RPKI
Resource Public Key Infrastructure

ceptro.br nic.br cgi.br

Licença de uso do material

Esta apresentação está disponível sob a licença

Creative Commons
Atribuição - Sem Derivações 4.0 Internacional (CC BY-ND 4.0)
https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/legalcode.pt

Você tem o direito de:

- **Compartilhar -** copiar e redistribuir o **material** em qualquer suporte ou formato para qualquer fim, **mesmo que comercial.**
- *O licenciante não pode revogar estes direitos desde que você respeite os termos da licença.*

De acordo com os termos seguintes:

- **Atribuição** - Você deve dar o crédito apropriado, prover um link para a licença e indicar se mudanças foram feitas. Você deve fazê-lo em qualquer circunstância razoável, mas de nenhuma maneira que sugira que o licenciante apoia você ou o seu uso. Ao distribuir essa apresentação, você deve deixar claro que ela faz parte do **Curso de Boas Práticas Operacionais para Sistemas Autônomos do CEPTRO.br/NIC.br**, e que os originais podem ser obtidos em http://ceptro.br. Você deve fazer isso sem sugerir que nós damos algum aval à sua instituição, empresa, site ou curso.
- **Sem Derivações** - Se você remixar, transformar ou criar a partir do material, você não pode distribuir o material modificado.

Se tiver dúvidas, ou quiser obter permissão para utilizar o material de outra forma, entre em contato pelo e-mail: info@nic.br.

BGP Hijacking

- **Anúncio de prefixos não autorizados**
  - "Sequestro do prefixo"
- **Motivos:**
  - Erro de configuração
  - Fat finger
  - Proposital

Por que isso acontece?

- A Internet funciona com base na cooperação entre Sistemas Autônomos (ASes):
- É uma *“rede de redes”*
- São mais de **100.000** redes diferentes, sob gestões técnicas independentes
- A estrutura de **roteamento BGP** funciona com base em cooperação e confiança
- O BGP não tem validação dos dados

Como resolver esses problemas???

ceptro.br nic.br cgi.br

MANRS

***Resource Public Key Infrastructure* (RPKI)**

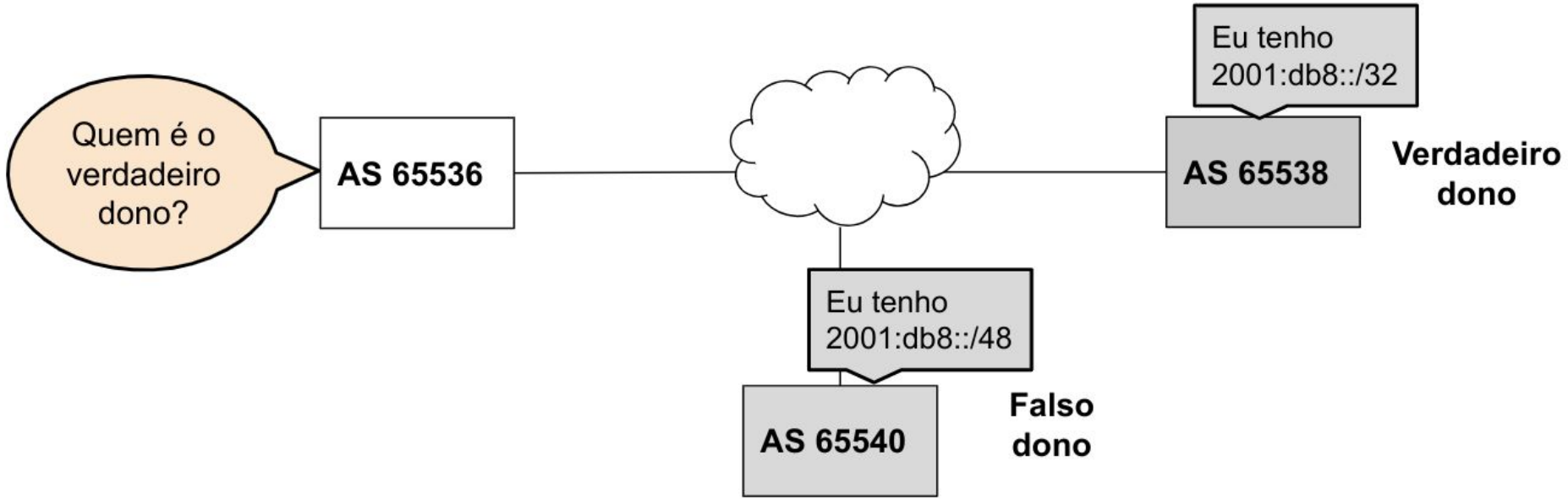
faz parte do  **MANRS!!!**

O que é RPKI?

- Estrutura desenvolvida para validar recursos de numeração
  - ASN e Prefixos IPs
    - Alocados
  - Utilizado no BGP
- Previne os problemas de BGP Hijacking
- **A colaboração de todos os ASes é essencial!!!**

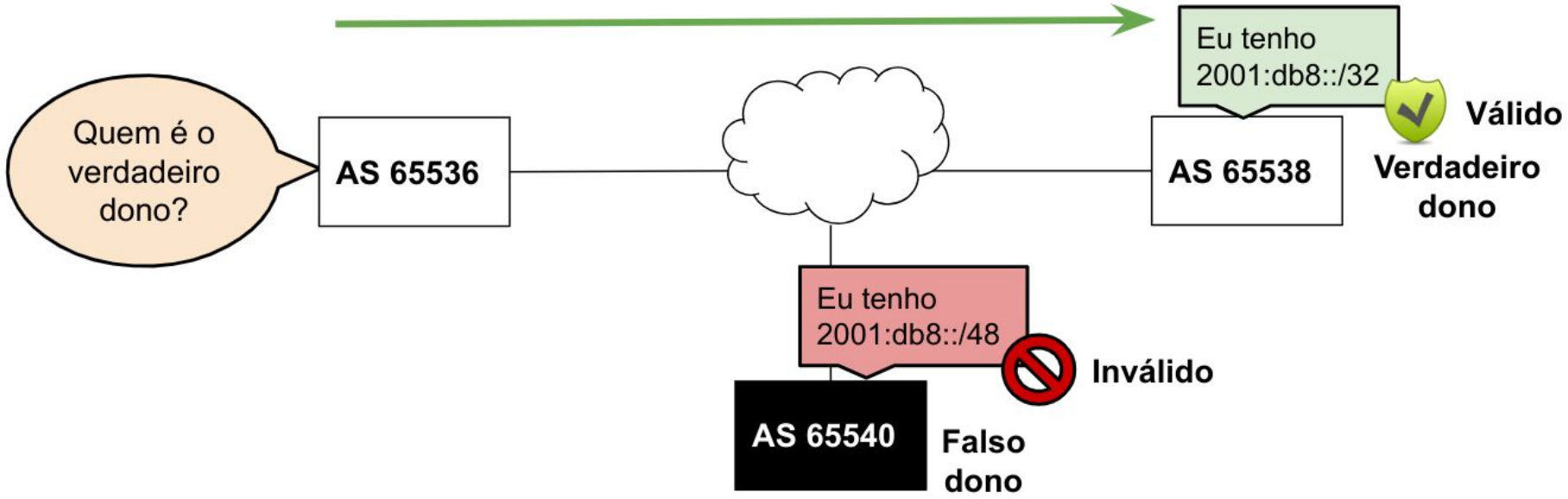
O que é RPKI?

