

Redes de Computadores

Introdução às
Redes Definidas por Software (SDN)

Prof. Rodrigo de Souza Couto

Bibliografia

- Esta aula é baseada no seguinte trabalho:
 - [1] Diego Kreutz, Fernando M. V. Ramos, Paulo Verissimo, Christian Esteve Rothenberg, Siamak Azodolmolky, Steve Uhlig. *Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey*. Proceedings of the IEEE, 2015.

Planos de Funcionalidades em Redes de Computadores

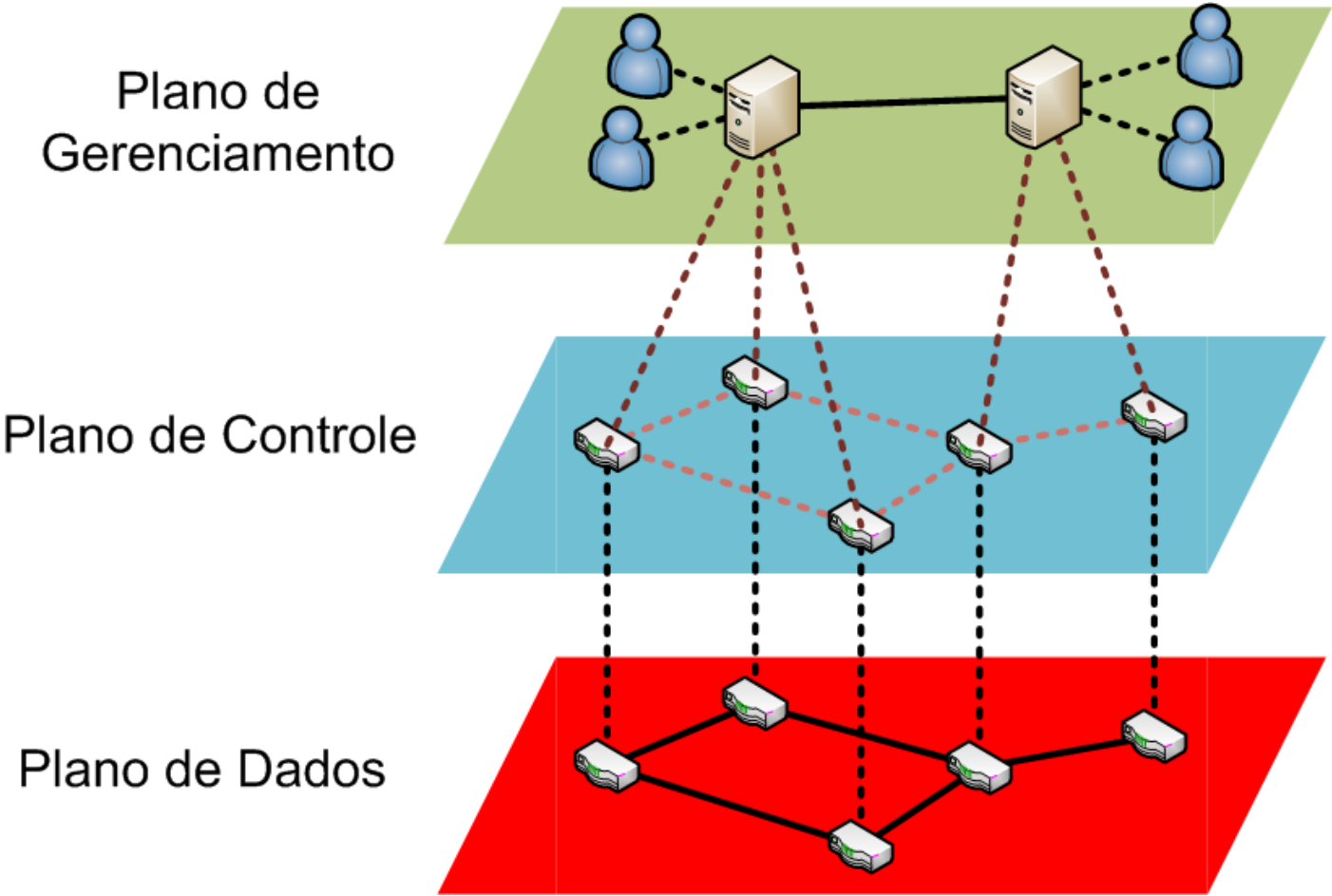


Figura adaptada de [1]

Planos de Funcionalidades em Redes de Computadores

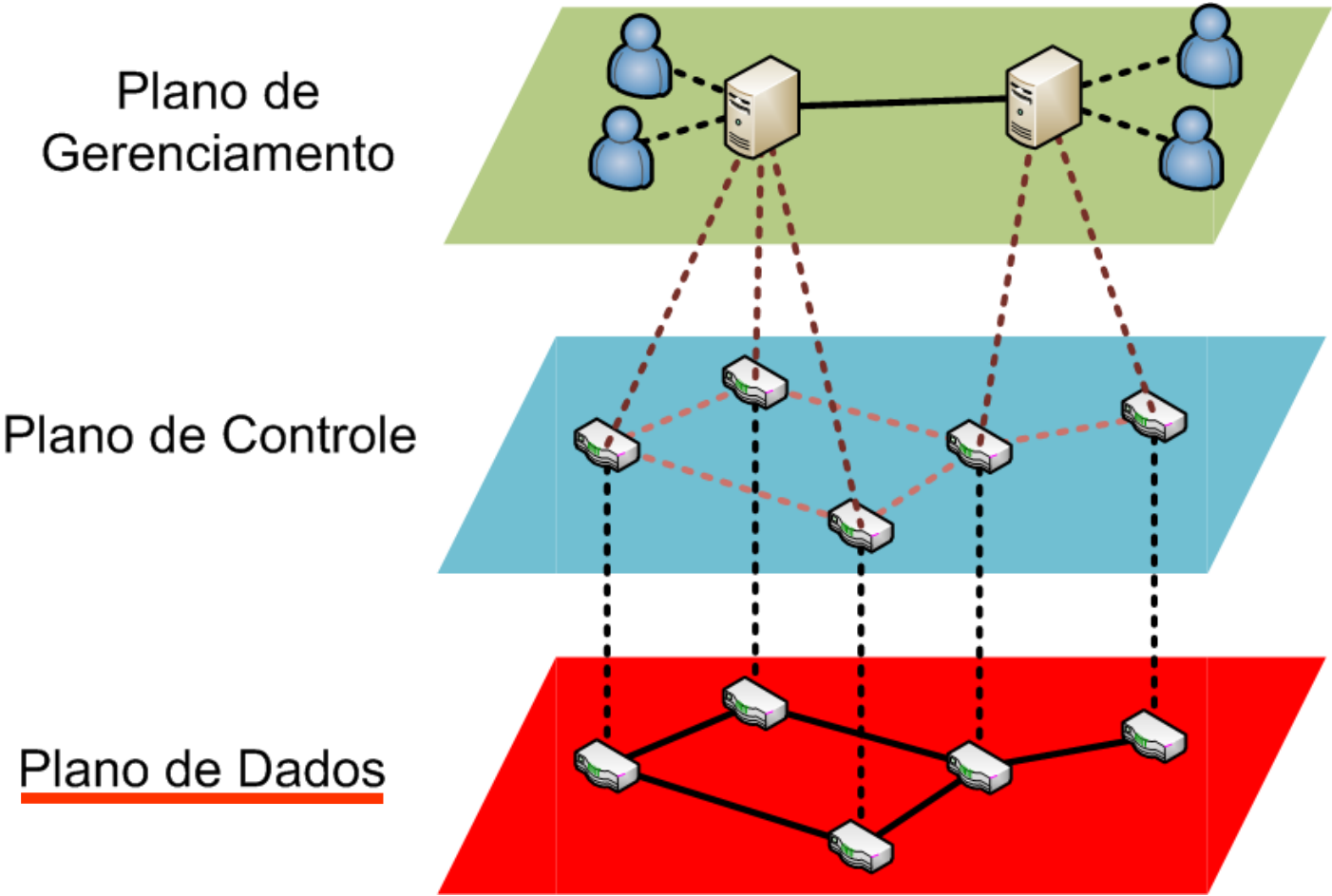


Figura adaptada de [1]

Plano de Dados

- Encaminha dados entre as interfaces do equipamento de rede
 - Verifica tabelas que indicam interface de destino dos dados

Quais são as funções básicas dos planos de dados de roteadores e comutadores convencionais?

