

SR. EDUARDO BARASAL MORALES: [ininteligível]. Pessoal, só mais alguns minutinhos. A gente realmente pede desculpas. Opa, parece que agora deu certo. Então, novamente, eu gostaria de pedir desculpas a todos aí pelo inconveniente do som. A gente teve um probleminha interno. Como eu estava falando, gostaria de dar bom dia a todos. Sejam todos bem-vindos à nossa Semana de Capacitação. É uma semana que a gente traz tutoriais técnicos para vocês aprenderem com a mão na massa um pouquinho sobre redes e infraestrutura. Então, antes da gente começar, queria agradecer os patrocinadores: Dattas Links IP, Servidores e Data Center; FiberX; Globo; Ican; Netflix; 4Linux; Solintel VLSM; Cisco; e o apoio de mídia da Revista RTI e Infra News Telecom e Novatec Editora. Gostaria de falar também que a live tem certificado, então tem um certificado de participação. Quem quiser, pode se inscrever no link que foi colocado no chat. As inscrições vão até às 2h da tarde, e aí você pode ganhar um certificado depois disso. Lembrando que o processo é: se inscreve, depois fica atento no e-mail, porque vai um pedido de confirmação, e isso daí é até às 2h da tarde. E aí você clicando no link de confirmação que vai no seu e-mail, você vai conseguir ganhar um certificado. Temos também, pessoal, sorteios. O pessoal sempre pede sorteios. A gente vai ter o sorteio do NIC.br, que é um kit do NIC, que é uma camisa polo da Semana de Capacitação da NIC.br; uma lapiseira da Semana de Capacitação; um kit de adesivos individuais do IPv6, RPKI, do NIC.br; uma caneca da Ican; um livro de Vida de Programador, volume 0, da Novatec Editora, e um livro Vida de Programador, volume 1, da Novatec Editora. E para você participar desse sorteio que acontece hoje, a cada live, precisa se inscrever no link que foi passado. É o mesmo link da inscrição do certificado. Então, basta se inscrever que você vai estar concorrendo a esse kit NIC. Temos também o sorteio da 4Linux, pessoal. O sorteio da 4Linux é um curso a escolha do ganhador. O link vai ser colocado também no chat agora. E o ganhador só vai ser dito na sexta-feira. Então, você tem que acompanhar todos os outros dias aí. Então, podem já se inscrever. O sorteio vai ser feito somente na sexta-feira, o sorteio da 4Linux. Você ganha um curso a escolha do ganhador. Depois disso, pessoal, eu gostaria de chamar o videozinho do Cidadão na Rede. Um videozinho de 15 segundos, que a gente traz um ensinamento para o usuário comum de como a Internet funciona, o que ele deve cuidar ao usar a Internet, na questão de segurança, na questão de direitos e deveres. Então, eu vou pedir para passar o videozinho agora de 15 segundos. Pode tocar.

[exibição de vídeo]

SR. ANTONIO MARCOS MOREIRAS: Bom dia, gente. Como é que está agora a transmissão? Como é que está agora o áudio? Como

é que está o vídeo aí? Está todo mundo conseguindo ver a gente bem? Vocês acabaram de assistir um pequeno vídeo do Cidadão na Rede, como o Eduardo disse. Hoje, esse vídeo aí foi escolhido a dedo. Um vídeo que fala como a Internet funciona, que explica muito brevemente para um usuário leigo que a Internet é formada por várias redes diferentes. Esses vídeos do Cidadão na Rede a gente faz voltados para o usuário leigo. Não é para o usuário técnico. É para o cliente de vocês, para o usuário de vocês. E muitos dos temas deles são temas que, vamos dizer assim, ajudam o usuário a usar a Internet melhor, do ponto de vista de infraestrutura. Por exemplo, ah, o usuário sabe os tipos de rede Wi-Fi que existem e qual a diferença de uma rede 2.4 para uma rede 5, de 5 giga. Usuário sabe, fica sabendo que é melhor uma conexão cabeada, normalmente, dentro da casa dele, do que uma conexão Wi-Fi. O usuário fica sabendo que conexões de rádio são sujeitas a interferências. Então, muitas vezes, esses vídeos, eles podem ajudar o pessoal do suporte técnico de vocês, provedores. E são vídeos que vocês podem baixar e colocar no site de vocês, no canal do YouTube de vocês, mandar via WhatsApp, mandar via Telegram, para o usuário, o que vocês quiserem. Vocês podem usar esses vídeos, vocês podem, inclusive, se inscrever lá no canal do Cidadão na Rede e ter um vídeo customizado com o seu logotipo. E daí quando você vai mandar o vídeo para o seu usuário, você manda o vídeo com o logotipo do seu provedor, da sua empresa, da sua universidade, do seu negócio.

Bom, mas chega de falar do Cidadão na Rede. Vamos falar sobre a Semana de Capacitação. Temos já quase... temos mais de 600 pessoas já. Ia falar quase 600 pessoas. O contador aqui subiu na hora. Essa semana, o tema é Roteamento. Então, hoje, como o Eduardo já falou, a equipe inteira, o Eduardo vai ser um dos palestrantes hoje, o Tiago, a equipe interna vai falar sobre o roteamento, a importância do roteamento. E os exemplos estão em Mikrotik. E cada dia da semana tem um tema diferente todo sobre roteamento. Então, a gente tem OSPF, ISS, amanhã, MPLS, na quarta-feira; Segment Routing, na quinta-feira; e uso de roteamento da Internet com BGP, na sexta-feira. A gente convidou o pessoal que vai dar, assim, exemplos de fabricantes diferentes. Então, cada dia da semana, vai ter também um fabricante. Hoje, o pessoal escolheu Mikrotik, amanhã, Huawei, depois, Datacom, depois... não estou achando aqui, me perdi nas minhas anotações, Cisco e depois o Juniper. Mas cada dia também tem um fabricante diferente. Então, olha, vocês vão sair com uma visão diferente, uma visão mais completa de roteamento dessa semana.

Acompanhem a semana inteira, divulguem para os seus colegas de trabalho, para os seus colegas de faculdade, para os seus professores. Divulguem para todo mundo aí do meio técnico que está com vocês essa semana, porque é um material muito legal, gratuito. E

vai estar, sim, depois, disponível no YouTube. Acabou a gravação aqui, ela já fica disponível lá. A gente não vai tirar mais ela. Então, vocês podem, quem não tiver a oportunidade de acompanhar ao vivo. É sempre melhor acompanhar ao vivo, que vocês vão ficar interagindo pelo chat, fazendo perguntas, e o pessoal da equipe vai estar dando as respostas. Mas quem não puder acompanhar ao vivo, pode, depois, assistir às gravações. Elas ficam disponíveis, bem como as gravações das outras semanas de capacitação que a gente já fez estão disponíveis. E tem muitos minicursos, workshops, oficinas, lá interessantíssimos, com conteúdo ali de primeira qualidade para vocês verem. Então, eu convido, desde já, vocês a deixarem o like aí para a gente. Se não gostarem no final da live, aqui no final do minicurso, pode ir lá e tirar o like. Mas já deixa lá o like, por quê? Porque isso ajuda as plataformas a fazerem a distribuição, a distribuição dos vídeos, elas avisam para mais gente que esse conteúdo está disponível. Isso para a gente é superimportante, fazer o conteúdo chegar ao maior número de pessoas possível. Uma outra coisa, gostaria de convidar vocês a se inscreverem no canal do NIC.br. O canal do NIC.br tem muito conteúdo importante sobre Internet. Tem o conteúdo mais técnico, que é a nossa área, que o Ceptro produz, mas tem conteúdo de outras áreas também. Tem conteúdo do Cetic, do Ceweb, tem conteúdo do CGI.br, da assessoria do CGI.br sobre governança da Internet. Tem muito conteúdo importante lá.

Bom, vamos lá. Deixa eu explicar mais uma coisa só para vocês, antes da gente começar, efetivamente, o curso de hoje. Todos os cursos dessa semana são gravados, são gravações. A gente pede, mesmo o nosso de hoje, mesmo que vai estar o Eduardo falando, o Tiago aqui hoje. O Eduardo está aqui ao vivo, ele estava falando com vocês agora há pouco ao vivo. O pessoal está ao vivo e vai ficar ao vivo acompanhando o chat, já respondendo às perguntas de vocês. Mas a gente pede para todos os palestrantes pré-gravarem um vídeo, gravaram para essa semana, gravaram exclusivo. É um vídeo que não passou em lugar nenhum ainda, com o curso. Para quê? Para tentar evitar problemas técnicos. Se o palestrante tem qualquer problema, problema de conexão com Internet, tal, o vídeo já está aqui na mão do nosso pessoal técnico que está cuidando da transmissão. E vocês não vão ficar sem a transmissão. Vocês não vão ficar sem o curso daquele dia, se o palestrante tiver algum problema ou se tiver algum problema técnico na Internet, na casa dele, na empresa dele. Certo? Um outro motivo, uma outra razão, é que isso deixa os palestrantes mais livres também para irem acompanhando o chat ao vivo. Então, o Eduardo, o Tiago, todo o pessoal da equipe, que ajudou a preparar a aula de hoje, eles já estão disponíveis no chat. Vocês podem ir fazendo as perguntas. Muito provavelmente, eles vão responder boa parte delas no próprio chat aí do YouTube. E as mais importantes, sim, eles voltam ao vivo

aqui, no vídeo, para depois, responder às perguntas de vocês, ao final. Certo? Então, estando isso aí entendido, explicado, eu vou já pedir para o pessoal aqui da técnica dar o play no curso. E a gente segue. A gente volta no final aí para os avisos finais, para as dúvidas de vocês. E vamos interagindo pelo chat aí durante a aula, durante a apresentação. Tá bom? Então, pessoal técnico aí, Pedro e pessoal, podem, por favor, colocar o vídeo no ar.

[exibição de vídeo]

SR. EDUARDO BARASAL MORALES: Bom dia, pessoal. Sejam todos bem-vindos à Semana de Capacitação. Uma semana que a gente traz tutoriais técnicos todos os dias para explicar como funcionam as redes e como que vocês podem adquirir conhecimento e aplicar nos seus sistemas autônomos, nos seus provedores e nas suas redes empresariais. Bom, essa semana, a gente vai discutir o encaminhamento de pacotes, o roteamento de pacotes. Como que uma informação chega de determinada origem a determinado destino. O tutorial de hoje é focado sobre uma introdução ao roteamento. Como as rotas surgem no roteador e como elas são propagadas entre roteadores, para que a gente consiga se comunicar na Internet. E vai ser uma base para os demais dias que vocês vão ver sobre MPLS, sobre OSPF, sobre Isis, sobre BGP, sobre Segment Routing. Então não percam o tutorial de hoje, porque ele vai ser o quê? A base do conhecimento dos demais.

Então vamos lá. Vou começar compartilhando os meus slides. Bom, o dia de hoje, a gente vai falar sobre a importância do roteamento para a arquitetura da Internet com Mikrotik. Meu nome é Eduardo Barasal Morales e junto com os meus colegas, Lucas Jorge da Silva e Tiago Jun Nakamura, a gente vai tentar explicar para vocês como funciona essa arquitetura da Internet e como que os roteadores tratam as rotas e se comunicam entre si. Vamos lá, mostrando um pouco da agenda. A gente vai começar uma apresentação topdown, ou seja, de cima para baixo. Eu vou mostrar o panorama da Internet hoje, mostrar como ela está estruturada, e a gente vai começar dando zoom, até entender o elemento de rede que é o roteador, que é quem propaga as rotas e quem permite a comunicação de um ponto A para um ponto B, que estão ali, longe um do outro. Então, a gente vai olhar de cima e vai dando o zoom. Aí a gente vai chegar no roteador e vai entender o funcionamento interno dele, da sua estrutura interna, como que é o hardware e como é sua distribuição lógica. Vamos ver o que é o Control Plane, o Data Plane e até vamos explicar um pouquinho sobre SDN, que é uma coisa que muita gente tem curiosidade de saber, que envolve como o roteador trabalha. Depois disso, a gente vai falar sobre tipos de roteamento, roteamento estático, dinâmico, e como que

funcionam os algoritmos para a escolha da melhor rota. E aí a gente vai trabalhar isso em experiência, com o Mikrotik.

Então, vamos lá, falar um pouco da estrutura da Internet. A Internet é o quê? É uma rede de redes, ou seja, é uma grande rede que é composta por várias redezinhas. E essa imagem é um retrato da Internet hoje em dia. Vocês podem ver que tem várias bolinhas aí que são redes. Algumas bolinhas maiores porque são redes maiores, e algumas bolinhas menores que são redes menores. Você pode ver que existe o quê? Uma comunicação entre as redes. Algumas bolinhas estão se conectando com mais bolinhas do que outras. E a nível de curiosidade, esse é um projeto muito interessante para quem quiser dar uma olhada, está ali no slide a fonte, ele faz um retrato mesmo fiel de como a Internet está hoje, e a parte cor de rosa é o que representa a América Latina. Então a gente vê como que estão ali as redes na América Latina, se comunicando com outras redes ao redor do mundo. Bom, então, Internet é uma rede de redes. De quantas redes? A gente pode dizer que são mais de 70 mil redes, depende de quando você faz ali o retrato da Internet, porque, às vezes, vão entrar novas redes, às vezes, deixam de surgir redes, que aí estagna, ou então, redes deixam de existir, e aí diminuem. Então, a gente pode dizer, atualmente, que temos mais de 70 mil redes se comunicando e algumas interligando-se a outras redes mais do que outras. Então você vai ver ali uma bolinha que está conectada a mais bolinhas, e algumas bolinhas estão conectadas a menos bolinhas. Ou seja, são redes que se comunicam com mais redes e algumas redes que se comunicam com menos redes. Mas, no final, todo mundo está interligado. Porque você, de uma rede aqui na América do Sul, consegue se comunicar com uma rede que está lá na Ásia, que está bem distante, mesmo essa rede não estando conectada, diretamente, a essa rede na Ásia. Ela vai passando o quê? A comunicação por várias redes até chegar na rede da Ásia. Então, aí a gente tem a composição da Internet, é uma imagem bem interessante. Mas vamos lá. Vamos dar um zoom nessa rede para a gente entender como que algumas redes se comunicam com as outras, para ficar mais fácil. Porque aqui, ficou um desenho muito grande. Então, dando zoom.

A gente vai ver que cada uma dessas redes pode ser representada por nuvenzinhas, para ficar mais fácil da gente entender o desenho. Então, a gente vê que temos ali algumas nuvenzinhas conectadas a outras nuvenzinhas, algumas conectadas a mais nuvenzinhas, outras conectadas a menos nuvenzinhas. E o que são essas nuvenzinhas que a gente disse de rede? São os sistemas autônomos. Por que sistemas autônomos? Por que a gente dá esse nome para essas nuvenzinhas, para essas redes de sistemas autônomos? Sistema porque é um sistema de comunicação, é uma

rede complexa de tráfego de dados, e autônomo porque a instituição que é dona desse sistema de comunicação tem autonomia sobre a gestão dessa rede, ou seja, ela pode dizer: "Os pacotes vão por aqui. Não, os pacotes vão por esse outro lado". Então, ela tem o quê? Autonomia sobre a gestão do seu sistema de comunicação. Por isso que a gente chama de sistemas autônomos. Então, vocês podem ver que cada uma dessas redes aí dessas nuvenzinhas são sistemas autônomos. E cada sistema autônomo, para operar a Internet, precisa o quê? De um identificador, identificador único, que antes a gente trabalhava com 16 bits e agora a gente trabalha com 32 bits. Então, vocês vão ver que cada nuvenzinha tem um número. E esse número é muito importante, porque além de dar nome para a rede, ele também vai permitir com que os protocolos conversem entre si e divulguem o quê? Informações de caminhos. Então, cada rede precisa ter um número para poder operar na Internet, senão não funciona. E cada um desses sistemas autônomos, vocês podem ver, estão compondo a Internet e fazendo conexões. E cada um tem uma função diferente do outro. Vocês podem ver ali que tem uma nuvenzinha que está conectando a um modenzinho, a um computador. Ali é um sistema autônomo que é focado o quê? Em ser um provedor de acesso. Conectar o quê? A casa das pessoas na Internet. A gente vai ver que tem nuvenzinhas que conectam outras nuvenzinhas, ou seja, está sendo só um meio do caminho. Ali ele está sendo um sistema autônomo de trânsito, ou seja, ele está transitando informações de um lado para o outro. E a gente pode ver também sistemas autônomos que têm serviços, que aqui do lado do Twitter, do LinkedIn, do Google, do Gmail, ou seja, são instituições que constroem uma infraestrutura de redes para disponibilizar um serviço para que outros acessem, busquem as informações. E aí a gente vê a composição da Internet dessas nuvenzinhas, dessas redes, que são os sistemas autônomos.

Mas vamos lá. Continuando dando o zoom. Vamos ver como é que é a comunicação entre uma nuvenzinha e a outra nuvenzinha, uma rede com a outra rede. O que precisa acontecer? Para uma comunicação fluir de um lado para o outro, um tráfego de dados de informação que você queira, por exemplo, acessar um site, você precisa o quê? Ter informações de caminhos. Ou seja, uma nuvenzinha, um sistema autônomo, precisa o quê? Informar caminhos para o outro sistema autônomo, e vice-versa, para que a gente consiga mandar um pacote por esse caminho, para chegar até determinado destino. E é importantíssimo que a gente tenha esse caminho de forma bilateral, por quê? Porque a maioria das comunicações da Internet são do estilo o quê? Pergunta e resposta. Então, o caminho da pergunta vai lá, faz a pergunta para um determinado servidor. E depois, tem que ter um caminho para resposta, para chegar até você. Então, você quer acessar um site, você quer o quê? Informação que está naquele

site. Você vai fazer uma pergunta para um servidor. O servidor vai pegar informação daquele site e vai mandar para você. Quando chegar no seu computador, aí ele vai renderizar lá em um browser, no navegador, e aí você vai poder ver as informações daquele site.

Então, voltando ali. A gente tem duas nuvenzinhas, dois sistemas autônomos trocando o quê? Informações de caminho. E aí eles vão trocar informações através do quê? De um protocolo de roteamento externo. Então, um vai informar para o outro os caminhos que possui, das redes internas que possuem. Então, um tem que informar o outro para a gente formar um caminho de comunicação, para que os pacotes possam seguir por este caminho. E isso tem que ter entre sistemas autônomos. Esses caminhos, eles são repassados para outras nuvenzinhas, ou seja, você vai passar para uma rede, para um sistema autônomo. E esse sistema autônomo vai repassando para outros, e assim por diante. Para você poder se comunicar aqui da América do Sul com alguém lá na Ásia. Mas vamos continuar nosso zoom.