- **ROTAS:**
  - **2001:db8::/32 … 65538 i**
  - **2001:db8::/48 … 65540 i**

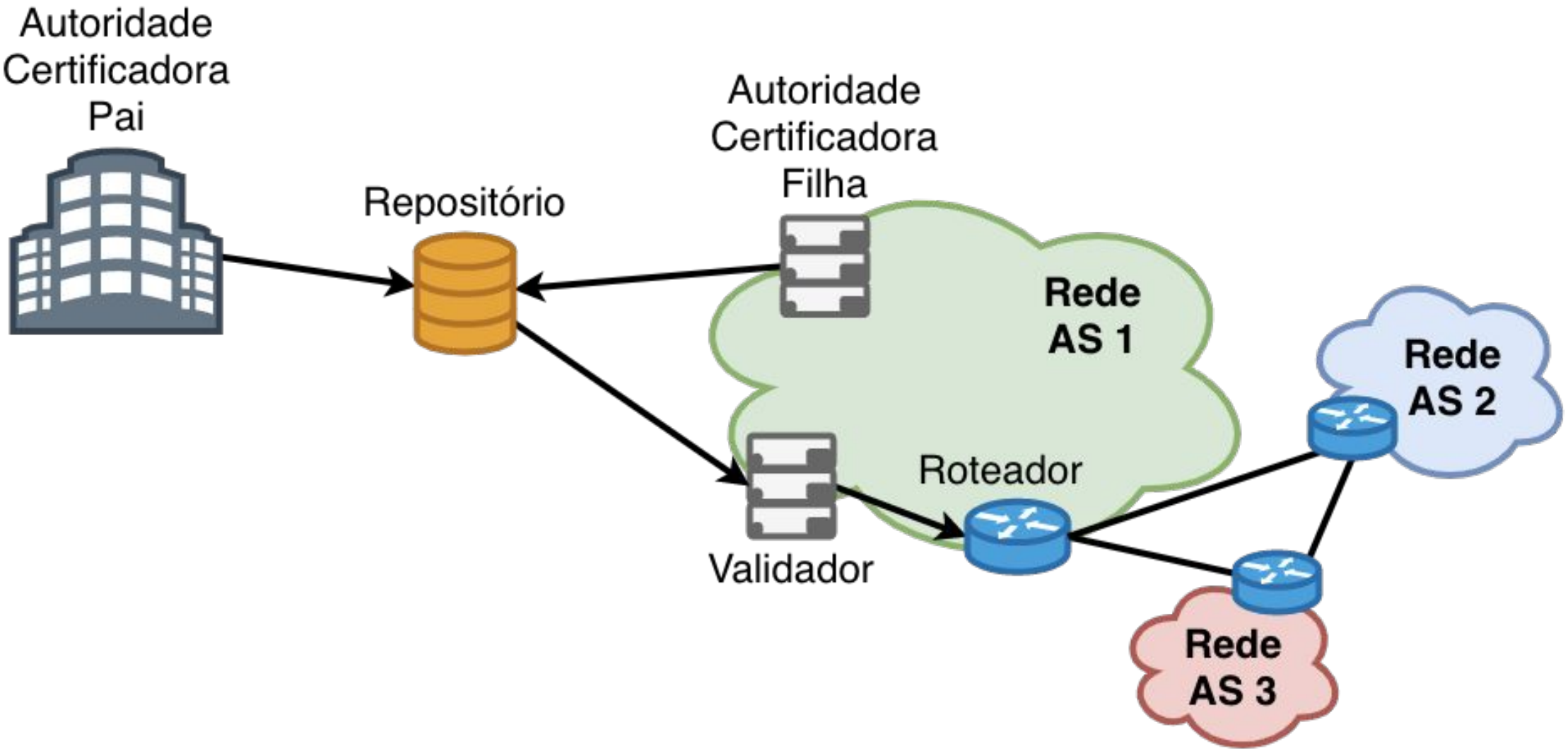


O que é RPKI?

- **ROTAS:**
  - **2001:db8::/32 … 65538 i**
  - **2001:db8::/48 … 65540 i**



Estrutura do RPKI



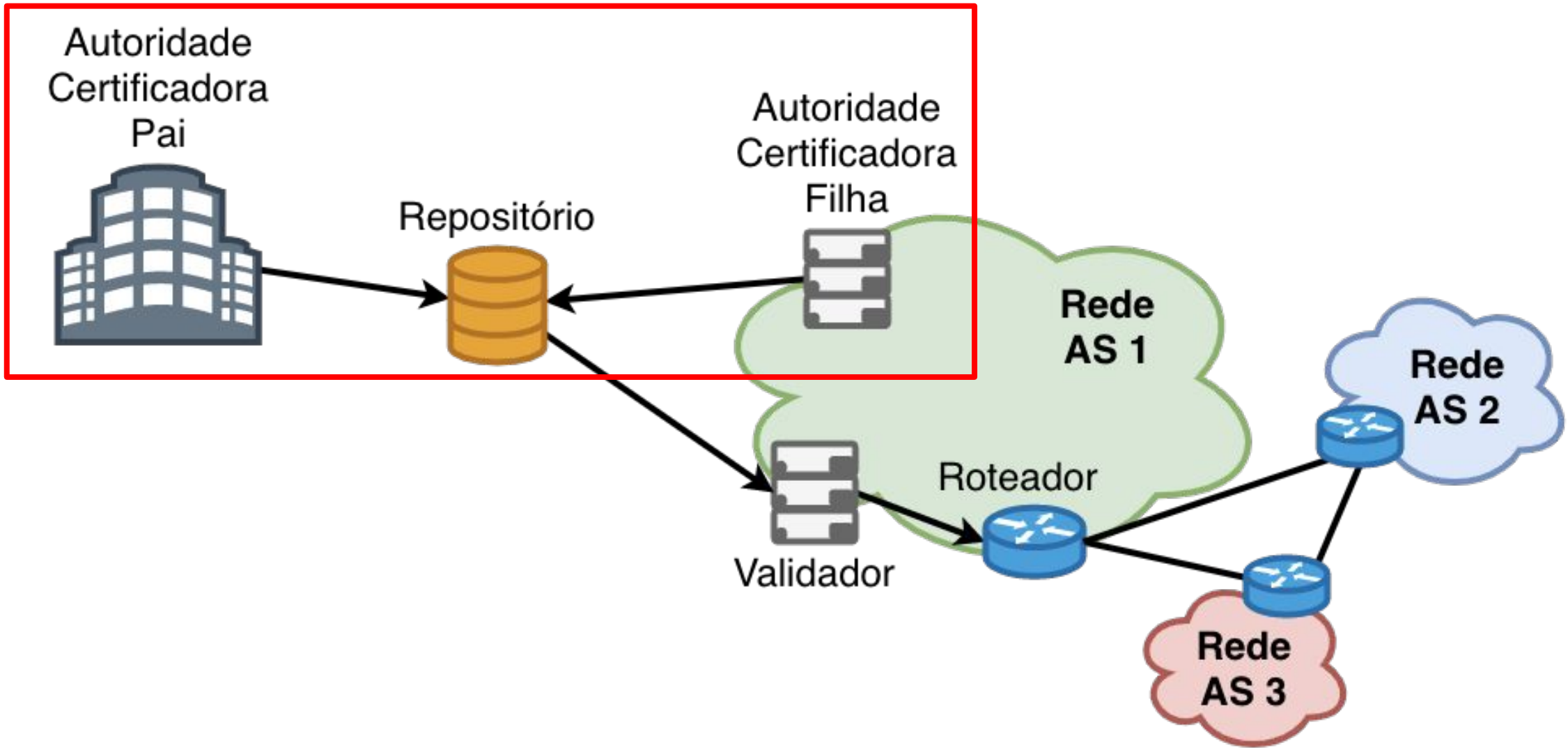
Estrutura do RPKI

- **Duas partes:**
  - **Certificação de recursos**
    - Anunciar os prefixos no RPKI
    - Qualquer um que possuir recursos de IP pode aderir
  - **Validação da Origem**
    - Consultar prefixos anunciados no RPKI
    - Necessita uso de roteador compatível

Parte I:
Certificação de Recursos

ceptro.br nic.br cgi.br

Certificação de Recursos

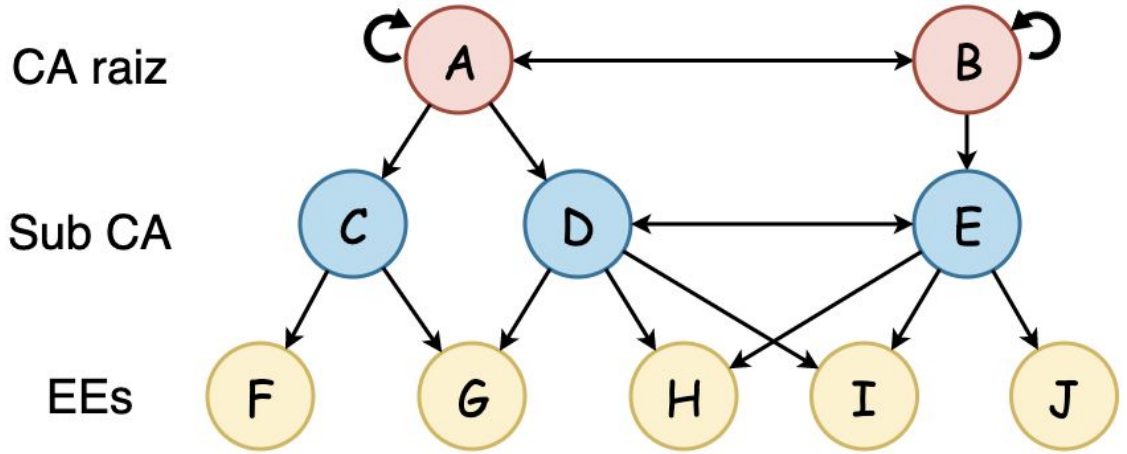


Certificação

- Certificação digital
  - Associa a chave pública com o seu dono
- Modelo **PKI (Public Key Infrastructure)**
  - certificado contém chave pública assinada por uma Autoridade Certificadora ou Certificate Authority (CA).
  - Ex.: ICP-Brasil
- **RPKI**
  - Certificação de recursos
    - Associa a chave pública com os recursos

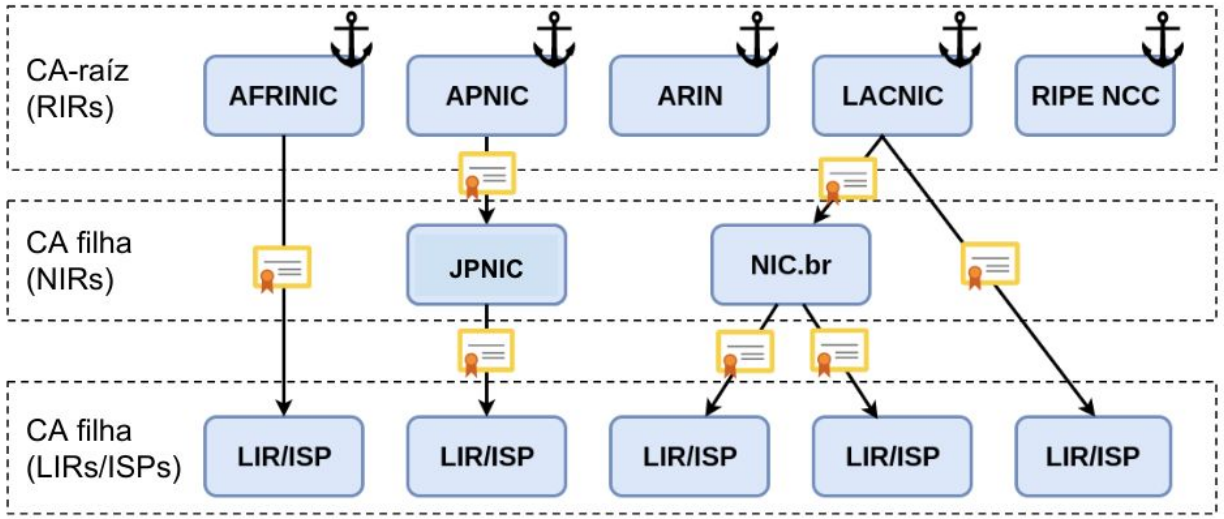
Modelo PKI

- **Cadeias de certificação**
  - **CA (Certificate Authority)** são entidades confiáveis e sua chaves públicas são **amplamente conhecidas!**
  - Usa-se a chave da CA raiz (auto-assinado) para assinar outras chaves na cadeia até as entidades finais ou End Entities (EEs).
  - Importante a proteção das chaves mais críticas (mais próximas da raiz).



