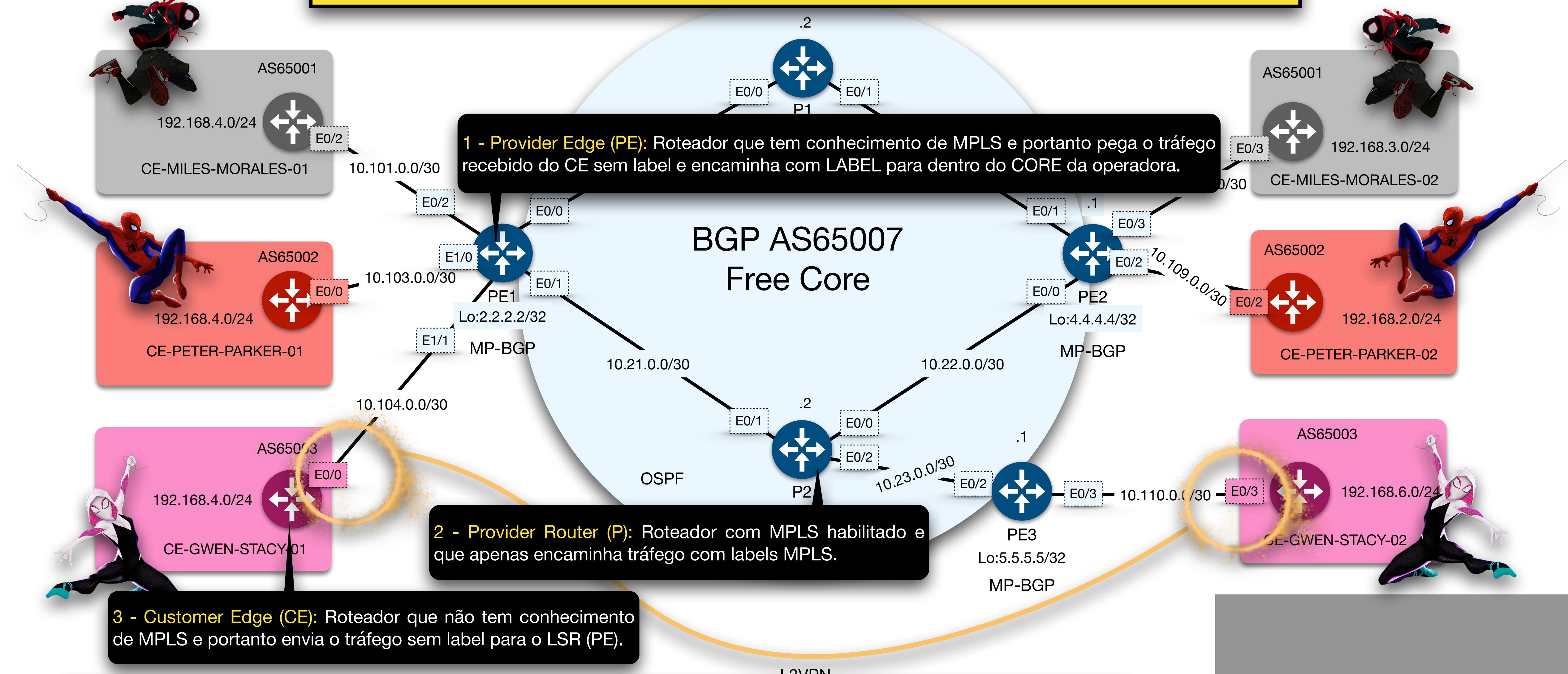
- Parte 1 - Recapitulando
- Parte 2 - VRF (Virtual Router and Forwarding Tables) e MPLS
- Parte 3 - MPBGP e MPLS
- Parte 4 - iBGP no CORE entre os PEs
- Parte 5 - MPBGP e MPLS - RD
- Parte 6 - eBGP entre os CE e os PEs (e RD nos PEs)
- Parte 7 - MPBGP e MPLS - RT e L3VPN

gustavokalau.com.br/mpls



Parte 1 - Recapitulando

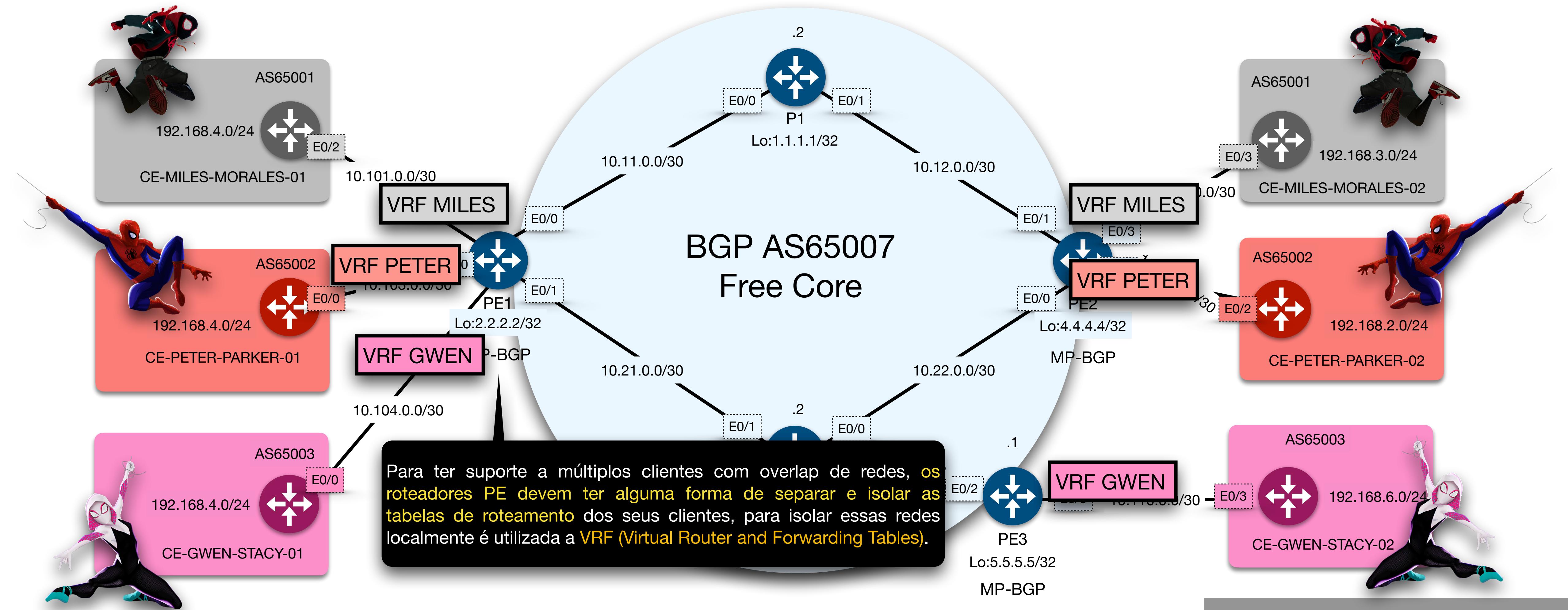
A solução para esse problema é a MPLS VPN, mas antes vamos entender alguns dos termos utilizados nessa topologia



Os PEs e P rodam MPLS, trocam Labels via LDP e precisam de um protocolo de roteamento para isso, um IGP (OSPF ou ISIS).