Vamos olhar agora só uma nuvenzinha, um sistema autônomo. A gente falou que tem que divulgar caminhos externos mas também tem que divulgar os caminhos internos. E aí a gente tem o quê? Os protocolos de roteamento interno trocando informações entre roteadores, para que um ensine o outro roteador as redes que possui, que tem contato, os caminhos que possui. Então, assim, a gente conseguir formar o quê? Um caminho de comunicação dentro do sistema autônomo. Para depois, a gente sair do sistema autônomo, conversar com o outro sistema autônomo, e aí pulando até chegar no lugar que a gente quer, no destino que a gente quer. Então, esses são os caminhos da Internet, como eles são propagados na Internet.

Mas o que são os caminhos? Caminhos são rotas. Até já falei de protocolo de roteamento. E se não tiver um caminho, não tem como se comunicar. Então, é importante as rotas serem criadas e serem propagadas. E é importante saber também que nem todas as rotas são aceitas. Então, às vezes, você pode criar uma rota que o roteador não vai aceitar. E aí ele pode não propagar, ele pode não ativar aquela rota, e ela não funciona. Então, ela tem que ser aceita, ela tem que estar ativada. Tem rotas que são enviadas. Tem rotas que são repassadas. Tem rotas que são recebidas. E o roteador tem que tomar decisão do que ele vai aceitar e o que ele vai armazenar para a gente poder encaminhar os pacotes por aquele caminho, por aquela rota. E tudo depende ali do roteador, do seu funcionamento e da sua configuração. E isso que a gente quer explicar aqui para vocês. Existe uma seleção, e a gente vai entender essa seleção das rotas.

Mas para a gente entender, precisamos entender também como é que funciona a comunicação entre máquinas na Internet. Bom, a Internet, ela está regida em cima de um modelo de camadas. A gente

fala que é um modelo TCP/IP, um modelo de cinco camadas. Em que cada camada, a gente tem um conjuntinho de regras que têm ser seguidas para permitir a comunicação. Então, entre conversa de máquinas a gente tem que seguir essas regras. E quem vai aplicar essas regras? São os protocolos. Então, a gente vê ali, naquele retângulo colorido, as camadas, a gente tem a camada de aplicação, a camada de transporte, a camada de rede, a camada de enlace e a camada física. E aí, ao lado, a gente tem o quê? Os protocolos em cada uma das camadas. É legal que a gente vê que tem vários protocolos ali para a camada física, de enlace, tem vários protocolos para a camada de aplicação e transporte, mas tem poucos ali na camada de rede. Mas o que é importante a gente entender? Que existem regras e essas regras precisam ser seguidas para acontecer a comunicação. É mesmo como se a gente fosse fazer uma analogia com o ser humano. Como que você vai se comunicar com outro ser humano? Você tem que falar a mesma língua que o outro ser humano, senão não tem comunicação. As máquinas, a mesma coisa. "Ah, mas, Eduardo, você está falando que tem um conjuntinho de regras, de camadas ali. Dá para a gente fazer analogia com a nossa língua, por exemplo, a portuguesa?". Dá. Você pode pensar que temos ali a sintaxe, a semântica, a ortografia, são vários conjuntinhos de regra para a gente poder, o quê? Formar uma oração para transmitir uma informação para outra pessoa. A máquina é a mesma coisa, ela tem que seguir vários conjuntinhos de regra para poder se comunicar com outra máquina. Então, a gente tem aí esse modelo TCP/IP. E, do lado, a gente tem os protocolos que vão aplicar aquelas regras e permitir a comunicação.

E eu quero chamar a atenção para a camada de rede, porque é lá que roda o protocolo IP, o Internet Protocol, que é quem trabalha com a criação das rotas. Então, a gente tem o protocolo IPv4 e o protocolo IPv6. Que vão criar o quê? As rotas de comunicação. Então, a gente trabalha na camada de rede, para fazer esses caminhos nos roteadores, para permitir que a informação trafegue de um ponto até outro. Então, o que é importante a gente ressaltar? O IP, ele vai dar um nome para a máquina na rede, ou seja, um endereço, e, através desse endereço, a gente vai criar rotas de comunicação. Se a gente também fosse fazer uma analogia também com o funcionamento do protocolo IP, a gente poderia pensar que o endereço IP é muito parecido com o endereço postal. Como que você manda uma carta para uma determinada pessoa? Você tem o endereço postal e coloca no correio. Através daquele endereço postal, o correio vai saber encaminhar aquele seu pacote, aquela sua carta para um determinado destino. No caso da Internet, a gente tem o quê? Cada máquina possui seu endereço, endereço IPv4 e endereço IPv6, e o roteador é quem vai encaminhar, que é o nosso correio. Então, você joga lá o pacotinho para o roteador, através do endereço IPv4, endereço IPv6, ele vai

saber qual é a rota e ele vai repassar adiante, e aí o seu pacotinho vai chegar até o destino. Então, a gente tem um endereço, o IPv4, a gente vai criar as rotas lá no IPv4. E a mesma coisa com o IPv6. Temos endereço do IPv6, a gente vai criar as rotas do IPv6. Outra coisa que eu queria ressaltar aqui é que também existem endereços na camada de enlace, mas a de enlace é para comunicação no link, no enlace. Então, por exemplo, no Wi-Fi, aqui você tem um endereço para se comunicar para todo mundo que está no Wi-Fi, e tem ali o endereço IPv4, IPv6, para você se comunicar para quem está ali fora, quem está distante. Mas é importante a gente falar que tem endereço de enlace porque ele está muito correlacionado com o endereço de rede. E vocês vão entender mais para frente. Quando a gente estiver explicando ali como as rotas são criadas.

Mas vamos lá. Então como que funciona a comunicação? O seu computador, ele vai seguir aquela estrutura do modelo TCP/IP, vai construir o pacotinho passando pela aplicação, transporte, rede, enlace e física, e vai mandar o pacotinho lá para o roteador. O roteador, ele vai ler a parte física de enlace até chegar na de rede, que é onde ele precisa procurar informação do destino para a gente poder encaminhar o pacote adiante para outro roteador. E, ó, percebam, isso aqui a gente poderia imaginar que é dentro de uma rede, mas poderíamos imaginar que são roteadores de sistemas autônomos diferentes, de nuvenzinhas diferentes. Vai passar por esse mesmo processo. Vai até a camada de rede. E aí, depois disso, ele tem que descer de novo para reconstruir o pacote. Então, vai para enlace, física e manda para outro roteador, que vai subir da física, enlace e de rede, para onde ele encaminha? Ah, é para essa outra máquina. Então, reconstrói o enlace e a física e manda lá para a máquina destinatária. Perceba que os roteadores ali no meio não estão mexendo na camada de transporte, nem na camada de aplicação. Ele estava focando bem ali na camada de rede. Então, assim, de maneira geral, é assim que acontece a comunicação. Então, você constrói o pacotinho de informação. E, através da informação que a gente bota na rede, os roteadores vão saber que caminho seguir para encaminhar aquele pacote adiante, para chegar no determinado destino.

Então, é assim que a Internet está estruturada. Então, assim, um grande overview de como a Internet está estruturada. E agora a gente vai continuar dando zoom. Só que agora eu vou dar um zoom no roteador, para entender como que os caminhos são criados lá dentro. Então, vamos falar sobre o funcionamento aí interno do roteador. E eu gostaria de chamar o meu colega Lucas para falar dessa parte. Então, Lucas, fica à vontade.

SR. LUCAS JORGE DA SILVA: Olá, pessoal, tudo bem? Aqui é o Lucas Jorge, e vamos dar continuidade na nossa apresentação,

falando um pouquinho sobre o funcionamento interno do roteador. Vamos passar rapidamente sobre a parte de hardware, vendo um pouquinho dos componentes internos de roteador e depois vamos utilizar um modelo de abstração, onde vamos entender como que acontece o funcionamento lógico de roteador, separado em duas partes, entre o plano de controle e o plano de dados. Para começar nossa apresentação, primeira coisa que vem em nossa mente, quando falamos em roteador, é aquele roteador que temos em casa, que recebemos ali dos nossos provedores de acesso, que é aquela caixinha pequeninha que todo usuário, seja técnico ou não, já deve ter visto ali em sua casa, deve ter utilizado, ou ligado, desligado, resetado, quando liga lá para os provedores. Porém, quem é técnico, quem trabalha na área, sabe que esse não é o único tipo de roteador que existe. Nós também temos os roteadores corporativos. Bem, qual é a diferença entre eles? Primeiramente, a gente vê as diferenças físicas. O roteador corporativo, ele é muito maior do que um roteador doméstico. E não só o tamanho dele que é maior mas também o seu poder de processamento. O roteador doméstico, ele é feito pensando em um ambiente, obviamente, doméstico, onde você tem um número de conexões muito baixas. Não vai passar ali, raramente vai passar de 200, 300 pessoas utilizando o mesmo ambiente dentro de uma única casa. Então, o hardware dele já é pensado para essa demanda, e nós vemos que ele praticamente todo é apenas uma placa de circuito, com os componentes todos ali soldados na própria placa, não tem uma fonte de alimentação grande, como podemos ver que ali no roteador corporativo tem. O roteador corporativo, praticamente, podemos chamar ele de um computador dedicado para a função de roteamento. Então, ele tem um hardware muito compatível com o computador. Então, você vai ter ali uma CPU, vai ter uma memória RAM, você vai ter uma fonte que pode ser trocada, caso seja queimada. Você tem ali uma parte de resfriamento, que tem que refrigerar esse equipamento que esquenta. Então, praticamente, o roteador corporativo é um computador dedicado para o roteamento de pacotes. Enquanto o dispositivo ali doméstico é um dispositivo eletrônico também para fazer esse encaminhamento de pacotes, só que em uma demanda muito menor. Na nossa apresentação, nós vamos nos focar no roteador corporativo, que é o que a grande maioria de vocês que trabalham em provedores ou que trabalham em empresas estão acostumados a mexer e a configurar.

Vamos dar uma olhada, agora, na parte interna do roteador, nas suas partes principais. Não vamos falar de toda a parte de hardware, por conta do tempo, porém, vamos pegar as partes principais e como elas ajudam o roteador a funcionar. Começando na nossa CPU, a unidade central de processamento que nós conhecemos bem, todos os nossos dispositivos eletrônicos, celulares, computadores, têm uma

CPU. E no roteador não é diferente. A CPU no roteador nós podemos falar que ela é o cérebro de roteador. Então, quem vai fazer todo o poder computacional, todo o processamento ali dos pacotes que chegam para esse processador, as configurações que nós colocamos no roteador, quem vai ser responsável por processar isso é a CPU, é o processador, assim como ocorre no nosso computador, nos nossos laptops.

A memória RAM. A memória RAM, nós sabemos bem que vem do inglês, Random Access Memory, ou seja, memória de acesso aleatória, randômico, ela é uma memória volátil. A memória RAM, ela só armazena informações enquanto o equipamento está funcionando, enquanto o equipamento está ligado ali na rede elétrica. Uma vez que você desliga o equipamento, todas as informações que estão na memória RAM se perdem. No roteador, quais são ali as informações que ficam na memória RAM enquanto ele está funcionando? As configurações atuais. Então, por exemplo, eu vou citar aqui os roteadores da Cisco, você tem ali a running config. A running config são as configurações que estão atualmente funcionando no roteador. E uma vez que você desliga o roteador, aquelas informações, se não foram salvas, elas vão se perder. Você normalmente tem que dar um comando para salvar em outro arquivo, chamado startup config, e aí esse arquivo vai ser armazenado em outra unidade de memória que não é a memória RAM, que não vai se perder quando você desligar o seu roteador. A tabela de roteamento do roteador também está na memória RAM. Então, se você desliga o seu roteador, todas as rotas que ele aprendeu ali, seja no OSPF, seja no Isis, no BGP, ou até mesmo, às vezes, uma rota estática que você configurou, porém, não salvou, não deu aquele comandinho para salvar, vai se perder porque está na memória RAM. Por isso, quando você desliga o seu roteador, até ele aprender as rotas novamente, fazer a conexão com as vizinhanças lá no OSPF, no BGP, puxar essas rotas, você tem um tempo ali de aprendizado que vai impactar na sua rede, e a sua rede não vai conseguir mandar os pacotes para fora dela ou fazer os caminhos corretos enquanto ele não aprender essas rotas. O Cache ARP também, então os dispositivos que se comunicaram com o roteador, mandaram ARP ali, ele aprendeu os MAC Address, guardou esses MAC Address, está na memória RAM. Buffers da rede também, pacotes que estão ali sendo processados ainda dentro do roteador que estão na memória RAM. Então, tudo o que é temporário ali, dentro de roteador, vai, muito provavelmente, estar na memória RAM, certo? E aí, quando você desligar, você vai perder.

Bem, e informações que não são temporárias, que têm que estar armazenadas dentro do roteador? Aí que entram as outras formas de armazenamento. A primeira que eu vou falar aqui é sobre a memória

ROM, ou seja, Read-Only Memory, a memória de apenas leitura. Essa memória, a gente está acostumado a ter lá no computador, que é onde ficam armazenadas as informações de boot do computador, na hora que ele faz o boot. E as empresas, elas colocam as informações dentro da ROM, porque sabem que o usuário não vai fuçar ali, o usuário não vai alterar aqueles dados, ele nem pode alterar aqueles dados. Então nos roteadores acontece da mesma forma. Normalmente, as empresas colocam o que na memória ROM? Informações de boot, porque, senão, dessa forma, o equipamento não vai funcionar, ele não vai ligar. E também versões de fábrica do sistema operacional. Por quê? Digamos que você está fazendo atualização ali no seu roteador e acaba a energia no meio do caminho, você não colocou um nobreak, alguém puxou o cabo da tomada e corrompeu o sistema. E você não sabe o que fazer. Você, normalmente, tem a opção de resetar isso para as configurações de fábrica, e alguns fabricantes colocam uma cópia do sistema operacional original dentro dessa memória ROM. Então, você consegue puxar dela e fazer o seu equipamento funcionar novamente. Então, normalmente, as empresas utilizam a memória ROM para essas funções.

E aí viemos na próxima... na última forma aqui de armazenamento que eu vou comentar, que é a memória Flash ou a NVRAM, são dois tipos de memória diferente. A memória Flash é aquela memória que a gente está acostumado a ter em pen drive, cartão de memória, nos SSDs, que são chips ali com bancos de memória que você consegue armazenar e ler e escrever informações. Temos a NVRAM, que é um tipo de memória RAM, só que não volátil. Você consegue escrever e tirar coisas dali, mesmo que o seu equipamento desligue, e aquela informação que está na NVRAM não vai ser perdida. Para que normalmente essas memórias são usadas? Para você armazenar o sistema operacional do seu equipamento. Logs, retirei um log do equipamento, para onde vai esse log? Vai para uma unidade de armazenamento ali do equipamento. Arquivos de configuração. Lembra que dei o exemplo aí da Cisco, que você tem running config, startup config. A startup config, ela fica dentro de NVRAM. Então, quando o seu equipamento liga, ela vai lá na NVRAM, puxa a informação da startup config e começa a fazer o seu equipamento funcionar com aquelas configurações salvas. Isso é uma particularidade lá da Cisco. Por exemplo, no Mikrotik já não tem isso. No Mikrotik, você coloca o comando, você coloca a configuração, ele automaticamente salva. Você não precisa salvar dando esse comando. Então, ele não tem essa separação. Porém, o Mikrotik também tem a memória Flash dele, que é onde ele armazena essas informações para não serem perdidas. E aí você tem que olhar, dentro do seu equipamento, qual é o tipo de memória que ele usa, se é Flash, ou NVRAM. Existem equipamentos, por exemplo, da Cisco que tem a Flash e a NVRAM, ele usa cada uma

de uma forma. Então, você tem que olhar lá no equipamento e ver qual é o melhor que supre a sua necessidade. Óbvio, essas memórias, pessoal, elas não são memórias muito grandes. Elas são memórias bem pequenas, se a gente for parar para analisar, por quê? Porque elas não são para você ficar armazenando muita coisa. O roteador não é um servidor storage, por exemplo. Então, a ideia dele não é ter um armazenamento muito grande. Porém, se você precisar ainda de um armazenamento maior, por qualquer que seja a sua necessidade, alguns modelos de roteadores têm as baias de expansão, em que você pode comprar cartões de memória, às vezes, proprietários, do fabricante, para conseguir fazer esse armazenamento interno aí dele não volátil ficar maior. Tudo bem?

E o último componente que eu acho que é o principal ali na hora de você utilizar o roteador são as interfaces de rede. É importante notar que existem várias velocidades ali de interface. E você escolher a velocidade ideal para a sua demanda é importante, porque isso vai evitar problemas ali na sua rede. E quando a gente fala de interface, nós temos ali algumas siglas. Por exemplo, GBE, o que seria GBE? GBE de Giga Bit Ethernet, que é uma velocidade de interface, que a gente sabe muito bem quando a gente uma interface Giga, normalmente a gente fala assim, é uma interface com mil megabits. Temos as interfaces Fast Ethernet, que são 100 Mbps por segundo. Temos, também, as interfaces mais velozes, por exemplo, 10 gigabits, pela lógica ali, são 10 vezes a velocidade da Gigabit Ethernet, que é 10 mil megabits. E temos também de 40 Gigabit Ethernet, que seriam 40 vezes a velocidade da Gigabit Ethernet, que é 40 Megabits por segundo. Normalmente, quando você vai adquirir um equipamento, quando você vai fazer uma cotação, vai aparecer essas siglas. Então é importante você saber que isso se trata não de uma velocidade ali de processador, velocidade de memória RAM, nada do tipo, são velocidades da sua interface de rede. Então, você tem que dimensionar bem essas velocidades para saber se ela vai suprir a sua demanda ou não e evitar problemas ali de lentidão na sua rede, tá?

E aí quando... a gente falou da parte física de roteador, certo? Mas também, agora, a gente tem que ver como funciona o roteador internamente. Ali dentro, como os pacotes, eles trafegam. A gente sabe que pacotes são bits ali, são 0 e 1. Porém, para ficar mais fácil de aprender. Para a gente não precisar ficar... abrir ali a placa do roteador e passa por essa trilha, vai para esse componente, para outro componente, a gente criou... A gente não, foi criado aí os planos. O que são planos? Planos é uma concepção abstrata de como alguns processos funcionam. Ou seja, é uma forma de você representar um certo processo visualmente e que fique mais fácil de entender. E quando nós falamos de roteador, existem dois planos principais, que é

o plano de controle e o plano de dados, ou plano de encaminhamento. Em inglês, seria como está no slide, Control Plane e o Data Plane.