Cadeia de certificação do RPKI

- **RIRs**
  - Trust Anchor
    - Confiabilidade implícita
    - Certificados auto-assinados
  - Certificam somente os recursos de sua própria hierarquia



Autoridade Certificadora

- **CAs Certificate**
  - Organizações que distribuem recursos de numeração
  - Detentores de recursos de numeração
- **Certificados das End Entities**
  - Validam os documentos assinados contidos no repositório RPKI
  - Cada certificado assina um documento

Cadeia de certificação do RPKI

- Cada **RIR** pode ser uma fonte autoritativa para a alocação de recursos:
  - *Delegação de endereços IPs (IPv4 e IPv6)*
  - *Delegação de ASNs*
- Funcionam como CA do par IPs-ASN e da chave pública do AS

ROAs

- Route Origin Authorisation
  - *Objeto assinado*

“Eu autorizo o ASN XXXX a originar esse prefixo”.

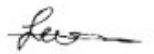
- **Elementos principais:**
  - Nome da ROA
  - Número do AS (ASN)
  - Prefixo alocado e máximo permitido
  - Tempo de validade
  - Assinatura da organização
  - Responsável pelos recursos

ROA da organização

ROA

Prefixo	2001:db8::/32
ASN	65538
Prefixo Max	/48
Tempo de validade	1 ano

Assinaura da organização



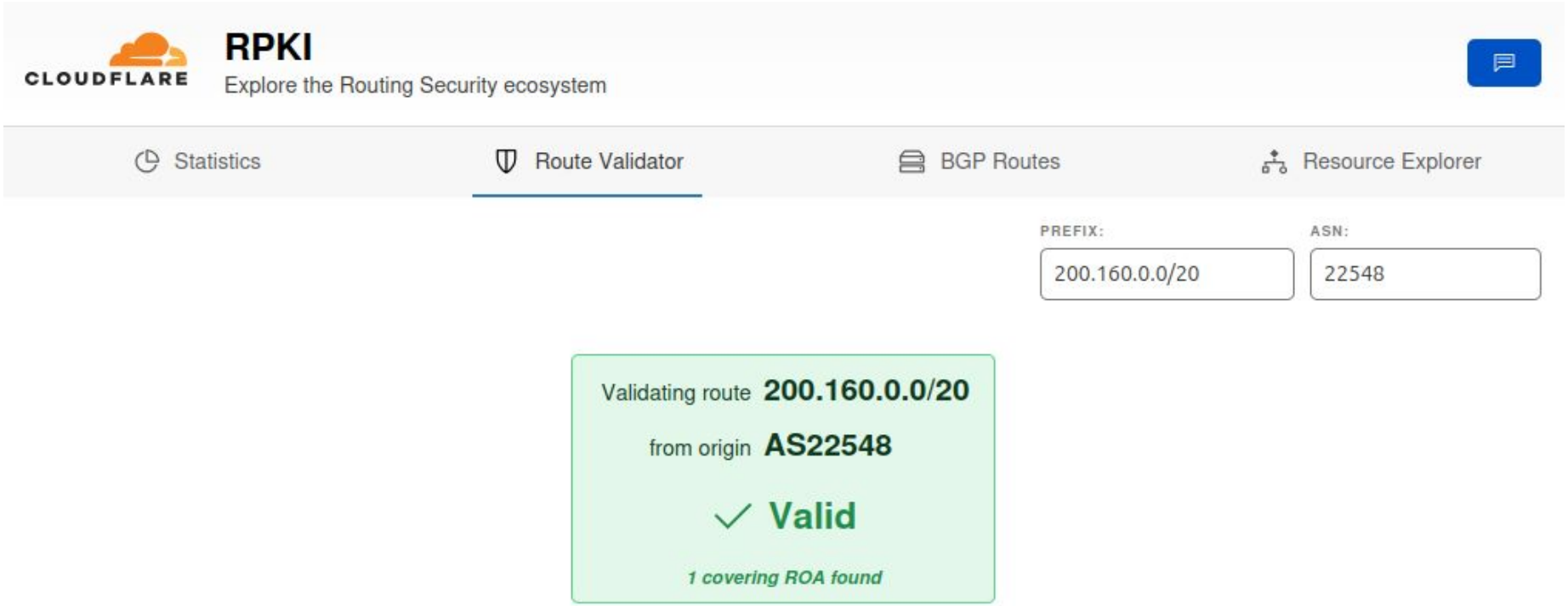
ROAs

- Todos os prefixos anunciados devem estar cadastrados em um ou mais ROAs
- Assinados e guardados em um repositório RPKI
  - Certificado contendo recursos de numeração
  - Declarações da origem das rotas para esses recursos
- Cada ROA contém apenas um ASN
  - Prefixos podem possuir mais de um ROA

ROAs

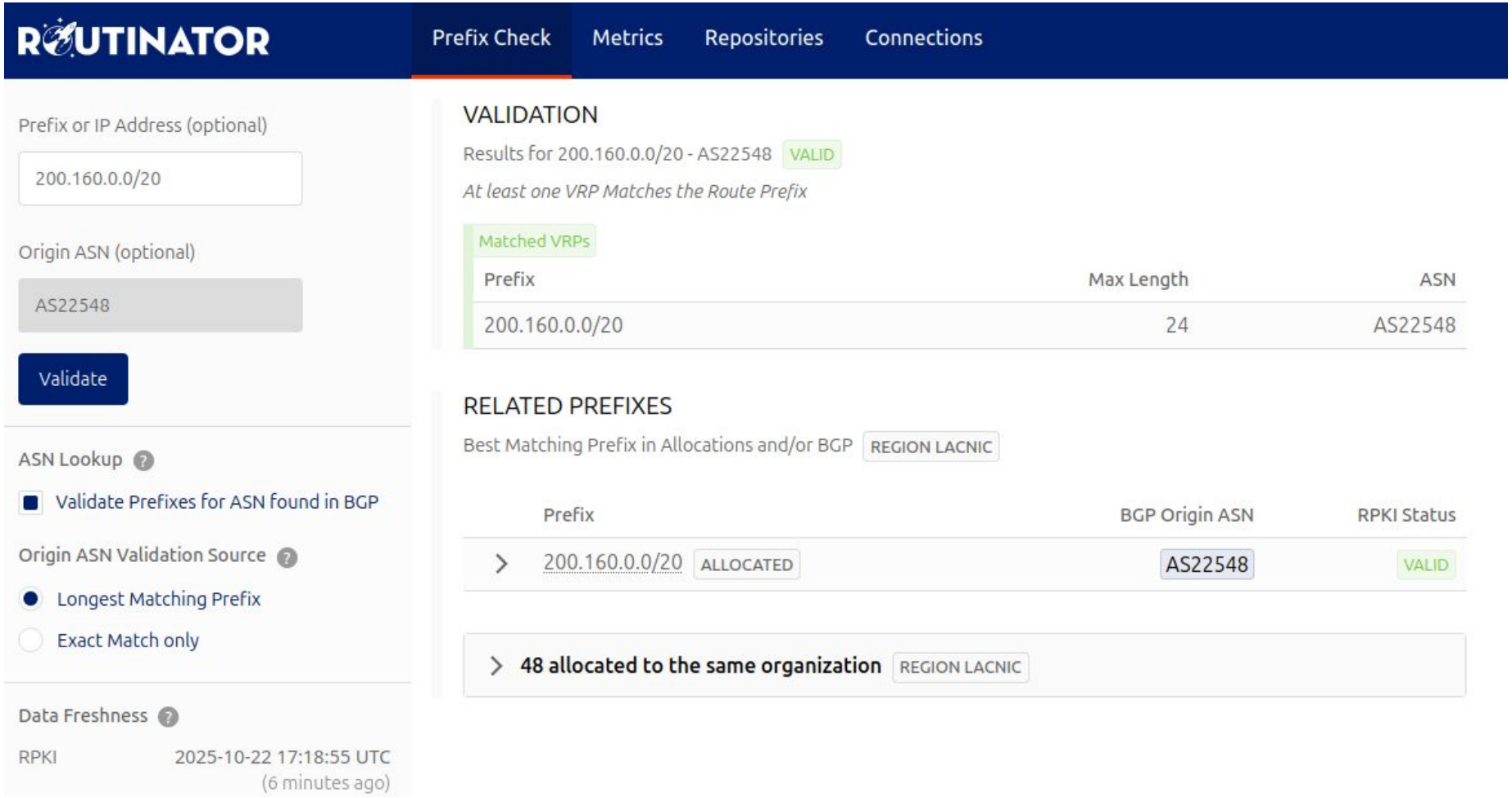
- E se uma organização quiser alocar seus recursos para outros ASes?
- **Duas opções:**
  1. Gerar a ROA para os próprios anúncios do seu ASN
  2. Gerar um certificado CA para outra organização (e.g. AS cliente), então essa gera a própria ROA
- **Se existir ROA para o prefixo, a origem da rota é validada**
- Publicar ROA incorreta é pior do que não publicar!

