

# Multi-Source Data Retrieval in IoT via Named Data Networking

Autoras: Marica Amadeo, Claudia Campolo e Antonella Molinaro

First ACM Conference in Information Centric Networking (ICN, 2014)

# Sumário

- Introdução
- Proposta
- Implementação e Avaliação
- Conclusão
- Avaliação do trabalho
- Avaliação do artigo

# Introdução



---

Named-Data Networking: Uma das propostas de nova arquitetura de rede para a Internet do Futuro.

# Introdução



---

Named-Data Networking: Uma das propostas de nova arquitetura de rede para a Internet do Futuro.

Named-Data Networking (NDN) – Primeira exposição 2009 / Future Internet Architecture

# Introdução

Named-Data Networking: Uma das propostas de nova arquitetura de rede para a Internet do Futuro.

Named-Data Networking (NDN) – Primeira exposição 2009 / Future Internet Architecture

Resultou de crescentes pesquisas relacionadas a resolver problemas antigos da tecnologia base da Internet atual (TCP/IP)

# Introdução

Named-Data Networking: Uma das propostas de nova arquitetura de rede para a Internet do Futuro.

Named-Data Networking (NDN) – Primeira exposição 2009 / Future Internet Architecture

Resultou de crescentes pesquisas relacionadas a resolver problemas antigos da tecnologia base da Internet atual (TCP/IP)

Relacionada Content-Centric Networking, Information-Centric Networking, Data-Oriented Networking