Plano de Dados

- Encaminha dados entre as interfaces do equipamento de rede
 - Verifica tabelas que indicam interface de destino dos dados
- Exemplos
 - Plano de dados de roteadores
 - Verifica, através do IP de destino e da tabela de roteamento, em qual interface o pacote será encaminhado
 - Plano de dados de comutadores
 - Verifica, através do MAC de destino e da tabela de comutação, em qual interface o quadro será encaminhado

Planos de Funcionalidades em Redes de Computadores

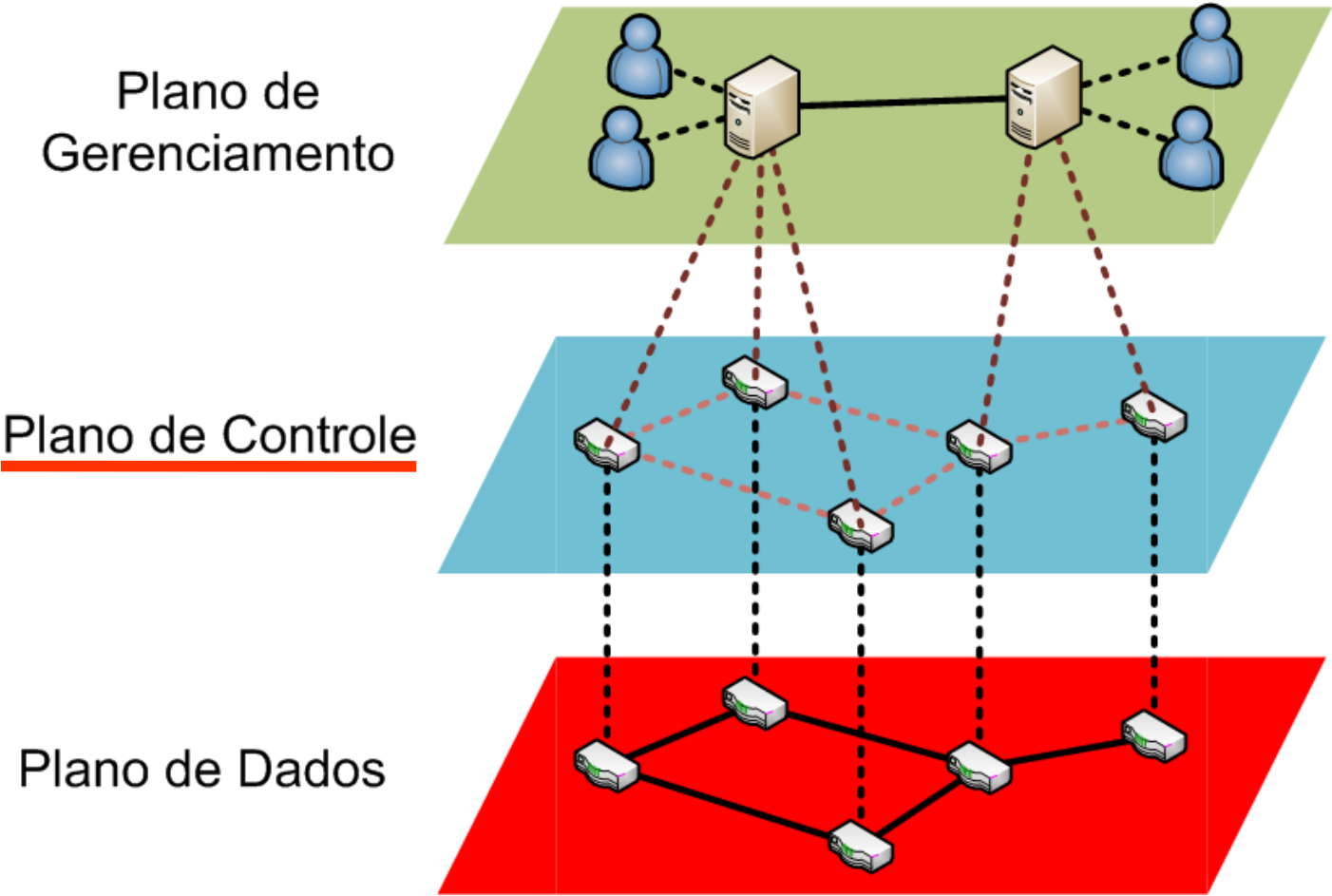


Figura adaptada de [1]

Plano de Controle

- Protocolos utilizados para preencher as tabelas de encaminhamento dos elementos no plano de dados
- Planos de controle de diferentes dispositivos de rede podem se comunicar para definir os conteúdos das tabelas de encaminhamento

O que representa os planos de controle de roteadores e comutadores convencionais?

Plano de Controle

- Exemplos
 - Plano de controle em roteadores
 - Protocolos de Roteamento
 - Construção da tabela de roteamento
 - Trocam mensagens de controle entre roteadores para definir rotas na rede
 - RIP, OSPF, BGP, IS-IS, etc.
 - Plano de controle em comutadores
 - Mecanismo de autoaprendizagem
 - Construção da tabela de comutação
 - Baseado no MAC de origem de um quadro
 - Protocolo Spanning tree
 - Eliminação de laços (*loops*) na rede