Basicamente, o que são esses dois planos? O plano de controle é o plano que fica responsável por fazer ali o controle de como os pacotes do roteador vão ser direcionados. Quais pacotes ele aceita, quais pacotes ele não vai aceitar, para onde que eu mando certo tipo de pacote. Então, na nossa apresentação, a gente fez ali uma analogia, é como se fosse as alavancas ali dos trilhos do trem. Quem já viu desenho antigo ali, por exemplo, do Papa Léguas. O Coiote, ele vira uma manivela, e o trilho do trem se mexe de um lado ou para outro. Então, o plano de controle seria como se fossem essas manivelas. Elas vão ditar como que os trilhos vão estar, e dependendo de como os trilhos estejam, o trem vai para um lado ou o trem vai para outro. Já o plano de dados, o plano de encaminhamento, ele é basicamente o trilho, é onde o trem vai passar. Mas o trilho sozinho, ele não decide para onde vai o trem. Quem decidiu isso foi a manivela. Na hora que você puxa a manivela, você vai decidir isso. Então, o plano de controle tem como função como que os pacotes vão ser encaminhados, para onde os pacotes vão. E o plano de dados, ele fica responsável, apenas, por direcionar esses pacotes. Ele não tem essa tomada de decisão para onde o pacote vai ou para onde o pacote não vai. Quem controla isso vai ser o plano de controle. Então esse é um resumo do que são esses planos de abstração que estamos falando. A gente foi agora focar em cada um deles, e dar exemplos, e ver como que os dois convivem, como os dois funcionam juntos. Porque embora eles tenham funções diferentes, eles têm que trabalhar juntos para o roteador funcionar. Porque está tudo ali dentro do roteador, tá?

Então, vamos lá, como eu falei, o plano de controle, ele é a parte ali de roteador que controla como os pacotes são encaminhados. O processo de criação, por exemplo, da tabela de roteamento é feito pelo plano de controle. Então, a gente sabe que nós temos ali a RIB, que é Routing Information Base, que é a nossa tabela de roteamento onde o roteador, ele lista todas as rotas, todas as redes e caminhos que ele conhece. Então, quem faz isso? É o plano de controle. Claro, isso é uma abstração, pessoal. Então, não existe lá dentro do roteador uma partezinha dele só fazendo isso, mas é para a gente entender como que ele funciona. Então, quando a gente fala do plano de controle do roteador de roteador, é essa parte de roteador que cria a tabela de roteamento, recebe as rotas, analisa essas rotas e insere na tabela de roteamento, que é a nossa RIB, que é a tabela de roteamento total. O plano de controle também é responsável por enviar as melhores rotas que existem na RIB para FIB. Então, ele pega todas as rotas que recebeu, seleciona as melhores, e aí a gente sabe que as melhores rotas depende de uma série de parâmetros, de métricas que existem,

e coloca isso para a FIB, que é a nossa Forwarding Information Base, ou seja, é a tabela onde ficam as melhores rotas do roteador. Tem situações em que todas as rotas que estão na RIB são as melhores rotas, mas, normalmente, não é assim que acontece. Na RIB tem uma infinidade de rotas, só que só algumas dessas rotas vão para a FIB. Então, basicamente, o plano de controle, ele é responsável pela parte de Routing, pela parte de roteamento dentro do roteador.

Só que o plano de controle só faz isso? Não. O plano de controle também tem outras funções, como, por exemplo, acesso às configurações. Quando você acessa via SSH o seu equipamento, é o plano de controle que fica responsável por te informar se aquele equipamento vai receber a sua conexão, se o usuário e a senha que você passou para ele estão corretos. Então, é ele que vai decidir isso para você. O plano de controle também gerencia as interfaces. Então, se você tem uma lógica dentro do seu roteador que tal interface tem que ser desativada ou ativada ou tem algum tipo de restrição, é o plano de controle que vai fazer isso. O plano de controle também é responsável por fazer processamentos específicos, como, por exemplo, pacotes IPs que têm alguma opção ou pacotes que estouraram TTL, é ele que vai dar o drop ali naqueles pacotes ou não. E pelo plano de controle ter todas essas funções ali, ele precisa de um processamento parrudo para funcionar. Então, normalmente, o plano de controle, ele está implementado com uma CPU para fazer isso. Lembra da CPU que a gente falou lá na parte de hardware. Então, o plano de controle, ele normalmente é implementado na CPU central ali do seu roteador. Então, todas as funções que o plano de controle faz, normalmente, quem que está responsável é a CPU do seu equipamento.

E o plano de dados? O plano de dados ou o plano de encaminhamento, ou em inglês é Data Plane, ou Forwarding Plane, ele já não faz tanto processamento quanto o... não tanto processamento, mas tanta tomada de decisão quanto o Control Plane. Na verdade, o plano de dados, ele é responsável apenas por encaminhar os pacotes. Então, os pacotes, eles chegam. O plano de dados pega esse pacote e seguindo as lógicas definidas pelo plano de controle, o plano de dados vai direcionar esses pacotes. Então, chega um pacote, ele vai consultar na FIB. Então, ele não tem nem acesso à RIB, então o plano de dados, ele não se preocupa com a RIB, ele só quer saber das melhores rotas e direciona esse pacote. Então, normalmente, essa divisão que a gente vai ter quando a gente fala de plano de dados e plano de controle. Enquanto o controle faz todas as lógicas de como os pacotes vão funcionar, o plano de dados, ele simplesmente encaminha esses pacotes. Então, o plano de dados, ele é responsável pela parte de forwarding do nosso planejamento, ele que vai fazer ali o encaminhamento.

E onde está implementado o plano de dados? O plano de dados, ele não tem só uma forma principal de estar implementado, depende muito do equipamento. Por exemplo, tem equipamentos mais simples em que o Data Plane e o Control Plane, ou seja, o plano de dados e plano de controle, estão implementados em uma mesma CPU, ou seja, você apenas uma CPU central, e essa CPU, ela é dividida entre o Data Plane e o Control Plane. Então, os dois usam a mesma fonte de processamento. Já tem aqui alguns equipamentos mais complexos e mais ali poderosos, que você tem uma CPU dedicada para o Data Plane, ou seja, é uma NPU, Network Processing Unit, ou seja, uma unidade de processamento de rede. Então, você tem uma CPU dedicada. Isso, obviamente, vai aumentar ali o seu custo, o custo do equipamento. E também tem algumas opções com a Application-Specific Integrated Circuit, ou seja, são circuitos integradas específicos para as funções do Data Plane, que são os Asics, ou Asic, se for falar inglês, ou A-S-I-C, que são Application-Specific Integrated Circuit. Ou seja, são circuitos específicos para aquilo, para fazer a parte de Forwarding. Como que eu sei disso? Aí você vai ter que ver no data sheet, no manual do equipamento como que ele funciona, como que ele faz essa parte de encaminhamento: "Ah, tem um pior ou melhor?". Não, depende da sua demanda, depende do valor que você vai colocar ali no seu projeto, ou a necessidade mesmo de ter algo mais parrudo, por assim dizer, mais poderoso, ou não.

E como que esses dois planos, eles interagem? A gente falou deles separados, mas como eles convivem ali dentro do seu roteador? Então, aqui, a gente tem um exemplo. O nosso roteador está ali funcionando e recebe um pacote ICMP, ele recebe um ping. Esse ping vai para algum lugar. Quando ele entra no roteador, ele vai entrar no Data Plane, que é onde a nossa interface ali de rede está. A interface de rede do roteador, ela está, ela, digamos assim, ela existe dentro do Data Plane. Ele vai pegar esse pacote ICMP, vai consultar na FIB ali, ou seja, na nossa tabela de encaminhamento, qual é o melhor caminho ou se existe caminho para aquele pacote. E caso exista, o switch fabric ali, que é o responsável por pegar os pacotes que entram e direcionar eles para as portas de saída, vai direcionar o nosso pacote ali para interface correta, que ele vai seguir o caminho dele. Então, se nós vemos ali, o Control Plane, ele não entrou nessa parte ali de direcionar o pacote. O que o Control Plane fez? Ele pegou informações dos nossos roteamentos internos, os nossos IGPs, como OSPF, Isis, ou o EGP, que é o BGP, ou uma rota estática que o usuário configurou, colocou na RIB. Uma vez que ele tinha tudo isso na RIB, ele selecionou as melhores rotas e jogou isso para a FIB. E aí a FIB se tornou problema do Data Plane. O Data Plane que vai usar FIB para fazer o direcionamento daquele pacote da ICMP. Então, o Control Plane, diretamente, não estava envolvido no processamento desse ICMP. Ele

só mostrou para o Data Plane quais caminhos ele tinha disponíveis para mandar esse pacote. Então, é essa forma de interação que nós temos entre esses dois planos. Uma coisa que é legal também falar aqui do diagrama, é que no Control Plane é onde está nossa tabela ARP, para o IPv4, onde está ali os vizinhos e os dispositivos que o nosso roteador conhece, ou o IPv6 Neighbor Discovery Cache, que é, no caso, no IPv6, não temos o ARP, nós temos o ICMP IPv6, ele também tem uma tabelinha que está ali no Control Plane. "Ah, só tem isso no Control Plane?" Não, tem mais coisa, só que a gente deu uma simplificada aqui para a apresentação.

Agora, uma coisa que é interessante de se notar na interação do Control Plane com o Data Plane, é a seguinte informação. A gente tem aqui o mesmo diagrama. Só que agora a gente tem um pacotezinho ali, LSA, que é do OSPF. Ou seja, teve alguma mudança na rede, ou alguém mandou esse LSA do OSPF para o nosso roteador, e o roteador, ele tem que pegar esse pacote e fazer a atualização da rota dele. Pode ser que teve uma mudança na topologia. Se vocês notarem, esse pacote do OSPF, ele chega pelo Data Plane, porque a nossa interface de rede está residindo ali no Data Plane. E aí ele vai para o Data Plane, o Data Plane não vai processar esse pacote, porque ele é um pacote para o próprio roteador. Então, quem vai processar e quem processa pacotes para o próprio dispositivo é o Control Plane desse dispositivo. E então, ele sobe esse pacote lá para o Control Plane. E aí o Control Plane vai fazer o processamento dele, jogar isso lá na tabela do OSPF, ver se teve alguma atualização, vai jogar isso na RIB. Se for uma melhor rota, vai jogar isso para a FIB e vai fazer essa atualização em cascata.

E por que é importante a gente entender que tanto os pacotes que são para encaminhamento, ou seja, vão ser processados pelo Data Plane e ser passados para uma outra interface, e pacotes que são específicos para esse roteador chegam por esse mesmo lugar? Porque uma coisa que acontece muito em redes são as filas. O que são filas? A fila, praticamente, é o seu equipamento está ali processando um número grande de pacotes, os quais ele não está conseguindo gerenciar muito bem. Então, ele vai ter ali filas de pacotes. Porque os pacotes que estão entrando não estão saindo com uma rapidez necessária para ele processar outros pacotes que estão chegando. A mesma coisa, nós temos o trânsito nas nossas cidades. Tem muito carro para pouca rua ou está tendo uma lentidão ali dentro de uma rodovia, de uma marginal, e vai criar as filas de carros. É a mesma coisa em redes.

Então, vamos ver esse exemplo aqui. A gente tem ali dois pacotezinhos vermelhos, o A e o B. E ambos estão sendo direcionados, ali dentro do Switch Fabric para a porta 4 do nosso equipamento. Como

os dois chegaram ao mesmo tempo, o equipamento, ele vai ter que decidir ali quem ele vai processar primeiro. E aí ele decidiu que vai ser o pacote A. Então, ele pega o pacote A, manda para a porta 4. O pacote B, ele não pode ir ao mesmo tempo, né? Não tem como eles coexistirem ali ao mesmo tempo. Então, o roteador, ele vai fazer o quê? Ele vai deixar o pacote B ali esperando até que o pacote A passe pela porta 4, seja processado, seja encaminhado. Quando tiver um espaço na porta 4, o pacote B vai ser direcionado. Só que enquanto o pacote B está parado ali na porta 3, tem outro pacote chegando, chegou um pacotezinho verde. E esse pacote verde, ele vai ter que esperar na fila, até que o pacote B seja processado.

Óbvio, na vida real, não vai ter só um, dois pacotes, são milhares de pacotes chegando ao mesmo tempo. E se o nosso equipamento, ele não conseguir lidar com essa quantidade de pacotes, ou seja, se o nosso Data Plane ali não conseguir direcionar esses pacotes em uma rapidez necessária, vai se criar essa fila. E esses pacotes que vão estar na fila, não são só pacotes para serem encaminhados, às vezes são pacotes importantes para o nosso roteador, como por exemplo, atualização do OSPF, uma nova rota chegando pelo BGP, ou até mesmo você tentando acessar via SSH o seu equipamento e não conseguindo. Porque o seu pacote está na fila, dependendo do tamanho dessa fila, vai te dar um *timeout*. E esse seu equipamento vai estar mandando pacotes para o lugar errado, por exemplo, tem uma rota que já não existe mais, só que ele não recebeu essa atualização. Ou ele não consegue conversar com um roteador vizinho porque está tendo fila. Então, ele vai tirar aquele roteador da tabela dele e às vezes o roteador não estava nem desligado, ele só não está disponível ali por conta disso. Então, isso é interessante de vocês notarem que, embora sejam planos independentes, um coexiste com o outro, um depende do outro para funcionar, ok?

E agora, um terceiro plano de abstração que vocês vão encontrar estudando ou pesquisando na Internet, em alguns livros, é Management Plane, o que seria Management Plane? Seria o plano de gerenciamento. Onde estão a parte de configuração do equipamento, ou seja, você acessa ele via uma CLI, ou uma GUI, uma interface gráfica, ou SSH, ou você utiliza um [ininteligível], por exemplo, para fazer o monitoramento, então tem uns pacotes SNMP ali sendo mandados e enviados do seu equipamento. Por que a gente não fez essa divisão aqui? Porque a gente pegou esse Management Plane e colocou ele dentro do Control Plane. Porque, querendo ou não, essas funções também são feitas pela CPU do equipamento. Então, nesse plano de gerenciamento, você pode colocar como se ele estivesse ali dentro do Control Plane. Como se ele fosse um subplano do Control Plane. Eu só quis abrir esse adendo porque pode ser que vocês,

estudando em outros locais, achem esse plano e falem: "Nossa, mas vi a apresentação ali do NIC, e não tinha o plano de gerenciamento." Ele existe, tá? E como a gente deu uma simplificada aqui para um melhor entendimento, ele está dentro ali do Control Plane. O Control Plane, ele também faz essas funções. E também, é uma abstração. Então, não existe, exatamente, ali, esses planos divididos bonitinhos dentro do roteador. Então, a gente pode brincar e colocar esse Management Plane dentro ou fora do roteador. Do roteador não, desculpa, do Control Plane, para simplificar a explicação, ok? Mas vocês vão achar não só esse plano de gerenciamento mas também outros planos aí que o pessoal gosta de fazer uma divisão maior para ficar mais simples de explicar cada uma das partes, tá ok?

Agora, vamos lá. A gente falou que o plano de controle e o plano de dados, eles existem ali dentro do roteador, dentro do equipamento físico chamado roteador. E normalmente, isso é verdade, né? A arquitetura tradicional segue dessa forma. O roteador, ele tendo esses dois planos, o plano de dados e o plano de controle, e ele coexistindo dentro do mesmo equipamento. Porém, essa arquitetura tradicional, ela vem mudando há alguns anos. E sendo meio que substituída por... algumas pessoas já utilizam isso aí em seus ambientes de produção, por uma outra arquitetura, é a arquitetura que a gente chama de SDN, é Software-Defined Networking, ou seja, uma rede definida por software. E o que a SDN faz? Ela é uma onde você divide o Control Plane e o Data Plane fisicamente. Ou seja, o Data Plane fica em alguns equipamentos, e o Control Plane fica separado em um equipamento central, em um controlador SDN. E, então, na sua rede inteira, você não tem vários roteadores ou vários equipamentos e cada um deles tem um Control Plane individual. Não, você tem, na sua rede, apenas um controlador ali central, onde o seu Control Plane está ali. Ou seja, toda a parte de controle da sua rede está nesse equipamento. Enquanto os outros equipamentos que ficam lá na ponta têm apenas o Data Plane. Ou seja, eles só fazem um encaminhamento, eles não precisam processar nada. Se nós pegarmos o exemplo do trem que eu dei no início da apresentação, seria como se você não precisasse mais ir lá, fisicamente, no trilho do trem e puxar a alavanca para a alavanca, mecanicamente, mover o trilho. Você, agora, tem lá uma central de controle, nessa central de controle tem um computador. Você aperta um botão, esse computador manda um sinal elétrico lá para o trilho e aí o trilho se movimenta automaticamente. Então, você não tem mais uma conexão física, não precisa ali a alavanca e o trilho estarem no mesmo local. O controle está lá na central, mas o trilho continua lá onde estava. Então, essa é a ideia, sendo bem simples aqui na explicação da SDN. Então, você divide isso, você divide o Control Plane e o Data Plane e isso traz algumas vantagens e algumas desvantagens.

E o SDN, como ela é implementada? Normalmente, você tem ali equipamentos que não precisam ser equipamentos específicos. Como por exemplo, você compra um roteador, ele é específico ali de um *vendedor*, de uma marca, ele tem um software ali dentro. Não, são equipamentos genéricos onde você instala o software ali que vai fazer essa parte de encaminhamento e a parte de controle. E aí esse software vai fazer com que aquele equipamento faça tais funções. Então, é um equipamento genérico. Vai ter ali, óbvio, seu processador, vai ter suas interfaces de rede, tudo mais, só que você instala um software nele virtualizado e você vai também fazer essa mesma instalação desse software virtualizado lá no controlador de SDN e fazer com que eles trabalhem do jeito que você quer.

Quais são as vantagens de utilizar essa abordagem? Primeiro, uma redução de custos. Você não vai precisar mais ter equipamentos específicos para certas funções, não vai precisar ser um *vendedor* específico, um hardware específico para aquilo.