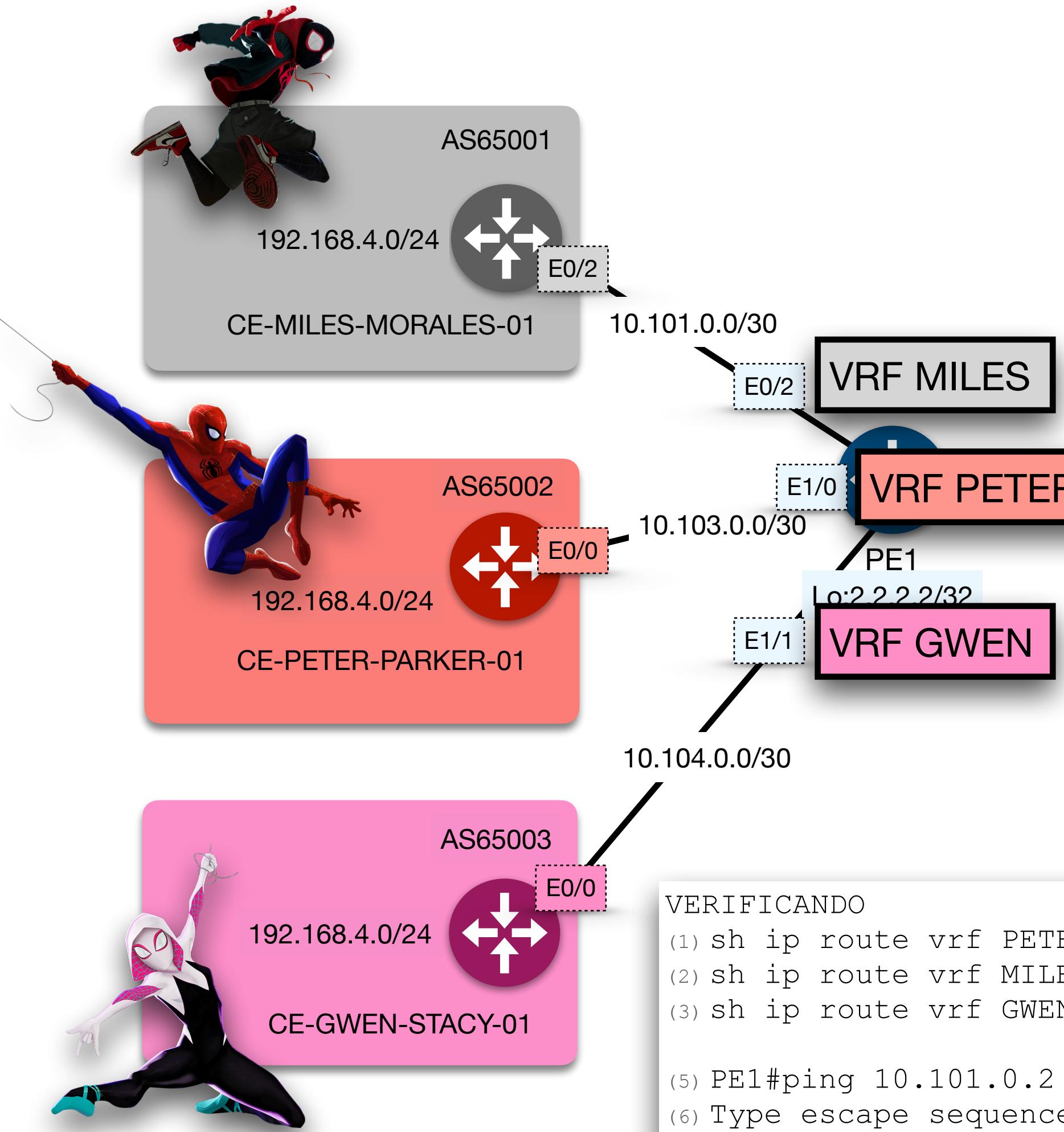
Os roteadores da rede MPLS não divulgarão em seu CORE as redes dos Clientes, para isso serão usadas as MPLS VPNS e o MPBGP!

Parte 2 - VRF (Virtual Router and Forwarding Tables) e MPLS



Basicamente o que vamos fazer é criar vários roteadores virtuais dentro de um roteador físico, para isso basta criar a VRF desejada e associar a interface desejada na VRF determinada para aquele cliente.

Parte 2 - VRF - Configuração PE1



```
PE1
(1) conf t
(2) ip vrf MILES
(3) exit
(4) ip vrf GWEN
(5) exit
(6) ip vrf PETER
(7) exit
(8) int e0/2
(9) ip vrf forwarding MILES
(10)% Interface Ethernet0/2 IPv4 disabled and address(es) removed due to enabling VRF MILES
(11) ip address 10.101.0.1 255.255.255.252
(12) exit
(13) int e1/0
(14) ip vrf forwarding PETER
(15) ip address 10.103.0.1 255.255.255.252
(16) exit
(17) int e1/1
(18) ip vrf forwarding GWEN
(19) ip address 10.104.0.1 255.255.255.252
(20) end
(21) wr
```

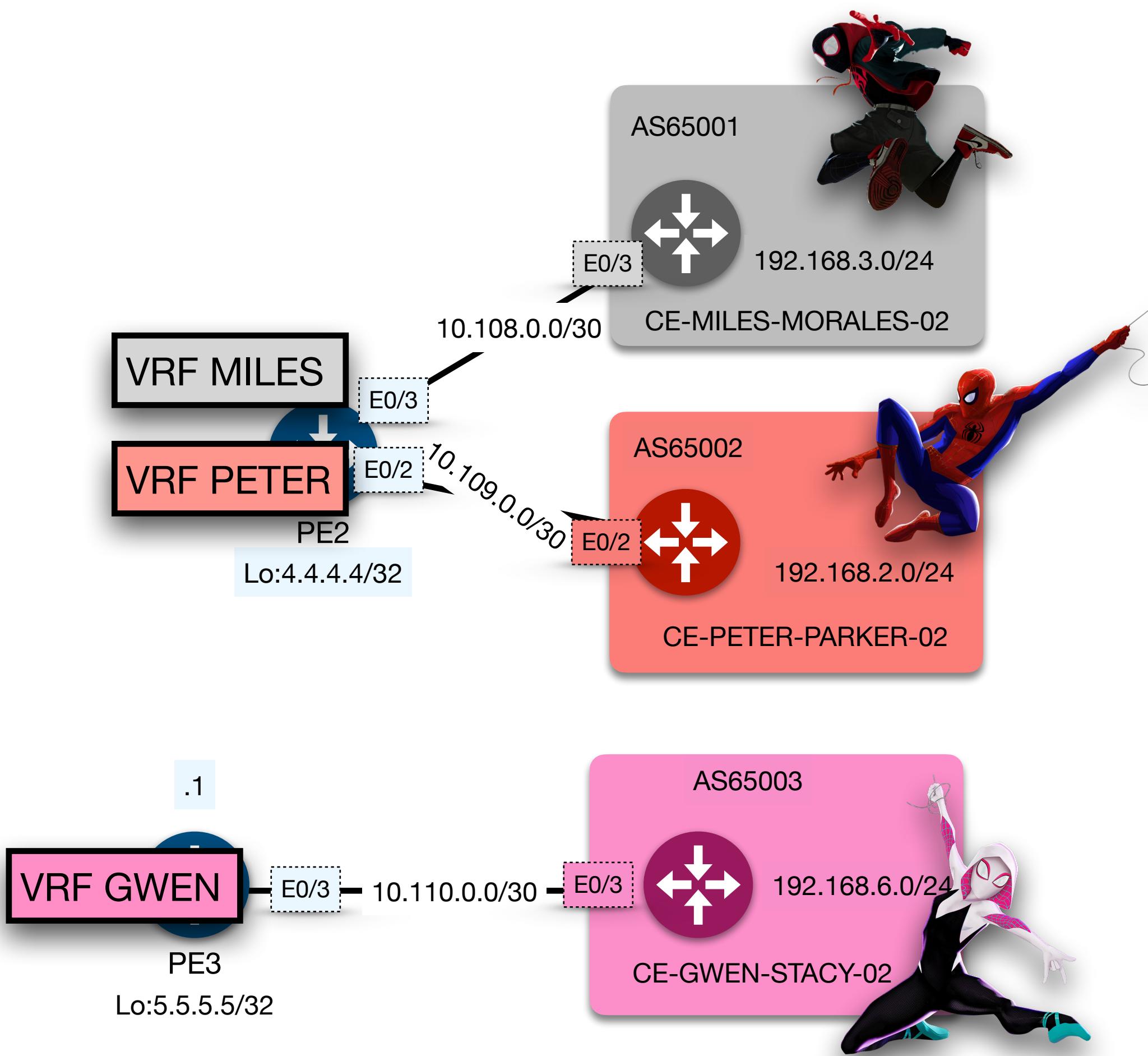
VERIFICANDO

```
(1) sh ip route vrf PETER
(2) sh ip route vrf MILES
(3) sh ip route vrf GWEN

(5) PE1#ping 10.101.0.2
(6) Type escape sequence to abort.
(7) Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.101.0.2, timeout is 2 seconds:
(8) .....
(9) Success rate is 0 percent (0/5)

(11) PE1#ping vrf MILES 10.101.0.2
(12) Type escape sequence to abort.
(13) Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.101.0.2, timeout is 2 seconds:
(14) !!!!!
(15) Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms
```

