

**WMoDCS 2021**

**Modelo de Desempenho considerando DNS Recursivo em  
Redes 5G com SDN-Proxy**

**Discente: Erick Barros Nascimento**

**Orientador: Prof. Dr. Paulo Romero Martins Maciel**

**{ebn,prmm@cin.ufpe.br}**

Recife-2021

# Agenda

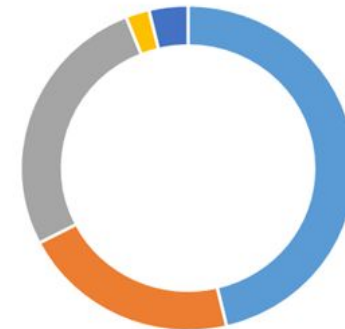
- ❑ Motivação e Justificativa
- ❑ Objetivo
- ❑ *Background*
- ❑ Proposta de projeto
- ❑ Estudo de caso
  - ❑ Resultados experimentais preliminares
- ❑ Proposta de modelo
  - ❑ Resultados preliminares
- ❑ Atividades em andamento

# Motivação e Justificativa

- As possibilidades de entrega de conteúdo distribuído por meio de redes programáveis, estendem suas possibilidades por meio de Software Defined Networking (SDN) no *backend* do controle da infraestrutura.
- Estima-se que o mercado alcance a marca de US\$ 101.23 bilhões de dólares em investimentos até 2025.
- Segmentados em:
  - Rede física, virtualização, plataforma SDN, integração e implantação.

Global Software-Defined Networking Market, by Region (USD Billion)

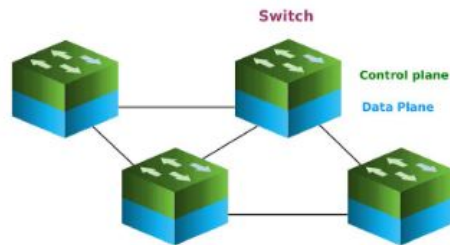
■ North America ■ Europe ■ Asia Pacific ■ Latin America ■ MEA



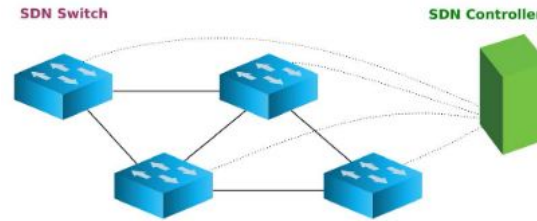
Source: Adroit Market Research © 2019

# Motivação e Justificativa

- A demanda cada vez maior de serviços disponibilizados em nuvem, como aplicações que necessitam de grandes volumes de dados ou plataformas de redes automatizadas para concepção das redes IoT (5G-NR), elevou os pontos de falha das redes tradicionais, uma vez que sua estrutura é altamente rígida e estática[2].



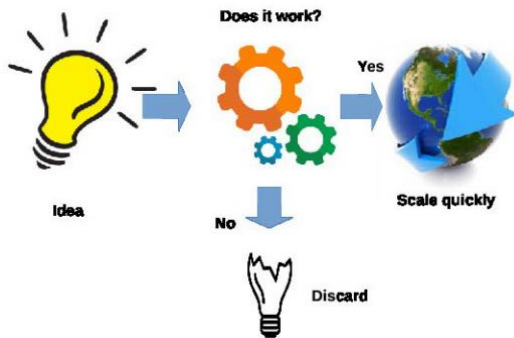
(a) Traditional architecture



(b) SDN architecture

Rede convencional versus Rede Programável [3]

# Motivação e Justificativa



O modelo *Fail-fast* é o maior benefício das SDNs [6].

- Benefícios que vão da flexibilidade, ao uso de técnicas combinadas através de SDN no *backend*, incluindo o paradigma das Information Centric Networks (ICN).
- Além das possibilidades para as redes do futuro, remete-se aos projetos, o uso dos modelos Formais, Análíticos, Numéricos e de Simulação, além de cenários *testbed* e/ou virtualizados para validação das arquiteturas propostas [1].