Então, você vai ter a virtualização desses recursos, e isso daí a gente sabe que virtualização traz essa redução de custos. Uma vez que você teve essa redução de custos, você tem outra vantagem, é a otimização dos recursos. Como você, agora, tem apenas um plano de controle, e os outros são planos de encaminhamento, você pode controlar ali cada um desses equipamentos para uma certa demanda na rede, para uma certa função. E aí você só coloca dentro daquele equipamento o que você quer que ele faça, nada mais, nada menos. Então, você otimiza os recursos que você tem na sua mão. Outra vantagem, centralização. Como agora você não tem vários equipamentos e cada um deles com um plano de controle, você tem apenas um equipamento com um plano de controle central, fica mais fácil de você fazer monitoramento, resolver problemas, realizar um troubleshooting. Porque você sabe que todos os outros equipamentos são só de encaminhamento e você tem um central de controle, então você consegue controlar tudo mais fácil por conta dessa centralização.

Outra vantagem aqui de utilizar a SDN é a conexão com a nuvem. A gente sabe que a Cloud, a nuvem é o que vem crescendo nos últimos anos. E por ser uma rede totalmente baseada em software, em virtualização, para você conseguir fazer uma conexão com a nuvem ou até mesmo fazer uma parte da migração da sua rede para a nuvem, utilizando SDN, é muito mais simples do que você fazer essa migração em um ambiente tradicional para a nuvem. Porque ele já está ali todo virtualizado. Isso daí vai trazer esse benefício para você que quiser colocar a nuvem ali, fazer um ambiente híbrido, por exemplo, na sua empresa, com SDN é muito mais simples do que com a arquitetura tradicional.

Só que nem tudo tem vantagens, né? As coisas têm vantagens e desvantagens. Então, o SDN também tem algumas desvantagens. Por exemplo, complexidade. Essas redes SDN, elas tendem a ser mais complexas e complicadas de se configurar do que uma rede tradicional. Porque a rede tradicional, tem pessoas aí que estão nos assistindo que o que tenho de idade tem de experiência na área. Então, desde que a Internet começou tem coisas que não mudaram, ainda estão funcionando da mesma forma. Então, é mais fácil você trabalhar com essa tecnologia que já existe do que uma coisa nova, que está começando agora, você tem que procurar documentação. Às vezes, não tem muita documentação, não tem estudos de caso diversos da implementação disso. Então, meio que às vezes, você vai ter que fazer essa experimentação.

E por ser uma coisa nova e mais complexa, então, de ser implementada, vem uma outra desvantagem, capacitação. Por ser algo novo, você vai precisar que a sua equipe tenha um treinamento, que a sua equipe estude, procure ali cursos, às vezes, fazer um treinamento geral para que sua equipe consiga usar esses equipamentos novos, usar esses softwares novos para sua rede. Então, esse daí é uma outra desvantagem. A terceira desvantagem que é o *single point of failure*. Ou seja, a centralização é legal em um certo momento, mas, por tudo estar tudo centralizado, se o seu controlador SDN cai, a sua rede inteira vai cair. Porque agora você só tem um plano de controle. Então, se aquele plano de controle, ele cair, os outros só têm plano de encaminhamento. Eles não vão trabalhar sem um plano de controle. Então, esse ponto central ali de falhas também é uma desvantagem que você tem que tomar cuidado na hora de colocar sua rede, vai ter que ter uma redundância, vai ter que toda uma proteção. E isso vem para a nossa segunda... segunda não, nossa última desvantagem que é a questão da segurança. Ainda existem alguns receios na utilização deste tipo de rede. Porque como os processos estão todos virtualizados, não estão ali em hardwares especializados, são hardwares mais gerais, mais genéricos, eles podem ser suscetíveis a alguns tipos de ataques. Tem estudos, por exemplo, que mostram como as redes SDN se comportam em um ataque de DDoS. Por exemplo, onde você tem um número grande de pacotes sendo enviados para a rede com a única intenção de derrubar o controlador. E a gente viu que quando você derruba ali o controlador do SDN, a rede inteira cai. Então, tem alguns pontos de segurança que ainda demandam estudos, tem estudos sendo feitos. Só que na hora de você implementar, você tem que ter noção de como mitigar esses problemas de segurança e quais são os problemas mais conhecidos.

A apresentação não era sobre SDN, mas a ideia é dar essa visão para vocês, já que a gente está falando de plano de controle e plano

de dados. E isso é uma tendência hoje. Isso foi apenas um recorte. Tem muito mais coisa para falar, mas por conta do tempo, é isso que eu consegui aqui preparar para vocês. E agora, vamos dar seguimento a nossa apresentação com o Eduardo.

SR. EDUARDO BARASAL MORALES: Bom, obrigado, Lucas, aí, pela explicação, Finalzinho via SDN.

E agora, a gente vai explicar o quê? Um pouco de roteamento. Entender como as rotas são criadas dentro do roteador. E aí como elas são propagadas em cima de protocolos de roteamento interno e protocolos de roteamento externo. Então, agora, a gente está em uma abordagem de baixo para cima. A gente vai entender como as rotas estão dentro de um roteador, como elas são repassadas para outros roteadores, dentro de um sistema autônomo e depois, como as rotas são repassadas para fora de um sistema autônomo, para a gente construir a tabela de roteamento global. E aí ter a comunicação na Internet de um dispositivo A para um dispositivo B.

Então, vamos lá. O que é uma rota? É um caminho para alcançar um determinado lugar. E ela tem o quê? Umas propriedades gerais. Cada roteador ou cada fabricante, tem ali como construir a rota dentro do seu equipamento. Mas aqui a gente vai falar de maneira geral. O que é uma rota? Na verdade, ela é um conjunto de informações, que vai baseado no destino e identificar o quê? Para onde deve ser encaminhada determinada informação. Então, a gente precisa ter o quê? Uma informação de destino de um IP e de um prefixo para a gente poder encaminhar a informação até chegar a determinada máquina. Então, isso daí é muito importante, a gente ter o quê? Um destino. Também é importante ter uma indicação de próximo salto. Um Gateway, uma saída. Por quê? Às vezes a gente está falando com a máquina diretamente. Então, o destino é determinada máquina que está na nossa rede. Mas às vezes, a determinada máquina está em outra rede. E aí, a gente precisa o quê? De uma identificação de uma saída, de um próximo salto. Para quem eu mando essa informação para que ele possa repassar essa informação para outra máquina para chegar com quem eu quero conversar. Então, precisa ter uma indicação de próximo salto. Então, pode ser uma IP ou uma interface.

E tem também o quê? Informações que são atributos. Algo que pode trazer ali, alguma informação extra sobre a rota. Como por exemplo, o escopo, o estado da rota, o tipo da rota. E também pode ter informações que ajudem o quê? A preferir uma rota da outra. Como por exemplo, métricas, distância administrativa. Para quê? Para a gente conseguir montar a tabela de roteamento e escolher sempre o quê? A melhor opção, o melhor caminho.

Então, como o roteador escolhe uma rota? Bom, primeiramente, de maneira genérica, lembrando, cada fabricante tem a sua forma de operar. A rota, ela precisa o quê? Ser ativa. Ou seja, ela tem que estar o quê? Funcionando. E o próximo salto tem que ser o quê? Alcançável. Isso daí são as propriedades genéricas. Porque se ela não tem o próximo salto alcançável, você vai mandar a informação para onde? Não vai dar certo. E ela tem que estar ativa, ou seja, o roteador tem que entender aquela informação como uma informação correta.

E aí, depois de ela aceitar a rota, depois de o roteador aceitar a rota, a gente tem o quê? Uma seleção que é muito baseado no destino. É a primeira coisa que a gente vai olhar. E aí, tem o quê? Rotas mais específicas são preferenciais. É um algoritmo que a gente usa *longest length prefix match*, ou seja, prefixos maiores, a gente vai dar preferência. Então, olhando ali o nosso exemplo, 2001.db8::/32 e 2001.db8::/48, o /48 é melhor do que o /32. Porque ele é o quê? Um prefixo mais específico. Mas qual é a ideia por trás disso, de prefixo mais específico ser melhor? Vamos pegar um outro exemplo, quando a gente pega ali um /128, no IPv6. Um /128, no IPv6, está identificando uma máquina só. Um /127, está identificando o quê? Duas máquinas. Um /126, quatro máquinas. Qual o roteador vai preferir? Aquela informação que é mais precisa, ou seja, aquela que vai identificar uma máquina só, o /128. Por quê? Porque o 126 vai identificar quatro máquinas. Ele não sabe direito para qual mandar. Então é uma informação menos precisa para o roteador. Então, o prefixo mais específico, na verdade, ele está denominando menos máquinas. Então, é uma informação para ele preferencial. E aí isso tudo vai ajudar ele a montar essas rotas na RIB e depois jogar na FIB, porque na FIB vão sempre as melhores rotas, como vocês já viram ali com o Lucas.

E a gente tem também alguns atributos que são diferenças, quando a gente não consegue tomar decisão em cima de um prefixo, porque tem o mesmo prefixo as duas rotas. E aí a gente pode, por exemplo, olhar a distância administrativa. Quanto menor a distância, melhor. Distância administrativa é o quê? Como você aprendeu aquela rota, para você dar uma confiabilidade para aquela rota. Então, assim, se você aprendeu aquela rota devido ao administrador ter colocado na mão na configuração, ou se aprendeu via um protocolo de roteamento, ou então se alguma coisa diretamente conectada. Isso tudo dá um grau de confiança para o roteador e aí ele acaba preferindo uma rota em detrimento da outra. E existem alguns outros atributos diferenciais. Aqui eu não quero ficar divagando sobre todos porque cada máquina trabalha de uma maneira diferente. Mas é importante a gente entender que existem o quê? Algumas coisas que são genéricas para a tomada de decisão do que é a melhor rota. Então, a gente vai ter ali a nossa

construção da RIB e a gente vai pegar as melhores rotas e vai colocar na FIB. Para o quê? Facilitar o encaminhamento, para deixar o quê? A informação sendo trafegada da maneira melhor, da maneira mais rápida.

Olhando ali as tabelas de roteamento, a gente tem a tabela de roteamento dos protocolos internos. Como ali, mostrando na imagem, o OSPF e o IS-IS, temos tabelas de roteamento externo, que é a tabela do BGP que está mostrando. Temos tabelas de rotas diretamente conectadas, tabelas de rotas estáticas. E tudo isso montando a RIB que vai montar a FIB. O que é importante a gente ressaltar? Cada um desses protocolos, dessas tabelas independentes têm o quê? Uma tomada de decisão do melhor caminho dentro daquele protocolo. Depois disso, vai jogar tudo lá na RIB e o roteador vai escolher o melhor caminho de todas as rotas que foram passadas para ele, para montar a FIB. Então, o que eu estava mostrando no slide anterior é da RIB para a FIB, o que a gente vai jogar ali como melhor caminho. Mas é importante a gente ressaltar que cada um desses protocolos aí vai tomar a decisão de melhor caminho na hora de botar na RIB. Então, existe uma pré-seleção pelos protocolos, as tabelas, depois montou a RIB, e a RIB tem o quê? Uma nova tomada de decisão para montar a FIB.

Então, vamos começar falando das diretamente conectadas. Porque esse daí é o começo de tudo. Porque a gente está falando só de um roteador. Que é quando você vai adicionar o quê? Um IP e o seu prefixo ali em uma interface. Então, vai falar assim: esse IP está sendo atribuído a esse roteador, ou seja, é um identificador daquele roteador, daquela interface e eu estou colocando naquela máquina. No momento que você faz isso, o roteador já o quê? Cria rotas. Rotas como? Rotas locais. Ou seja, quando você, da própria máquina, quiser conversar com você mesmo, você consegue. Ou seja, consegue 'pingar' aquele IP. Então, você adiciona um IP na interface e você consegue se comunicar com aquele IP da interface de uma linha de comando dentro daquela máquina. Ou seja, você está conversando consigo mesmo.

Depois disso, ele cria o quê? Rotas diretamente conectadas. Então, de acordo com o prefixo, é identificado o que é a parte de rede para criar uma rota dentro ali da tabela de roteamento para caso você queira se comunicar com o quê? Com a sua vizinhança, com quem está dentro ali do mesmo enlace com você. E aí você não precisa repassar para um roteador a informação, quando você quiser se comunicar. Por quê? Porque você vai buscar informação de quem está nas suas redondezas, diretamente conectado com você. E aí a gente começa a trabalhar aquele conceito de camada 3 e camada 2. Que é a camada de rede e camada de enlace. Lembra que eu comentei que tem os endereços de camada 2, de enlace.

Nesse caso que a gente não vai atrás de um roteador, a gente vai atrás da máquina que está diretamente conectada com a gente, a gente precisa o quê? Descobrir o endereço de camada 2. E aí a gente roda o quê? Os protocolos auxiliares, no caso do IPv4, o ARP; no caso de IPv6, o ICMPv6, ou um neighbor discovery protocol. Então, no momento que você coloca um endereço em uma interface, a gente já gera essa rota diretamente conectada. E quando a gente quiser se comunicar e a gente vê que ela é uma rota diretamente conectada, a gente vai o quê? Usar um protocolo auxiliar. No caso aqui que a gente gosta dos exemplos em IPv6, a gente vai usar lá o neighbor discovery protocol, para o quê? Para descobrir os endereços de camada 2 e se comunicar diretamente com ele, sem interferência de ninguém ali no meio do caminho.

Então, essas são as primeiras rotas, no momento em que você coloca o endereço na máquina é gerado o diretamente conectado. Eu aí eu vou chamar o Tiago para fazer o primeiro laboratório explicando para vocês como funciona no Mikrotik, aí é bem mais específico, a criação dessas rotas diretamente conectadas. Então, Tiago, fica à vontade.

SR. TIAGO JUN NAKAMURA: Olá, pessoal, bom dia a todos. Sejam todos bem-vindos ao nosso tutorial de roteamento básico. Meu nome é Tiago. Eu trabalho aqui no NIC.br. E eu vou ajudar vocês aqui na parte prática demonstrando um pouco acho que a teoria que foi explicada aí pelo Eduardo, pelo Lucas. A gente vai mostrar também como isso acontece na prática. Para essa prática, a gente vai usar uma ferramenta chamada EVE-NG. Ele é um virtualizador de equipamento que ajuda bastante a gente a montar topologia, testar algumas coisas, é o que a gente vai fazer aqui hoje com vocês.

Como vocês podem ver aqui, essa vai ser a topologia aqui do laboratório de rotas diretamente conectadas. Por que tem esse hub aqui? Por que tem um Linux aqui? Não era assim que estava no slide. É porque eu quero capturar esses pacotes no Wireshark, que é um programa que analisa pacotes para vocês poderem ver o que está acontecendo aqui no meio do caminho. Porque senão vocês não vão ver essa comunicação aqui acontecendo. Então é só por isso.

Alguns esclarecimentos. O Mikrotik 2 já está configurado. Então, esse lado aqui a gente admite que está tudo pronto. A gente vai mexer aqui no Mikrotik 1, ok? Então, vamos abrir aqui a configuração do Mikrotik 1. Eu sei que a maioria de vocês estão acostumados a mexer no inx, no Mikrotik. Mas é a mesma coisa, tá? Só muda é que os botões que você clicaria no inx são comandos que você digita aqui, tá? Mas eles são bem equivalentes. Então, por exemplo, se eu quero ver os endereços que têm configurados aqui no Mikrotik. No caso, a gente está fazendo todas as configurações em IPv6. Não tem muita

diferença, é só para deixar realmente aqui alinhado. Então, todos os exemplos que a gente vai fazer aqui vão ser em IPv6. Muda muita coisa se for fazer em IPv4? De verdade, não vai mudar muita coisa. Então, a gente vai deixar tudo feito aqui em IPv6 para vocês, até para vocês já ficarem mais habituados a utilizar esse protocolo.

Então, vamos ver aqui, por exemplo, os endereços que estão configurados no Mikrotik 1. Olha só que interessante, ele tem endereços fe80. Que endereços são esses? São endereços de link local, tá? Não fui eu que configurei. Essa máquina, ela está... Eu só coloquei o nome dela e habilitei o IPv6 ali no sistema, né? E ele já configurou automaticamente, tá, esses endereços. E se a gente for olhar as rotas que ele tem. Vamos ver aqui. A gente vai ver que ele não tem nenhuma rota configurada. Por quê? Porque não tem nada configurado nele, só tem realmente os endereços de link local, que são esses fe80.

Então, o que a gente precisa fazer? Vamos olhar no desenho, configurar endereço 2001:db8::1/64 na interface ether 1. Então, vamos fazer isso aqui rapidamente, IPv6 address add address, e aí adicionar aqui o nosso endereço IPv6... /64 e colocar ele na interface ether 1. Isso aqui, se você fosse abrir no inbox, você ia ver o botão IPv6, aí o botãozinho address, ia ter o maisinho ali para você dar o *add* e aí ia colocar ali campo de endereço e campo de interface, não ia mudar muita coisa.

Então, inserindo aqui o endereço IPv6, vamos ver agora os endereços configurados. Então, olha só, a gente tem aqui os endereços que são link locais. Eu vejo por essa sigla "L" aqui, que significa link local. E eu tenho aqui um endereço chamado... com a sigla "G" aqui, né, que é global. Então é o endereço que eu tenho que eu posso usar em todos os lugares.

Então agora que está configurado, vamos ver aqui a rota que ele configurou para mim. Então, olha só, veja que eu não configurei nenhuma rota, tá, no Mikrotik. A gente até viu antes que no IPv6 no *route print* não aparecia nada. E agora apareceu uma rota, que é esse 2001:db8::/64. Por que foi inserida essa rota? Justamente porque ela é uma rota que está diretamente conectada. É uma rede que eu inseri lá no ether 1, e por isso, o Mikrotik reconhece que isso é rota que ele precisa saber. Então, a gente vai ver ainda, "Ah, mas vai ter roteamento dinâmico, OSPF, BGP?". Tem essa parte, mas também tem outras rotas que ele aprende de formas diferentes, como é o caso das rotas diretamente conectadas. Então, aqui eu não inseri essa rota na mão. O Mikrotik já entendeu que inserindo uma rede na interface, ele já tem que conhecer ela. E isso é padrão de qualquer roteador. Tudo bem?