Planos de Funcionalidades em Redes de Computadores

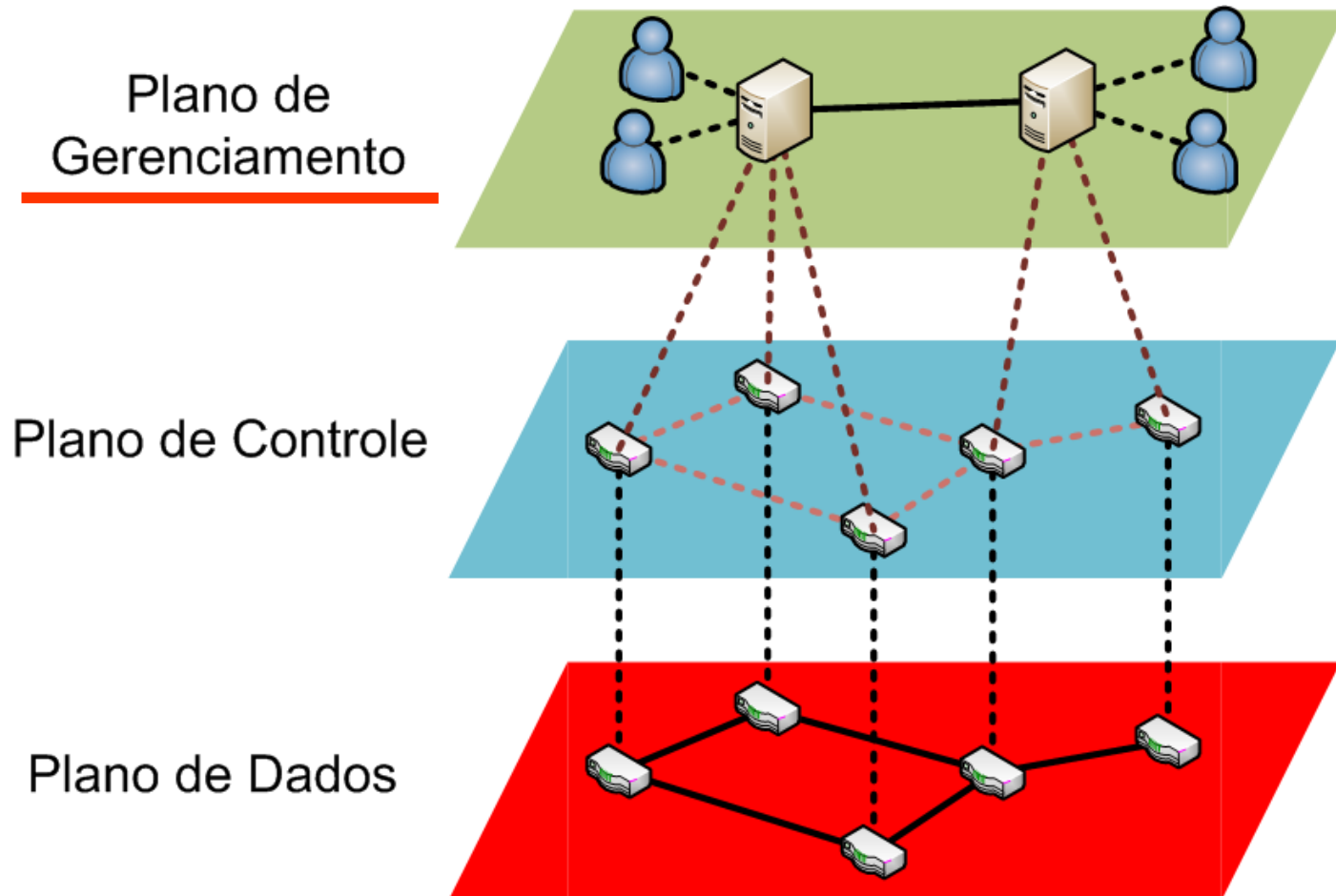


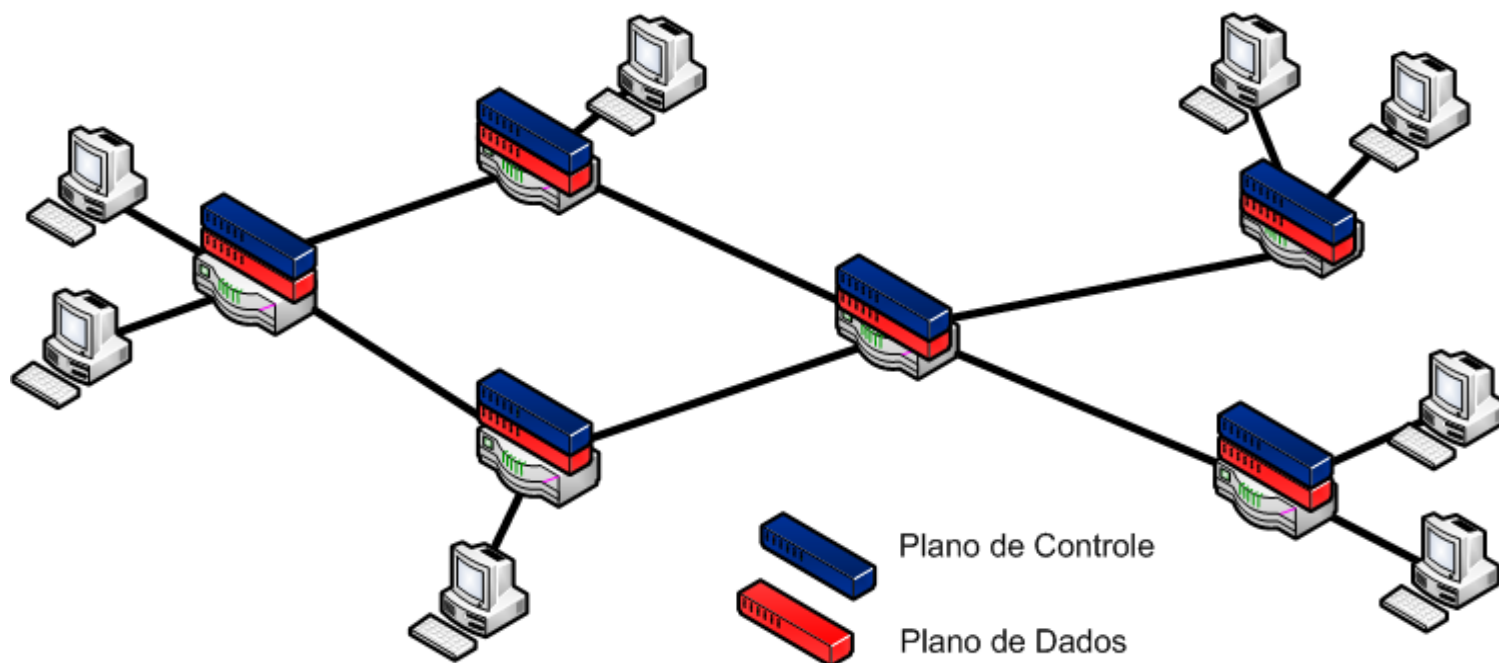
Figura adaptada de [1]

Plano de Gerenciamento

- Utilizado no monitoramento remoto da rede e na configuração do plano de controle
- Define as políticas de rede
 - Qual tipo de tráfego será negado
 - Qual o nível de QoS garantido
 - Entre outras
- Exemplos
 - Configurações manuais do gerente de rede
 - Protocolo SNMP (Simple Network Management Protocol)
 - NETCONF (Network Configuration Protocol)

Redes Tradicionais

- Cada dispositivo de encaminhamento executa um plano de dados e um plano de controle
 - Plano de controle deve atuar com algoritmos distribuídos



Redes tradicionais são complexas e difíceis de gerenciar

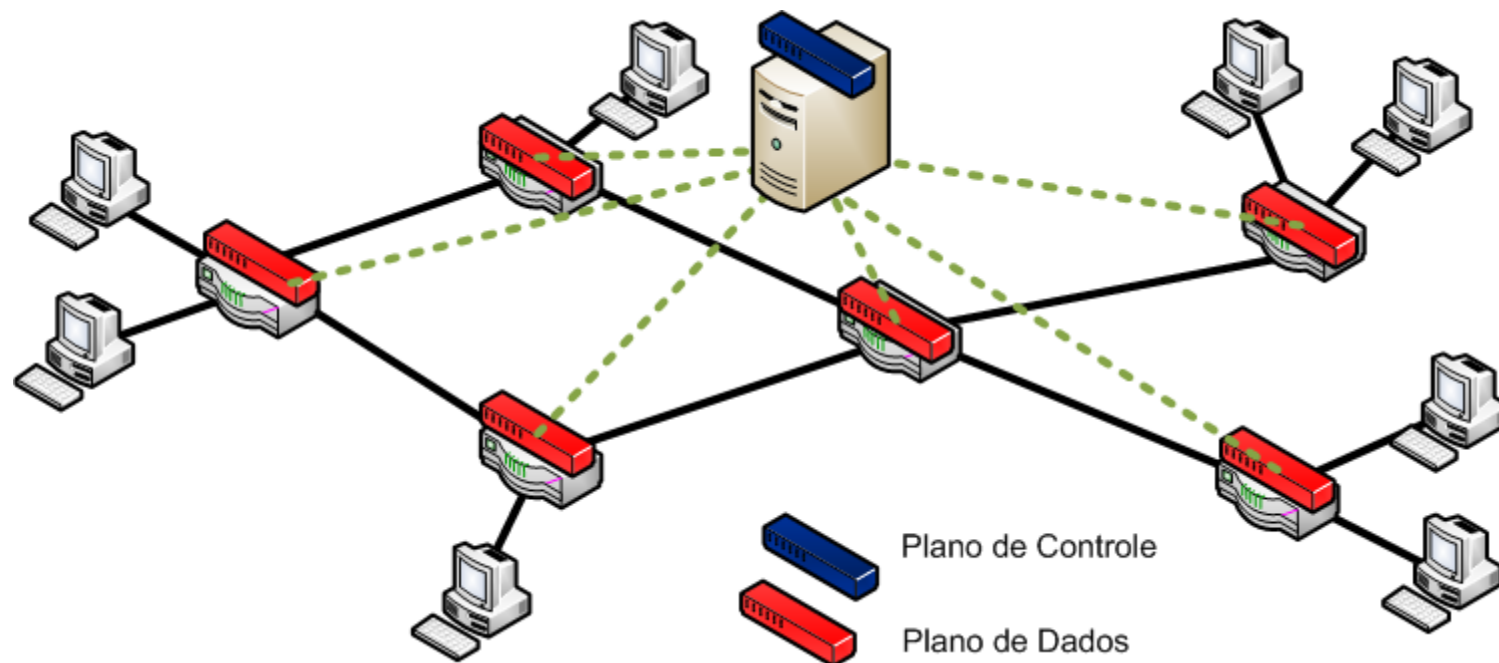
- Operadores precisam configurar **separadamente** cada dispositivo de rede
 - A configuração de políticas de rede complexas torna-se muito difícil e suscetível a erros
- Comandos de configurações são de baixo nível e específicos para cada fabricante
 - P.ex. não é possível configurar da mesma forma um dispositivo Cisco e um Juniper

Redes tradicionais são complexas e difíceis de gerenciar

- Configurações realizadas não se adaptam de acordo com as condições da rede
 - Redes tradicionais não se adaptam facilmente a mudanças de carga e falhas
 - Dificuldade de realizar engenharia de tráfego
- Mudanças no plano de controle são difíceis de implementar
 - Redes são integradas verticalmente
 - É necessário mudar o software de cada dispositivo de rede
 - P.ex. incluir um protocolo de roteamento diferente