# Objetivo

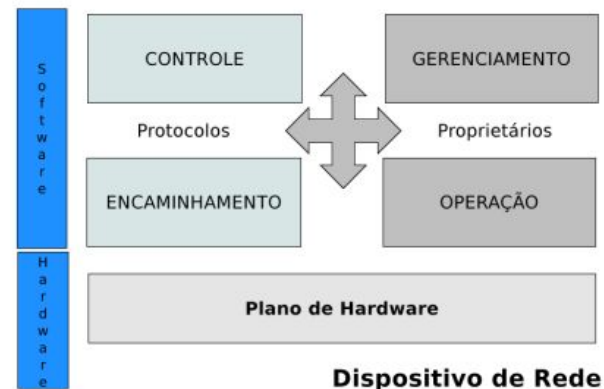
- Propor a Modelagem Formal Representativa para redes SDN, por meio de um modelo para auxiliar no planejamento para aplicação de ***Slicing em Arquiteturas Softwarizadas***, observando as métricas de:
  - Vazão (*Throughput*)
  - Descarte (*Discard*)

## **Background - Software Defined Networking (SDN)**

- SDN é uma arquitetura de rede onde o encaminhamento dos segmentos é gerenciado por um controle desacoplado da forma embarcada dos concentradores de rede. Onde temos:
  - Um *Control Plane* desacoplado do plano de dados.
  - Decisões de encaminhamento são baseadas em fluxo (*flow-based*) ao invés de destino (*destination-based*).
  - O controle lógico (*software*) é movido para uma unidade externa denominado *controller* ou Network Operating System (N.O.S).

# Background - Software Defined Networking (SDN)

- Operação Básica:
  - Plano de Controle (*Control Plane*)
  - Plano de Encaminhamento (*Forwarding Plane*)
  - Plano de Gerenciamento (*Management Plane*)
  - Plano de Operação (*Operation Plane*)

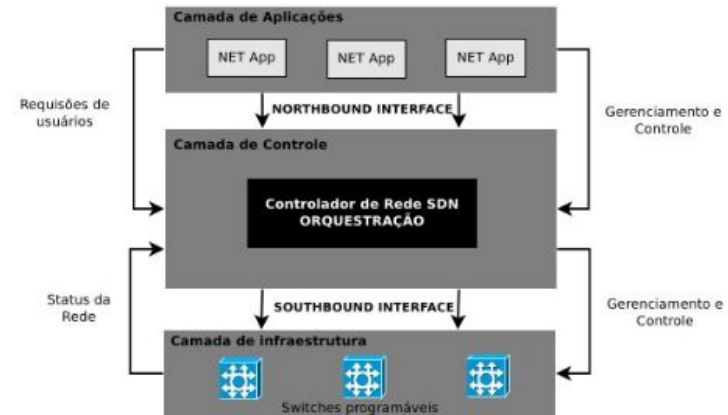


Data Plane de Arquiteturas Convencionais



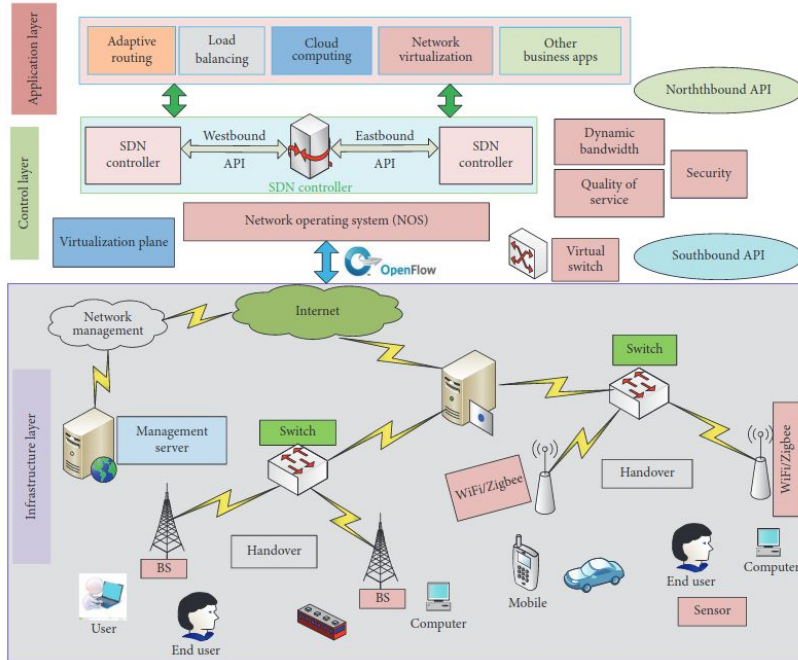
# Background - Software Defined Networking (SDN)

- Arquitetura de sistemas SDN:
  - **Northbound interface**: função de conectar a camada de aplicação com sua camada subjacente, a camada de controle.
  - **Southbound interface**: função de conectar logicamente a camada intermediária com os *switches* do plano de dados virtual, localizado na camada de infraestrutura.