Então, agora, né, se eu for tentar 'pingar' esse endereço. Vamos tentar 'pingar' aqui, ele mesmo. Então está 'pingando' ele mesmo. E agora vamos tentar 'pingar' o endereço lá do lado, né? Que é o 2001:db8::2. Então, também está 'pingando'. E agora vamos ver lá no equipamento Linux como isso está aparecendo. Então aqui eu já deixei aberto para vocês aqui o Wireshark justamente para a gente já poder observar o que está acontecendo aqui. Então, olha só que interessante. Eu deixei o Wireshark capturando e filtrando já as mensagens de ICMP. Então, o que aparece aqui? Como a gente enxerga, tá, as mensagens aqui do Wireshark. Então aqui, ó, você tem o tempo que a mensagem chegou, que é o primeiro campo. Aqui é o endereço de origem. Aqui do canto é o endereço de destino; o tipo de protocolo; o tamanho do pacote; e a informação. O que a gente está procurando aqui? A gente tá procurando o chamado NDP, neighbor discovery protocol. Qual é a que começa essa conversa, que substitui o protocolo ARP no IPv4? A mensagem que a gente tem que procurar aqui é o chamado neighbor solicitation. Por quê? Porque ele é um pedido, eu estou procurando quem é o endereço que eu quero buscar. Que no caso ali é o 2001:db8::2 com. Então a gente está vendo aqui neighbor solicitation.

E aí? Aí depois eu vou receber um advertisement de resposta. Então veja que eu estou recebendo lá neighbor solicitation. Poderia ser aqui um neighbor advertisement, então... espera, que... Tá. Esse aqui é o neighbor solicitation quando eu mandei para o 2001:db8::1, que sou eu mesmo. Vamos ver aqui o neighbor solicitation para o 2001:db8::2, porque aí vai ter a troca de mensagens, porque aí realmente eu vou mandar para o outro lado e o outro lado tem que me responder. No primeiro caso, como eu estou mandando para mim mesmo, a resposta não vai chegar porque a resposta é minha. Então aqui, mandei como origem 2001:db8::2. Como destino, veja que isso aqui não é o 2001:db8::2, é o ff02::1:ff00:2. Isso aqui é um *multicast* chamado *solicited-node*, ele é equivalente ao ARP request, a diferença é que o ARP request, ele vai para broadcast, esse carinha aqui, ele vai para um nó específico, né? No caso, é todos equipamentos que terminam aqui com esse endereço, tá? Então ele é bem mais específico, ele polui bem menos, a sua rede na hora de você tentar encontrar os endereços MAC daquele tipo equipamento. Então o equipamento aqui, o Mikrotik 1 mandou o neighbor solicitation. O Mikrotik 2 mandou aqui o neighbor advertisement como resposta. Então, basicamente é o equivalente ali ao ARP request, ao ARP reply, tá? Se você quiser, você pode clicar duas vezes aqui no pacote, ele vai mostrar aqui as informações dessas mensagens, né? Então você consegue ver aqui que ele é um IPv6, você consegue ver aqui todas as informações do que está dentro do cabeçalho. Então tem lá o payload, next header é ICMP, *hop limit*, é equivalente ao PTL(F) do IPv4, endereço de origem, endereço de destino e as mensagens do ICMP.

Aqui, tipo, neighbor solicitation; quem é o endereço que eu quero saber o MAC address, né? Ele também já manda qual é o MAC address dele. Então, essa é a mensagem de neighbor discovery que ele está criando aqui já nessas duas mensagens. Então ele mandou o solicitation, recebeu o advertisement, já consegue a comunicação. E aqui vem o ping, né? Logo depois a gente já tem as mensagens de ping, né, echo request, echo reply. Então, bem simples.

Então você vê que não precisa necessariamente ter lá o OSPF, o BGP rodando para ter roteamento na rede. Esse aqui é o roteamento mais básico que são as rotas diretamente conectadas, tudo bem? Então, pessoal, por enquanto, né, vamos voltar agora para a teoria. E aí eu já volto aí com os próximos laboratórios, ok? Até mais, hein, pessoal.

SR. EDUARDO BARASAL MORALES: Bom, pessoal, agora que a gente já aprendeu sobre as rotas diretamente conectadas, vamos falar um pouco sobre o roteamento estático, que é uma operação manual. O administrador vai lá nas configurações do roteador e 'seta' manualmente as rotas. E é por isso que ele não é adaptativo, porque se muda algo nas conexões, a rota estática continua lá. Então, por exemplo, a interface do outro roteador deu problema por você ter colocado manualmente a rota no seu roteador, ela continua lá. Então você pode estar mandando pacotes para um lugar que é nulo, que não está recebendo, que não está encaminhando os pacotes. Por quê? A rota estática é como se fosse ali a rota cravada em pedra, né? Que a gente brinca até: siga a rota aí dos caminhos dos tijolos amarelos. Então, é sempre seguir aquela rota, tá? Independente do que aconteça, está cravado lá. Por isso que é independente da topologia ou do estado dos links. O administrador é quem toma a decisão. Só que nem sempre é fácil você tomar a decisão. Dependendo da topologia, pode ser que você tome uma decisão do roteamento estático de maneira errada. Então pode ser difícil você tomar, depende da quantidade de máquinas e de rotas que você precisa criar.

Então temos ali: vantagens e desvantagens. Vantagens: principal delas é que não tem *overhead*, ou seja, sem problemas para a CPU, porque você 'seta' ali na máquina e depois disso ela consegue o quê? Adicionar a rota e encaminhar os pacotes. É bem fácil, ela não precisa processar informação, no sentido de descobrir o melhor caminho. Por exemplo, quando a gente tem um protocolo de roteamento, porque daí ele precisa fazer vários cálculos na CPU para decidir qual é o melhor caminho, mandar um monte de informação e assim colocar a rota que é melhor dentro ali da RIB, né, para depois montar a FIB. Então é um pouco ali diferente. O roteamento estático, ele não tem *overhead*, ele não utiliza a banda, porque não precisa ficar enviando pacotes de controle para outros roteadores, simplesmente você 'seta' naquela

máquina e fica na máquina. Só que tem desvantagens, né? Pode ser complicado demais configurar em redes complexas. Então se você tiver ali várias máquinas, vários computadores, vários roteadores e você precisa configurar todos eles para terem rotas estáticas, pode ser o quê? Um trabalho muito árduo para fazer, porque tem que ficar criando em todos eles. Enquanto se você utilizar um protocolo de roteamento dinâmico, ele troca as informações e acha o melhor caminho.

E aí, por exemplo, nesse caso do roteamento estático, acontece um caminho ter problemas, talvez você precisa recriar as rotas. Então, é uma desvantagem. E precisa ter um bom conhecimento da rede, como tudo é manual, você precisa saber para onde encaminhar, qual vai fazer o seu melhor caminho. E pode ter a dificuldade, porque às vezes um caminho está o quê? Sendo muito utilizado, aí você precisa de tempos em tempos ficar olhando, para o quê? Criar novas rotas por outro caminho para não entupir aquele enlace, não entupir aquele link. Tem que tomar cuidado também para você não criar loops na rede. Então você cria uma rota para um determinado lugar, aí depois ele cria para outro lugar, aí volta para você. Isso é um loop, e não é interessante, porque você queria mandar um pacote para uma determinada máquina distante, e ele fica lá preso no loop. Fica mandando pacote em loop, e não sai do loop nunca, então a informação nunca chega no lugar de destino, no lugar que você queria chegar, né?

Então, tem ali suas vantagens e desvantagens. Em alguns momentos pode ser fácil. Às vezes você quer criar uma rota estática quando a gente só tem uma saída, alguma coisa mais simples, mas quando a gente está pegando uma rede que é mais complexa, pode ser melhor utilizar um protocolo de roteamento dinâmico, né? Mas vamos dar uma olhadinha como a gente cria as rotas estaticamente, né? Então eu passo para o Tiago para falar um pouco do laboratório de roteamento estático no Mikrotik. Fique à vontade, Tiago.

SR. TIAGO JUN NAKAMURA: Olá, pessoal. Sejam bem-vindos de volta com nosso segundo laboratório de roteamento estático. Então a gente viu no laboratório passado o roteamento, né, das rotas diretamente conectadas. A gente vai ver uma limitação desse mecanismo que é justamente o que a gente está vendo aqui nessa topologia...

Então quando a gente começa a entender a questão do roteador, a questão de roteamento, a gente acha que muitas vezes roteador, ele automaticamente vai conhecendo e compartilhando as rotas, né? E isso não é verdade, tá? A gente tem que configurar o roteador para que isso aconteça, né? Então, nesse cenário aqui, tá, é um exemplo clássico de uma configuração que não vai funcionar. Então o que a gente tem aqui, ó? A gente tem a rede 2001:db8:1::1/64 desse lado esquerdo, e a rede 2001:db8:2::2/64 do lado direito. Então o que acontece? Quais

são aqui as redes diretamente conectadas do Mikrotik 1? É simplesmente a rede 2001:db8:1::1/64. O que ele conhece, né, sobre a rede 2001:db8:2::2? Ele não conhece nada. Por quê? Porque não está diretamente conectada, e não tem nenhum outro protocolo de roteamento me informando, que existe essa rede. Então, é isso o que a gente vai ver aqui nessa demonstração.

Então temos aqui o Mikrotik 1. Então, vamos ver aqui os endereços que ele tem configurado, né? Tem ali os fe80, e tem o 2001:db8:1::1. Então o que a gente tem de rotas que ele conhece? É simplesmente a rota do que está diretamente conectado a ele. Então o que eu consigo fazer? Eu consigo, por exemplo, 'pingar' o endereço da rede 1 do outro lado, né? O 2001:db8:1::2, que é o quê? Esse endereço aqui, que está no ether 1 do Mikrotik 2. Isso aqui eu consigo fazer. Ó, ele vai funcionar. Então, 'pingou' ali, está respondendo. Agora, e se eu tentar 'pingar' esse carinha, o 2001:db8:2::2. O que a gente imagina? Não, deve conseguir, porque está praticamente diretamente conectado no Mikrotik 2. Só que olha o que vai acontecer. Então, vamos mudar só de um para dois. Ele vai dar sem rota. Então, ele nem vai mandar o pacote aqui. Por quê? Porque ele fala: Não sei nem por onde eu mando isso. Por quê? Porque justamente ele não conhece a rota, está vendo? Não tem rota para essa rede 2. "Ah, mas o roteador não deveria não aprender automaticamente?". Não. Ele aprende automaticamente com os protocolos que vamos ver daqui a pouco, né? Eles existem justamente para suprir esse buraco.

O que eu posso fazer também? É informar essas rotas na mão, através do que a gente chama de roteamento estático, né? Então vamos inserir aqui uma rota estática para ele conhecer essa rede 2 na mão. Como a gente faria isso? Um IPv6 route add, e aqui eu tenho as opções que eu posso verificar no caso do inbox, ele ia aparecer um monte de botõezinhos. Aqui se você der um Tab, ele já vai mostrar para vocês o que você precisa saber. Basicamente, qual é o gateway. Aí aqui toma cuidado, porque ele completa com o ethernet, mas não é isso o que a gente quer, tá? A gente precisa colocar aqui o endereço que ele precisa encaminhar para chegar na rede 2. Qual é o endereço que a gente precisa encaminhar para chegar na rede 2? A gente sabe, né, que é 2001:db8:1::2, é esse cara que eu preciso mandar o pacote para chegar do outro lado, né? Então... E esse aqui vai ser o nosso gateway, né? E aí a nossa rede vai ser o nosso destiny address, e aí a gente coloca a rede que a gente quer aprender, que é o quê? No caso, a nossa rede 2001:db8:2::/64. Então, inserindo essa rota aqui na mão, ó, uma rota estática, está vendo? A gente agora consegue 'pingar' o outro lado. Então, olha só, aquele endereço que a gente não tinha acesso antes agora está 'pingando', né?

E se eu tentar 'pingar' o Mikrotik 3, vai funcionar? Olha só que interessante, né? Esses Mikrotiks aqui só estão configurados com os endereços da interface, tá? Não tem nenhuma rota estática configurada. Então o que vai acontecer? Vamos pensar antes, né, para saber se a gente adivinha o que vai acontecer. Agora eu sei que para chegar na rede 2, eu preciso mandar para cá, porque eu inseri essa rota estática, né? Na hora que mandar para cá, o Mikrotik 2 sabe chegar no Mikrotik 3? Ele sabe. Por quê? Porque ele está diretamente conectado. Então ele vai chegar ali no Mikrotik 3. E a volta, o que vai acontecer? O Mikrotik 3 tem que responder para quem? Tem que responder lá para o Mikrotik 1. Só que o Mikrotik 3, ele sabe chegar? A gente não inseriu a rota estática nele. Então o que ele vai fazer? Ele vai dar um "não sei enviar de volta".

Então esse aqui vai ser o caso que também é muito comum quando a gente mexe nas configurações de rede. Que é, o pacote, ele chega, mas ele não volta. Então vamos ver isso aqui acontecer, ó. Vamos dar um ping, 2001:db8:2::1. Está vendo que está dando *timeout*? O erro anterior era o quê? Era "sem rota". Agora está dando *timeout*, o que é isso? Quer dizer que eu estou mandando, mas ele não está chegando, né? Por que não está chegando? Pode ser vários motivos, né? E aí vem importância de a gente estar entendendo o que está acontecendo aqui, né? O pacote está chegando no Mikrotik 3, só que ele não está voltando, porque ele não sabe voltar. Então vamos abrir o Mikrotik 3 para a gente verificar isso acontecendo, né? Então, olha só, a gente consegue 'pingar' o Mikrotik 2, né? Então, aqui, 2001:db8:2::2, está 'pingando'. Beleza. Agora vamos tentar 'pingar' ali o Mikrotik 1. Está vendo? Mesmo problema que deu no início. Então, a questão de roteamento, ela é complicada por quê? Você sempre tem que pensar tanto na ida como na volta, né? Então olha só, o problema de eu não conseguir 'pingar' o outro lado está aqui. Então vamos lá inserir aquela rota que a gente tinha. Então, 2001:db8:2::2, que é o Mikrotik 2 aqui desse lado. E aí, né, colocar aqui rede 1, 2001:db8:1/64. Ah, faltou um :: aqui. Pronto. E aí, né? Vamos ver aqui as rotas. Agora a gente tem aqui, né, a rota do outro lado.

Então, agora, o que a gente está enxergando aqui? O Mikrotik 1, ele conhece a rede 2001:db8:2, porque eu inseri na mão. E o Mikrotik 3 conhece a rede 2001:db8:1 porque eu inseri na mão. Então, olha só, se a gente voltar aqui agora para o Mikrotik 1 e der o mesmo ping que estava dando *timeout*, agora funciona.

Então veja que é uma topologia supersimples, né? Mas acontece problemas que são muito comuns dentro da nossa rede, né? O pacote, ou ele nem consegue sair, porque eu não aprendi a rota. Ou ele vai e acontece alguma coisa no meio do caminho que ele não sabe voltar, né? Ou ele vai e acontece alguma coisa no caminho e ele não consegue

nem chegar lá, tá? Então são coisas que é importante a gente entender o que faz sentido e o que não faz sentido. Então, são configurações simples, mas são extremamente importantes, tá, para a gente entender o que está acontecendo, né? E corrigir também os problemas que a gente está tendo, né? Então aqui a gente viu um exemplo clássico de equipamentos que não têm comunicação, e agora, porque eu inseri a rota estática, agora eles têm comunicação. Tudo bem? Não dá para fazer isso de forma automática? E é o que a gente vai ver agora, como dá para fazer isso de uma forma automatizada, ok? Então até daqui a pouco, pessoal, eu volto aqui com o próximo laboratório.

SR. EDUARDO BARASAL MORALES: Bom, agora que a gente já viu como trabalhar com roteamento estático, é importante a gente falar sobre rota default, que é muito importante para os roteadores e para as máquinas, por quê? Porque é uma técnica para enviar todos os pacotes para o mesmo próximo salto. Aquele lá: você não sabe para onde enviar o pacote? Você manda para a rota default, para a rota curinga, que lá para a frente alguém vai saber para onde encaminhar aquele seu pacote. É aquilo lá, é como se fosse uma batata-quente, "comigo não morreu", você joga para a frente o problema. E aí lá para a frente, alguém vai pegar aquela informação e vai encaminhar para o lugar certo. Então, é uma rota curinga. E é a menos específica de todas. Tanto é que vocês podem ver que no IPv4 e no IPv6 é o /0. Lembra que eu estava comentando lá do 128, do 126, do 127? Aqui é o zero. Eu não tenho informação nenhuma, está englobando todo mundo, pode ser qualquer máquina aí no mundo. Mas é para eu mandar para a frente, para lá na frente alguém saber para onde encaminhar. E a gente pode criar ela tanto estaticamente, essa rota default, como também podemos receber via roteamento dinâmico, a rota default. Então é muito importante a rota default porque faz parte do dia a dia de um administrador de redes colocar rotas default tanto para serem propagadas via roteamento dinâmico como também na questão de roteamento estático. Então a gente vai ver como cria a rota default, que é a nossa rota curinga, no laboratório de rota default. Então passo a vez para o Tiago. Então, Tiago, fique à vontade.

SR. TIAGO JUN NAKAMURA: E aí, pessoal. Agora a gente fazer o nosso laboratório de rota default, ou rota padrão. Pensando aqui na mesma topologia do que a gente já tinha ali na rota estática com um adicional, aqui no cantinho direito. Suponha que isso aqui seja conectado na Internet, ou sei lá, está conectado em algum lugar que eu não sei o que tem ali, pode ter uma rede, pode ter dez, pode ter mil, pode ter cem mil redes. Se a gente está falando de Internet, né, a gente está falando em IPv4, quase um milhão de rotas em IPv4. Então assim, o que tem ali do outro lado? Pô, não sei, né?

Nesse caso aqui, a gente sabia que nesse cantinho esquerdo era a rede 2001:db8:1, e aqui do outro lado 2001:db8:2. Desse lado aqui, eu não tenho ideia. E aí, o que eu vou fazer? Eu vou digitar todas as possibilidades possíveis de redes para inserir lá como rota estática? Não precisa. É para isso que a gente viu ali a rota default. Então, o que é a rota default? Basicamente é uma configuração genérica de rotas que a gente pode inserir aqui. Então deixa eu abrir aqui o Mikrotik 1. A gente ainda tem aqui o ping. Então, a gente pode inserir aqui um IP route add, só que agora o gateway continua sendo o mesmo, que é o 2001:db8:1::2, né? Db8:1::2, só que o endereço de destino, a gente vai colocar uma rede bem específica que seria o 000/0 para IPv4, para IPv6 é até mais simples, que é o ::/0. Então, o que é essa configuração de rota que a gente fez aqui? Essa aqui é a chamada rota padrão. Em alguns equipamentos até pode escrever, como default gateway, ou coisa assim. Em outros lugares, você vai lá e digita ela na mão, que é esse do 0/0.