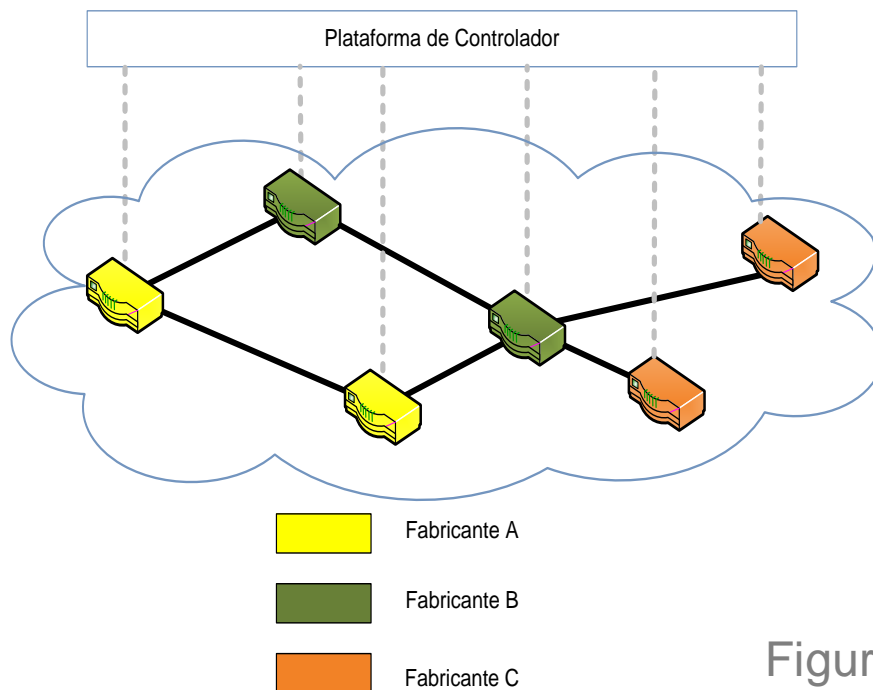
Redes Definidas por Software (SDN)

- Um controlador executa o plano de controle
 - **Atenção:** Isso não implica que o controlador seja fisicamente centralizado



Ideias básicas do SDN

- Quebra da integração vertical
 - Separação do plano de dados e de controle
 - Diferentes equipamentos de diferentes fabricantes podem operar sob um mesmo controle

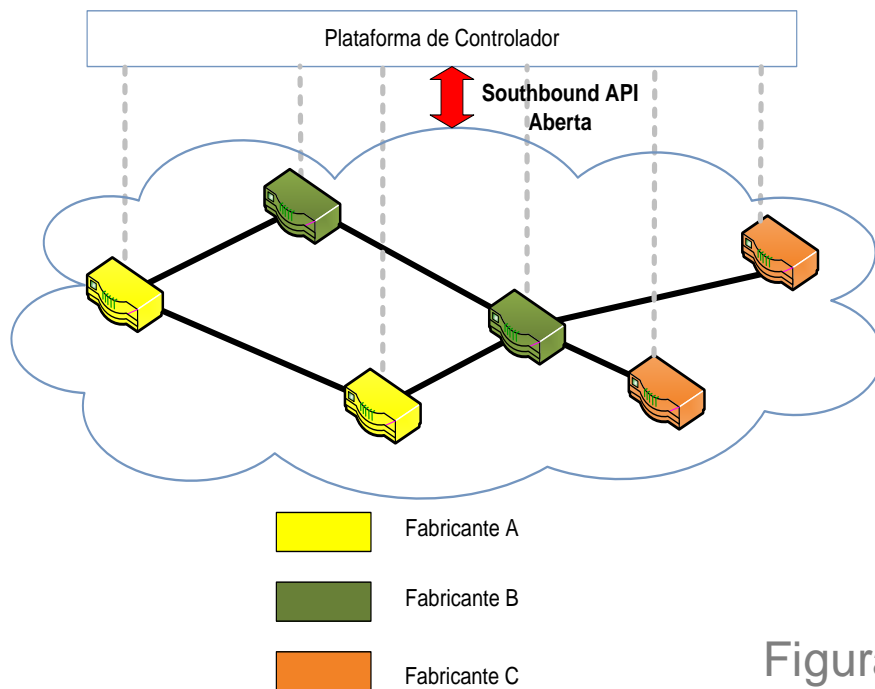


O que é necessário para isso ser realidade?

Figura adaptada de [1]

Ideias básicas do SDN

- Quebra da integração vertical
 - Separação do plano de dados e de controle
 - Diferentes equipamentos de diferentes fabricantes podem operar sob um mesmo controle



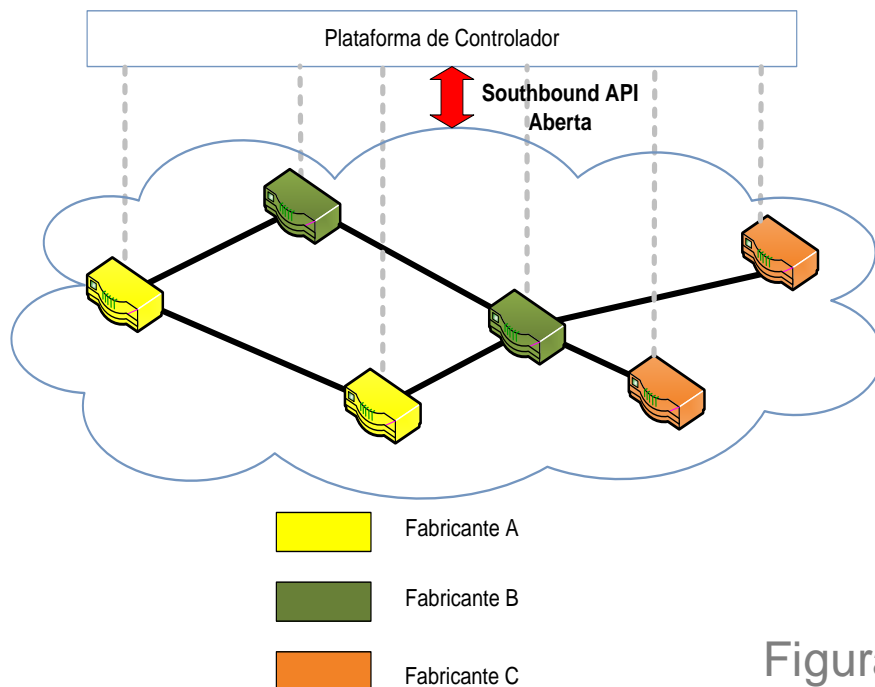
Uma API (Applications Programming Interface) para o controlador se comunicar com os comutadores

Ela deve ser aberta, para pode ser implementada por diferentes fabricantes

Figura adaptada de [1]

Ideias básicas do SDN

- Quebra da integração vertical
 - Separação do plano de dados e de controle
 - Diferentes equipamentos de diferentes fabricantes podem operar sob um mesmo controle



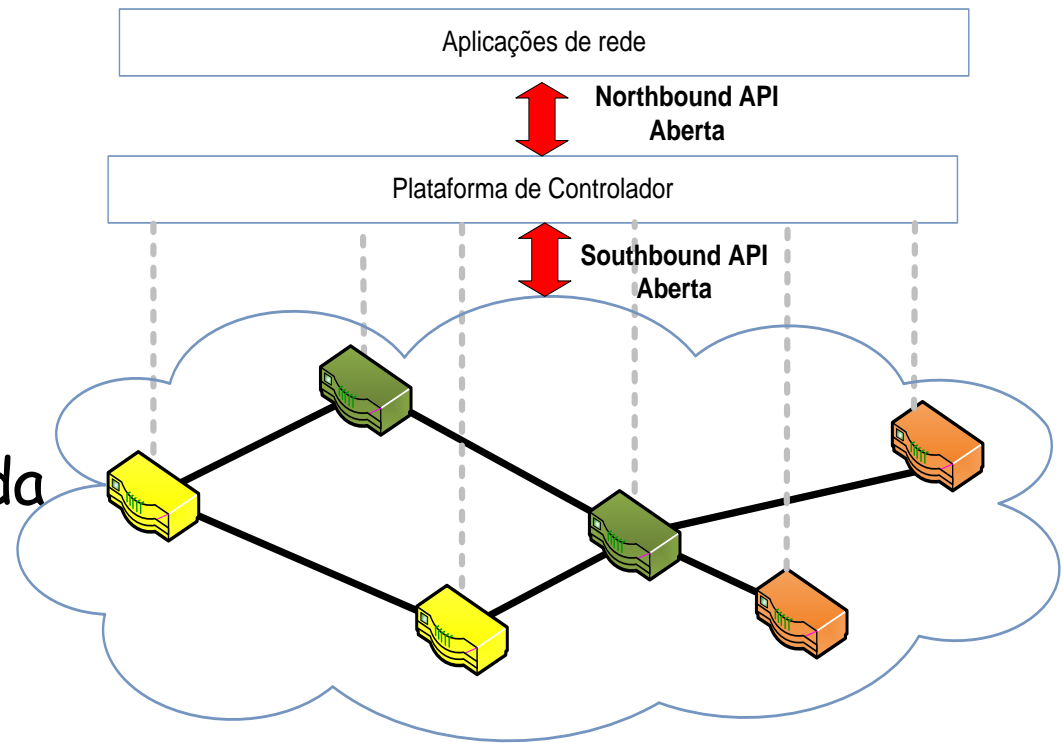
A Southbound API mais comum é o OpenFlow, visto mais adiante no curso