Aplicação de APIs na arquitetura SDN

# Proposta de Projeto

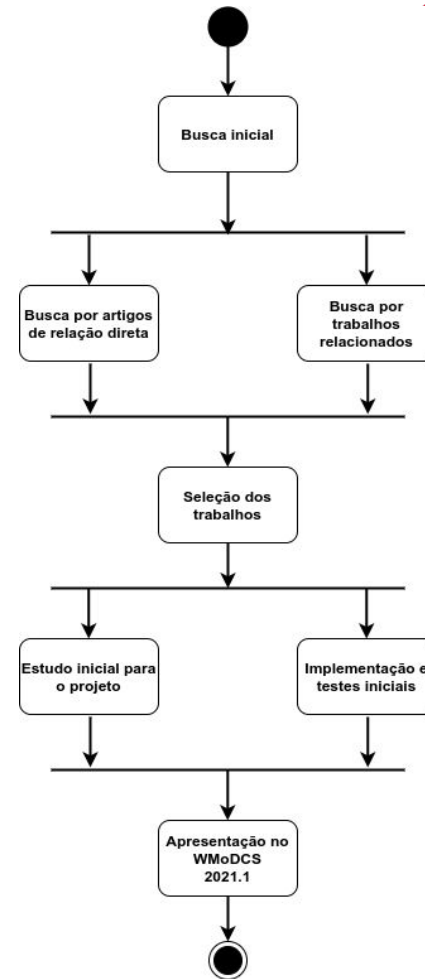


Uma arquitetura SDN-5G [3].

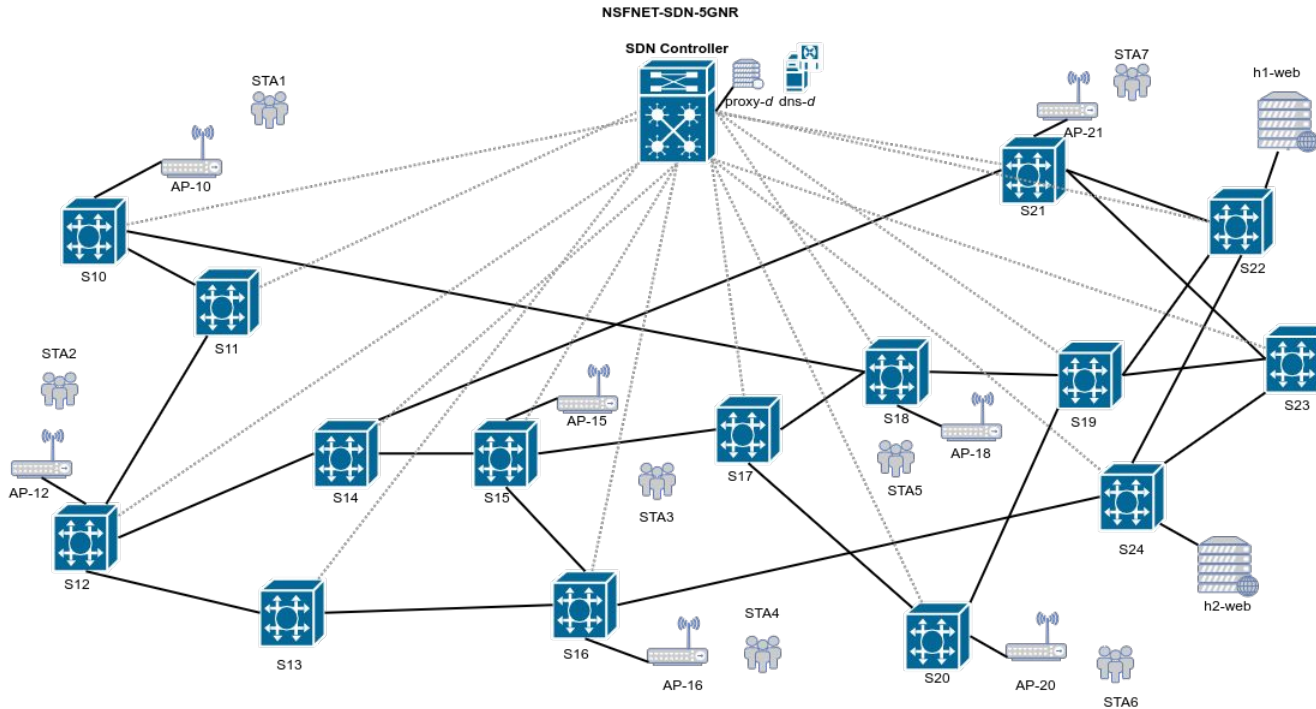
- Análise e utilização dos modelos abstraídos, considerando a complexidade da programação envolvida [3].
- Alocação e desalocação de fluxos.
- Resolução de nomes.
- Uso de sistemas de *Proxy* para distribuir requisições.