E o que isso significa para fins de roteamento? Significa que qualquer endereço IP que eu tente utilizar aqui, cai dentro dessa regra. Então, não importa o que esteja aqui dentro da Internet, ele vai conseguir encaminhar para a frente. Por quê? Porque ele bate naquele critério, né? Então vamos fazer esse teste, olha só, vamos remover aqui a informação da rede 2 que a gente tinha inserido lá no laboratório passado, né? Então vamos lá: IPv6 route remove 2. Então, olha só, eu tirei agora a informação de rota da rede 2001:db8:2. Será que eu consigo continuar 'pingando' o Mikrotik 3 ou esse lado aqui do Mikrotik 2? Vamos ver. Vamos fazer aqui um ping, 2001:db8:2::1, que é Mikrotik 3. Olha só, continua 'pingando', por quê? Porque ele está entrando no critério de rota padrão. A rota padrão diz o quê? Não importa, qualquer endereço aqui manda para esse gateway. Onde é muito comum você ter essa configuração? Por exemplo, no computador de vocês, no celular de vocês. Qualquer equipamento que não é roteador, normalmente vem configurado com uma rota padrão, por quê? Porque qual vai ser a rota padrão? O roteador da sua casa, né? Ele sabe para onde encaminhar, o seu equipamento não precisa saber quais são as rotas que existem. Quem precisa saber é roteador, né?

Outra configuração comum de rota padrão é quando você é um provedor e só tem uma única saída para Internet. Então não tem por que você saber todas as rotas da Internet nesse caso. Então, pode usar ali uma rota padrão. Tudo bem? Então, essa é uma forma de você simplificar, falar: Pô, eu tenho duzentas rotas, trezentas mil rotas, como eu posso fazer uma regra genérica que vai sempre fazer aquela rota, né? Eu uso a chamada rota default.

O único cuidado que a gente tem que ter é que no caso da rota default, é o que o próprio nome diz, é uma rota padrão, então no caso

a gente não está decidindo qual é o melhor caminho, né? A gente só está indicando um caminho, que é único caminho. Então a gente tem que tomar cuidado quando a gente trabalha rota padrão, ou só com rota padrão, porque é essa questão de decisão de melhor caminho, né? Muitas vezes, ela vai ser afetada... se eu tiver múltiplas saídas, talvez rota padrão não seja a melhor solução. Porque ele sempre vai usar aquele caminho. Tudo bem? Então, pessoal, vamos voltar aqui para teoria. E aí a gente já volta com o próximo laboratório, ok?

SR. EDUARDO BARASAL MORALES: Bom, agora que a gente já viu como funciona o laboratório de rota default, vamos falar um pouco sobre roteamento dinâmico. Por quê? Porque ele é adaptativo, ele modifica as tabelas de roteamento devido a mudança nas condições e nas topologias. Então dá uma olhada aí nesse desenho que é bem interessante. A gente tem várias topologias de rede, por exemplo, topologia em anel, topologia em Mesh, em estrela, totalmente conectada. E no momento que você trabalha com roteamento dinâmico, ele vai se adequar à topologia e vai descobrir o melhor caminho, tá? Então independente da topologia, ele descobre, e de maneira rápida. E se por acaso acontece alguma mudança em um enlace, em uma interface, em roteador que muda a topologia, alguma condição, ele vai o quê? Se readequar. Ele se adapta. Ele acha um novo melhor caminho. Então ele volta a conversar entre os roteadores que estão implementados àquele protocolo de roteamento dinâmico e acha um novo caminho. Para isso a gente precisa fazer com que todos os roteadores falem o mesmo protocolo. Então basta a gente configurar em todos roteadores para eles conversarem entre si e depois rodarem os algoritmos e os protocolos para trocarem informações de caminhos.

Então, as vantagens de um roteamento dinâmico. Ele é fácil de configurar, ou seja, em uma rede grande, precisa de menos configurações, principalmente comparado com roteamento estático. O roteamento estático você vai ter que entrar em cada um dos roteadores, configurar, fazer cálculo para ver se não está tendo algum loop ou algum problema. E aqui não, basta você simplesmente configurar para eles funcionarem com aquele protocolo de roteamento dinâmico. E aí ele vai trocar as informações entre si e vai achar uma melhor rota. Então é menos coisa para você configurar. E ele vai ser o quê? Adaptativo. Ele vai se adaptar a mudanças e vai descobrir a melhor rota. Então problemas, como a gente já disse, enlace, interface no roteador, ele acha um novo caminho, para o roteamento dinâmico, isso não é problema. No estático, se acontecesse um problema no roteador, você teria que o quê? Recalcular todas as rotas, tudo na mão, entrar em todos os roteadores e fazer de novo a configuração. No dinâmico, não. Ele já se adequa. Mas ele tem o quê? Algumas desvantagens, como, por exemplo, a maior utilização de CPU, porque

ele precisa o quê? Calcular a melhor rota. Então ele vai fazer o quê? Ele vai rodar um algoritmo para descobrir o melhor caminho. E para ele fazer isso, ele precisa o quê? Trocar mensagens. Então tem maior utilização de banda. Ele tem que trocar mensagens entre os roteadores que estão habilitados para depois rodar o algoritmo e achar o melhor caminho. E aí a qualquer mudança na topologia, tem que fazer de novo. Ele vai trocar mais mensagens e vai recalcular a melhor rota. Porém, é menos configuração. Por isso que muita gente prefere o roteamento dinâmico.

E aí a gente vai falar de dentro do sistema autônomo. E aí a gente tem alguns protocolos de roteamento dinâmico, protocolos, por exemplo, do tipo Link State, que a gente tem o OSPF, o IS-IS e que a gente vai ter um tutorial também aqui na Semana de Capacitação explicando esses protocolos. E eles vão ter tabelas de roteamento próprias. Lembra que cada um protocolo vai ter sua tabela de roteamento, depois vai montar a RIB e depois monta a FIB. Então a gente vai ver um pouquinho sobre esses protocolos, não vou adentrar muito, porque a gente já tem tutoriais sobre isso. E tem também um outro que dá para rodar dentro de um sistema autônomo, que é o RIP, que ele utiliza um outro tipo de algoritmo, vetor distância. Só que ele é um protocolo mais antigo e ele é utilizado, assim, em casos muito específicos. Para uma utilização de redes normal geralmente a gente trabalha com OSPF e IS-IS, que são mais novos e mais confiáveis. Esses dois protocolos aí do Link State, o OSPF e o IS-IS, utilizam um algoritmo para descobrir qual que é o melhor caminho, que é o algoritmo de Dijkstra, que ele vai definir o melhor caminho entre dois pontos em uma topologia. E aí ele vai dar o quê? Para o roteador, a informação de qual é a melhor rota. Como ele faz isso? Primeiro, cada enlace da topologia, ele tem um custo, depois ele vai fazer o algoritmo rodar e vai descobrir o caminho com o menor custo. Descobrendo o melhor caminho, depois vai ser fácil para direcionar os pacotes. E tudo começa com a escolha de uma raiz para iniciar o processo. Tá? Eu vou mostrar como funciona o algoritmo de Dijkstra, porque a maioria das pessoas ensina a trabalhar com o OSPF e o IS-IS simplesmente configurando, mas não explicando o processo. E é muito interessante a gente falar disso porque às vezes a gente quer influenciar no processo. Por exemplo, você pode mudar o custo de um enlace para fazer com que o algoritmo ache um outro caminho melhor. Pode ser que aquele caminho ali não seja tão bom quanto o algoritmo acha, quanto o protocolo acha, então você pode ir e setar um custo maior, e aí você dificulta, e ele vai achar um caminho alternativo. Então você pode influenciar mexendo nos custos. Mas, para isso, precisamos entender o algoritmo.

Então, vamos lá. Aqui eu tenho uma topologia simples aí com 5 roteadores. Cada um dos enlaces tem seus custos, aqui 1 e 10, tá? Temos os nós a serem visitados. Temos os nós visitados e temos os cálculos. Então aqui a gente vai escolher o roteador A, para ser o nosso roteador designado, para começar o nosso protocolo. E aí a gente vai ter uma tabelinha partindo dele. Bom, partindo de A para chegar em A, ou seja, para chegar em si mesmo, é zero. Custo não tem nenhum. Mas para a gente chegar em outros lugares partindo de A, temos alguns custos. Então vamos lá. Pegando a visão do roteador A. A gente vai visitar ele e aqui a gente tem os cálculos, de A para chegar em A é zero. De A para chegar em B é 1. Está vendo aqui a setinha? De A para chegar em C é 10. E de A para chegar em E também é 10. E aí a gente vai montar aqui nossa tabelinha. Então B ficou com custo 1. C ficou com custo 10. D você não chega diretamente a partir de A. Então nem marca nada. E E a gente marca o quê? Marca 10, partindo ali de A. É importante a gente sempre marcar o nó anterior, para a gente identificar qual é realmente o melhor caminho. Então, aqui, todos saindo de A, eu chego em B, C e E, com os custos: 1, 10 e 10. Depois disso, eu tenho que ir para outro roteador. Para o quê? Para ver a visão do outro roteador e para a gente descobrir o melhor caminho. Qual roteador que eu escolho? Desses daqui, partindo de A, o que tem menor custo. Então eu vou para o B. Porque, ó, o custo dele é 1. Então, indo para o B, vamos ver visão dele. A gente tem o quê? O nó visitado ACB, então a gente tira ele dessa listinha, bota aqui em nós visitados, e a gente vai fazer os cálculos a partir de B. B para chegar em C e B para chegar em D. Então partindo lá de A para a gente chegar em C, tem que ir para o B e a gente chega lá no C. Indo de A para a gente chegar em B, tá? A gente vai lá para p B. Quais são os custos? Para chegar em C é 1 mais 1, 2. Para a gente chegar no D, 1 mais 10, 11. A gente vai marcar lá na tabelinha. Olha, para a gente chegar no C o custo agora é 2, que é menor que o custo que a gente tinha anteriormente para chegar a partir do A, que era 10. Eu vou trocar na minha tabelinha. Aqui vai ficar marcado 2. E o nó anterior é o B, para a gente chegar no C. Então aqui caminhei com custo 2. Depois disso, ó, para a gente chegar agora no D aqui, a gente não tinha informação. Eu vou somar aqui 1 com 10, 11, vou marcar na tabelinha. Indo ali a partir do B. E aquela informação do E? Bom, a gente não chega a partir do roteador B, então a gente mantém. Então fica lá, para chegar no E, a gente parte no A, e ainda o custo é 10. Olha que interessante, formou uma palavrinha aqui, o ABBA, né? Mas, brincadeiras à parte, vamos continuar aqui.

Vamos agora ver a visão do C. Porque o C naquela nossa listagem era um nó que tinha menor custo e que não tinha sido visitado ainda. Então 2, 11, 10, a gente vai para o C. Escolhendo aqui o C. Da visão do C a gente pode ir para o D e pode ir para o E. A gente poderia ir

para os nós que a gente já visitou, como, por exemplo, o A. Só que a gente já descobriu o caminho melhor para o A, estava lá com custo zero. A gente não vai visitar nós que a gente já visitou. Então a gente vai pegar do C e vai fazer o cálculo para o D e vai fazer o cálculo para o E. Para o D, olha, indo de A para D, vai ter aqui custo 1, 1 e 1. Somando tudo? Três. Olha, 3 era menor do que o valor que a gente tinha anteriormente, qual era? Onze. Então, ó, eu vou marcar aqui na tabelinha 3. E para chegar no E? Olha, é 1, mais 1, mais 10. Isso daí vai dar o quê? Doze. Bom, 12 é maior que o 10 que a gente tinha anteriormente. A gente quer sempre o menor custo. Então, não vou colocar na tabelinha. A gente calculou, mas não é interessante. Dos nós não visitados, qual vai ser o próximo? Aquele com menor custo. Então vamos para o D. Indo para o D, para onde a gente pode chegar? No E. E para chegar lá no E a gente faz que continha? Olha, 1 mais 1, mais 1, mais 1. Isso vai dar 4. Então o custo para chegar no E partindo do D é 4. Então aquele lá que a gente tinha do A, que ia direto para o E, tinha custo 10, a gente vai mudar aqui na tabelinha, e sempre marcando o nó anterior. Então, por exemplo, agora, se eu quiser chegar no E, como que eu vou fazer o caminho? Partindo do A, eu vou para o B, eu vou para o C, eu vou para o D e eu vou para o E. E aí eu estou no melhor caminho, aquele com o menor custo. Bom, faltou um nó a ser visitado. É o nó E. Mas o nó E vai influenciar em nada, porque ele já é o último nó, e a gente já passou por todos os outros e já fez todos os cálculos e já descobriu qual é o melhor caminho. Então a nossa tabelinha aqui de roteamento, com símbolos e custo, já está montada. OSPF e o IS-IS aí já usando o algoritmo, já vai descobrir o melhor caminho e já vai montar as tabelas de roteamento nos roteadores. Mas olha que interessante, para chegar no nó E, eu tenho que ir pelo D, para chegar no D, eu tenho que ir pelo C, para chegar no C, eu tenho que ir pelo B, e para eu chegar no B, eu tenho que ir pelo A. Então, olha, faz todo esse caminho aqui que parece o formato de um M. E a gente descobriu qual que é o melhor caminho. Então é assim que funciona o algoritmo de Dijkstra, tá?

E agora vou passar para o Tiago, mostrando no laboratório o melhor caminho interno utilizando esses protocolos. Claro que a gente não vai explicar como que configura todos esses protocolos, porque vocês vão ver isso nos tutoriais subsequentes. Então não deixa de se inscrever nos tutoriais de amanhã e dos outros dias, porque tem muito mais informação do que a gente está apresentando aqui. Aqui a gente está fazendo só uma introdução geral. Então, Tiago, fica à vontade.

SR. TIAGO JUN NAKAMURA: Olá, pessoal. Estamos aí quase no final das atividades. Agora a gente vai mostrar aqui um laboratório um pouquinho mais complicado, que é mostrando um pouco do algoritmo de Dijkstra, que é o de decisão de melhor caminho. Na

verdade, o algoritmo de Dijkstra, ele não é uma exclusividade de roteamento, tá? Isso aqui é um mecanismo matemático para a gente achar um gráfico com o menor custo possível, né? E a gente aplica isso na prática através de mecanismos, como OSPF, ISS, e aqui a gente não vai aprofundar muito [ininteligível] mecanismos, a gente só quer entender um pouco de forma intuitiva como funciona. Então lembra, a gente tem o conceito de custo, que nesse caso aqui, quanto menor, melhor. Então se aqui o que está em vermelhinho aqui são os custos, então as redes aqui que têm o custo 1, elas são melhores do que a rede que tem custo 10. Quantas vezes melhores? Dez vezes melhor seria, nessa conta aqui. Então, olhando no cenário que eu tenho o Mikrotik 1, e o Mikrotik 1 quer chegar no Mikrotik 5 pelo caminho mais eficiente, o mais eficiente não necessariamente é o caminho com menos saltos, né? Ele é o caminho com o melhor custo-benefício, vamos dizer assim. O que é esse custo-benefício? É a gente somar aqui os caminhos e ver qual desses caminhos dá o menor custo possível. Aí o Eduardo explicou todo o processo para chegar nessa decisão, né? Então o que a gente vai ver? Vai ver que fazendo esse caminho do Mikrotik 1 para o 2, do 2 para o 3, do 3 para o 4, e do 4 para o 5, a gente vai ter um custo total de 4. Esse custo total de 4 ainda é menor que o custo aqui de 10, de qualquer outro caminho. Então, teoricamente, esse daqui vai ser o caminho mais eficiente dentro do algoritmo de Dijkstra.

Então, a ideia não é que vocês saibam calcular isso aqui. É mais para vocês entenderem o que está acontecendo no meio de tudo isso. Então, vamos ver aqui agora no terminal. Então aqui Mikrotik 1, né? Toda essa rede configurada já, a gente já está com OSPF rodando, e ele já calculou todos os caminhos possíveis, né? Então aquilo que a gente viu nos slides, ele já fez a conta de tudo que está acontecendo aqui. E agora a gente vai fazer um traceroute para o Mikrotik 5. O Mikrotik 5, ele tem o endereço IP aqui, que é o 2001db8::5, ele está configurado aqui na loopback, e a gente vai dar um traceroute para esse endereço.

Então vamos lá. Primeiro vamos ver se a gente tem acesso a esse endereço IP. Então, bom, temos conectividade entre ele. Beleza, né? Então aqui no Mikrotik 1 eu consigo acessar o Mikrotik 5. Agora, vamos ver qual é o caminho que está sendo feito até o Mikrotik 5, né? Então vamos dar aqui um traceroute. E agora a gente tem aqui o caminho do traceroute. Vamos tentar entender agora qual é esse caminho que ele está mostrando. Então vamos ver aqui os endereços junto com a topologia. Então o primeiro deles, né? Primeiro salto, 2001db81, onde está o 2001db81 aqui? Ele é esse enlace aqui: 2001db81. Então ele foi aqui para cima no Mikrotik 2. Do Mikrotik 2, ele foi para o 2001db84. Onde que está o 4 aqui? O 4 é esse caminho

aqui do meio. Então ele foi aqui para o Mikrotik 3, né? Do Mikrotik 3, ele foi para 2001db86. O 6 é a interface 3 aqui, ó, que vai para o Mikrotik 4. E do Mikrotik 4, ele mostra aqui já direto para o Mikrotik 5, né? Mas o único caminho que eu tenho aqui é pela rede 8. Então ele nem mostrou aqui, mas é esse caminho aqui. Então no final ele fez esse caminho [ininteligível] que era exatamente o que a gente tinha calculado nos slides.

Então, assim, precisa saber fazer essa conta? Não, né? O mecanismo faz para você já, graças a Deus. O OSPF, o IS-IS, ele já consegue calcular isso aí para você. Então não tem que se preocupar com isso. Mas é importante que você entenda como que ele está fazendo isso e por que ele faz isso. Então tem mecanismos de roteamento dinâmico que não usam o conceito de custo, né? Por exemplo, o RIP. E aí o critério de caminhos é a opção saltos. O caso do OSPF e o IS-IS, a gente tem o conceito de custo, que é uma informação, ela é melhor, muitas vezes, para você decidir o caminho mais curto. Por quê? Porque ele leva em consideração não só a quantidade de saltos, mas a qualidade da conexão até aquele lugar. Então ele sempre vai escolher o caminho que vai ter a melhor qualidade de transmissão para aquele destino.