Parte 2 - VRF - Configuração PE2 e PE3



PE2

```
(1) conf t
(2) ip vrf MILES
(3) exit
(4) ip vrf PETER
(5) exit
(6) int e0/3
(7) ip vrf forwarding MILES
(8) ip address 10.108.0.1 255.255.255.252
(9) exit
(10) int e0/2
(11) ip vrf forwarding PETER
(12) ip address 10.109.0.1 255.255.255.252
(13) end
(14) wr
```

PE3

```
(1) conf t
(2) ip vrf GWEN
(3) int e0/3
(4) ip vrf forwarding GWEN
(5) ip address 10.110.0.1 255.255.255.252
(6) end
(7) wr
```

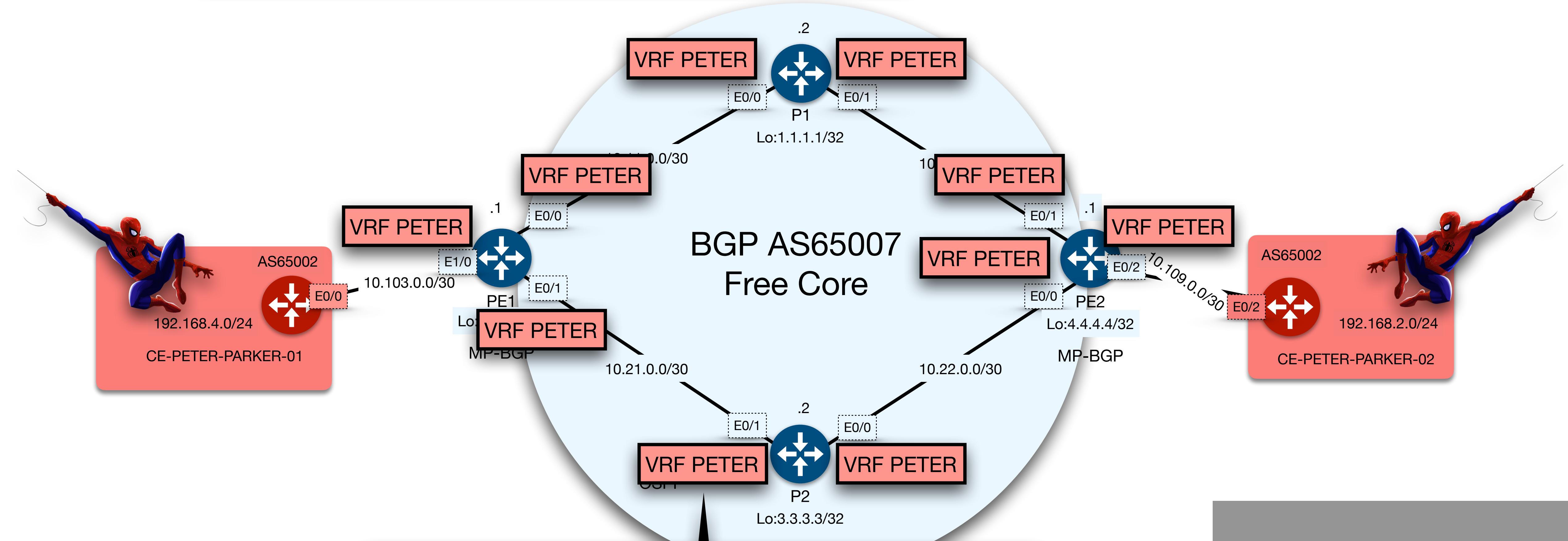
VERIFICANDO

```
(1) sh ip route vrf PETER
(2) sh ip route vrf MILES
(3) sh ip route vrf GWEN
```

Parte 3 - MPBGP e MPLS

Já conseguimos isolar as tabelas de roteamento nos Pés através da criação de VRFs específicas para cada cliente (CEs).

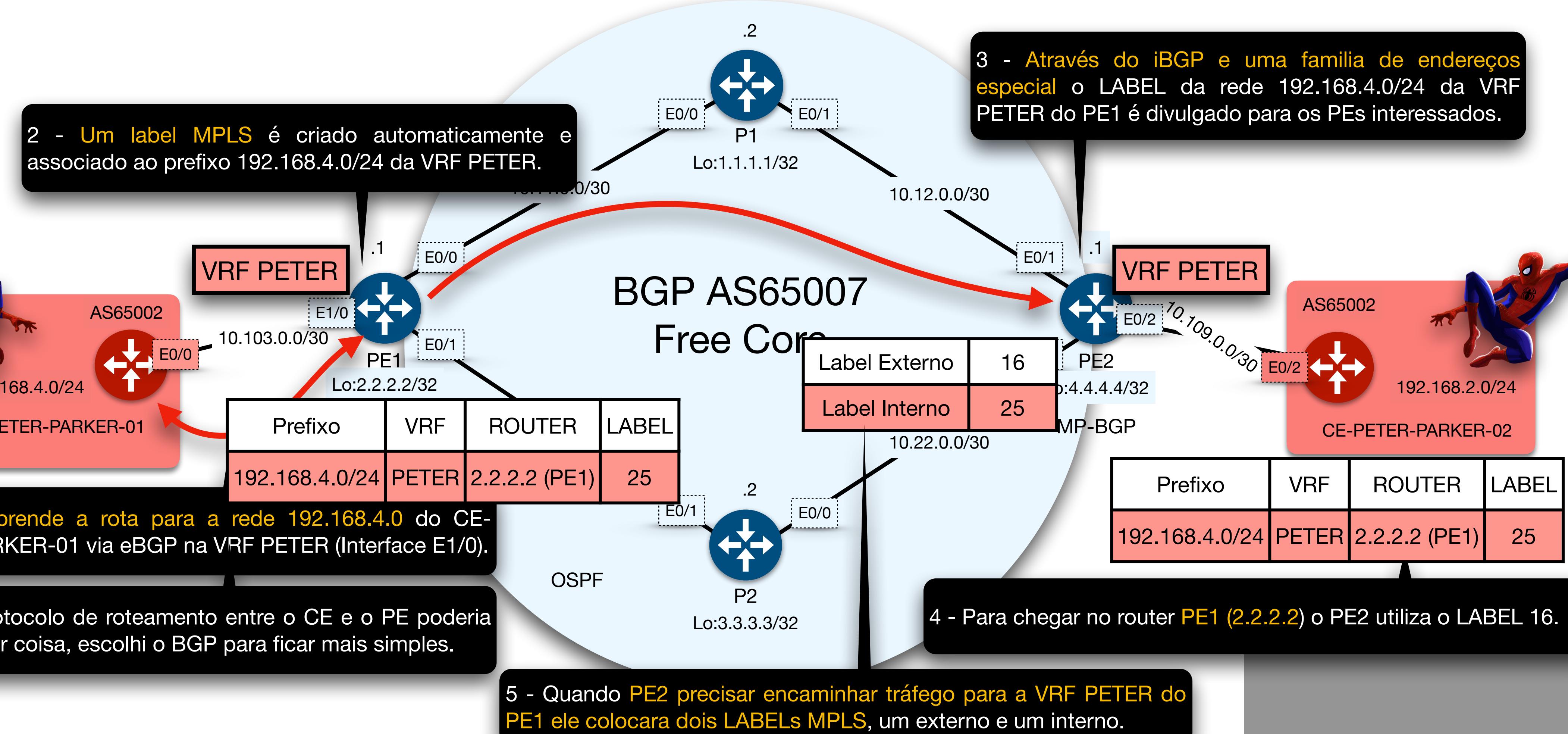
Mas como vamos fazer para que o core da rede saiba qual rede pertence a qual VRF?