# Proposta de Projeto








- Um protótipo para redes 5G executando em nuvem privada com recursos distribuídos:
  - *Deploy* automático em topologia NSFNET [4].
  - Um tradutor para requisições.
  - Sistema de *proxy* com *web server* no *backend*.
  - VM estática.



# Estudo de Caso em Ambiente Virtualizado



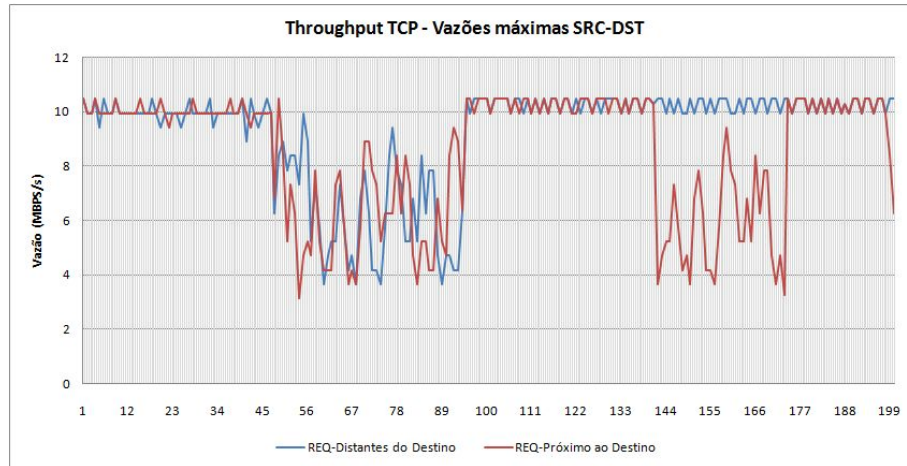
Topologia NSFNET-15 nodes [4]

|  |  |
|--|--|
|  Controller NOS<br>Ryu-OS |  Micro-webserver  |
|  d-Proxy                  |  Openflow VSwitch |
|  d-DNS                    |  Access Point-AP  |
|  Clients                  |  |