Então, o mecanismo matemático, ele é complicado, tá? Não é... a gente não quer que vocês saibam fazer isso aqui de cabeça, né? Ver, monta gráfico, acha ali o gráfico com o menor custo possível, né? Mas é para vocês entenderem que por trás de todo mecanismo ele está fazendo todas essas contas, e até para vocês perceberem que isso é custoso para o roteador, né? Então por que a gente sempre recomenda tanto a questão de OSPF? Toma cuidado como você usa ele, porque quanto mais equipamento rodando aqui, mais conta a gente tem que fazer. Não sou eu, mas é o roteador, vai ter que fazer várias contas aqui. Isso acaba pesando em cima do processamento do roteador, tá? É um cuidado importante que a gente tem que ter. E a gente vai ver nos próximos dias também pessoal que vai falar um pouquinho mais aprofundadamente de roteamento dinâmico, né? A gente vai ver aí esse aspecto sendo abordado aí também. Tudo bem, pessoal? Então aqui é só para vocês verem mesmo que a gente não estava mentindo, né? As coisas acontecem mesmo como elas deveriam. Às vezes, não acontece. Às vezes, tem bug, tem problema, mas no geral as coisas acontecem realmente como a gente calcula como elas deveriam acontecer. Tudo bem?

Então, vamos voltar aqui para a parte de teoria e a gente volta com a última atividade prática, ok?

SR. EDUARDO BARASAL MORALES: Bom, agora que a gente já viu como funciona o laboratório de melhor caminho interno, vamos falar para fora do sistema autônomo. E aí a gente vai ter a conversa

entre dois sistemas autônomos trocando informações de roteamento. E aí a gente precisa de quê? De um outro tipo de protocolo, no caso aqui, o BGP, que é do tipo path vector, que carrega informações do caminhos de sistemas autônomos por qual a rota passou. E aí a gente precisa o quê? Configurar os roteadores que conversam entre os sistemas autônomos. No caso aqui, são os roteadores de borda. E cada sistema autônomo tem seu roteador de borda para configurar. E a gente vai envolver duas equipes de administração de redes, por exemplo, aqui AS65537, que vai ter sua equipe de administração de redes, que vai configurar o seu roteador de borda. E temos ali o AS65538, que vai configurar o seu roteador de borda. Então são duas equipes de administração de redes que precisam conversar entre si, tanto é que a gente fala que é um protocolo político, por quê? Porque precisam ser discutidas informações entre duas equipes de administração de redes para setar a configuração, e o protocolo rodar. E aí depois eles vão lidar com os atributos para escolha da melhor rota, para a gente montar o quê? A nossa tabela BGP, depois montar a RIB e montar a FIB.

Então vamos lá. Como que é o algoritmo de seleção do BGP? Primeiramente, a rota recebida precisa ser considerada válida. Então, ela tem que ter um Next_Hop válido e alcançável. O AS_PATH, que carrega junto ali na rota, contando todos os caminhos que passou não pode conter o AS local. Porque isso daí seria o quê? Um loop. Então é um jeito de evitar loops na rede, entre sistemas autônomos. E a rota não pode ter sido filtrada, descartada, devido a alguma política. A primeira rota recebida é automaticamente considerada o melhor caminho. Depois, quando chegar em mais rotas, ela vai o quê? Usar um algoritmo de seleção, mas só depois que receber outras rotas. Então vai lá fechar a configuração entre sistemas autônomos e ele vai receber um monte de rotas. E ele vai começar o quê? A comparar rotas e utilizar um algoritmo de seleção. Aqui eu estou pegando o algoritmo de seleção do Mikrotik. Existem outros algoritmos de seleção, tem roteadores que trabalham de outra forma, outros vendors trabalham de outra forma. Aqui eu peguei como exemplo, puxei da página do Mikrotik, só para dar ali de referência. Lembrando também que vai ser explicado muito bem o BGP em outro tutorial nessa semana. Então não deixa de se inscrever também. Mas vamos dar uma olhada aqui. A gente tem primeira escolha com atributo weight. Depois disso, se o weight empata, ele vai olhar o local preference. Depois, se empata, vai olhar o AS_PATH, depois ele vai ver vomo que a rota foi originada, como o tipo de rota, olha o MED. Então ele tem ali várias etapas para tomar a decisão do que é a melhor rota. Percebam que são tantas etapas, porque é para o BGP escolher sempre uma rota como melhor que a outra. Ele tem que tomar a decisão do que ele acha melhor. Ele

não pode ficar indeciso. Então tem aí várias opções para ele tomar uma decisão do que é a melhor rota. Tá?

Então aqui são dez passos, puxei lá do Mikrotik, mas cada vendor tem o seu, e vocês vão aprender mais sobre isso em outro tutorial. Mas aqui a gente vai mostrar um pouquinho de como funciona no laboratório. E aí eu chamo o Tiago para falar do melhor caminho externo. Então, Tiago, fique à vontade.

SR. TIAGO JUN NAKAMURA: E aí, pessoal? Estamos chegando aí na última experiência do dia, né? Então, a gente falou de rotas diretamente conectadas. Depois fomos para roteamento estático, depois para rota default, né? Vimos um pouco de roteamento dinâmico interno, com o último laboratório. E agora a parte do roteamento dinâmico externo, através do BGP. Nos próximos dias a gente vai se aprofundar mais nesses assuntos. Aqui é só uma introdução para vocês entenderem um pouco aqui de como as coisas funcionam, de uma forma bem conceitual, tá? Então eu não estou preocupado em mostrar como configurar isso aqui, fazer boas práticas aqui não é a ideia do dia de hoje. Aqui a ideia é vocês verem realmente o mecanismo funcionando, e no caso do BGP tem inúmeras configurações que a gente pode fazer. Aqui a gente vai fazer a mais simples possível, que é esse cenário aqui que a gente tem dois caminhos possíveis, tá? Então aqui está todo mundo conversando via BGP, imagine que cada Mikrotik aqui fosse um provedor diferente. Então provedor 1, provedor 2, provedor 3 e provedor 4 lá em cima. O que está acontecendo? Eu estou conectado no provedor 2, seção BGP 1, estou fazendo o 2º BGP no provedor 3, e eu estou recebendo esses prefixos aqui, que é o 2001db81000 e 2000 do Mikrotik 4, do provedor 4. Estou recebendo como se fosse uma Ethernet recebendo ali essas rotas de 2 lugares diferentes, que é pelo provedor 2 e provedor 3. Então, é isso que está acontecendo aqui dentro dessa topologia.

E aí vamos ver o que a gente está recebendo do BGP aqui no Mikrotik. Então eu vou fazer um filtro aqui de BGP. E olha só que interessante, a gente está recebendo 2001db81000/36 2 vezes. Por quê? Porque a gente está recebendo do provedor 2 e está recebendo do provedor 3. A mesma coisa vale aqui para a rede 2000. Estou recebendo duas vezes, 1 pelo provedor 2, e outra pelo provedor 3. Vamos ver em detalhes para entender de onde que está chegando essas rotas, tá? Então se eu der um print detail, a gente vai ver aqui as informações. Então a gente está recebendo aqui pela ether 1, provedor 2, e embaixo aqui a mesma rota pelo ether 2. Mesma coisa aqui para a rede 2000, rede 2000, estou recebendo aqui pelo ether 1, e depois a mesma rota 2000 pelo ether 2. Então aqui está funcionando normal tudo, da forma padrão. Só que olha só, tem um negocinho aqui, ó, que é o A maiúsculo. O que esse A maiúsculo indica para a gente?

Ele indica que se a rota está ativa ou não. Então olha só: a gente tem essa primeira rota aqui que está ativa, e esta segunda rota, ela está inativa. Por quê? Porque ela é uma rota igual, e aí o BGP, ele tem que escolher qual das duas eu vou usar na prática. Então ele está escolhendo a primeira rota e descartando a segunda. Então é por isso que essa aqui não está sendo utilizada. E mesma coisa aqui para a rede 2000. Então ele está aprendendo a rede aqui pelo ether 1 e aprendendo a mesma rede pelo ether 2. Ele está aceitando aqui a rede 1 e descartando aqui a segunda interface. Então esse aqui está sendo o funcionamento padrão. E a gente pode até ver isso acontecendo na prática, o que isso implica em termos práticos para a nossa rede, né? Então vamos tentar pingar ali um endereço dessa rede que está configurado lá do outro lado, por exemplo, o db81000::1. Então ele está saindo aqui, ó, pela rede 2001db81. A rede 2001db81 é aqui o ether 1, né? BGP 1, que é o que a gente já esperava aqui pelas configurações do BGP. Então vamos fazer agora o traceroute para a rede 2000. A rede 2000 também está saindo pelo ether 1. Então, nessa configuração aqui a gente sempre vai sair aqui pelo lado da esquerda. Não é o ideal, porque a gente tem duas saídas, e essa saída da direita, ela nunca está sendo utilizada. Ela vai ser utilizada em algum momento? Sim, tá? Ela vai ser utilizada, por exemplo, quando a nossa interface... Então, por exemplo, eu der aqui a interface 1, se eu desligar ela, então vamos dar um disable na interface 1. Olha só o que vai acontecer. Agora a gente vai ver que inverteu as informações. Olha só, agora o ether 1 morreu. Então eu desativei as rotas que eu tinha aprendido via ether 1 e agora eu ativei as rotas via ether 2. Então não é porque naquele momento eu não estou usando que é uma informação inútil para mim, tá? Roteamento dinâmico é justamente... esse dinâmico é justamente essa vantagem. Se as coisas mudarem, ele também muda, né? Então essa é uma situação interessante, né? Então, por exemplo, se eu for dar de novo aqui o traceroute, a gente está vendo que eu estou saindo aqui pela rede 2. Temos timeout aqui, mas podem ignorar por enquanto, tá? Eu estou saindo aqui pelo ether 2. Então não é uma informação totalmente inútil, tudo bem?

Agora vamos voltar aqui para a interface. Vamos ligar de novo aqui a interface 1. Vamos lá, então, agora voltamos. E aí voltou para a situação que a gente já tinha, né? Então volta tudo para o ether 1, né? E aí ele prefere, de novo, quando voltou a conexão, voltou aqui a dar preferência para o ether 1. Por que ele prefere o ether 1 no lugar do ether 2? São os critérios do BGP lá, como são muito iguais, provavelmente ele está pegando o critério da interface com número menor. Porque os critérios... aqui está sendo tudo muito igual, então o desempate acaba sendo bem arbitrário mesmo.

O que a gente podia fazer aqui para brincar um pouquinho? A gente pode, por exemplo, pensar numa situação falar: Poxa, nesse jeito que está hoje, eu estou usando só um link, queria poder... o ideal seria se um /36 eu estivesse aceitando de um lado e o outro /36 do outro lado, né? Porque aí eu conseguiria acessar uma parte no ether 1 e outra parte no ether 2. Não precisaria: Ah não, deu problema, aí agora vai para o outro lá lado. Não, queria que naturalmente as coisas fossem mais equilibradas. Então o que a gente pode fazer? A gente pode criar alguns filtros do BGP que a gente não... não é para se preocupar muito com isso aqui agora. Então, eu vou criar aqui um filtro de local preference para aumentar a preferência aqui da rede 2000, por exemplo, para jogar isso para o ether 2, no caso aqui do BGP 2. Eu vou colocar em filtro, nem precisa se preocupar muito com os nomes que estamos usando agora. A gente vai ver melhor isso nos próximos dias, tá? Então, eu estou criando aqui um filtro que aumenta o local preference da rede 2000. E eu vou colocar isso aqui no filtro de entrada do BGP 2. Então, agora o que vai acontecer? A rede 2000 eu estou recebendo ainda dos dois lados, mas desse lado aqui eu estou aumentando um atributo do BGP chamado local preference, que é justamente isso, né? Eu quero que essa rota tenha preferência desse lado aqui. Então vamos ver se isso muda alguma coisa aqui na decisão de melhor caminho. Então vamos ver. Agora, olha só, a rede 1000/36 está com preferência no ether 1, né? A rede 2000 agora está com preferência o ether 2. Então agora a gente tem uma situação em que metade das coisas que estão acessando vão sair pelo BGP 1 e a outra metade vai sair pelo BGP 2. Então a gente conseguiu mudar aquele cenário de que tudo estava saindo sempre pela esquerda.

Então, BGP, ele tem muitas coisas que a gente pode mexer, né? Tem muitos atributos que dá para a gente trabalhar. É só para vocês verem acontecendo e o que dá para fazer no BGP. A gente pode ficar brincando com várias coisas aqui do BGP para influenciar a decisão de melhor caminho. Tudo bem? Se vocês acharem interessante, não deixem aí de acompanhar os próximos dias, que a gente vai justamente aprofundar aí nesses assuntos que a gente viu hoje, né? Aqui a ideia não é já explicar tudo de uma vez, porque também são assuntos bem densos. Então se vocês ficaram interessados, aproveitem os próximos dias também para a gente aprofundar aí nesses assuntos que vocês viram hoje. Ok, pessoal? Então é isso. E agora a gente vai aí continuar aí a nossa palestra, ok? Até mais, pessoal.

SR. EDUARDO BARASAL MORALES: Agora que a gente viu o laboratório de melhor caminho externo, eu queria só concluir a nossa apresentação falando um pouco da tabela de roteamento global atual, que é a nossa tabela BGP coleta, ou Full Routing, só para vocês para

terem uma noção de quantas rotas existem mundo afora na questão do BGP. Lembrando que não só o BGP que o roteador trabalha. Ele vai ter as rotas diretamente conectadas, estáticas, do OSPF, do IS-IS, e depois vai montar a sua tabela RIB e, por consequência, a FIB. Mas só para vocês terem uma noção de tamanhos. O IPv4, a gente está chegando a quase ali 1 milhão de rotas. Temos mais de 900 mil rotas. E no IPv6 mais de 152 mil rotas. O IPv6 ainda não é tão utilizado quanto o IPv4, porém, o IPv6 permite mais agregação. Não precisa divulgar tantas voltas. Claro, se todo mundo trabalhar da maneira correta, se a gente trabalhar da maneira errada, a gente vai acabar gerando mais rotas, e aí a tabela pode crescer. Então percebam que juntando os dois dá mais de 1 milhão de rotas, e que o roteador precisa o quê? Armazenar essa informação e depois escolher o melhor caminho para encaminhar os seus pacotes. E existem muitas possibilidades. Mas a Internet funciona assim. Então, a gente até retoma ali o nosso primeiro slide, que a gente mostrou que tem mais de 70 mil sistemas autônomos espalhados pelo mundo, e uns falando com os outros, divulgando rotas. E depois a gente monta ali a tabela de roteamento. A Internet funciona, e todo mundo consegue se comunicar.

Então queria já agradecer todo mundo que assistiu até aqui. A gente vai para a parte de perguntas. Então podem mandar perguntas aí no chat, que a gente vai estar aqui para responder. Muito obrigado.

SR. ANTONIO MARCOS MOREIRAS: Olá, gente. Vocês estão me ouvindo aí? Eu sei que estão sem a minha imagem ainda, mas vocês estão me ouvindo? "Sim". Sim, estão ouvindo. E como é? Vocês gostaram até agora? Não acabou ainda, gente. O Eduardo, o Tiago, o Lucas, vão voltar daqui a pouquinho ao vivo. O pessoal técnico acho que está com alguma dificuldade para colocar imagem, mas já... Ah, já resolveram, olha que legal, enfim. Mas vamos lá.

Antes de eu chamar o Eduardo, Lucas e o Tiago para voltar ao vivo, a gente tem alguns avisos, né? Então, em primeiro lugar, os materiais estão disponíveis para download. Onde? No site da Semana de Capacitação: semanacap.bcp.nic.br. Certo? Deem lá uma olhada. O pessoal do NICbrVideos deve colocar o link da Semana de Capacitação no chat para vocês, mas é isso daí: semanacap.bcp.nic.br. Hoje ainda esse vídeo aqui fica disponível no mesmo link. Então, se você conhece alguém que acha que esse conteúdo é legal para a pessoa, até alguém que não assistiu hoje, não conseguiu estar acompanhando ao vivo hoje e precisa dessa introdução para assistir os minicursos mais avançados do resto da semana, pode mandar esse mesmo link de transmissão para a pessoa, agora mesmo ela consegue pôr lá do começo e já ir assistindo, né? Então o mesmo link disponível. Tudo bem?

A gente tem sorteios. Sorteios estão rolando. Tem o sorteio do NIC.br e dos parceiros hoje, que basta você fazer a inscrição para participar. E tem o sorteio da 4Linux, né? Que vai ser... o resultado vai ser dado no final da semana, na sexta-feira. Então, nd 4Linux é um curso da 4Linux à escolha do ganhador. Cursos da 4Linux são muito bons. Recomendo todo mundo. Fico com dó aqui que a gente não pode participar, a gente que é organizador mesmo, para vocês é excelente, gente. Façam as inscrições lá. E o sorteio do NIC.br com os outros parceiros também os prêmios são bem legais. O Eduardo já deu a lista aí no começo da live, não vou repetir.

Ó, não estou mandando ninguém ir embora, mas a gente tem o link também agora para vocês fazerem a avaliação do evento. O pessoal vai colocar aí na tela um QR Code, vai colocar no chat também o link para vocês conseguirem fazer a avaliação. É bastante importante para a gente que vocês façam essa avaliação. A gente olha isso com bastante cuidado e com bastante carinho para a gente ir melhorando as próximas lives. Então, é importante a gente saber o que deu errado, o que deu certo, vocês podem colocar. É muito curta essa avaliação. É uma nota que a gente pede de 0 a 10 para a live e tem um espaço para comentários lá. Vocês podem colocar lá alguma coisa que vocês acharam ruim ou alguma coisa que vocês acharam muito boa também. E está tudo certo. Tá bom? Mas não é para ir embora agora, não, hein? Vocês podem ir já fazendo avaliação. Quem quiser deixar para fazer mais no finalzinho, porque agora a gente tem a parte em que o pessoal vai voltar ao vivo.