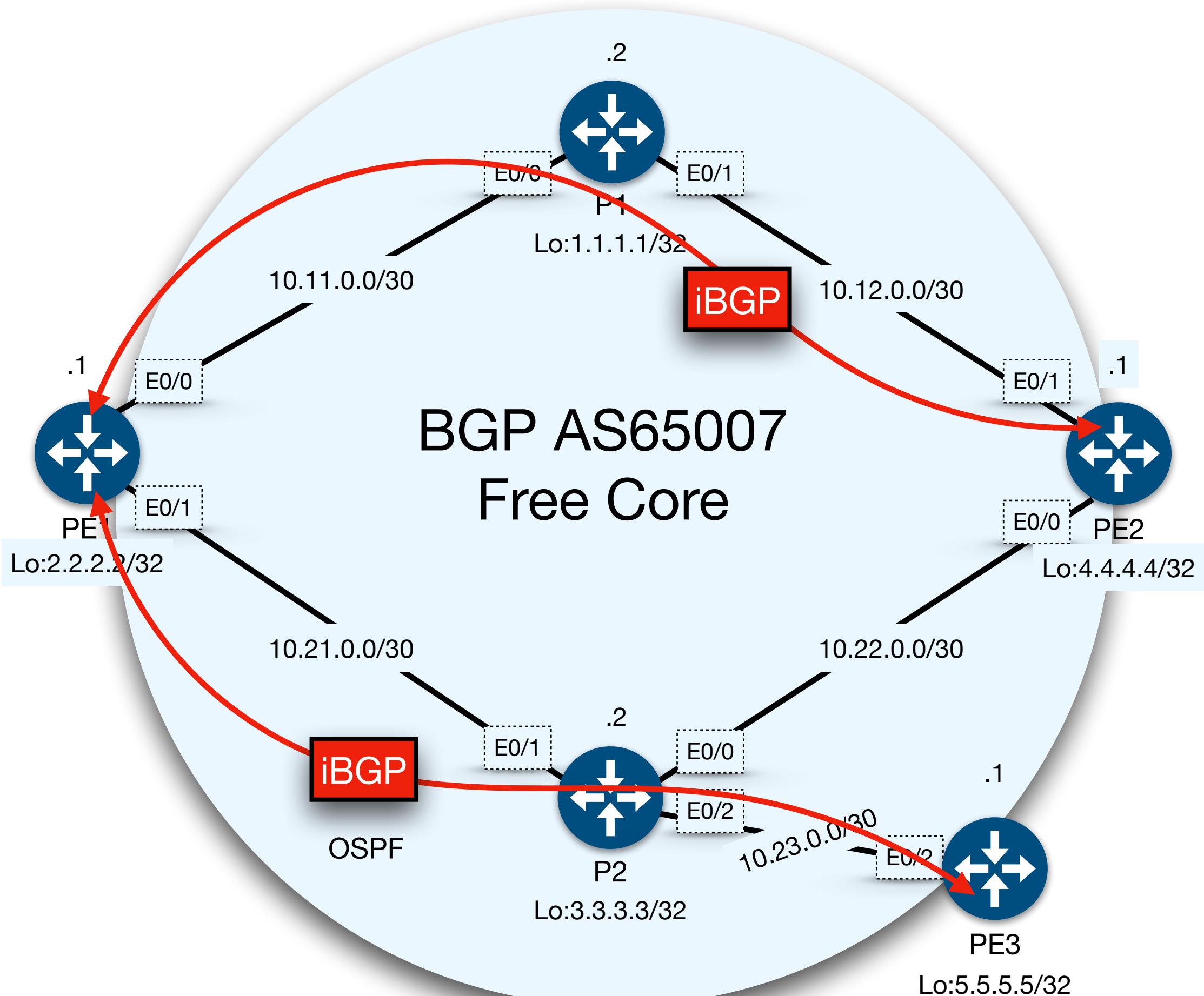
E se criássemos a VRF PETER em todos os roteadores do núcleo e configurássemos um OSPF para a VRF PETER? Iria funcionar? SIM! Mas imagina uma rede com centenas de roteadores e várias VRFs, seria muito complexo.

Parte 3 - MPBGP e MPLS - Label extra

Vamos usar um LABEL MPLS adicional para identificar a VRF e sua rede e vamo usar o BGP para informar para os demais PEs qual label usar para conseguirem se comunicar com aquela rede remota. Parece complexo, mas se entendermos o fluxo do tráfego, as coisas tendem a ficar mais simples.



Parte 4 - iBGP no CORE entre os PEs



PE1

```
(1) conf t
(2) router bgp 65007
(3) bgp router-id 2.2.2.2
(4) neighbor 4.4.4.4 remote-as 65007
(5) neighbor 4.4.4.4 update-source Loopback0
(6) neighbor 5.5.5.5 remote-as 65007
(7) neighbor 5.5.5.5 update-source Loopback0
(8) end
(9) wr
```

PE2

```
(1) conf t
(2) router bgp 65007
(3) bgp router-id 4.4.4.4
(4) neighbor 2.2.2.2 remote-as 65007
(5) neighbor 2.2.2.2 update-source Loopback0
(6) end
(7) wr
```

PE3

```
(1) conf t
(2) router bgp 65007
(3) bgp router-id 5.5.5.5
(4) neighbor 2.2.2.2 remote-as 65007
(5) neighbor 2.2.2.2 update-source Loopback0
(6) end
(7) wr
```