\*d-daemon

**Legenda**

# Resultados experimentais preliminares

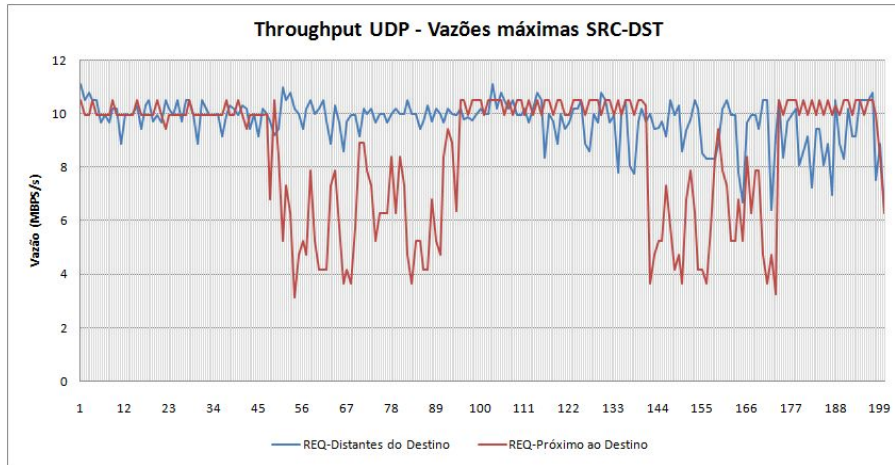


Aplicação de carga no sistema

| REQ-Distantes do Destino  |          | REQ-Próximo ao Destino    |              |
|---------------------------|----------|---------------------------|--------------|
| Média                     | 9,2835   | Média                     | 8,5247       |
| Erro padrão               | 0,134386 | Erro padrão               | 0,164948506  |
| Mediana                   | 9,96     | Mediana                   | 9,96         |
| Modo                      | 10,5     | Modo                      | 9,96         |
| Desvio padrão             | 1,900506 | Desvio padrão             | 2,332724141  |
| Variância da amostra      | 3,611921 | Variância da amostra      | 5,44160192   |
| Curtose                   | 1,803181 | Curtose                   | -0,710171957 |
| Assimetria                | -1,76834 | Assimetria                | -0,920610668 |
| Intervalo                 | 6,83     | Intervalo                 | 7,35         |
| Mínimo                    | 3,67     | Mínimo                    | 3,15         |
| Máximo                    | 10,5     | Máximo                    | 10,5         |
| Soma                      | 1856,7   | Soma                      | 1704,94      |
| Contagem                  | 200      | Contagem                  | 200          |
| Nível de confiança(95,0%) | 0,265003 | Nível de confiança(95,0%) | 0,325271278  |

Estatística descritiva TCP

# Resultados experimentais preliminares

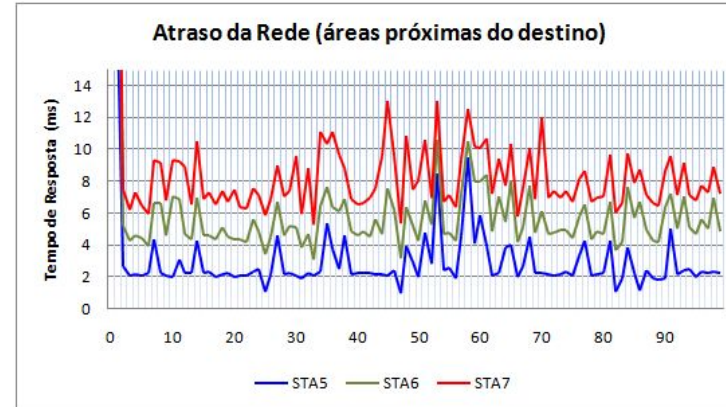
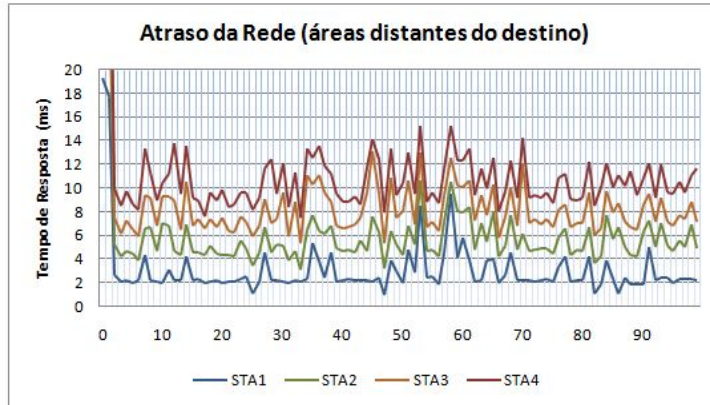


Aplicação de carga no sistema

|                           | REQ-Distantes do Destino |                           | REQ-Próximo ao Destino |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|
| Média                     | 9,73425                  | Média                     | 8,5247                 |
| Erro padrão               | 0,059546673              | Erro padrão               | 0,16495                |
| Mediana                   | 9,96                     | Mediana                   | 9,96                   |
| Modo                      | 10,5                     | Modo                      | 9,96                   |
| Desvio padrão             | 0,84211712               | Desvio padrão             | 2,33272                |
| Variância da amostra      | 0,709161244              | Variância da amostra      | 5,4416                 |
| Curtose                   | 3,159456953              | Curtose                   | -0,71017               |
| Assimetria                | -1,62174652              | Assimetria                | -0,92061               |
| Intervalo                 | 4,71                     | Intervalo                 | 7,35                   |
| Mínimo                    | 6,39                     | Mínimo                    | 3,15                   |
| Máximo                    | 11,1                     | Máximo                    | 10,5                   |
| Soma                      | 1946,85                  | Soma                      | 1704,94                |
| Contagem                  | 200                      | Contagem                  | 200                    |
| Nível de confiança(95,0%) | 0,117423448              | Nível de confiança(95,0%) | 0,32527                |