O certificado de participação, vocês estão recebendo ainda os e-mails, aí quem ainda não confirmou é necessário confirmar por e-mail até às 2h da tarde. A gente dá um tempinho ainda depois que a live termina para vocês irem lá no e-mail. Às vezes a pessoa está assistindo no celular, não está no computador, não consegue acessar o e-mail de forma fácil, não quer perder tempo agora, parar de prestar atenção no conteúdo aqui para acessar e-mail e fazer isso. Pode fazer depois que a live termina e clicar lá e procurar lá o e-mail, e clicar na presença, vamos dizer assim. Você estava presente aqui na live, tal. E daí vocês vão ter o certificado de participação também.

Eu acho que esses eram os avisos. Ah, deixa eu pedir aqui. Olha, a gente tem 657 likes. Tem mais gente que isso assistindo, se vocês gostaram, gente, deixa o like. Quem gostou deixa o like. Quem gostou e não deixou like ainda deixa o like. Eu sei que muita gente também não está inscrita no nosso canal ainda. Convido a se inscrever para acompanhar esses conteúdos técnicos, para acompanhar os outros conteúdos do NIC.br. O NIC.br tem muito conteúdo legal, muito conteúdo de qualidade no canal. Convido vocês a se inscreverem e ativarem o sininho. E até para dar uma olhada nos links dos outros

curso da Semana de Capacitação, de amanhã, depois. Hoje a gente teve esse curso mais básico. Foi até um pedido específico meu para a equipe, que eu queria que fosse dada essa introdução sobre roteamento, que o pessoal explicasse como funciona os roteadores por dentro, que o pessoal explicasse a função do roteamento, função do roteamento interno, a função do BGP, para dar essa introdução, essa base, essa nivelada. Os cursos do restante da semana são com parceiros externos, são outros palestrantes, não é o pessoal da própria equipe aqui do NIC. É o pessoal de fora que está dando os cursos. E são cursos um pouco mais avançados, muito legais. Mas essa introdução de hoje eu espero que vocês tenham gostado dela e que tenha sido proveitosa. Acho que ela vai ser importante para o restante da semana. Vocês podem ir lá no YouTube e já ativar o sininho para essas lives de amanhã, de quarta-feira, de quinta, de sexta, para não esquecerem do curso, para o YouTube avisar vocês: "Ó, pessoal, a live está acontecendo, tal, está começando". Convido vocês a fazerem isso: se inscreverem no canal, ativarem sininho do canal, ativarem o sininho dos cursos.

O que mais? Acho que é isso. Ah, mais uma coisa só. Sei que muita gente gosta de ir no LinkedIn, no Facebook depois e mostrar o certificado: Participei da live aqui, participei do curso. E é legal para a gente, é legal ver isso. Às vezes a pessoa mostra o certificado, às vezes mostra o link, isso é legal porque quando a pessoa gosta do conteúdo e diz lá que o conteúdo é bom, e o que aprendeu naquela live, isso incentiva outras pessoas a irem lá e assistirem o conteúdo que está lá gravado e disponível, os slides disponíveis lá no site, tudo mais. Postem também o link, ou o link do site, do site da Semana de Capacitação, ou o link do vídeo do YouTube. Não posta só o certificado, não. Posta o link para a pessoa já clicar lá e já ver o conteúdo que vocês estão assistindo. O objetivo é esse, gente. Eu estou falando aqui, o Eduardo está rindo aqui nos bastidores aqui que eu estou pedindo isso, mas é importante. Porque a gente tem bastante trabalho, a equipe tem bastante trabalho para preparar esse conteúdo, e modéstia bem à parte, é um conteúdo de qualidade, é um conteúdo que a gente quer que chegue para as pessoas, a gente quer que ajude a capacitar os técnicos, os estudantes e tal. Então quanto mais vocês que estão aqui acompanharam e viram o quanto é bom divulgarem, para mais gente vai chegar.

Bom, eu já falei demais. Então eu vou chamar aqui agora de volta e agora ao vivo, agora não é mais gravação, o Eduardo, o Lucas e o Tiago. Eu vou sair aqui da tela. Vem o Eduardo, o Lucas e o Tiago. Vão ficar os três aqui na tela e eles vão acompanhar o chat e responder as perguntas de vocês agora. Até mais, gente.

SR. EDUARDO BARASAL MORALES: É, pessoal, se vocês tiverem alguma dúvida, pode mandar no chat que a gente vai respondendo. A gente está com o tempo um pouco estourado, a gente não vai conseguir responder todas as perguntas, mas muitas delas a gente já respondeu no chat. Então só dá uma corrida lá no chat que você vai achar a sua resposta, tá? Então, queria só complementar a fala do Moreiras, falando que essa daqui foi uma introdução mesmo e que os outros dias vão ser mais específicos. É para você ter uma base de conhecimento. Então aqui a gente explicou um pouquinho por cima como funciona o roteamento interno do OSPF e IS-IS, amanhã você vai aprender a configurar. Então não deixa de se inscrever e aprender sobre o OSPF e IS-IS. Depois, na quarta, vai ter de MPLS, na quinta, de Segment Routing, e na sexta de BGP, que também a gente já comentou aqui um pouco. Então, não deixa de inscrever para assistir como funciona especificamente cada um desses protocolos, dessas técnicas.

Bom, voltando para as perguntas. Eu vi aqui que tem uma pergunta do Carlos Perez: "Você tem curso de IPv6?". O NIC.br tem curso de IPv6 EAD, você pode se inscrever, é gratuito, você faz no seu tempo, e o pessoal deve estar colocando aí no chat agora. Carlos, se você quiser, pode se inscrever. Você faz lá as provinhas, passando as provinhas, você ganha um certificado IPv6.

Bom, teve uma pergunta do [ininteligível] Teles Monteiro perguntando: "Essa Rota Default define o melhor caminho?". Não, a Rota Default, como a gente disse, na escolha do roteador, ela é a que tem a menor prioridade, tanto é que ela é um /0, menos específica. Você pega /0 no IPv4, /0 no IPv6, qualquer rota que é /1, 2, 3 está melhor. Ela é a menos específica. Quando você não tem nenhuma outra rota na sua tabela de roteamento, só tem a Rota Default, ela vai ser o melhor caminho. Porém, se tiver qualquer rota, ela vai ser melhor do que a Rota Default. Então, Jeft(F), espero ter respondido sua pergunta. Lucas quer comentar a próxima?

SR. LUCAS JORGE DA SILVA: Comento, sim. No caso, a pergunta que eu selecionei aqui é do William Martins. Ele perguntou: "SDN Data Plane todos os dispositivos têm que ser do mesmo fabricante?". E eu respondi no chat, mas respondendo aqui em vídeo também: não precisa. Única coisa que você tem que verificar na hora de fazer esse tipo de topologia é se eles têm a compatibilidade entre os protocolos de comunicação. Ou seja, se aqueles seus dispositivos que estão ali no Data Plane conseguem se comunicar com o controlador STN. Pode ser que tenha alguns dispositivos que usem protocolos diferentes para essa comunicação, aí realmente eles não vão funcionar. Porém, se tiverem o uso do mesmo protocolo de comunicação, mesmo que for ali de vendor diferente, vai funcionar, sim, tá? Agora Tiago, né?

SR. EDUARDO BARASAL MORALES: Tiago, quer chamar a próxima pergunta?

SR. TIAGO JUN NAKAMURA: Olá, pessoal. Bom dia. Vou falar da pergunta do Ricardo Souza Cortez. Ele perguntou: "Em um cenário de três operadoras distintas, se eu receber uma Rota Default das três, qual seria o critério de escolha para sair?". Na verdade, isso é um cenário que acho que é comum às vezes a gente receber, né? E a gente tem que tomar um cuidado porque na Rota Default, ela não foi feita para ser um critério de desempate. Ela é feita para ser um critério, realmente, assim, de último caso. É uma Rota Default. Então, ele vai olhar na tabela de rotas, ele vai ver: "Tem alguma rota que eu conheço? Pô, não conheço nenhuma rota para aquele destino". Se eu não conheço nenhuma rota, eu vou usar a rota padrão como último recurso. Então, não é interessante muitas vezes a gente ter várias Rotas Default porque a gente perde a questão de critérios de decisão de caminho, tá? Rota Default não serve para fazer escolha do melhor caminho, né? O Eduardo até comentou um pouco antes agora, quando eu receber três Rotas Default, o que vai acontecer? Provavelmente, vai ser de acordo com a ordem que você recebeu ela. Então, a primeira Rota Default que você receber vai ser a usada ou a última que você receber vai ser utilizada, e as outras, elas vão ser descartadas, né? Descartadas no sentido: ela não vai ser utilizada. Ela vai ficar lá na tabela de rotas, mas ela nem vai ser ativada, né? Ela vai aparecer como rota inativa. Normalmente, quando a gente tem mais de uma saída para Internet, o ideal é a gente não trabalhar mais só com a rota padrão, mas utilizar também as tabelas BGP, porque aí a gente consegue justamente decidir qual é o melhor caminho. Tudo bem? O Eduardo vai comentar agora?

SR. EDUARDO BARASAL MORALES: Vou comentar, sim. Tem uma pergunta aqui do William Martins: "Posso usar BGP para fazer um load balance?". Pode, pode sim, você vai trabalhar ali com os atributos do BGP, e você pode mandar uma parte para um lado, uma parte para outro. Isso você vai ver mais na sexta-feira, como você vai trabalhar com os atributos, mas você poderia trabalhar com rotas mais específicas ou menos específicas. Então, dando uma ideia por cima. Você pode pegar um /32 que você tem do IPv6 e quebrar em dois /33, então você manda para uma saída um /33 e uma outra saída um outro /33. Você está fazendo que parte do seu tráfego venha por um lado e a outra parte venha pelo outro lado, tá? E a mesma coisa você pode brincar com os local preferences nas suas rotas recebidas. Algumas você melhora de um lado, outras você melhora do outro. Então é possível, sim, você fazer um balanceamento com o BGP. Mas vou deixar mais para o pessoal da sexta-feira que vai apresentar sobre

isso. Gostaria até que você guardasse essa pergunta para fazer essa sexta-feira.

Teve até um outro do Jobson [ininteligível]: "Posso usar BGP na rede interna?". Na verdade, o BGP a gente tem o iBGP, que é de interno, e o eBGP, de externo BGP. Então o iBGP você pode usar ali na parte interna, afinal, ele é para ser utilizado dessa forma. Então, acho que essas são duas perguntas aqui interessantes da gente comentar. Quer comentar mais alguma, Lucas?

SR. LUCAS JORGE DA SILVA: Teve uma pergunta aqui que perguntou para nós aqui sobre conteúdos de SDN, se tem no site, no nosso canal. E tem, sim. Tivemos algumas palestras anteriores no YouTube. Eu vou colocar o link mais uma vez no chat, para quem não viu, onde tem alguns exemplos práticos de SDN em operadoras e também a parte de mitigação de ataque. Então quem tiver dúvida ainda de como funciona o SDN no provedor ou algo do tipo consegue pesquisar no nosso canal, tem bastante conteúdo. Pelo tempo, não vai dar para nós comentarmos isso. Mas vocês fiquem à vontade para ver nosso conteúdo. Tiago.

SR. TIAGO JUN NAKAMURA: Eu vou comentar aqui só uma última pergunta do Eric Fernando, que é com relação ao desempate com local preference, né? Que ele falou aqui, no exemplo dele, ele fez cinco rotas, e uma não ficou como preferencial, se teria outro critério para desempate. O ideal é você olhar na especificação do seu fabricante um diagrama de decisão de melhor caminho. Todo equipamento, ele tem esse mapa, tá? E varia de equipamento para equipamento, por quê? O BGP, ele tem atributos que são bem conhecidos, que todo mundo tem que saber trabalhar, e tem atributos que são opcionais, tá? E esse não é obrigado a qualquer equipamento necessariamente saber trabalhar com esse atributo. Então muda de equipamento para equipamento, e aí é bom você sempre olhar a especificação do seu equipamento para ver quais são os atributos que ele suporta. No caso do local preference, normalmente, a gente tem critérios de decisão, costuma ser: o primeiro e mais forte, a rota mais específica, o local preference; e um outro parâmetro que a gente costuma chamar de weight. Mas o weight tem que tomar cuidado, porque ele não faz parte do BGP. Ele é um parâmetro à parte do roteador, que tem um comportamento parecido, mas só que ele não faz parte dos atributos do BGP. Então tem que dar uma olhada nas configurações do seu equipamento e lembrar que o local preference, o weight, ele vale só para rotas que você está recebendo, né? Ele não é usado para rotas que você está enviando. Então, isso vai ficar um pouco mais claro nos próximos dias. A gente vai ter um pouco mais de aprofundamento no roteamento durante a semana. Então fique aí

antenado nos próximos dias para ver se você consegue esclarecer melhor aí o seu cenário. Tudo bem?

SR. EDUARDO BARASAL MORALES: Tem mais uma pergunta que eu gostaria de comentar.

SR. TIAGO JUN NAKAMURA: O Eduardo vai fechar?

SR. EDUARDO BARASAL MORALES: Que é do Franklin Dias dos Santos, que ele falou: "A base do conhecimento que foi dada especificamente para Mikrotik podemos usar em outros roteadores?". Sim, pode. Aqui a gente escolheu Mikrotik para dar um exemplo, mas a base de conhecimento você extrapola ela para outros roteadores. As configurações mudam, né? Porque cada uma tem sua lista de comandos, mas o conhecimento ali, ele serve para todos, como funciona os protocolos. Afinal, isso tudo é definido em RFCs, em documentos padronizados. Então o que a gente explicou aqui para um roteador, ele é extrapolado para outros roteadores, tirando algumas coisas que são específicas, que são comandos que são dados no roteador. E eu não sei se vocês perceberam, né? A gente não quer influenciar na escolha de nenhum roteador. Por isso que a gente fez essa semana cada um dos dias com roteadores diferentes. Então hoje a gente está trabalhando com Mikrotik, dando alguns exemplos, amanhã vai ser com Huawei, depois vai ser com Datacom, depois vai ser com Cisco, depois vai ser com Juniper. Por quê? A gente não quer que vocês fiquem fixados em uma tecnologia de um roteador, mas sim no conhecimento que está sendo transmitido utilizando aquele roteador. Então a gente quer mostrar os conceitos, e depois você pega ali para o seu vendedor e para o seu fabricante favorito e vê o equivalente, o comando equivalente. Mas o conhecimento você já adquiriu, tá? Isso que é importante aqui. A gente não quer dar preferência para um roteador. Por isso que a gente fez os tutoriais cada um diferente.

Bom, a gente já está meio sem tempo, estourando já, é meio-dia, que a gente já está para terminar nossa live. Eu gostaria de devolver a fala para o Moreiras. Mas, antes, gostaria de chamar o videozinho do Cidadão na Rede para a gente finalizar a nossa live aqui. Então pode tocar o videozinho.

[exibição de vídeo]

SR. ANTONIO MARCOS MOREIRAS: Bom, gente, chegamos ao final da live. Eu vou pedir para o pessoal colocar de novo o QR Code da avaliação, de novo para vocês aí, é bastante importante para a gente que vocês façam essa avaliação. Ela é muito rápida, muito pequena. A gente não vai pedir três páginas de questionário para

vocês, não. É só uma nota de 0 a 10, isso é o mais importante. Se vocês quiserem, um comentário ou algum ponto que gostaram muito ou algum ponto que foi muito ruim na live que vocês precisam que a gente melhore para as próximas. Os certificados estão abertos, vocês podem fazer confirmação da presença para ganhar certificado até às 2h da tarde. Se alguém tiver algum problema, não recebeu o link, alguma questão desse tipo, manda o e-mail para eventos@nic.br. Daí o pessoal lá vai tratar o caso específico. Mas dá uma olhada na caixa de spam antes, se o e-mail não caiu lá, dá uma olhadinha se não vai chegar aí nos próximos 30 minutos: "Ah, não chegou até 12h30. Não tem nenhum link, já olhei na caixa de spam, eu quero muito o certificado e tal". Manda um e-mail para eventos@nic.br falando do problema, que o pessoal trata. Tá bom?

Hoje a gente teve, então, um dos sorteios aqui do kit NIC.br. E o ganhador foi o William Gustavo S. Oliveira. William Gustavo S. Oliveira. Então o pessoal da organização vai entrar em contato com você, William, para combinar o envio desse kit aí.

O que mais, gente? A gente tem o resto da semana, da Semana de Capacitação, esse é o primeiro dia, não esqueçam. Eu já falei, o Eduardo repetiu aí, que a gente vai ter muitos cursos nessa semana, todos ligados a roteamento ainda. Amanhã é o OSPF e IS-IS, conceitos e diferenças entre protocolos para melhor uso em sua rede com roteador Huawei. Certo? E a gente tem outros eventos próximos, né? A gente tem o Intra Rede no dia 13 de abril, que é gestão de redes de alta performance. A gente está chamando o pessoal da diretoria aí, CEOs, a gente está chamando o pessoal aí de alguns provedores de destaque para vir falar de temas que eles acham relevantes aí de provedores. Vai ser uma live bem legal. Daqui a... Logo, logo, a gente coloca a programação dela no ar, mas eu já digo para vocês anotarem na agenda aí e reservarem essa manhã, porque vai ser bem interessante. E a gente está retomando eventos presenciais agora. A gente tem IX Fórum Regional para a região Centro-Oeste, que vai ser em Brasília, no dia 29/4. Então é um evento técnico. Tem bastante palestras do NIC.br nesse evento com temas técnicos mas também tem algumas palestras convidadas lá, o Netflix, por exemplo, vai estar presente falando das ocas, falando da participação deles no OpenCDN Brasília. A Ican vai estar presente no evento. Então vai ser um evento muito legal. Pessoal aí de Brasília, pessoal de Goiânia, pessoal de toda a região Centro-Oeste, dá uma olhada no site do evento, na programação, e, se puder, participe. É um evento presencial. Esse não vai ter transmissão, não vai ser híbrido, certo? É o nosso retorno aos eventos presenciais.

Eu quero aqui agradecer novamente aos nossos patrocinadores. Dattas Links IP, Servidores e Data Center; FiberX; Globo; Ican;

Semana de Capacitação On-line - 4ª Edição
Curso: Importância do roteamento para a arquitetura da Internet com
Mikrotik - 28.03.2022

Netflix; 4Linux; Solintel VLSM; Cisco; e aos nossos apoiadores de mídia aqui. Temos apoio de mídia da Revista RTI, da Infra News Telecom e da Novatec Editora. É, gente, é isso. Terminamos a live de hoje aqui. Espero todos amanhã. Agradeço a todos a presença. Até mais. Até amanhã. Tchou, tchau, gente.