## Mudança de Ponto de Vista

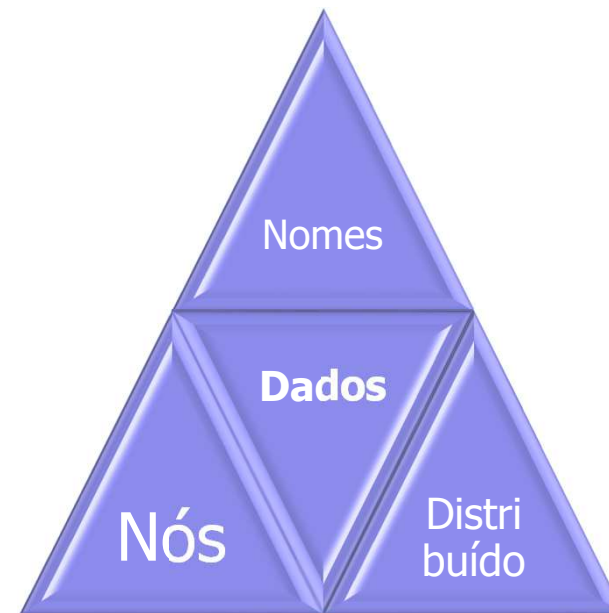


TCP/IP

## Mudança de Ponto de Vista



TCP/IP

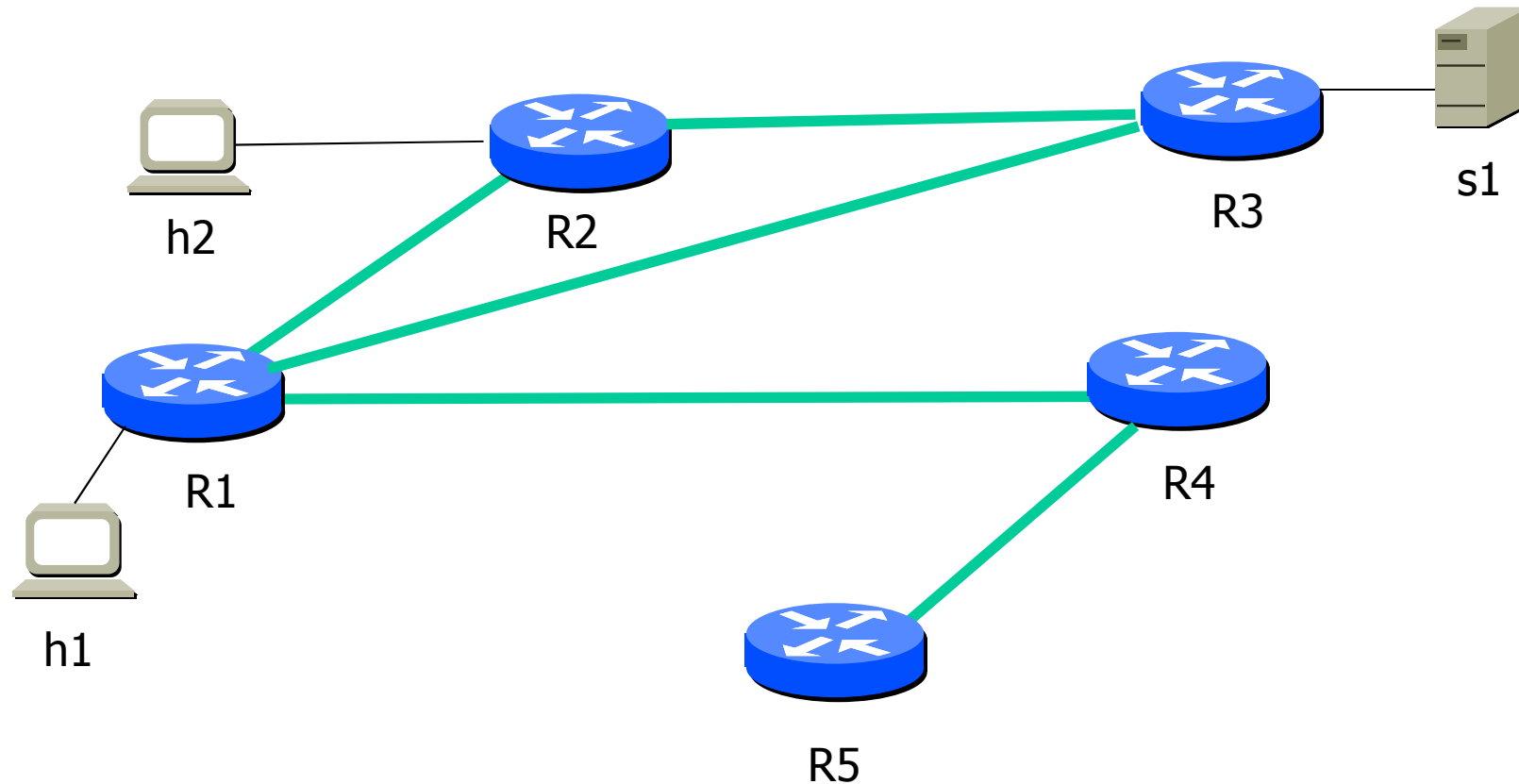