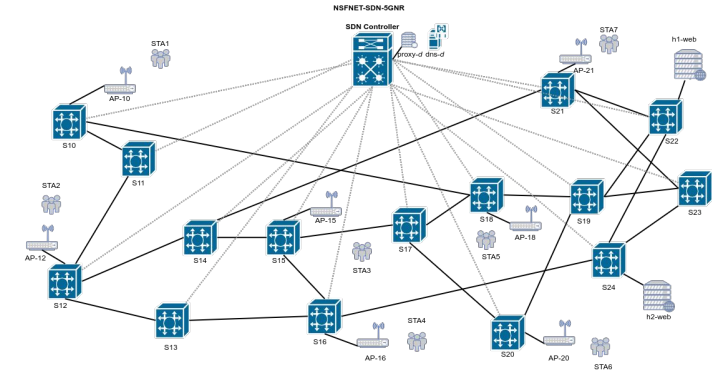
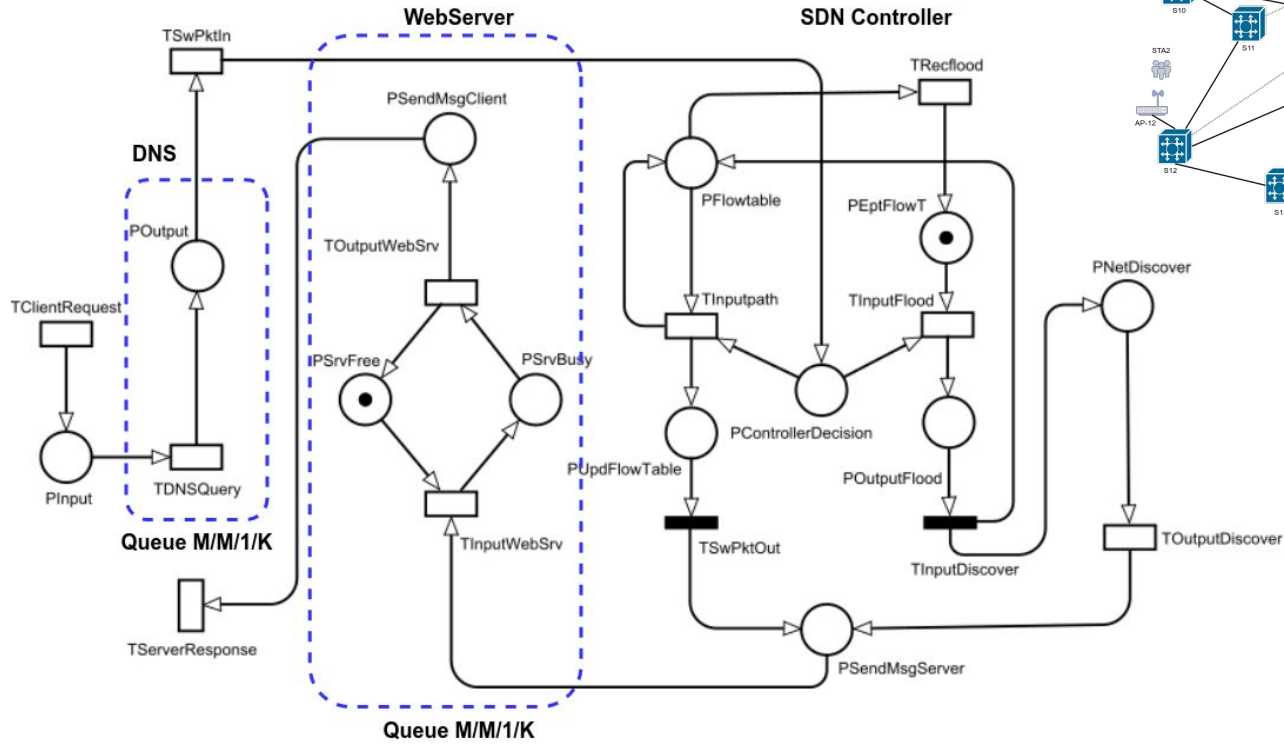
Estatística descritiva UDP