VERIFICANDO

```
(1) sh ip bgp summary
```

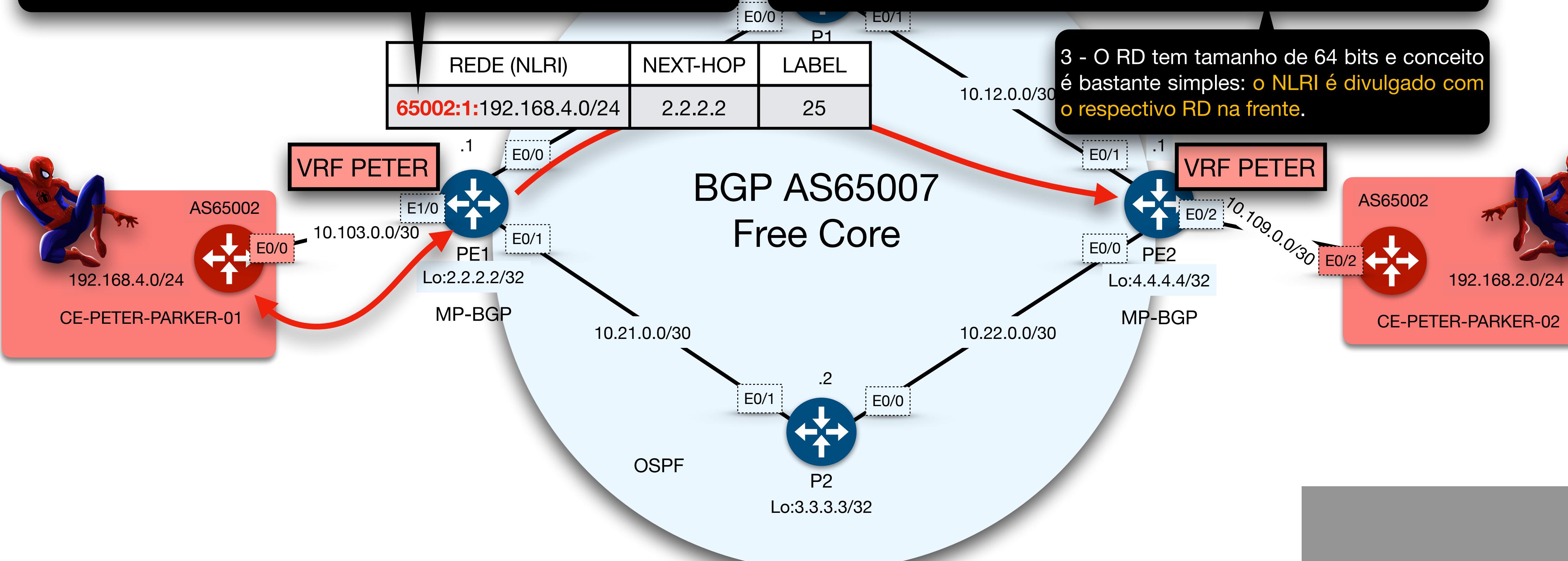
Parte 5 - MPBGP e MPLS - RD

Problema 1 - Ok, vimos que existe um LABEL a mais para identificação da VRF, um ponto interessante é que esse label extra não é distribuído via LDP, o núcleo da rede não faz ideia que ele existe, essa função é do iBGP que iremos formar entre os PEs. Mas como o BGP consegue distinguir as redes se ele não sabe o que é MPLS?

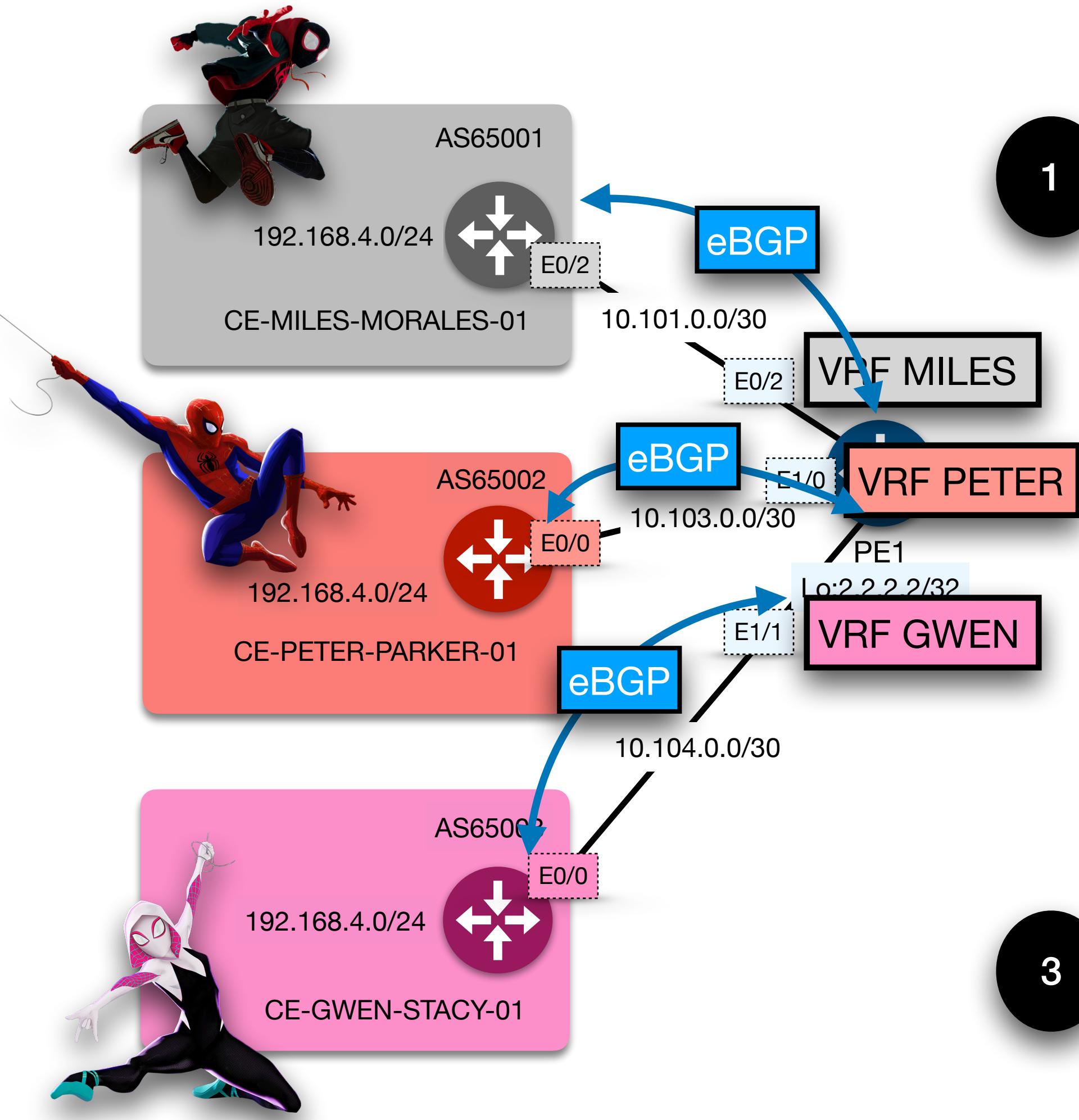
1 - Para resolver esse problema temos o MP-BGP (RFC 4760). O MPLS e o MP-BGP trabalham juntos adicionando um número de identificação na frente do prefixo original (BGP NLRI). Cada número representa um cliente.

2 - Isso só foi possível graças a criação da address family (MPLS RFC 4364 "BGP/MPLS IP Virtual Private Network"), o número identificador citado anteriormente leva o nome de Route Distinguishers (RDs).

3 - O RD tem tamanho de 64 bits e conceito é bastante simples: o NLRI é divulgado com o respectivo RD na frente.