NDN



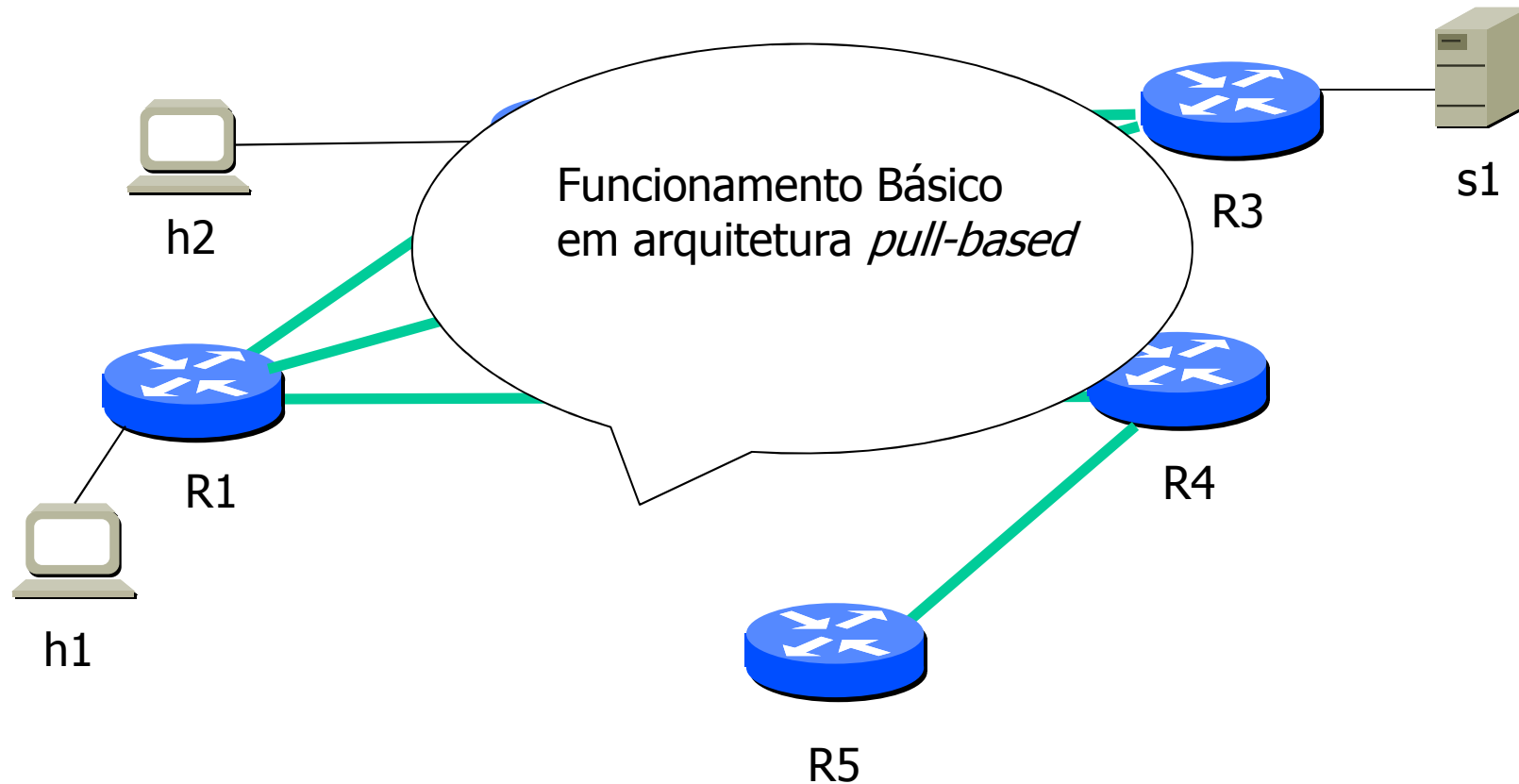
# Introdução

## Encaminhamento em NDN



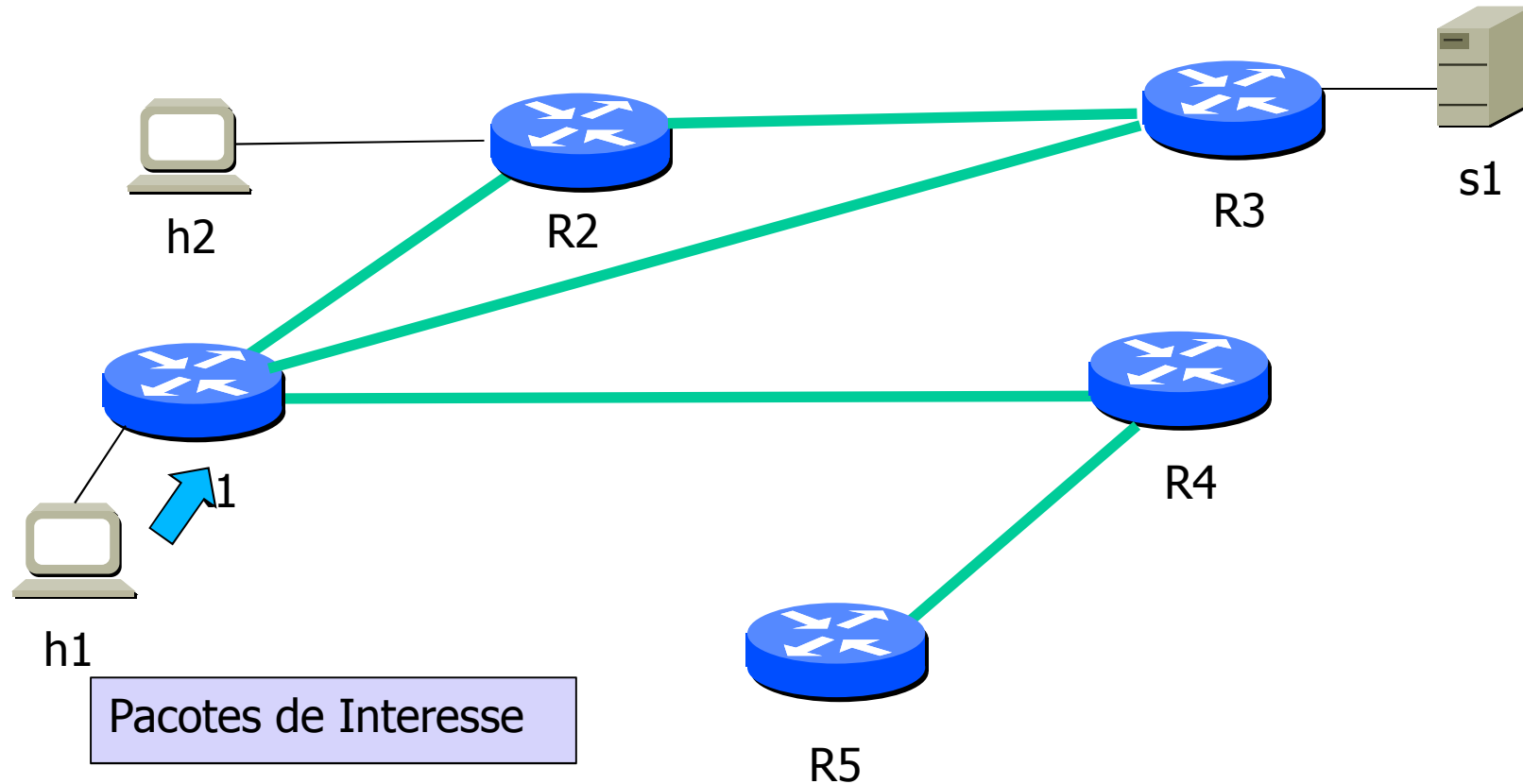
