15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

Controle de fluxo de dados utilizando redes locais virtuais em uma rede definida por *software*

JOÃO PEDRO DE. F. LOURENÇO[1], RICARDO C. C. FERRARI[2]
[1] Graduando em Bacharelado em Ciência da Computação, Câmpus Presidente Epitácio, joao.franca@aluno.ifsp.edu.br
[2] Orientador Professor Doutor, IFSP, Câmpus Presidente Epitácio, ricardoferrari@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.03.04-9 Sistemas de Informação

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo principal investigar redes definidas por *software* (SDN) com o intuito de criar uma rede mais eficiente e escalável, reduzindo o tráfego de dados. A proposta consiste em realizar o controle de fluxo de dados utilizando redes locais virtuais dentro de uma arquitetura de rede definida por *software*. A abordagem proposta é de natureza exploratória, organizada por meio de uma revisão bibliográfica de trabalhos relacionados e das ferramentas que se pretende utilizar para as configurações e testes. Dessa forma, busca-se analisar o comportamento do fluxo de dados para estabelecer seu controle adequado. Com os experimentos realizados, foi possível obter resultados significativos para o avanço do trabalho, como a captura de dados através do componente modificado do controlador POX e a criação de uma topologia de rede virtual utilizando o Mininet e Open v*Switch*, além de analisar como é o funcionamento do protocolo OpenFlow.

PALAVRAS-CHAVE: Redes definidas por *software*, Redes locais virtuais, POX, OpenFlow, Open vSwitch.

Data flow control using virtual local area networks in a software-defined network

ABSTRACT: The main objective of this work is to investigate software-defined networks (SDN) in order to create a more efficient and scalable network, reducing data traffic. The proposal consists of performing data flow control using virtual local area networks within a software-defined network architecture. The proposed approach is exploratory in nature, organized through a literature review of related work and the tools that will be used for configuration and testing. The aim is to analyze the behavior of the data flow in order to establish appropriate control. With the experiments carried out, it was possible to obtain significant results for the advancement of the work, such as data capture through the modified POX controller component and the creation of a virtual network topology using Mininet and Open vSwitch, as well as analyzing how the OpenFlow protocol works.

KEYWORDS: Software-defined networks, Virtual Local Area Networks, POX, OpenFlow, Open vSwitch.

INTRODUÇÃO

Nos tempos atuais, o mundo está cada vez mais conectado devido aos avanços contínuos da tecnologia da informação e comunicação. É difícil imaginar a vida cotidiana sem a presença das redes de computadores, que estão presentes em todos os aspectos da vida humana, desde o lazer até os negócios. Além disso, com o surgimento de novas tecnologias como vídeos em alta resolução (4k e 8k), dispositivos inteligentes para uso doméstico e realidade aumentada, há uma crescente demanda por redes de computadores mais programáveis e com melhor desempenho. Nesse cenário, a comunidade acadêmica está buscando soluções que possam atender a essas necessidades, como as Redes Definidas por *Software* ou *Software Defined Network* (SDN), que fazem uso do protocolo OpenFlow para consultar uma tabela de fluxo e assim separar o plano de dados do plano de controle.

Desta maneira o objetivo do trabalho é realizar o controle desta rede, em uma VLAN (*Virtual Local Area Network*) para que possa ser possível separar fluxos TCP e UDP em VLANs diferentes.

Com as redes tradicionais, a evolução da rede de computadores trouxe desafios complexos de gerenciamento e dificuldades para atender às demandas atuais. Diante disso, surgiu a abordagem inovadora das Redes Definidas por *Software* (SDN), que busca resolver as limitações do paradigma atual. Essa abordagem envolve a programação dos *switches* utilizados nas redes de dados de uma maneira completamente nova e fundamental (GÖRANSSON; BLACK; CULVER, 2017). A SDN é considerada uma solução eficiente, pois permite centralizar o controle da rede e retirar essa responsabilidade dos dispositivos de *hardware*, como *switches* e roteadores. Sua arquitetura propõe uma nova forma de programar e controlar os *switches* usados em redes de dados modernas, com a separação dos planos de dados e controle. Nesse modelo, um controlador SDN centralizado logicamente assume a responsabilidade de gerenciar o tráfego da rede, impor regras e especificações, conforme Mafioletti (2015). Em contraste, nas redes tradicionais, o plano de controle e o plano de dados estão integrados, ou seja, o plano de controle é executado no próprio *hardware*, não podendo realizar tomadas de decisões diferentes das já pré-estabelecidas pelos protocolos instalados no seu sistema operacional. A figura 1, demonstra a diferença entre a rede tradicional e uma rede definida por *software*.