Parte 6 - eBGP entre os CE e os PEs (e RD nos PE)



1

```

CE-MILES-MORALES-01
(1) router bgp 65001
(2) neighbor 10.101.0.1 remote-as 65007
(3) neighbor 10.101.0.1 allowas-in 1
(4) network 192.168.4.0

```

2

```

CE-PETER-PARKER-01
(1) router bgp 65002
(2) neighbor 10.103.0.1 remote-as 65007
(3) neighbor 10.103.0.1 allowas-in 1
(4) network 192.168.4.0

```

3

```

CE-GWEN-STACY-01
(1) router bgp 65003
(2) neighbor 10.104.0.1 remote-as 65007
(3) neighbor 10.104.0.1 allowas-in 1
(4) network 192.168.4.0

```

4

```

PE1
(1) router bgp 65007
(2) !
(3) address-family ipv4 vrf MILES
(4) neighbor 10.101.0.2 remote-as 65001
(5) neighbor 10.101.0.2 activate
(6) exit-address-family
(7) address-family ipv4 vrf PETER
(8) neighbor 10.103.0.2 remote-as 65002
(9) neighbor 10.103.0.2 activate
(10) exit-address-family
(11) address-family ipv4 vrf GWEN
(12) neighbor 10.104.0.2 remote-as 65003
(13) neighbor 10.104.0.2 activate
(14) exit-address-family
(15) !
(16) router bgp 65007
(17) no neighbor 10.104.0.2 remote-as 65003
(18) no neighbor 10.103.0.2 remote-as 65003
(19) no neighbor 10.101.0.2 remote-as 65003

```

PE1 (criando os RDs)

```

(1) ip vrf MILES
(2) rd 65001:1
(3) exit
(4) !
(5) ip vrf PETER
(6) rd 65002:1
(7) exit
(8) !
(9) ip vrf GWEN
(10) rd 65003:1
(11) exit

```

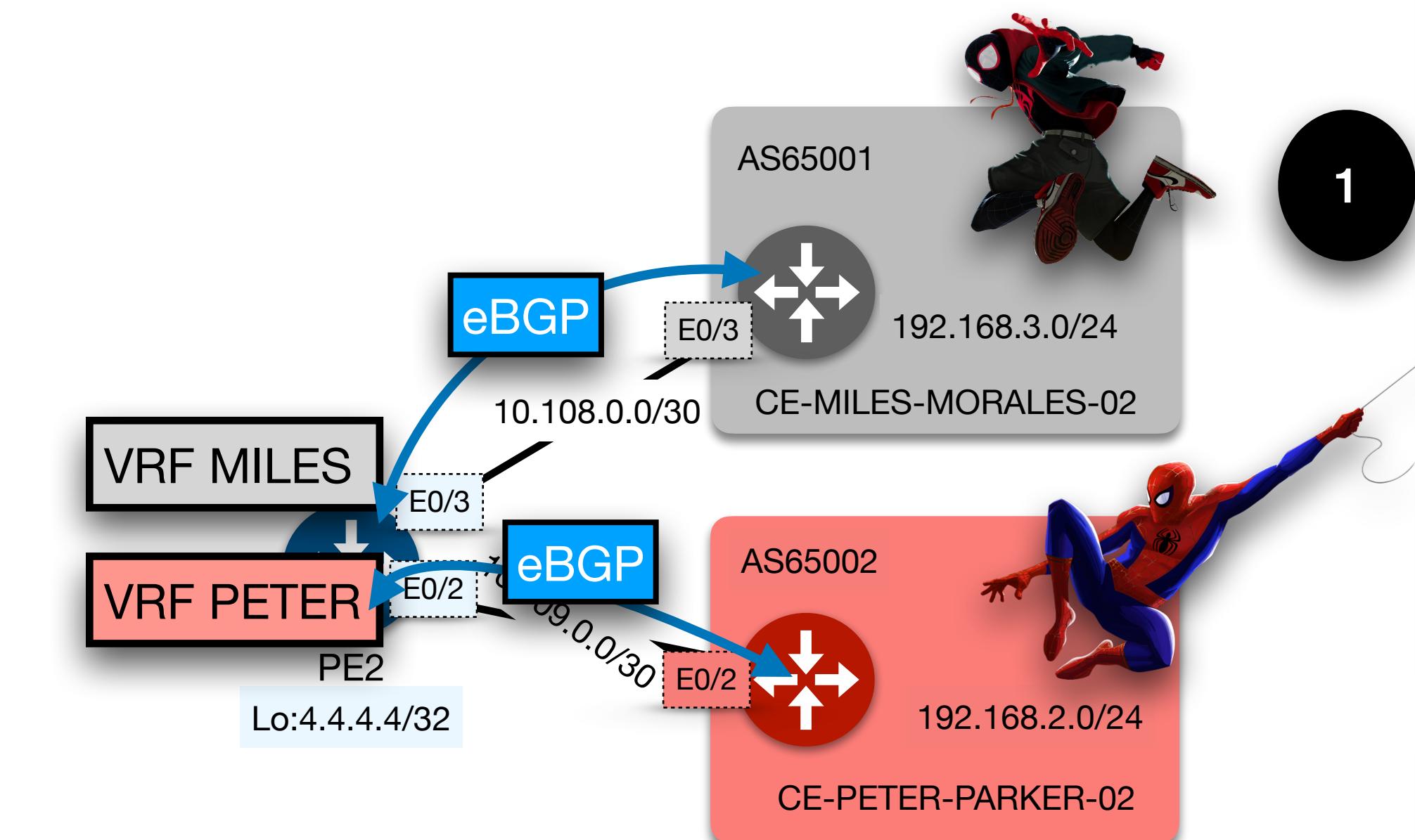
VERIFICANDO

```

(1) sh ip bgp vpngv4 all summary
(2) sh ip route vrf PETER

```

Parte 6 - eBGP entre os CE e os PEs (e RD nos PE)



1

```

CE-MILES-MORALES-02
(1) router bgp 65001
(2) neighbor 10.108.0.1 remote-as 65007
(3) neighbor 10.108.0.1 allowas-in 1
(4) network 192.168.3.0

CE-PETER-PARKER-02
(1) router bgp 65002
(2) neighbor 10.109.0.1 remote-as 65007
(3) neighbor 10.109.0.1 allowas-in 1
(4) network 192.168.2.0

CE-GWEN-STACY-02
(1) router bgp 65003
(2) neighbor 10.110.0.1 remote-as 65007
(3) neighbor 10.110.0.1 allowas-in 1
(4) network 192.168.6.0

```

2

```

PE2 (criando os RDs)
(1) ip vrf MILES
(2) rd 65001:1
(3) exit
(4) !
(5) ip vrf PETER
(6) rd 65002:1
(7) exit

PE3 (criando o RD)
(1) ip vrf GWEN
(2) rd 65003:1
(3) exit

```

3

```

PE2
(1) router bgp 65007
(2) !
(3) address-family ipv4 vrf MILES
(4) neighbor 10.108.0.2 remote-as 65001
(5) neighbor 10.108.0.2 activate
(6) exit-address-family
(7) address-family ipv4 vrf PETER
(8) neighbor 10.109.0.2 remote-as 65002
(9) neighbor 10.109.0.2 activate
(10) exit-address-family
(11) exit
(12) !
(13) router bgp 65007
(14) no neighbor 10.108.0.2 remote-as 65003
(15) no neighbor 10.109.0.2 remote-as 65003

PE3
(1) router bgp 65007
(2) !
(3) address-family ipv4 vrf GWEN
(4) neighbor 10.110.0.2 remote-as 65003
(5) neighbor 10.110.0.2 activate
(6) exit-address-family
(7) exit
(8) router bgp 65007
(9) no neighbor 10.110.0.2 remote-as 65003

```

4

```

VERIFICANDO
(1) sh ip bgp vpnv4 all summary
(2) sh ip route vrf PETER

```

Parte 7 - MPBGP e MPLS - RT e L3VPN

Problema 2 - Dentro da rede da operadora ela roda o OSPF em conjunto com o MPLS e LDP, mas tudo sem VRF, na tabela de roteamento GLOBAL, mas como então, os prefixos das VRFs dos clientes são aprendidos nos outros CEs e colocados na VRF desejada?

1 - Route Targets (RT) permite que as prefixos (NLRLs) de determinada VRF seja importado em outras VRFs, seja do mesmo cliente ou de clientes diferentes (Overlapping VPNs), mas vamos focar no básico para entender o conceito.