Figura adaptada de [1]

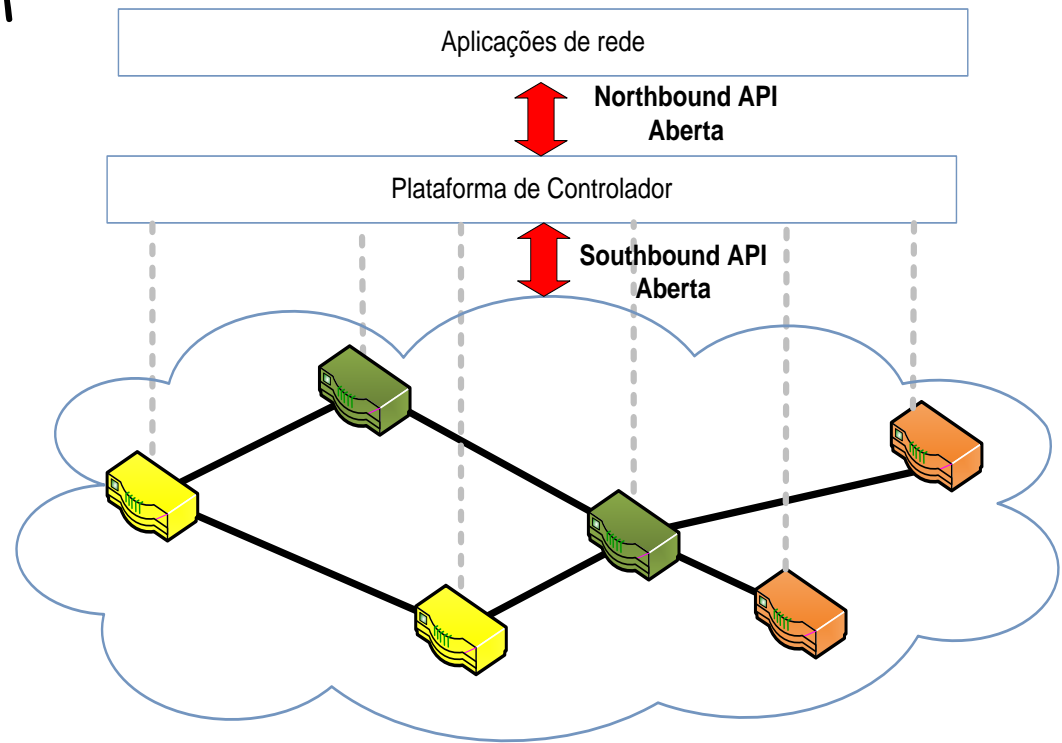
Ideias básicas do SDN

- Aplicações de rede programam a rede através de chamadas ao Controlador
 - Utilização de Northbound APIs
- Funções de controle da rede podem ser alteradas simplesmente escrevendo novas aplicações de rede



Ideias básicas do SDN

- Software do controlador é também chamado de "Sistema Operacional de rede"
 - Network Operating System (NOS)



Redes Tradicionais

Muitos tipos de dispositivo

- Diferentes dispositivos coexistem
- Novos serviços são adicionados por meio de middleboxes

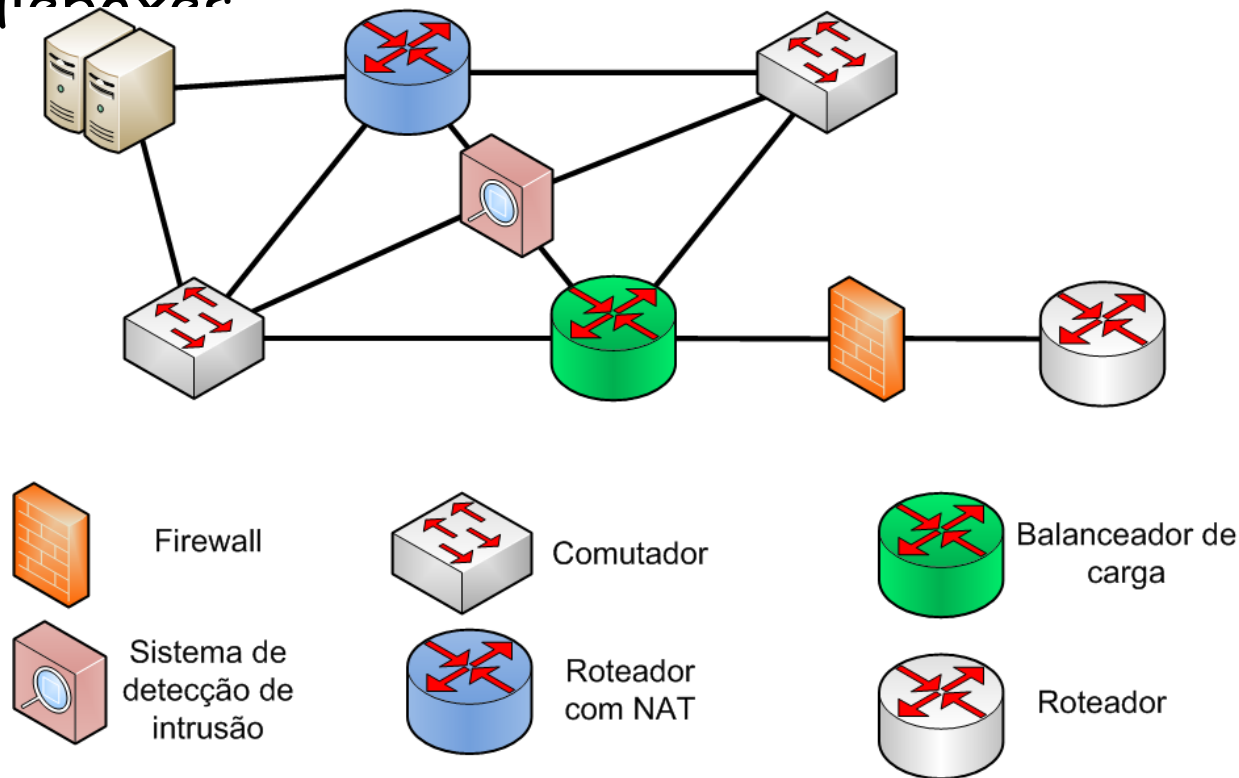


Figura adaptada de [1]

Redes SDN:

Unificação de dispositivos

- Dispositivos podem ser idênticos, mas com comportamentos definidos pela aplicação
- Uma nova aplicação na rede não necessita de mudança do dispositivo ou da adição de middleboxes