Como verificar existência de ROAs



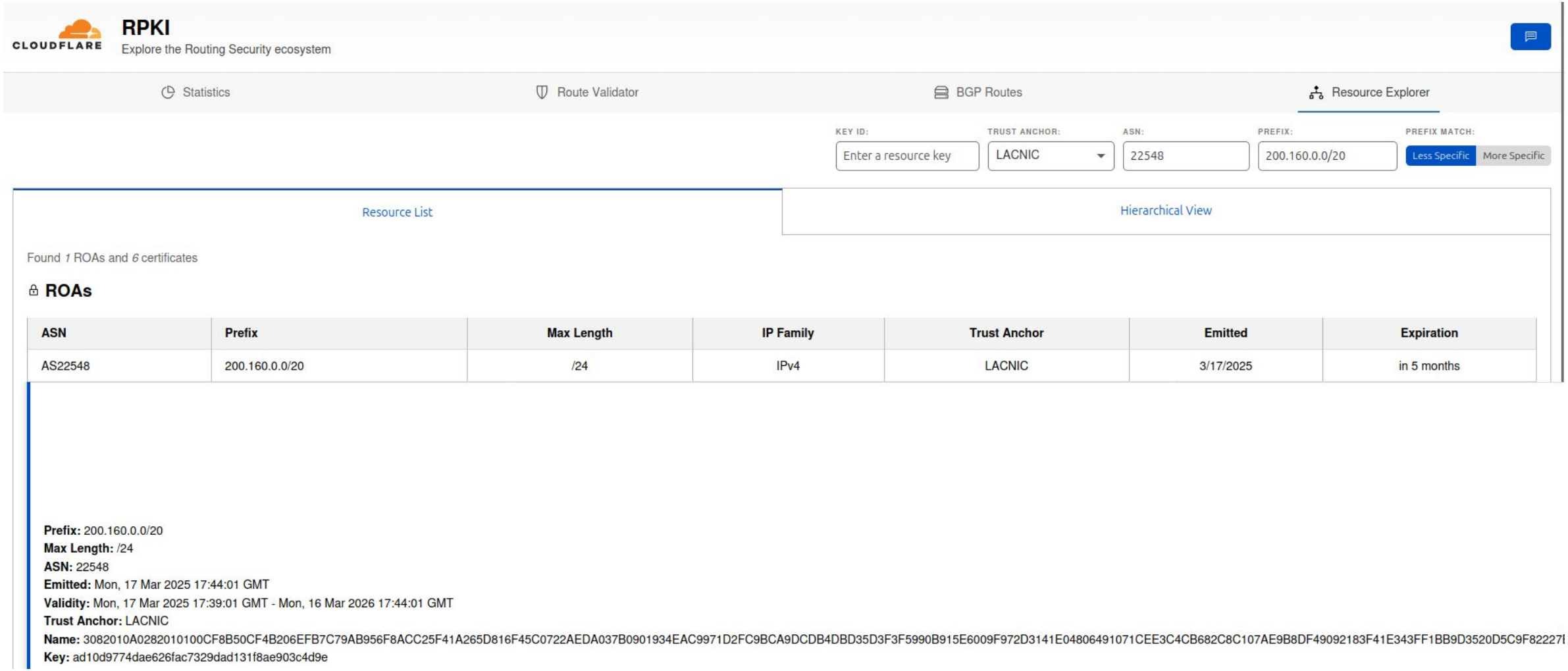
RPKI Portal - Route Validator: https://rpki.cloudflare.com/

Como verificar existência de ROAs



Routinator - Prefix Check: https://rpki-validator.ripe.net/ui/

Visualizando uma ROA



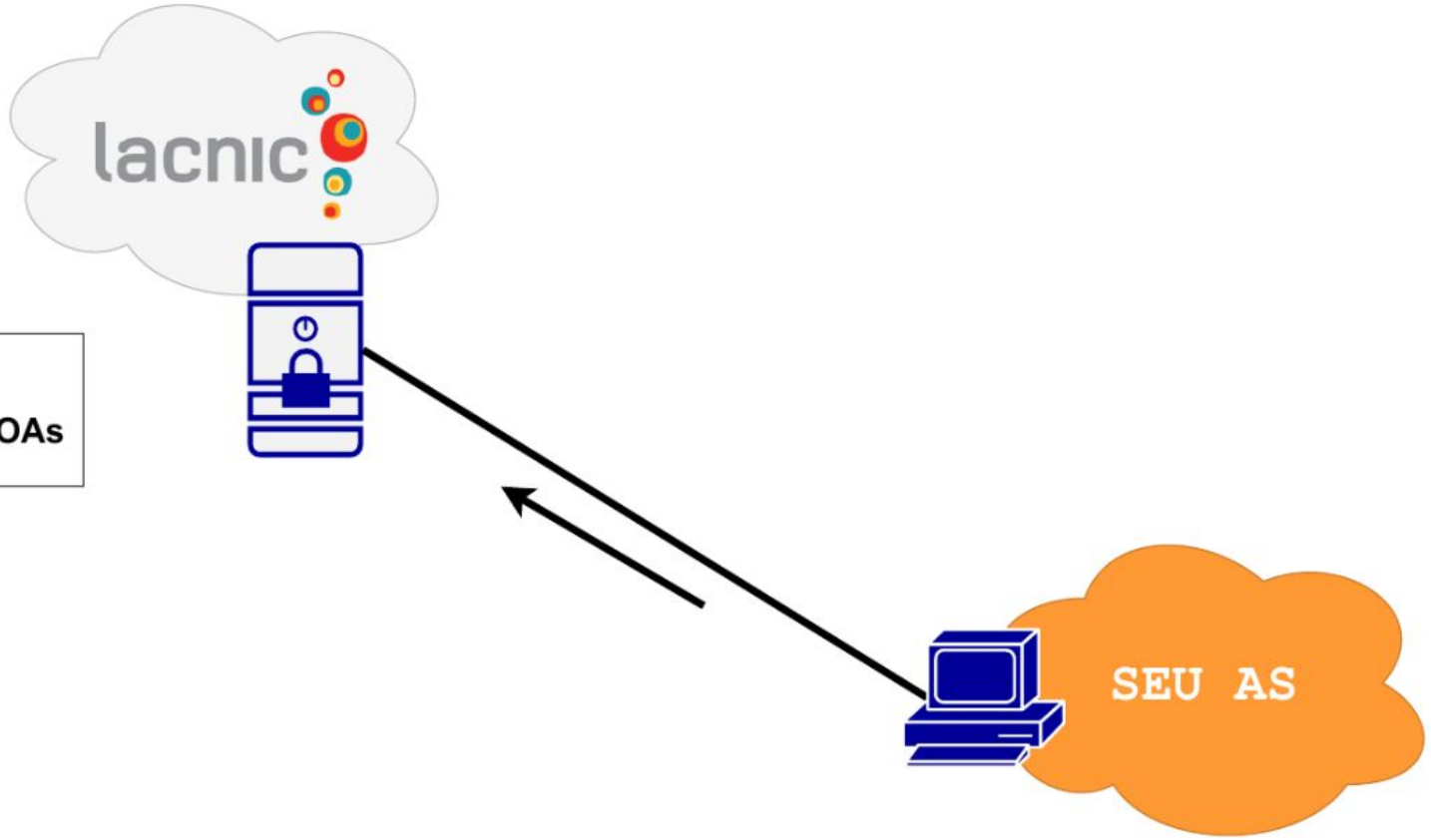
RPKI Portal - Resource Explorer: https://rpki.cloudflare.com/?view=explorer

Modos de operação no RPKI

- Existem dois modos de operação no RPKI:
  - **Modo hospedado**
    - LACNIC
  - **Modo delegado**
    - NIC.br