3 - No outro PE eu faço um import nesse RT, agora os dois CEs conseguem se comunicar? Quase, você ainda precisa exportar as rotas da VRF Peter do PE2 para o PE1

VRF PETER
RD 65002:1
Export RT 65002:100

AS65002
192.168.4.0/24
CE-PETER-PARKER-01

VRF PETER
RD 65002:1
Export RT 65002:100
Import RT 65002:100

VRF PETER

AS65002
10.103.0.0/30
E0/0

REDE (NLRI)
65002:1:192.168.4.0/24

BGP AS65007
Free Core

P1
E0/0
E0/1
Lo:1.1.1.1/32

10.11.0.0/30

10.12.0.0/30

E0/1

VRF PETER
RD 65002:1
Import RT 65002:100

VRF PETER

AS65002
10.109.0.0/30
E0/2

VRF PETER
RD 65002:1
Import RT 65002:100
Export RT 65002:100

PE2
E0/0
E0/1
Lo:4.4.4.4/32

10.22.0.0/30

E0/2

REDE (NLRI)
NEXT-HOP
RT
LABEL

OSPF

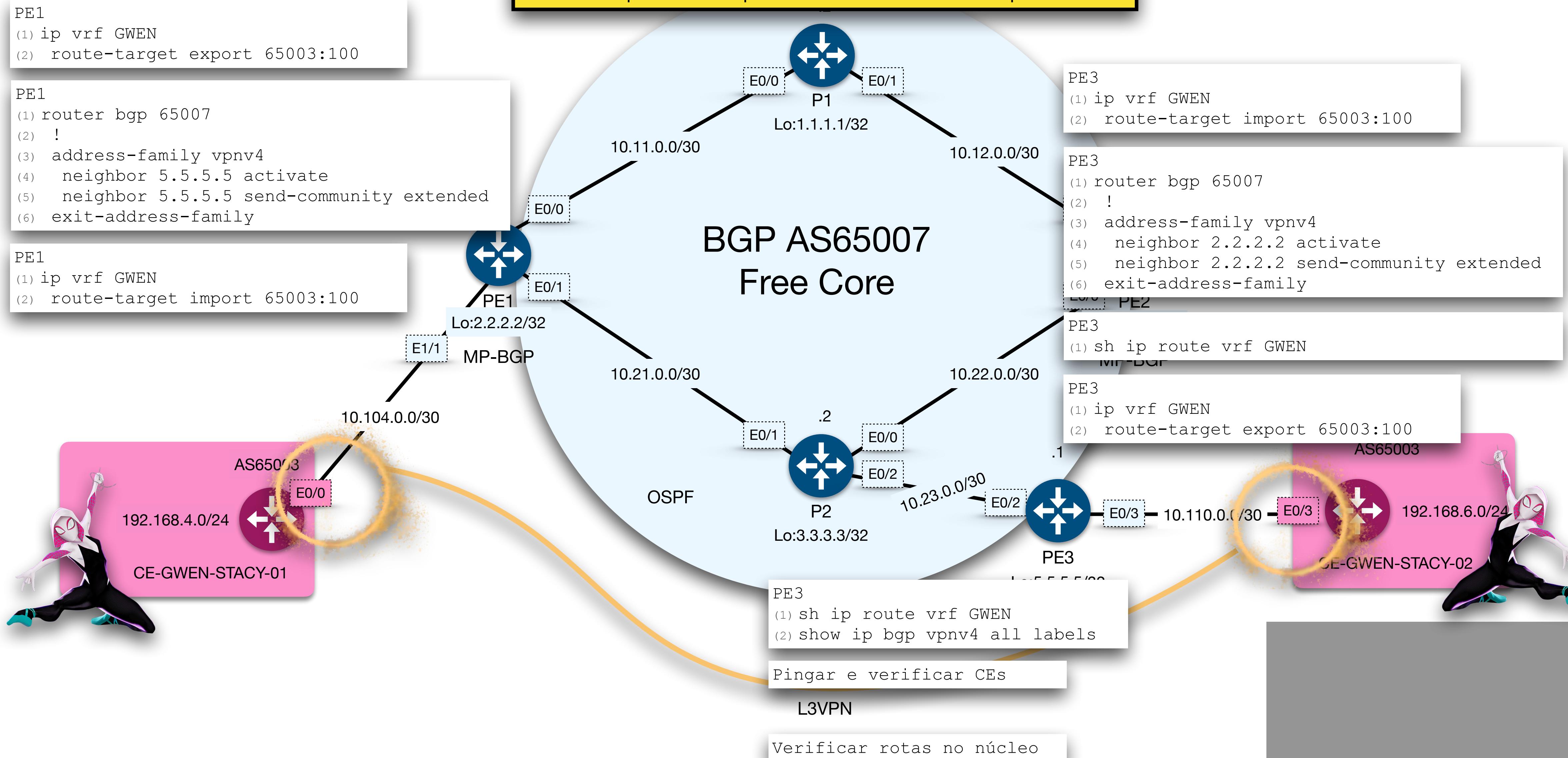
P2

2 - Os PEs divulgam os RTs via BGP Update como uma BGP Extended Community path attributes (PAs), que tem 8 bytes e pode ser usada para diferentes propósitos.

REDE (NLRI)	NEXT-HOP	RT	LABEL
65002:1:192.168.2.0/24	4.4.4.4	65002:100	40

Parte 7 - MPBGP e MPLS - RT e L3VPN

Como exemplo vamos exportar as rotas da VRF GWEN para o PE3



Parte 7 - MPBGP e MPLS - RT e L3VPN

Configurar o PE1 e PE2 e demais VRFs.

PE1

```
(1) ip vrf MILES
(2) route-target export 65001:100
(3) route-target import 65001:100
(4) !
(5) ip vrf PETER
(6) route-target export 65002:100
(7) route-target import 65002:100
(8) !
(9) router bgp 65007
(10) !
(11) address-family vpnv4
(12) neighbor 4.4.4.4 activate
(13) neighbor 4.4.4.4 send-community extended
(14) exit-address-family
(15) end
(16) wr
```

PE2

```
(1) ip vrf MILES
(2) route-target export 65001:100
(3) route-target import 65001:100
(4) !
(5) ip vrf PETER
(6) route-target export 65002:100
(7) route-target import 65002:100
(8) !
(9) router bgp 65007
(10) !
(11) address-family vpnv4
(12) neighbor 2.2.2.2 activate
(13) neighbor 2.2.2.2 send-community extended
(14) exit-address-family
(15) end
(16) wr
```