# Resultados experimentais preliminares



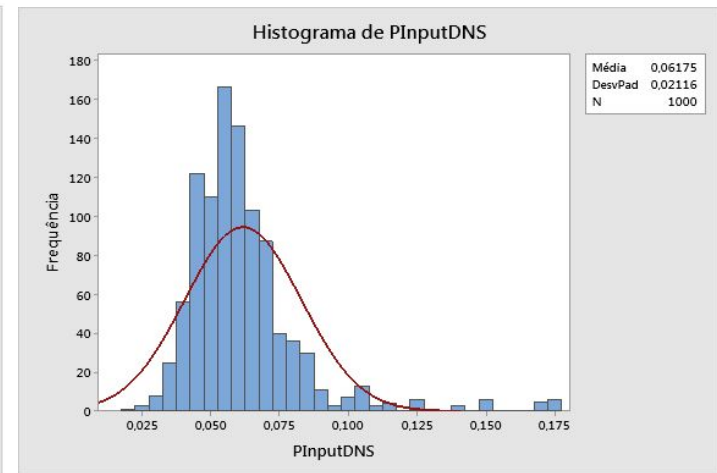
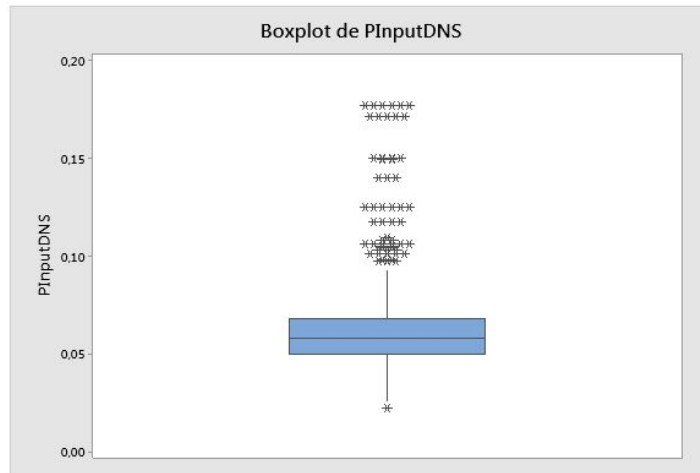
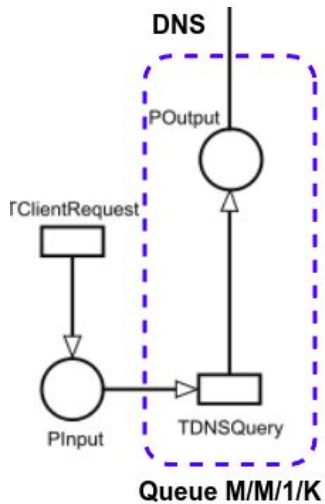
| STA1                      |          | STA2                      |          | STA3                      |          | STA4                      |            | STA5                      |            | STA6                      |         | STA7                      |         |
|---------------------------|----------|---------------------------|----------|---------------------------|----------|---------------------------|------------|---------------------------|------------|---------------------------|---------|---------------------------|---------|
| Média                     | 2,5321   | Média                     | 63,3158  | Média                     | 42,3899  | Média                     | 53,4184    | Média                     | 53,1764    | Média                     | 53,659  | Média                     | 12,688  |
| Erro padrão               | 0,050713 | Erro padrão               | 24,03164 | Erro padrão               | 19,70763 | Erro padrão               | 22,2239135 | Erro padrão               | 21,9479782 | Erro padrão               | 22,1532 | Erro padrão               | 10,0342 |
| Mediana                   | 2,35     | Mediana                   | 2,38     | Mediana                   | 2,17     | Mediana                   | 2,31       | Mediana                   | 2,255      | Mediana                   | 2,535   | Mediana                   | 2,29    |
| Modo                      | 2,33     | Modo                      | 2,32     | Modo                      | 2,05     | Modo                      | 2,18       | Modo                      | 2,11       | Modo                      | 2,15    | Modo                      | 2,31    |
| Desvio padrão             | 0,507126 | Desvio padrão             | 240,3164 | Desvio padrão             | 197,0763 | Desvio padrão             | 222,239135 | Desvio padrão             | 219,479782 | Desvio padrão             | 221,532 | Desvio padrão             | 100,342 |
| Variância da amostra      | 0,257176 | Variância da amostra      | 57751,97 | Variância da amostra      | 38839,09 | Variância da amostra      | 49390,2332 | Variância da amostra      | 48171,3748 | Variância da amostra      | 49076,3 | Variância da amostra      | 10068,4 |
| Curtose                   | 10,52698 | Curtose                   | 12,40827 | Curtose                   | 21,14262 | Curtose                   | 15,9380312 | Curtose                   | 15,8929027 | Curtose                   | 15,9298 | Curtose                   | 99,9709 |
| Assimetria                | 3,058252 | Assimetria                | 3,762616 | Assimetria                | 4,766424 | Assimetria                | 4,1959838  | Assimetria                | 4,19192217 | Assimetria                | 4,19519 | Assimetria                | 9,99785 |
| Intervalo                 | 3,09     | Intervalo                 | 1031,38  | Intervalo                 | 1004,17  | Intervalo                 | 1060,08    | Intervalo                 | 1009,16    | Intervalo                 | 1052,95 | Intervalo                 | 1004,3  |
| Mínimo                    | 2,14     | Mínimo                    | 1,62     | Mínimo                    | 1,83     | Mínimo                    | 1,92       | Mínimo                    | 1,84       | Mínimo                    | 2,05    | Mínimo                    | 1,7     |
| Máximo                    | 5,23     | Máximo                    | 1033     | Máximo                    | 1006     | Máximo                    | 1062       | Máximo                    | 1011       | Máximo                    | 1055    | Máximo                    | 1006    |
| Soma                      | 253,21   | Soma                      | 6331,58  | Soma                      | 4238,99  | Soma                      | 5341,84    | Soma                      | 5317,64    | Soma                      | 5365,9  | Soma                      | 1268,8  |
| Contagem                  | 100      | Contagem                  | 100      | Contagem                  | 100      | Contagem                  | 100        | Contagem                  | 100        | Contagem                  | 100     | Contagem                  | 100     |
| Nível de confiança(95,0%) | 0,100625 | Nível de confiança(95,0%) | 47,68398 | Nível de confiança(95,0%) | 39,10422 | Nível de confiança(95,0%) | 44,0970648 | Nível de confiança(95,0%) | 43,5495493 | Nível de confiança(95,0%) | 43,9567 | Nível de confiança(95,0%) | 19,91   |