Modo Hospedado

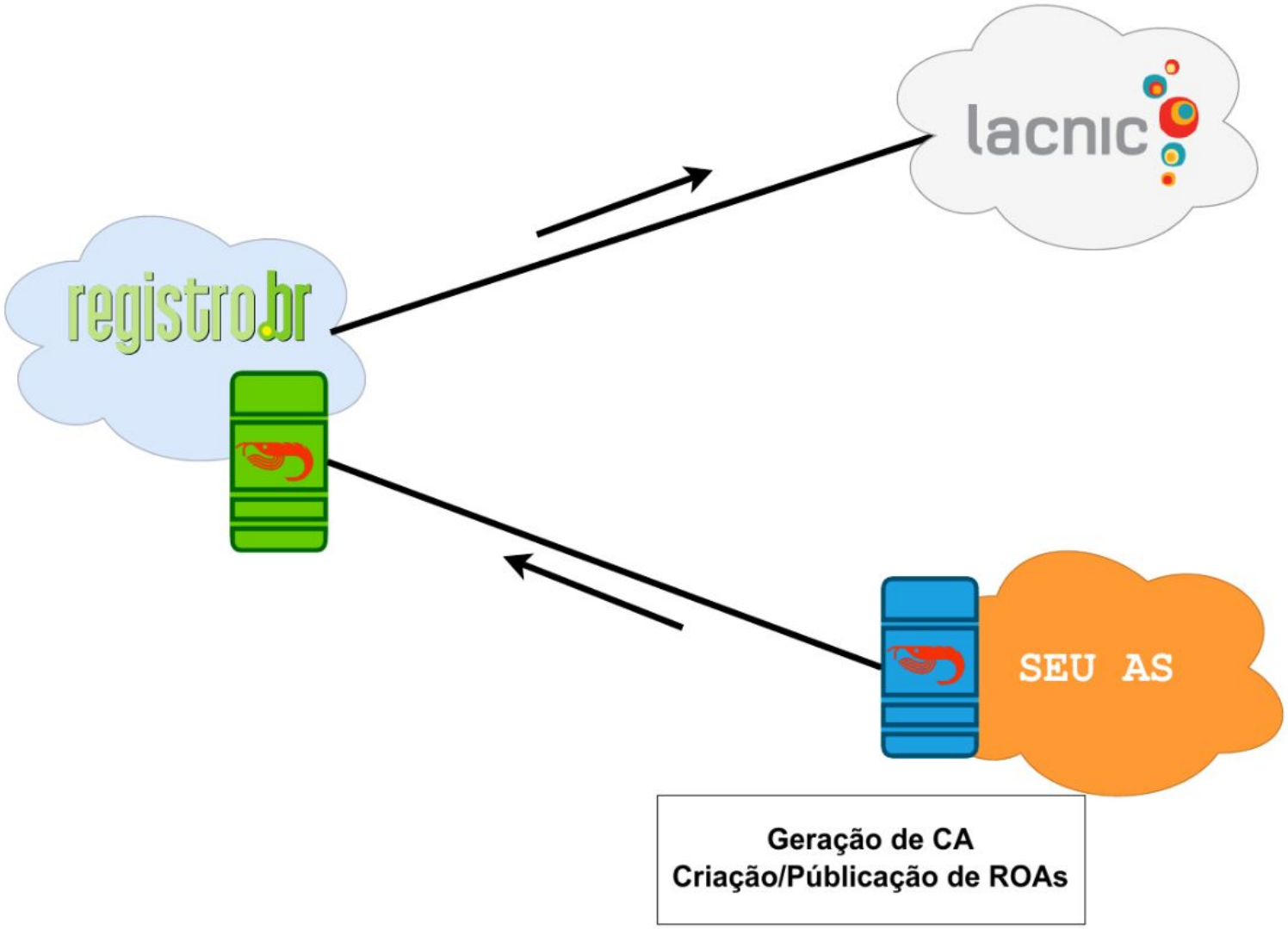
Geração de CA
Criação/Públicação de ROAs



Modo Hospedado

- Incentivar a adoção do RPKI
- **RIRs:**
  - Emitem e armazenam os certificados de recursos
  - Armazenam as chaves públicas e privadas
  - Oferecem interface web para os participantes
- AS depende do RIR para realizar suas ações no RPKI

Modo Delegado



Modo Delegado

- Sistema distribuído de CAs
  - Foi desenhado para ser assim
- Facilita a automatização
- Centraliza o gerenciamento das ROAs na organização dona dos recursos
- Controle da chave privada pelo AS
- Permite delegar CAs filhos para clientes
- AS tem mais autonomia no RPKI

Modo Delegado

- **Protocolo UpDown**
  - Geração e validação do repositório
  - Cada CA armazena a própria chave privada
  - Envia seus certificados para assinatura da CA pai
  - Publicação de certificados e ROAs
    - Repositório próprio ou de terceiros

Modo Delegado

- **O que eu preciso?**
  - Software CA
  - Krill - NLnet Labs
- **Servidor de publicação**
  - Servidor proprio (alta disponibilidade)
  - Servidor de terceiros (NIC.br)

O que é o Krill?

- Software open source
  - Criação, gerenciamento, publicação de CAs e ROAs
- Possui repositório próprio, mas permite a utilização de repositório de terceiros
- Funciona por linha de comando e por interface gráfica para usuário

Repositório RPKI

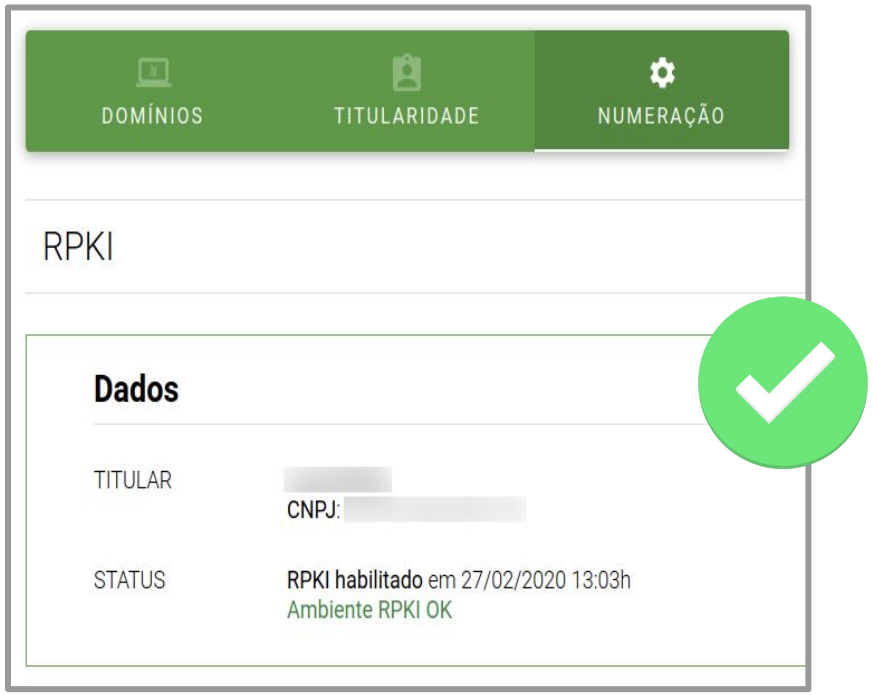
- Armazenam
  - **Resource Certification**
    - Certificados X.509 + extensão para IPs e ASNs (RFC 3779)
  - **Certificate Revocation List (CRL) - RFC 5280**
  - **Manifests (RFC 6486)**
    - Lista de documentos assinados por um AS
  - **Route Origin Authorisation (ROA) - RFC 6482**
    - Contém a lista de prefixos que podem ser anunciados por um ASN

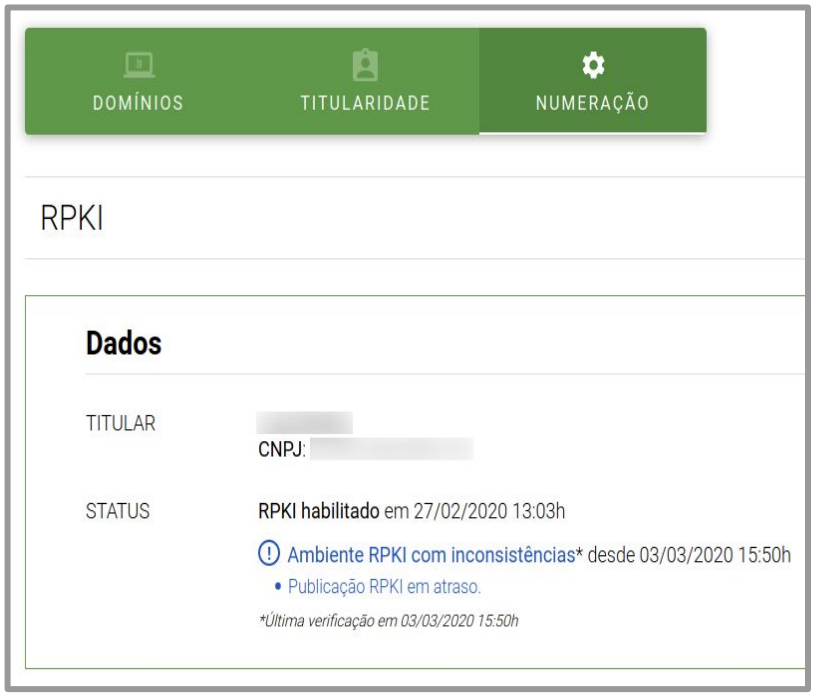
Servidor Krill

- **É de extrema importância manter seu servidor Krill sempre ativo!**
  - Documentos do RPKI possuem prazo de validade
  - Atualizações automáticas e periódicas desses documentos são feitas pelo protocolo UpDown
  - Se o servidor Krill ficar inacessível e os documentos expirarem, as rotas válidas podem passar a ser consideradas desconhecidas

Monitoramento do RPKI pelo Registro.br

- Para ajudar nessa fase inicial da implantação do RPKI, o Registro.br disponibilizou um serviço de monitoramento que informa se suas configurações de RPKI estão corretas.