PE2

```
(1) PE2#show ip bgp vpnv4 all labels
```

Algumas capturas

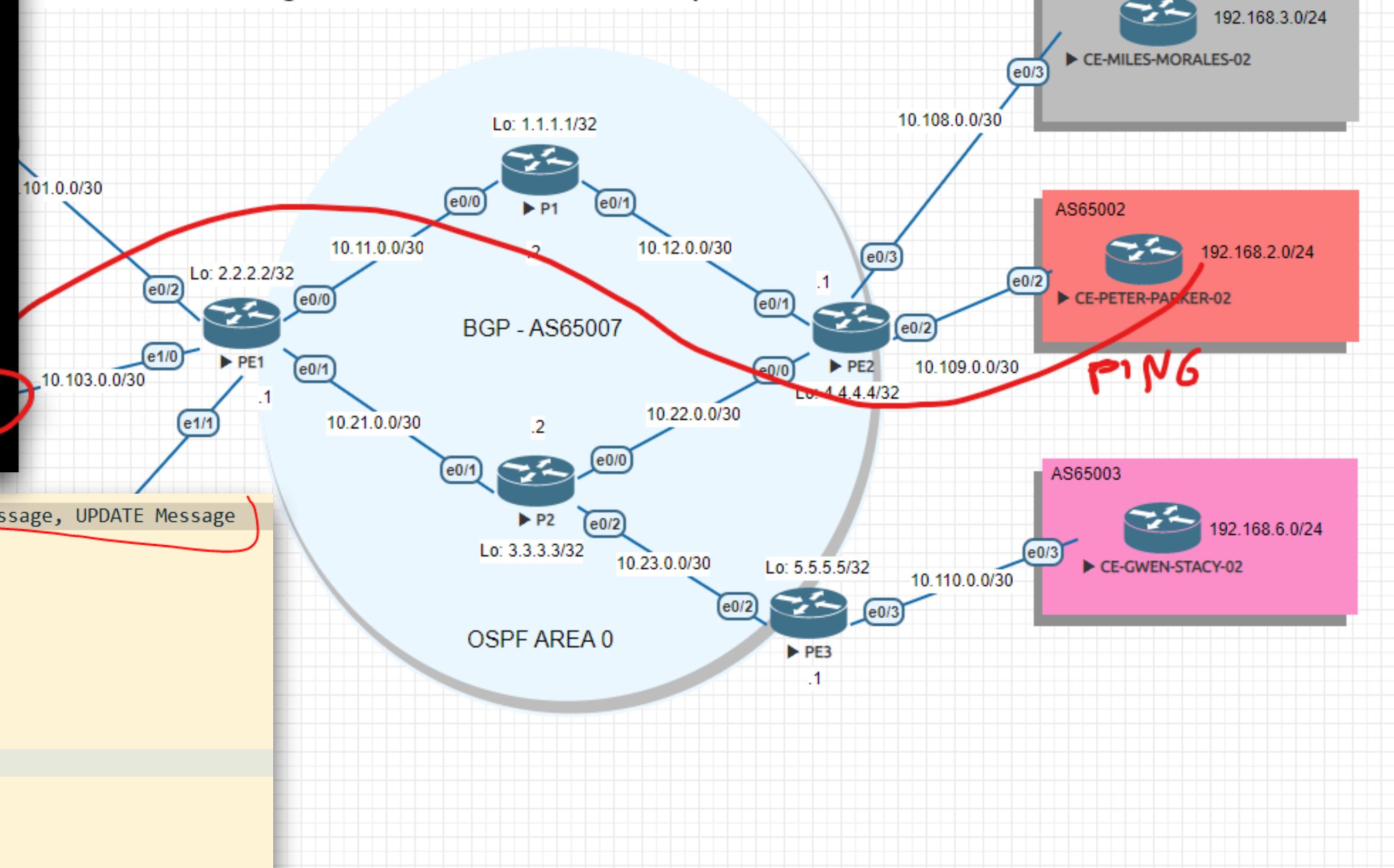
```
PE1#sh mpls forwarding-table
Local Outgoing Prefix Bytes Label Outgoing Next Hop
Label Label or Tunnel Id Switched interface
16 Pop Label 1.1.1.1/32 0 Et0/0 10.11.0.2
17 Pop Label 10.12.0.0/30 0 Et0/0 10.11.0.2
18 18 3.3.3.3/32 0 Et0/0 10.11.0.2
19 19 10.23.0.0/30 0 Et0/0 10.11.0.2
20 20 10.22.0.0/30 0 Et0/0 10.11.0.2
21 21 4.4.4.4/32 0 Et0/0 10.11.0.2
22 22 5.5.5.5/32 0 Et0/0 10.11.0.2
23 17 10.21.0.0/30 0 Et0/0 10.11.0.2
24 No Label 192.168.4.0/24[V] 0 \
25 No Label 192.168.4.0/24[V] 0 Et0/2 10.101.0.2
29 No Label 192.168.4.0/24[V] 0 Et1/0 10.103.0.2
30 No Label 192.168.4.0/24[V] 0 Et1/1 10.104.0.2
```

53 10.997960	2.2.2.2	5.5.5.5	BGP	346 UPDATE Message, UPDATE Message, UPDATE Message
54 10.998113	2.2.2.2	5.5.5.5	BGP	81 UPDATE Message
104 51.671949	2.2.2.2	4.4.4.4	BGP	87 UPDATE Message
105 51.671997	2.2.2.2	5.5.5.5	BGP	87 UPDATE Message
120 66.879554	5.5.5.5	2.2.2.2	BGP	73 KEEPALIVE Message
125 68.543963	4.4.4.4	2.2.2.2	BGP	73 KEEPALIVE Message
159 100.620534	2.2.2.2	5.5.5.5	BGP	77 KEEPALIVE Message
165 104.743528	2.2.2.2	4.4.4.4	BGP	77 KEEPALIVE Message
187 122.433582	5.5.5.5	2.2.2.2	BGP	73 KEEPALIVE Message
192 127.237360	4.4.4.4	2.2.2.2	BGP	73 KEEPALIVE Message
219 150.036669	2.2.2.2	5.5.5.5	BGP	77 KEEPALIVE Message
226 154.163761	2.2.2.2	4.4.4.4	BGP	77 KEEPALIVE Message
246 174.926570	5.5.5.5	2.2.2.2	BGP	73 KEEPALIVE Message
252 178.687422	4.4.4.4	2.2.2.2	BGP	73 KEEPALIVE Message
284 207.710635	2.2.2.2	5.5.5.5	BGP	77 KEEPALIVE Message
286 208.739670	2.2.2.2	4.4.4.4	BGP	77 KEEPALIVE Message
312 231.553327	5.5.5.5	2.2.2.2	BGP	73 KEEPALIVE Message

Subsequent address family identifier (SAFI): Labeled VPN Unicast (128)

- ▼ Next hop network address (12 bytes)
 - Next Hop: Empty Label Stack RD=0:0 IPv4=2.2.2.2
 - Number of Subnetwork points of attachment (SNPA): 0
- ▼ Network layer reachability information (15 bytes)
 - ▼ BGP Prefix
 - Prefix Length: 112
 - Label Stack: 25 (bottom) 1
 - Route Distinguisher: 65002:1 2
 - MP Reach NLRI IPv4 prefix: 192.168.4.0 3

LS e L3VPN - gustavokalau.com.br/mpls



	26 23.814391	192.168.2.1	192.168.4.1	ICMP	122 Echo
>	Frame 26: 122 bytes on wire (976 bits), 122 bytes captured (976 bits) on interface				
>	Ethernet II, Src: aa:bb:cc:00:40:10 (aa:bb:cc:00:40:10), Dst: aa:bb:cc:00:20:10 (aa:bb:cc:00:20:10)				
>	MultiProtocol Label Switching Header, Label: 16, Exp: 0, S: 0, TTL: 254				
>	MultiProtocol Label Switching Header, Label: 25, Exp: 0, S: 1, TTL: 254 4				
>	Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.2.1, Dst: 192.168.4.1				
>	Internet Control Message Protocol				

ABERTURA DE TURMAS

INSCRIÇÕES ABERTAS PARA OS MEUS TREINAMENTOS RISCO ZERO E DESCOMPLICANDO

DESCONTO DE R\$100 E ACESSO VITALÍCIO EM QUALQUER CURSO
PARA QUEM COMPRAR NAS PRIMEIRAS 48 HORAS

GARANTIA INCONDICIONAL DE 30 DIAS E PAGAMENTO EM 10X SEM JUROS!



GUSTAVOKALAU.COM.BR



Obrigado!

Compartilhe esse conteúdo com seu
amiguinho e nos ajude a alcançar mais
pessoas!

gustavokalau.com.br/mpls