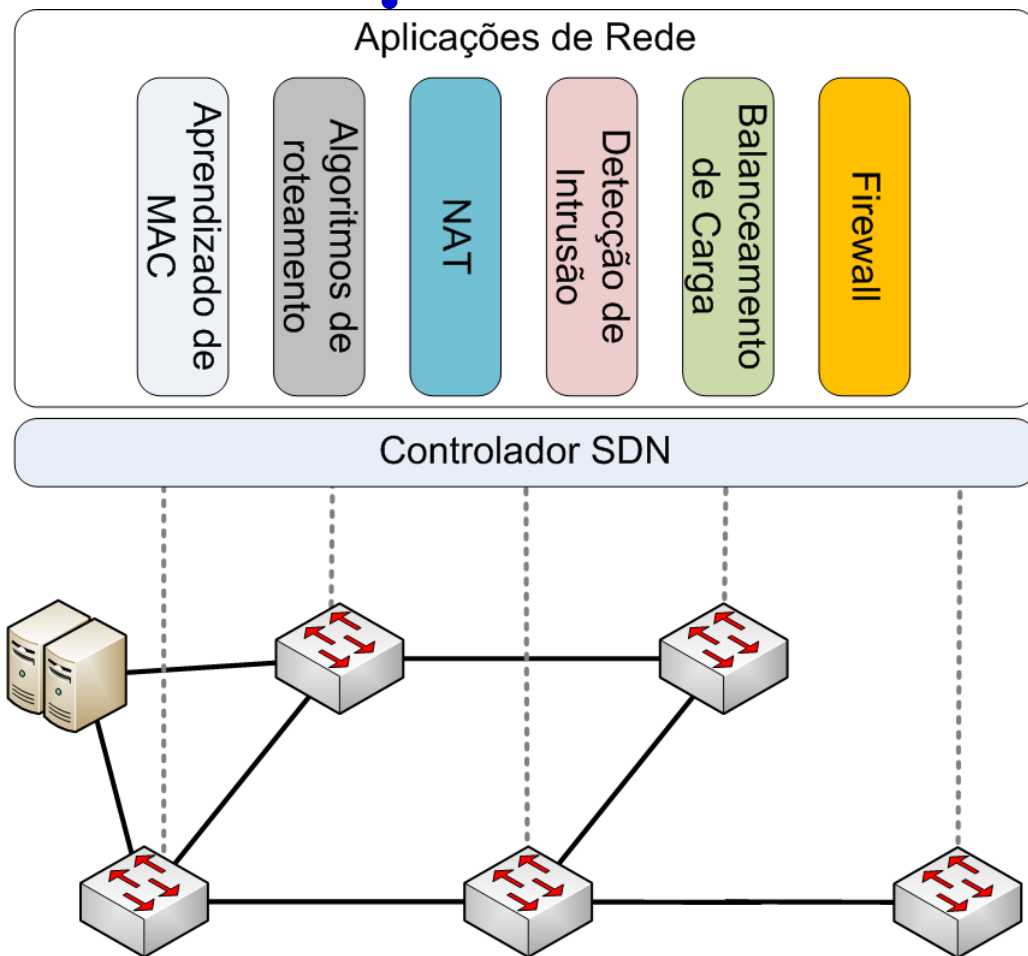
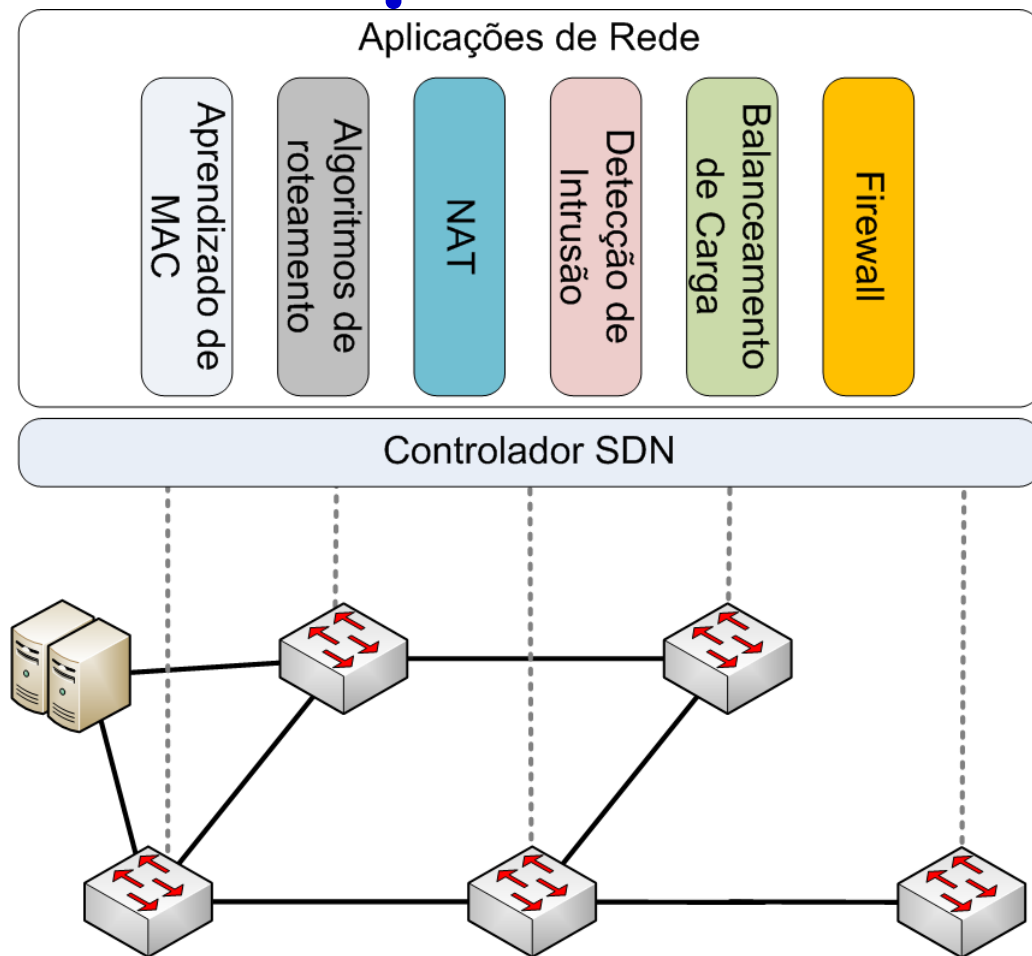


Figura adaptada de [1]

Redes SDN:

Unificação de dispositivos

- Com base nas aplicações, Controlador instala regras de fluxo nos dispositivos de encaminhamento



Vantagens do SDN

- Facilidade de configuração da rede
 - Plano de controle central pode ser configurado de acordo com uma determinada condição da rede
 - P.ex. Configuração se adapta com a carga da rede
 - Linguagem de mais alto nível para configuração
 - Configuração menos suscetível a erros
 - Todas as aplicações pode utilizar a mesma informação provida pelo plano de controle
 - Integração de diferentes aplicações pode ser mais fácil
 - P.ex. balanceamento de carga com roteamento

Vantagens do SDN

- Incentivo à inovação
 - Facilidade de reprogramar o plano de controle
 - Controlador possui uma visão global da rede
 - Facilita o desenvolvimento de aplicações
 - P.ex. a aplicação conhece toda a topologia da rede e a manipula com interfaces de alto nível

Definição de SDN em quatro pilares [1]

- 1) O plano de controle e o plano de dados são separados
 - Dispositivos de rede se tornam meros encaminhadores de pacotes
- 2) Decisões de encaminhamento são baseadas em fluxos, ao invés de simplesmente destino do pacote
 - Fluxo é definido com um conjunto de campos de um pacote, que atuam como critério de classificação, e um conjunto de ações associadas
 - P.ex. Encaminhar todos os pacotes para porta 80, com IP 152.67.89.4 pela interface 1
 - Permite unificar diferentes dispositivos de rede
 - Roteadores, comutadores, firewalls, middleboxes, etc.

Definição de SDN em quatro pilares [1]

- 3) A lógica de controle é movida do dispositivo de rede para uma entidade externa
 - Denominada "Controlador SDN" ou "Sistema Operacional de Rede (NOS - *Network Operating System*)"
 - Plataforma de software que executa em servidores comuns e fornece abstrações e recursos para programa a rede
 - Semelhante a um sistema operacional de computadores
- 4) A rede é programável por meio de softwares que executam sobre um NOS
 - NOS interage com o plano de dados pela SouthBound API
 - Principal motivador do SDN

Visão Geral da Arquitetura SDN

- Cada plano é dividido em camadas, que serão detalhadas ao longo dessa parte do curso