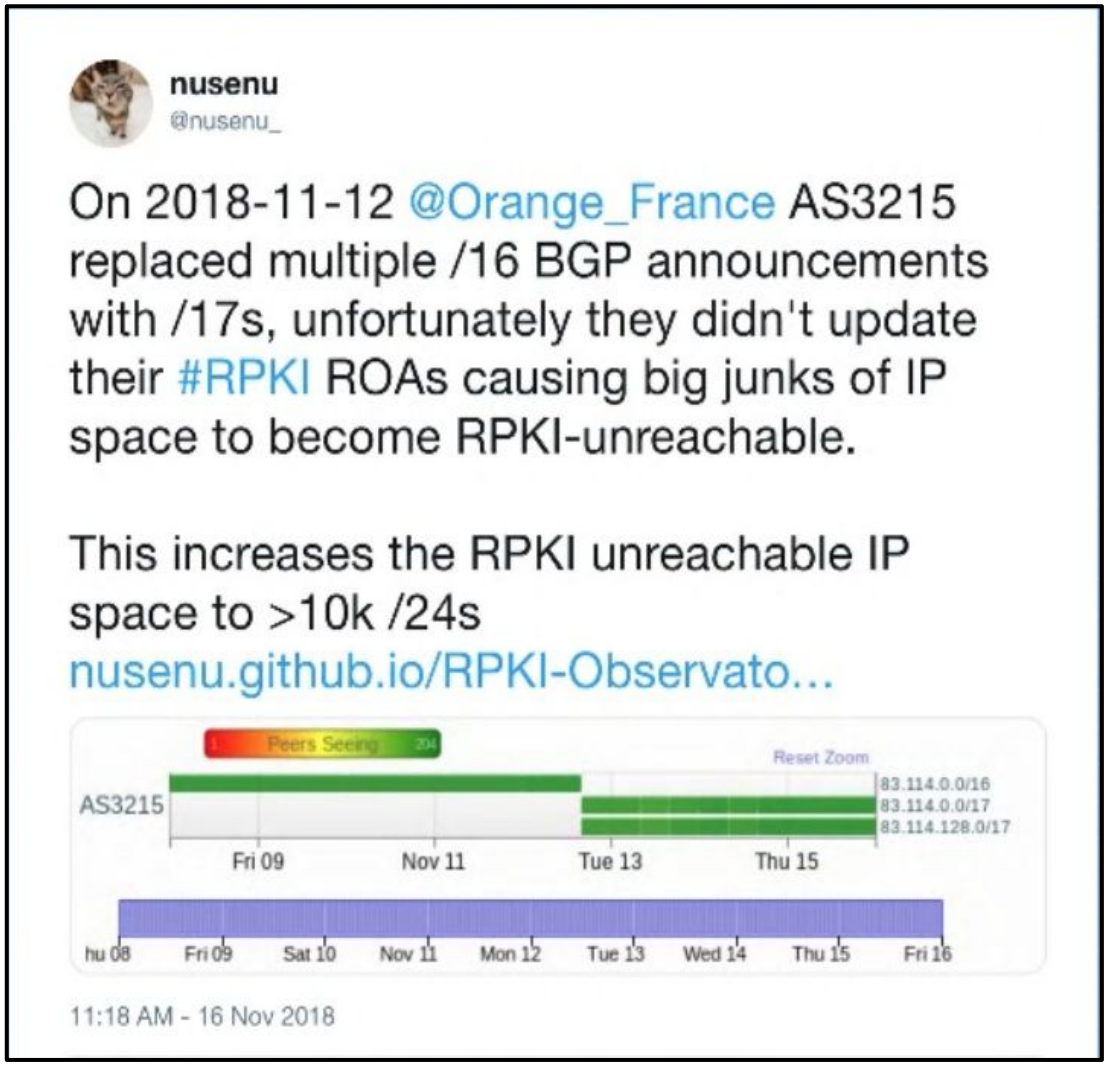




Manutenção é essencial!

Não esqueça do RPKI!

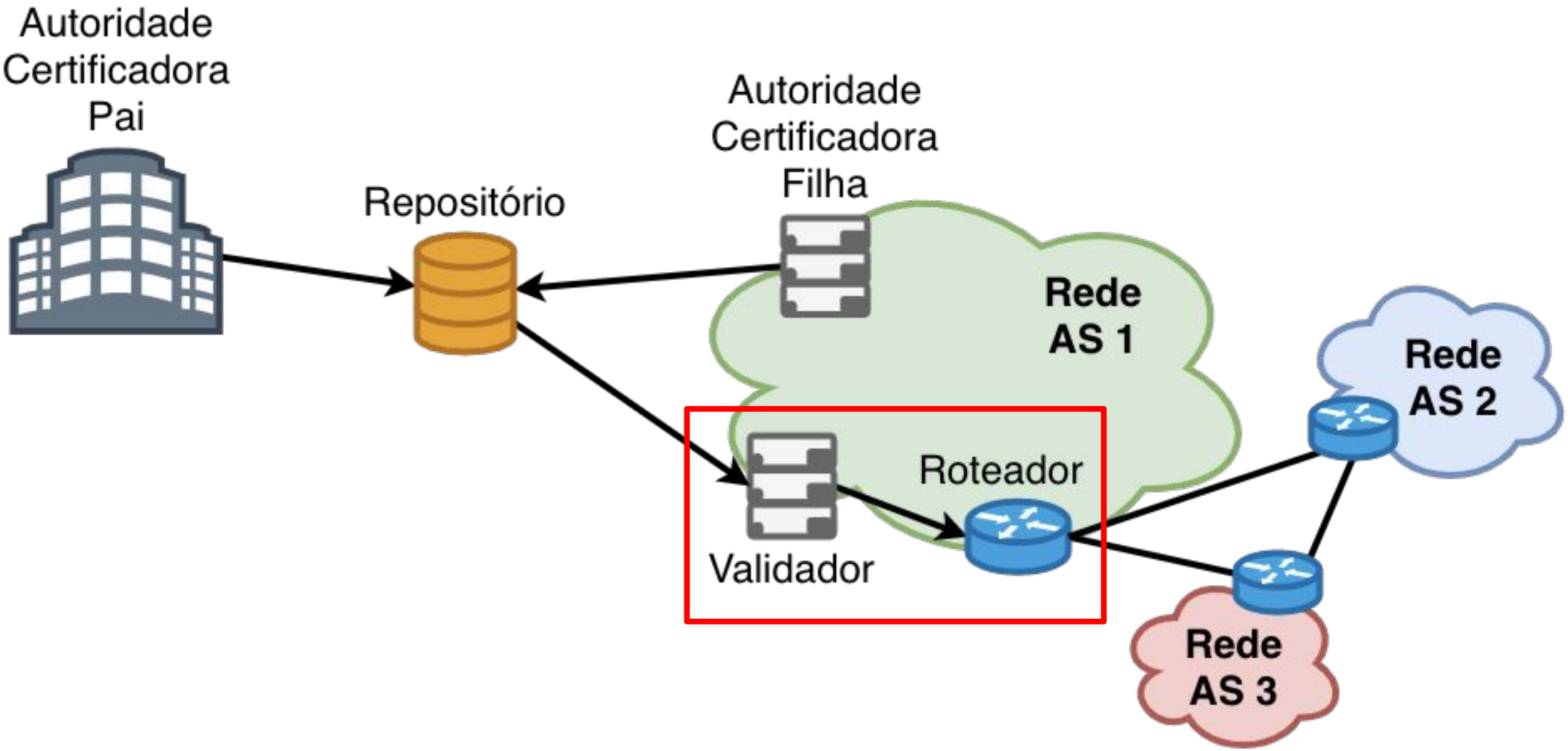
Atualize as ROAs quando mudar os anúncios!