# Proposta de Modelo





# Proposta de Modelo - Resultados preliminares



## Estatísticas

| Variável  | Média    | EP Média | DesvPad   | Variância | CoefVar    | Mínimo   | Q1       | Mediana  |
|-----------|----------|----------|-----------|-----------|------------|----------|----------|----------|
| PInputDNS | 0,061754 | 0,000669 | 0,021157  | 0,000448  | 34,26      | 0,022000 | 0,050000 | 0,058000 |
| Variável  | Q3       | Máximo   | Amplitude | DIQ       | Assimetria | Curtose  |          |          |
| PInputDNS | 0,068000 | 0,177000 | 0,155000  | 0,018000  | 2,54       | 9,68     |          |          |

## Atividades em andamento

- Levantamento do estado da arte da pesquisa
- Qualidade do Serviço (QoS)
  - avaliar a sobrecarga no controlador (*Performance*)
  - evoluir para a redundância e o balanceamento de carga (*Fault tolerant*)

# Referências

- [1] F. A. Lopes, L. Lima, M. Santos, R. Fidalgo, and S. Fernandes, “High- level modeling and application validation for sdn,” in NOMS 2016 - 2016 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium, April 2016, pp. 197–205.
- [2] Bannour F, Souihi S, Mellouk A. Distributed SDN control: Survey, taxonomy, and challenges. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. 2017 Dec 12;20(1):333-54.
- [3] Le, N.T., Hossain, M.A., Islam, A., Kim, D.Y., Choi, Y.J. and Jang, Y.M., 2016. Survey of promising technologies for 5G networks. *Mobile information systems*, 2016.
- [4] Reddy, V., Garg, G., Tamma, B.R. and Antony, F.A., 2019, June. Interference Aware Network Function Selection Algorithm for Next Generation Networks. In *2019 IEEE Conference on Network Softwarization (NetSoft)* (pp. 54-59). IEEE.
- [5] Slides UMassD: Matos, R., Dantas, J., Araujo, E. and Maciel, P., 2020. Bottleneck Detection in Cloud Computing Performance and Dependability: Sensitivity Rankings for Hierarchical Models. *Journal of Network and Systems Management*, 28(4), pp.1839-1871.
- [6] Zaidi, Z., Friderikos, V., Yousaf, Z., Fletcher, S., Dohler, M. and Aghvami, H., 2018. Will SDN be part of 5G?. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20(4), pp.3220-3258.

# Perguntas



**Agradeço antecipadamente!**

**erickbnasci@gmail.com**

# Modelo de Desempenho considerando DNS Recursivo em Redes 5G com SDN-Proxy

**Discente: Erick Barros Nascimento**

Orientador: Prof. Dr. Paulo Romero Martins Maciel

{ebn,prmm@cin.ufpe.br}

Recife-2021