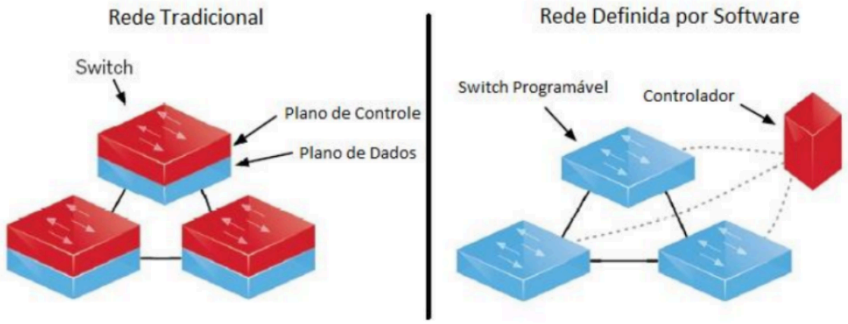

FIGURA 1. Diferença entre rede tradicional e rede definida por *software*.
Fonte: Adaptado de (PRAJAPATI et al , 2018).

É possível observar que na arquitetura da Rede Definida por *Software* (SDN), localizada no lado direito da figura, o plano de controle, representado pela cor vermelha, está separado do plano de dados, que consiste nos *switches* em azul. Além disso, vale destacar que essa separação permite que um único controlador gerencie vários *switches* em uma rede, proporcionando facilidade na configuração e controle, já que as políticas e configurações podem ser aplicadas de forma centralizada e repassadas para os *switches.*

Com o entendimento sobre redes definidas por *software* (SDN), assim como em qualquer rede de computadores, essas redes também dependem de protocolos para estabelecer a comunicação. Nesse caso, é essencial que haja suporte ao protocolo OpenFlow. Esse protocolo consiste em um conjunto de mensagens trocadas entre os componentes da rede SDN. Através dessas mensagens, o controlador é capaz de programar o *switch* para executar diferentes ações, como definir, modificar ou excluir fluxos.

Após o entendimento sobre o protocolo OpenFlow, para que o controlador SDN possa se comunicar com um *switch* que não é compatível com o OpenFlow de fábrica, é necessário criar um *switch* físico virtualmente que seja compatível, ou seja, um *switch* virtual. Atualmente, a opção mais utilizada é o Open vSwitch, um *switch* virtual multicamada projetado para permitir a automação de rede em larga escala por meio de extensão programática. Além disso, ele oferece suporte a interfaces e protocolos de gerenciamento padrão, como OpenFlow, NetFlow e sFlow, entre outros (OPENVSWITCH, 2024).

O controlador é o elemento central das decisões de processamento de fluxos em uma rede que implementa SDN/OpenFlow, pois é através dele que o administrador da rede define como se comportam certos encaminhamentos ou descartes de dados em cenários específicos. As tabelas de

fluxo, que determinam as decisões de um *switch*, são modeladas de acordo com as regras programadas no controlador e atualizadas sempre que necessário.

MATERIAL E MÉTODOS

Os recursos utilizados para a execução do projeto foram de um aluno com formação superior incompleta, *softwares* gratuitos, bibliografias disponíveis na biblioteca do IFSP campus Presidente Epitácio, bibliografia digital disponibilizadas pelo IFSP e na Internet e um computador pessoal com acesso à Internet para a realização dos testes.

Foi preparado e configurado o controlador POX para que possamos dar continuidade nos testes e a captura de informações com o controlador POX. O objetivo principal desse experimento foi coletar informações da rede por meio do uso do componente '*flow_stats*' do controlador POX.

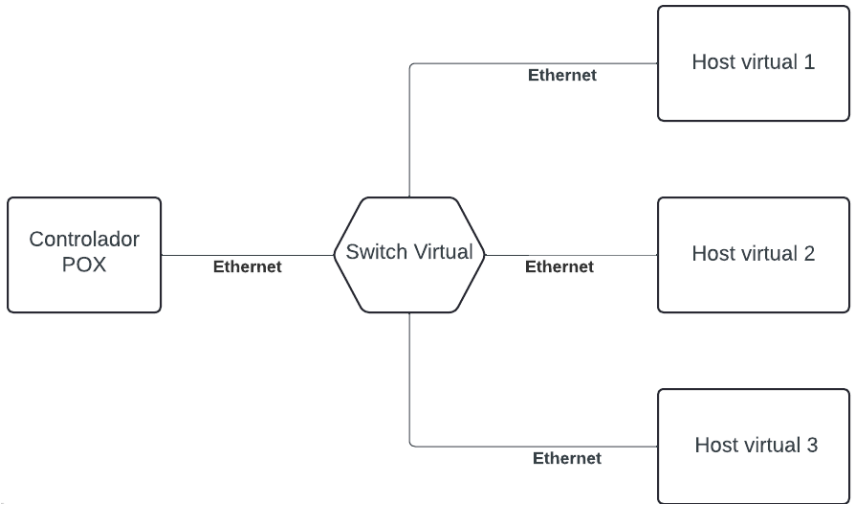

FIGURA 2. Arquitetura lógica da rede.
Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