Parte II:
Validação da Origem

ceptro.br nic.br cgi.br

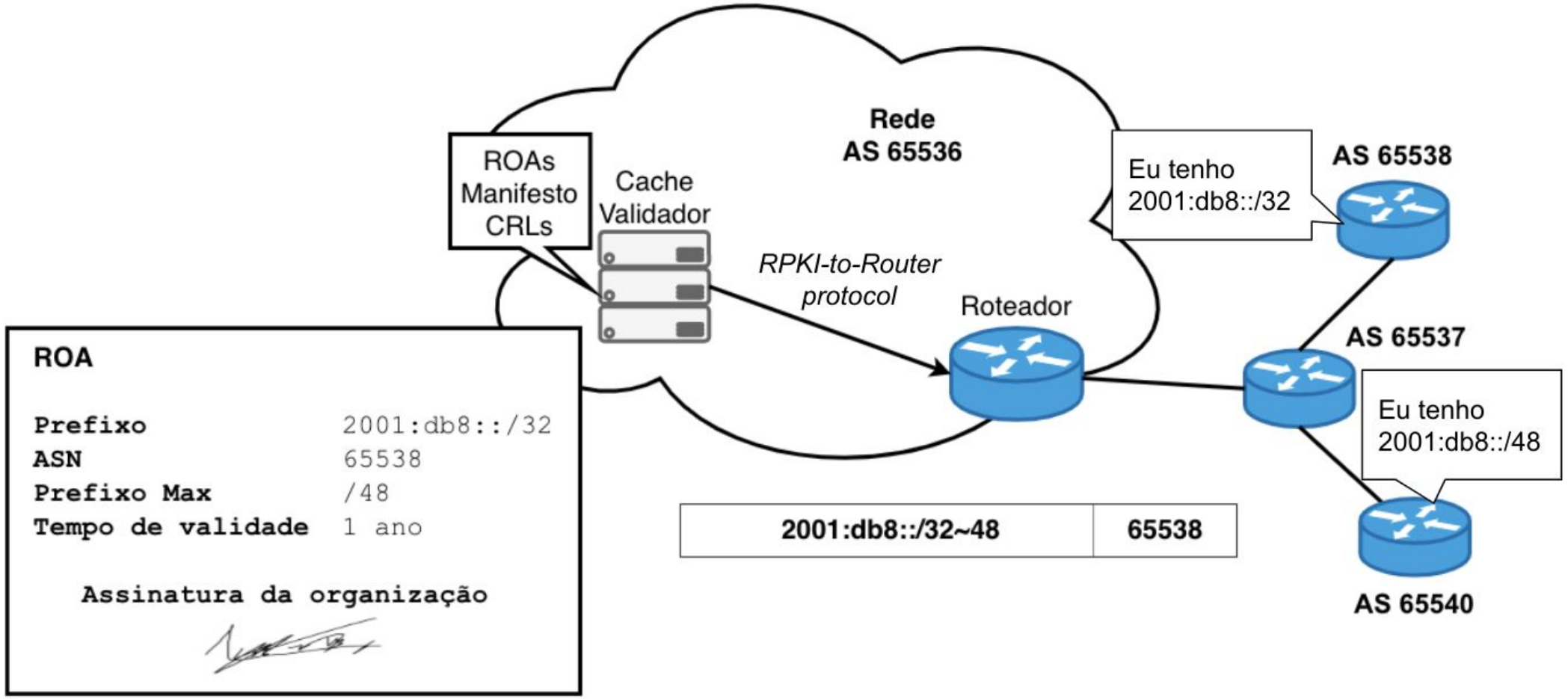
Validação da Origem



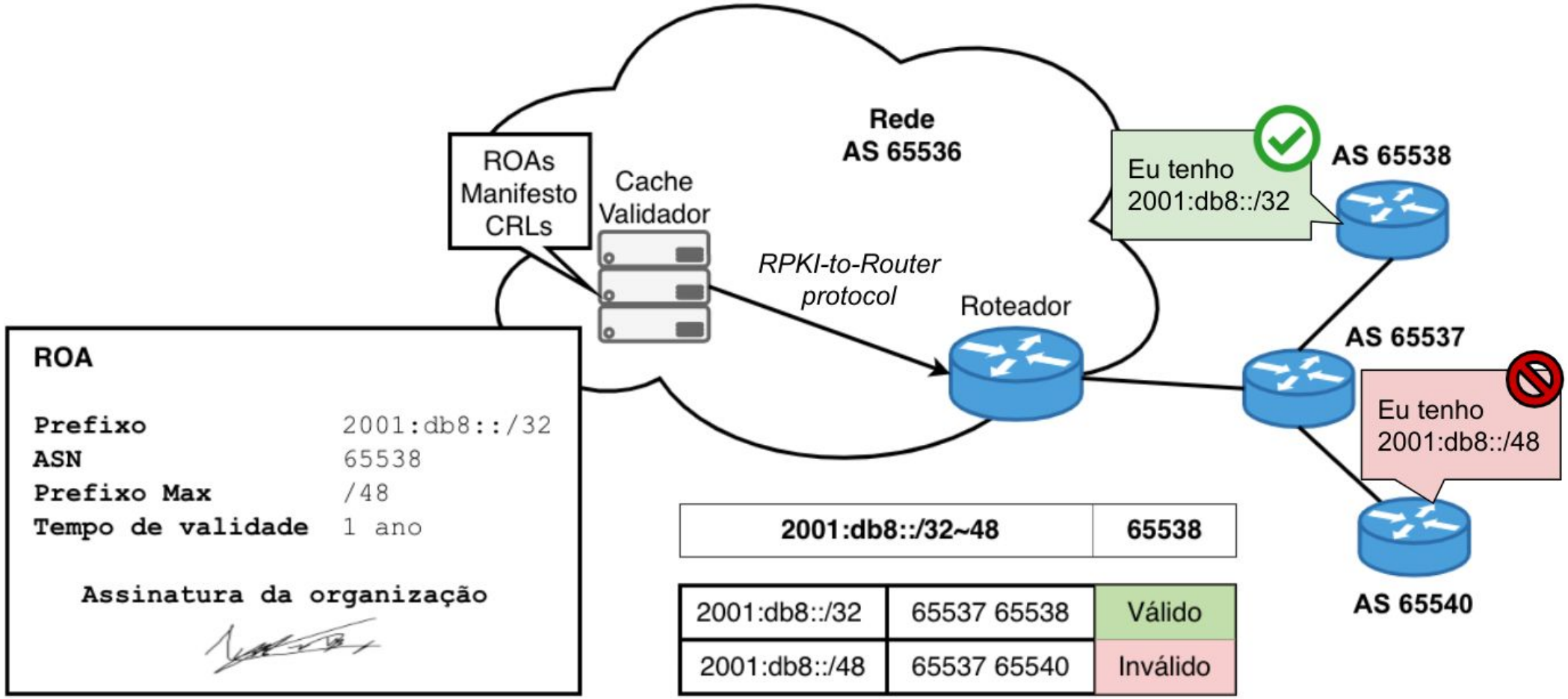
Validação da Origem

- **Validador**
  - Validação dos objetos certificados
  - Software que acessa fontes confiáveis e cria um cache da informação validada
- **Roteador**
  - Validação das rotas
  - BGP habilitado para usar o RPKI
  - Obtém informações do validador e utiliza para influenciar o roteamento

Validação da Origem



Validação da Origem



Roteador

Exemplo:

	AS de Origem	Prefixo	Prefixo Max.
ROA	65536	10.0.0.0/16	/18

Válida	65536	10.0.128.0/17
Inválida	65536	10.0.0.0/24
Desconhecido	65540	10.0.0.0/8

Validador

- Existem vários softwares disponíveis:
  - 

  - FORT (LACNIC)
  - **RIPE validator**
  - RTRlib (bird, FRR, Quagga...)
  - **OctoRPKI & GoRTR (Cloudflare)**
- Trust Anchor Locator (TAL) já vem incorporados
  - Localizador para os 5 RIRs

Roteador

- Recebem VRPs do validador e utilizam para tomar decisões de roteamento
- Uma rota pode ser classificada como:
  - **Válida:** A origem e o prefixo máximo estão de acordo com a informação do ROA
  - **Inválida:** A informação não está de acordo com o ROA
  - **Desconhecido:** Não existe ROA para o prefixo verificado

Roteador

- Suporte a validação na origem
- **Hardware**
  - **Juniper**
    - Junos versão 12.2 e superiores
  - **Cisco**
    - IOS release 15.2 e superiores
    - Cisco IOS/XR desde a 4.3.2
  - **Nokia**
    - Release R12.0R4 e superiores rodando no 7210 SAS, 7750 SR, 7950 XRS ou VSR.

Roteador - Software

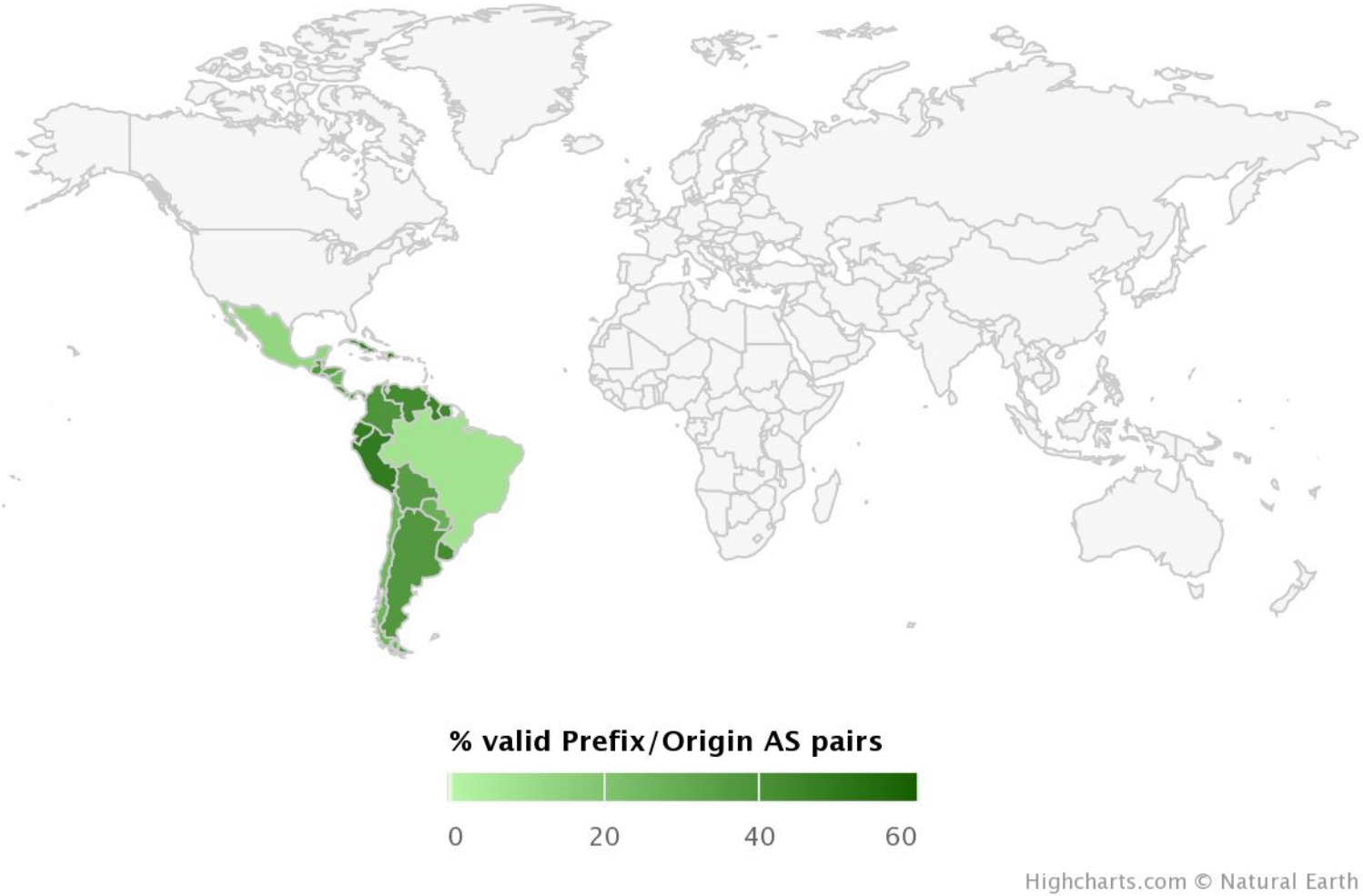
- **Existem vários softwares com suporte a RPKI:**
  - BIRD
  - OpenBGPD
  - FRRouting
  - GoBGP
  - VyOS