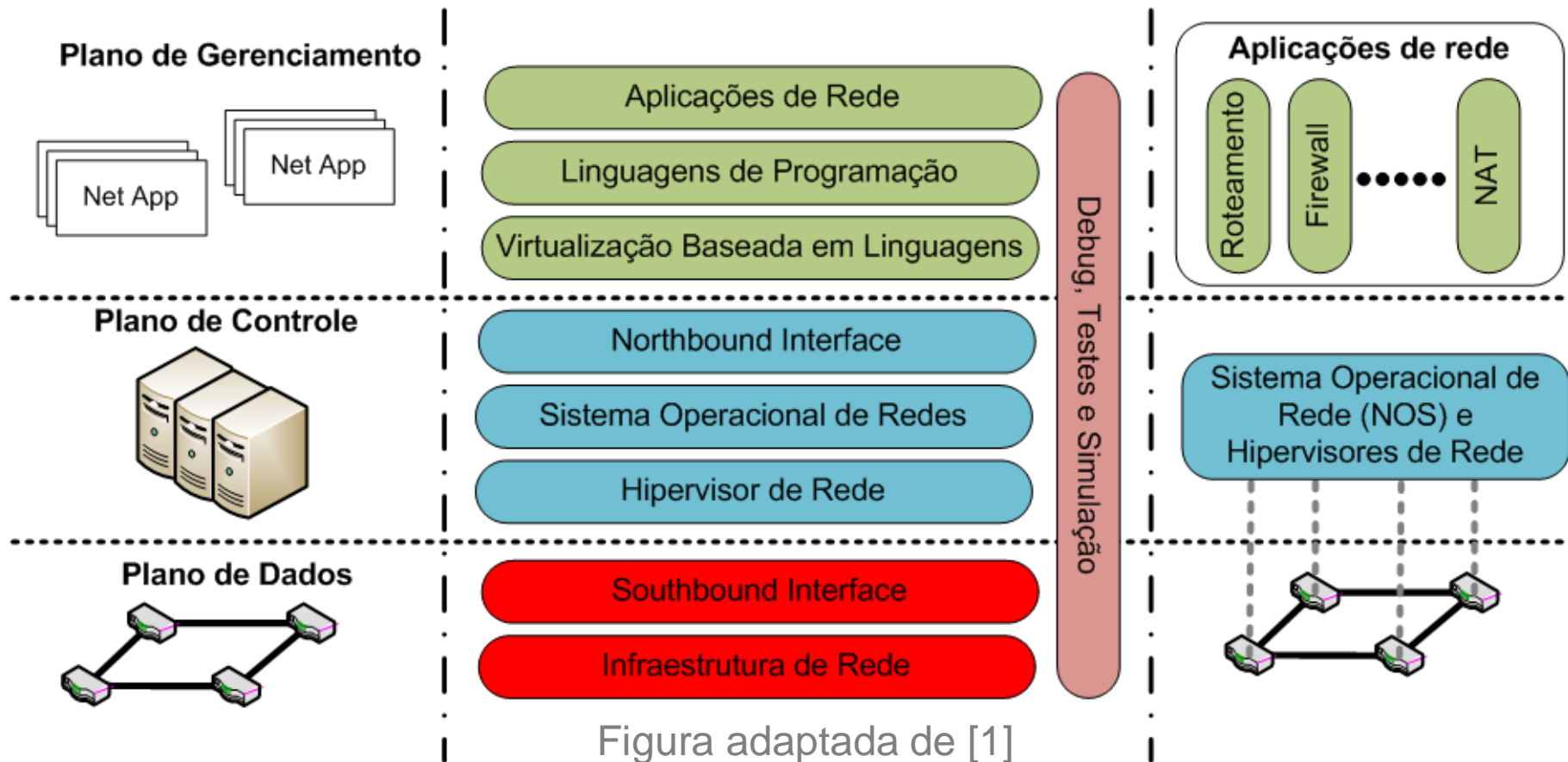
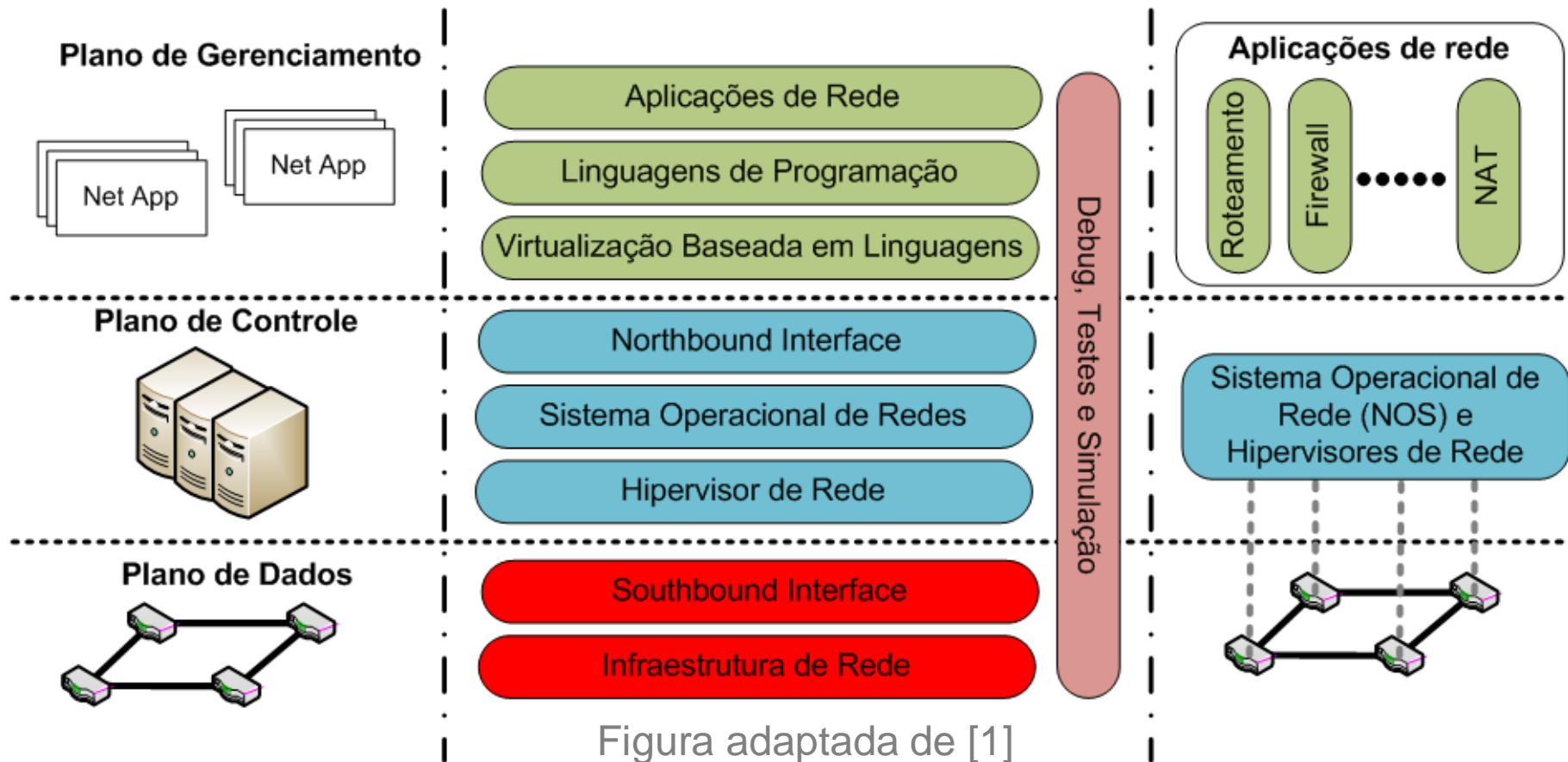


Figura adaptada de [1]

Visão Geral da Arquitetura SDN

- Algumas camadas podem não existir em alguns casos
 - P.ex. Hipervisor e Virtualização Baseada em Linguagens

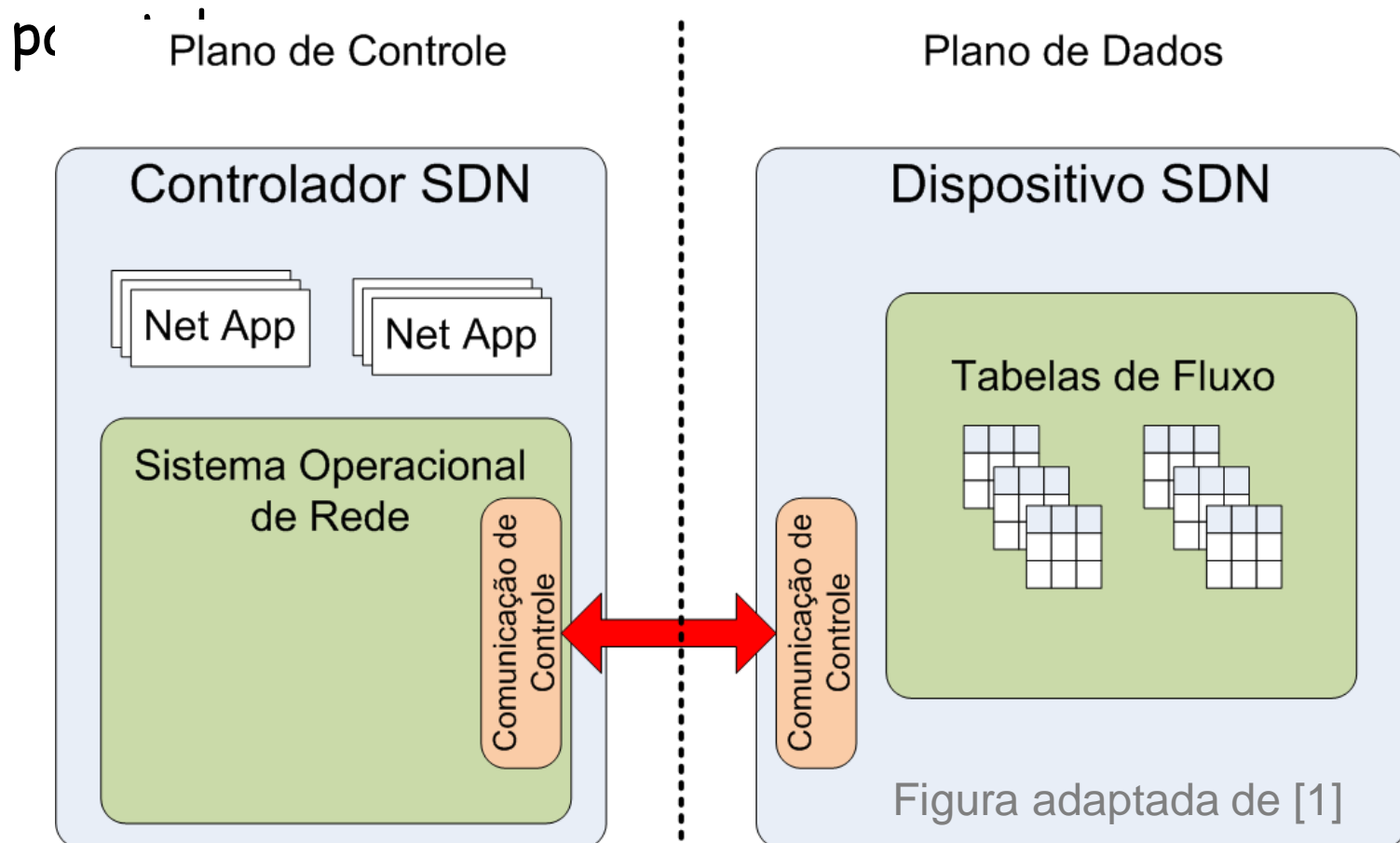


Plano de Dados: Infraestrutura de Rede

- Conjunto de equipamentos de rede
 - Simples elementos de encaminhamento
 - Não tomam decisões autônomas
 - São programados pelo controlador
 - Em comutadores com OpenFlow habilitado, a programação do Controlador é feita por tabelas de fluxo