O controlador POX foi executado na mesma máquina virtual onde estão os *hosts* virtuais e *switch* virtual. Em seguida foi instalado o controlador POX junto com seus componentes, incluindo o 'flow_stats', que trabalha captando estatísticas do fluxo que passa pelo *switch*, porém para esse experimento foi criado um novo componente chamado 'experimento-1' a partir do componente 'flow_stats' para capturar o protocolo se ele for TCP e UDP, id da VLAN, endereço MAC de origem e destino, IP de origem, IP de destino, e a porta do *switch* virtual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O componente modificado do controlador POX permite a captura dos pacotes que passam pelo *switch* virtual e a visualização do protocolo, se ele é TCP ou UDP, IP de origem, IP de destino, endereço MAC de origem e destino, id da VLAN e a porta do *switch* virtual. A figura 3 mostra a utilização do comando iperf no mininet, onde é enviado de um *host* ao outro um fluxo TCP e UDP sendo assim possível capturar esses fluxos com o controlador POX.

```
mininet> iperf h1 h3
*** Iperf: testing TCP bandwidth between h1 and h3
*** Results: ['21.2 Gbits/sec', '21.2 Gbits/sec']
mininet> iperfudp 5m h1 h3
*** Iperf: testing UDP bandwidth between h1 and h3
*** Results: ['5m', '5.00 Mbits/sec', '5.00 Mbits/sec']
mininet>
```

FIGURA 3.Envio de pacotes TCP e UDP entre os *hosts*.
Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Gerando um fluxo com esses pacotes já é possível capturar com o controlador POX as informações necessárias, como exemplificado na figura 4.

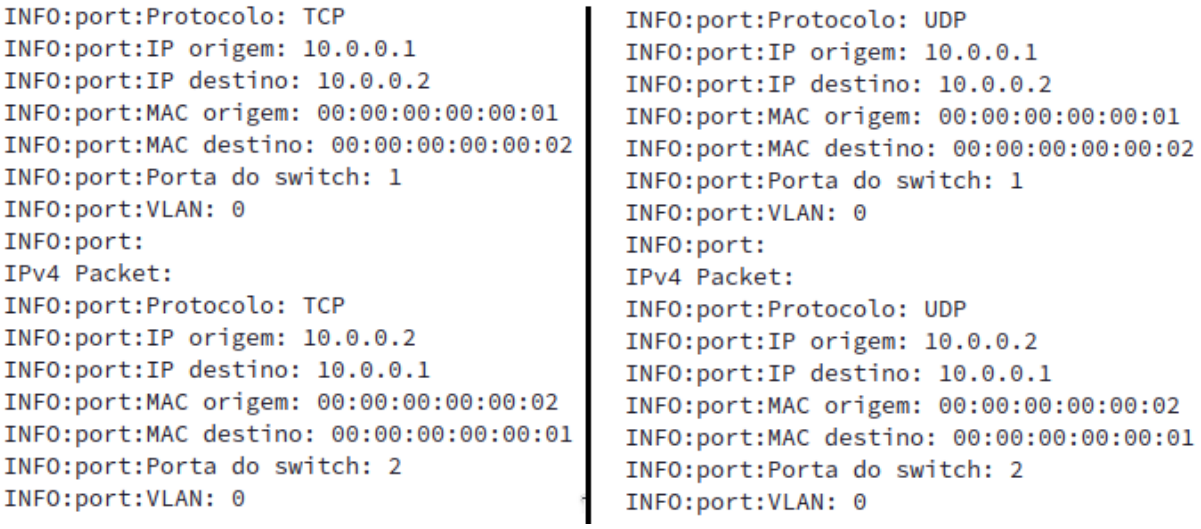

FIGURA 4.Saída adquirida utilizando o POX com o módulo criado.
Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Analisando a figura 4, após realizar o envio de pacotes entre os *hosts* é possível visualizar que o componente modificado do controlador POX permite a captura dos pacotes que passam pelo *switch* virtual e a visualização do IP de origem, IP de destino, MAC de origem, MAC de destino, a porta do *switch* e vlan. Ao lado esquerdo da imagem está um fluxo TCP e a direita um fluxo UDP.

CONCLUSÕES

Com base nos testes realizados e nos resultados obtidos até o momento, pode-se concluir que é possível fazer um controle de dados utilizando uma SDN. Como exemplificado no experimento, foi possível obter dados importantes, capturando se é um fluxo TCP ou UDP e qual identificador da VLAN. Podemos ver como uma rede SDN oferece uma flexibilidade e um alto nível de gerenciamento da rede, permitindo a criação de regras e o controle da rede por meio de *software* como os controladores.

REFERÊNCIAS

GÖRANSSON, Paul; BLACK, Chuck; CULVER, Timothy. **Software Define Networks: A Comprehensive Approach.** 2. ed. [S. l.]: Elsevier, 2016. 438 p.

MAFIOLETTI, Diego Rossi. Crops – **Uma Proposta de Comutador Programável de Código Aberto para Prototipação de Redes.** 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Espírito Santo, [S. l.], 2015.

OPENVSWITCH. **What is Open vSwitch?.** [S. l.], 2024. Disponível em: https://www.openvswitch.org/.

PRAJAPATI, A.; SAKADASARIYA, A.; PATEL, J. **Software defined network: Future of networking.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INVENTIVE SYSTEMS AND CONTROL (ICISC), 2., 2018, Coimbatore, Índia. Conferência [...]. [S. l.: s. n.], 2018. p. 1351-1354.