Fonte: https://rpki.readthedocs.io/en/latest/rpki/router-support.html

Recomendações

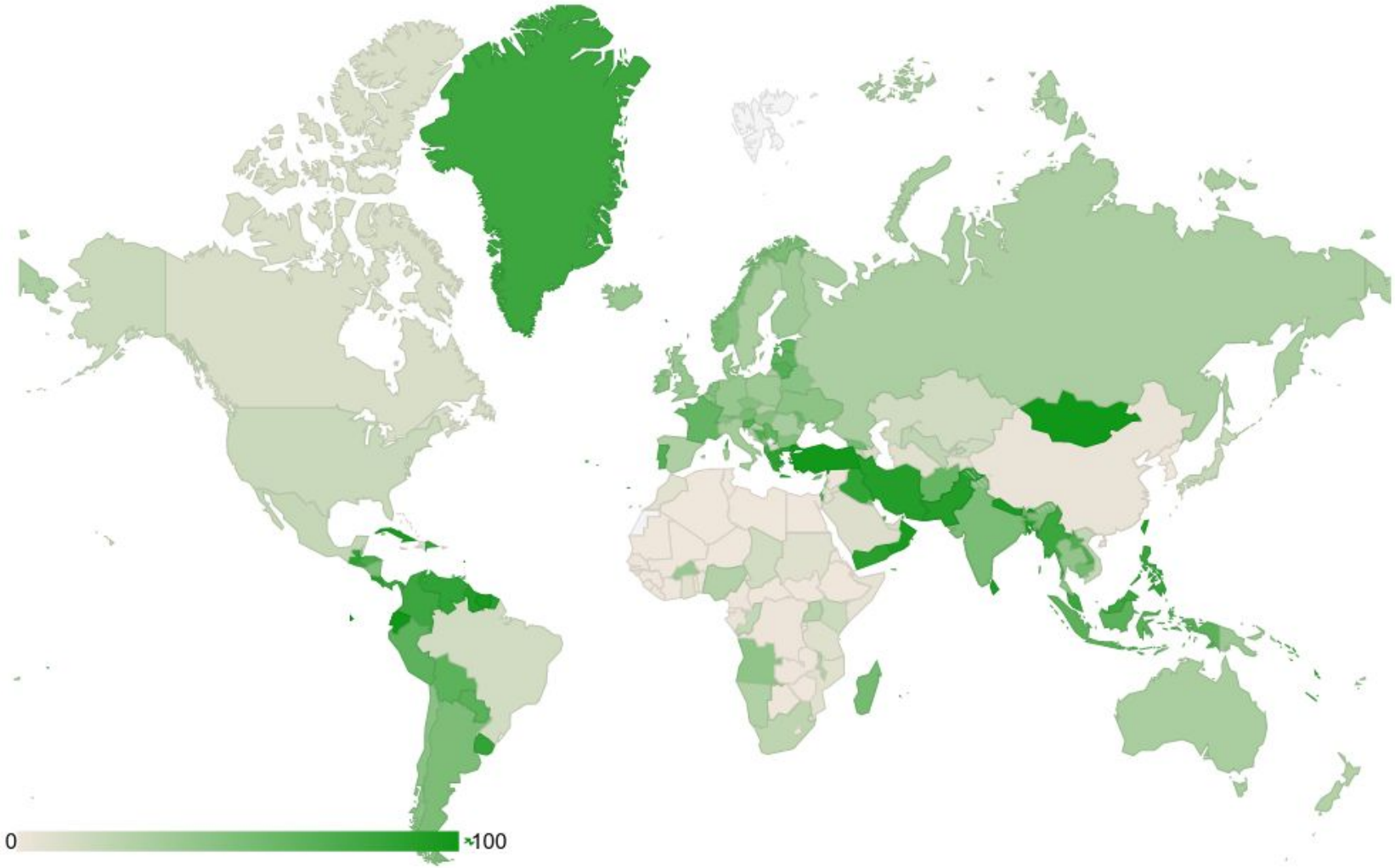
- Políticas de roteamento podem ser estabelecidas em cima da validação das rotas
  - Alterar preferências
  - Atribuir communities
  - Aplicar filtros

Adoção do RPKI



Fonte: https://monitor.fortproject.net/en/rpki_map

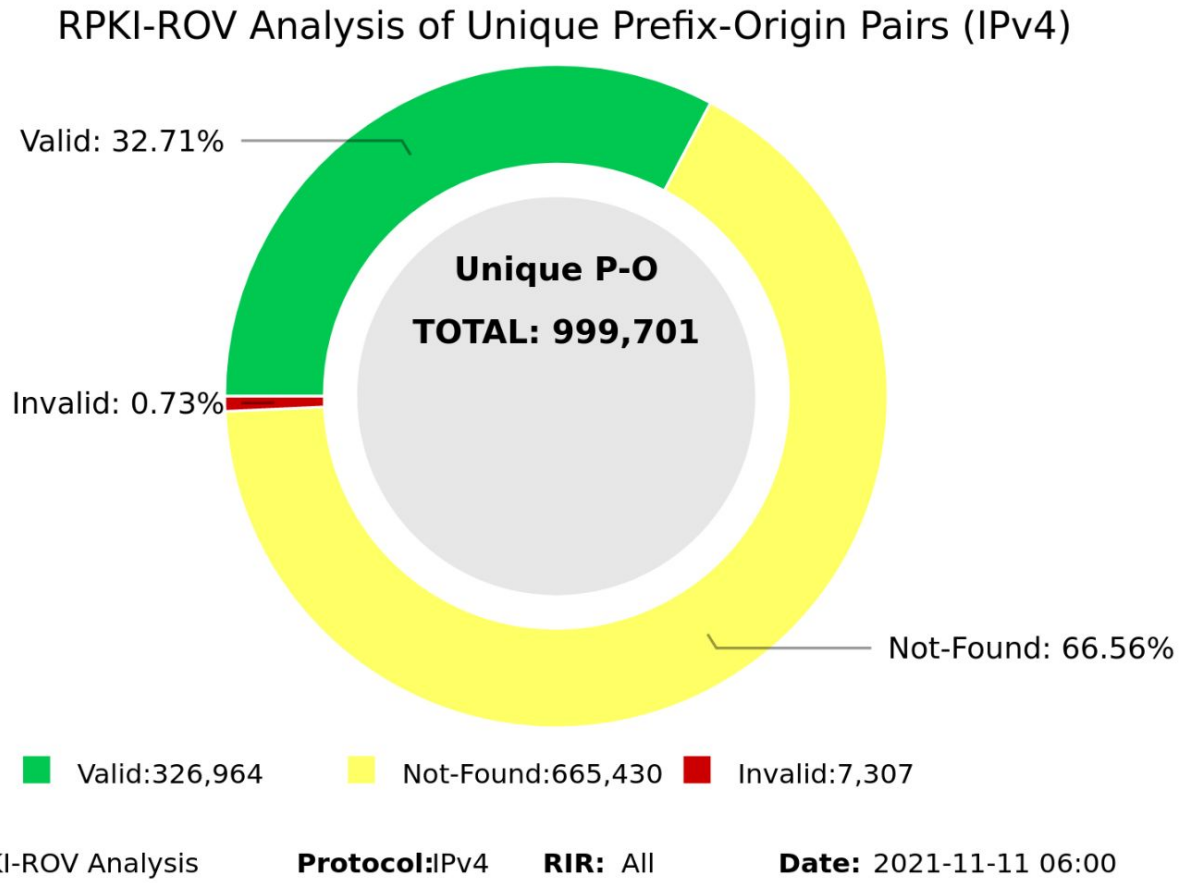
Adoção do RPKI



Fonte: https://lirportal.ripe.net/certification/content/static/statistics/world-roas.html

Validação de Rotas

- Análise da tabela completa do BGP em relação aos prefixos anunciados nos RPKIs



Fonte: https://rpki-monitor.antd.nist.gov/?p=0&s=0

Saiba mais

https://www.youtube.com/watch?v=A6F3OswNyh8

Saiba mais

https://www.youtube.com/watch?v=jSvMCjPoFME

Saiba mais

https://www.youtube.com/watch?v=mvQ2GxslhKo

Dúvidas?

Patrocínio Super Like

Apoio de Mídia

Patrocínio Terabyte

Apoio de Mídia

Obrigado!

CEPTRO.br Cursos: cursosceptro@nic.br
CEPTRO.br IPv6: ipv6@nic.br

@comunicbr
@nicbr
@NICbrvideos

nic.br cgi.br

www.nic.br | www.cgi.br