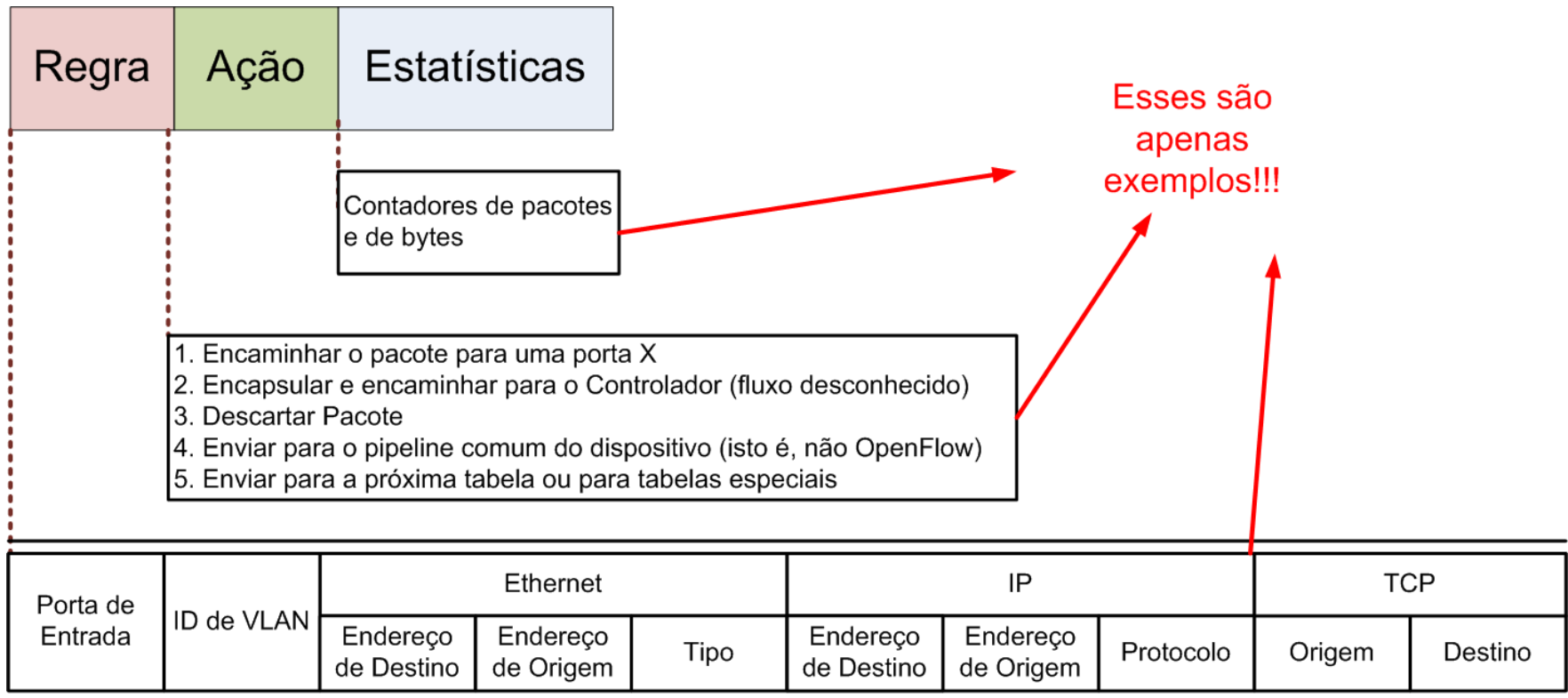
Infraestrutura de Rede : Esquema básico

- Tabelas de fluxo especificam o comportamento para cada fluxo. Definição de fluxo depende dos campos do



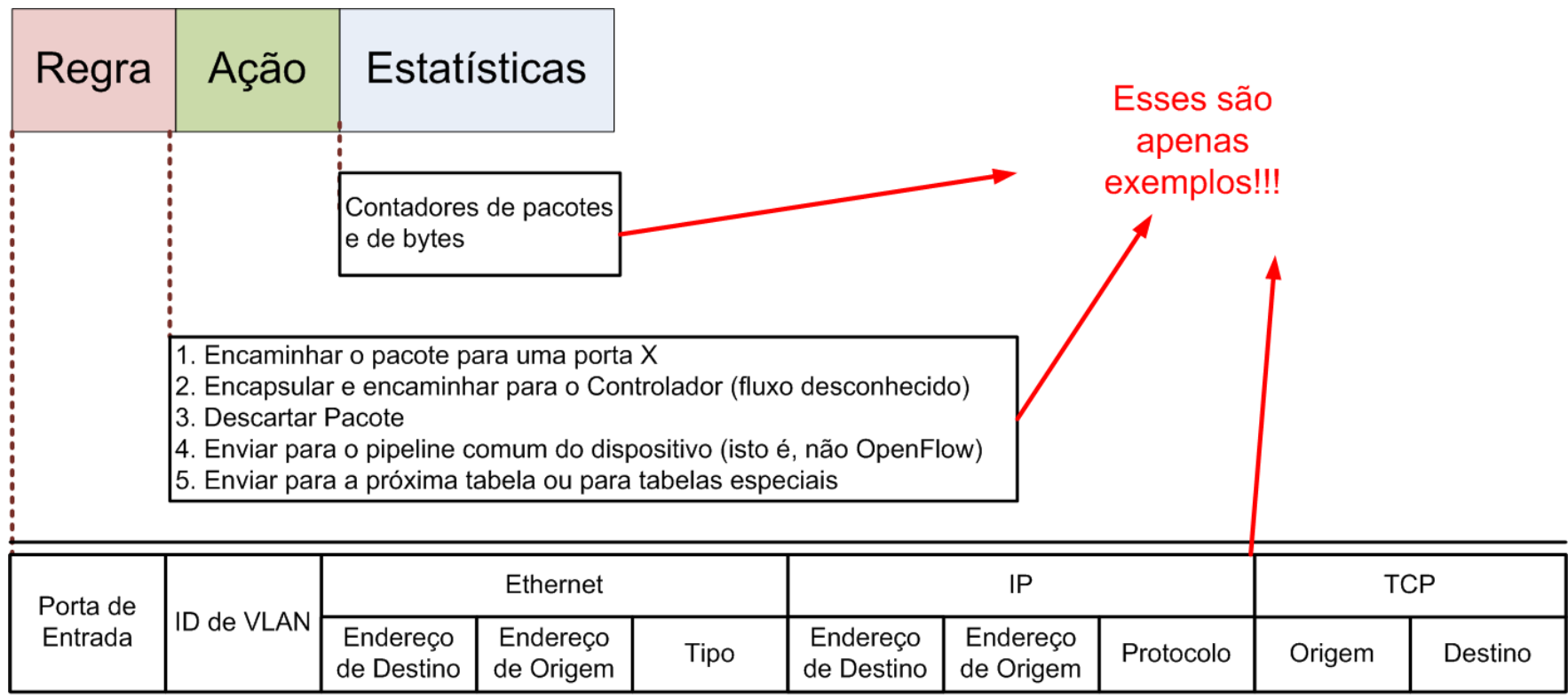
Infraestrutura de Rede : Tabelas de Fluxo

- Dentro de um dispositivo, uma sequencia de tabelas de fluxo definem como o pacote será tratado



Infraestrutura de Rede : Tabelas de Fluxo

- Note que, neste exemplo, o fluxo pode ser definido com informação de diferentes camadas



Infraestrutura de Rede : Tabelas de Fluxo

- Mais detalhes na aula sobre OpenFlow!