# Introdução

## Encaminhamento em NDN



# Introdução

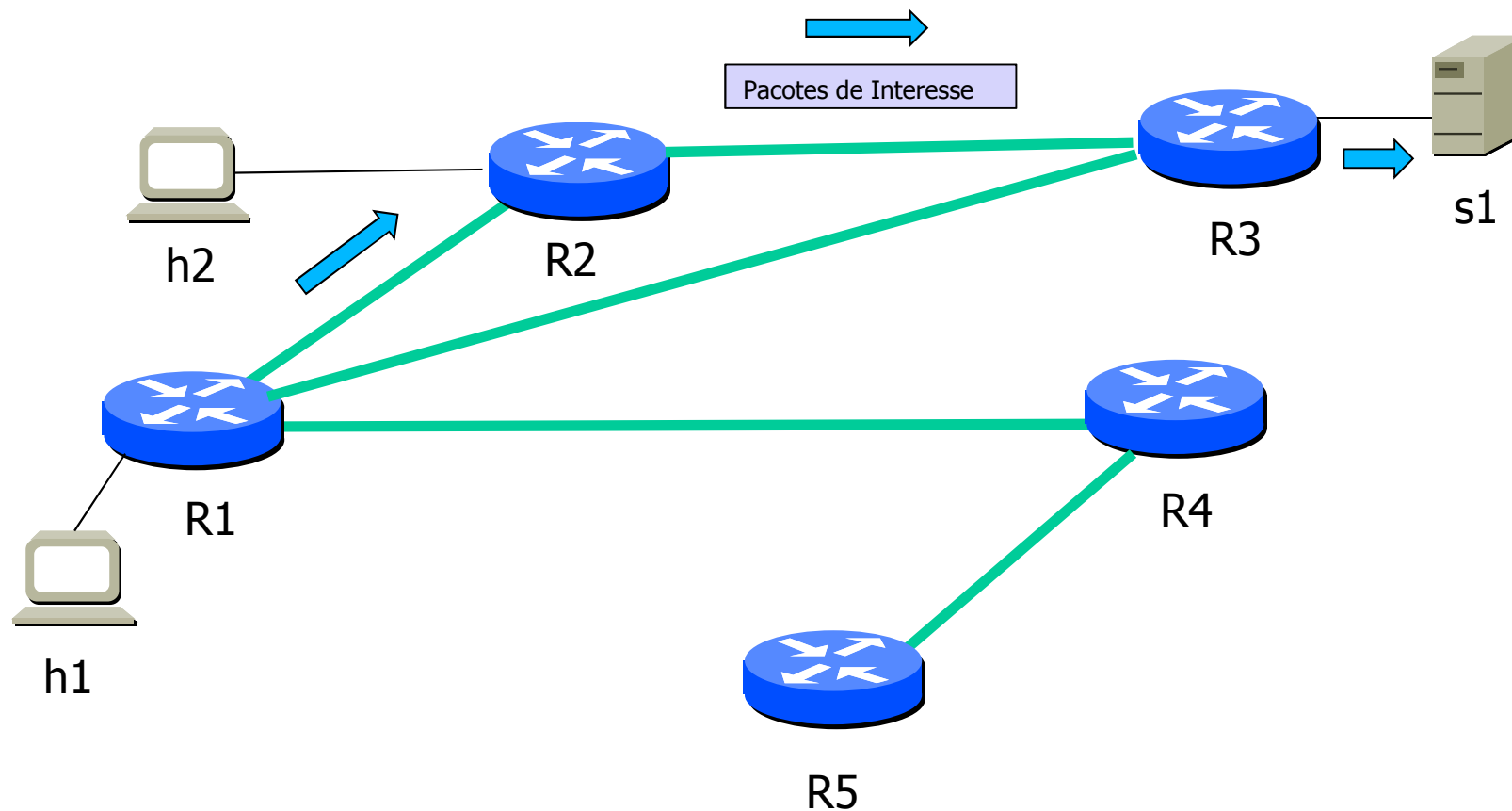
## Encaminhamento em NDN



Envio de requisições.  
Ex: /netflix/GoT/s01e01.mkv

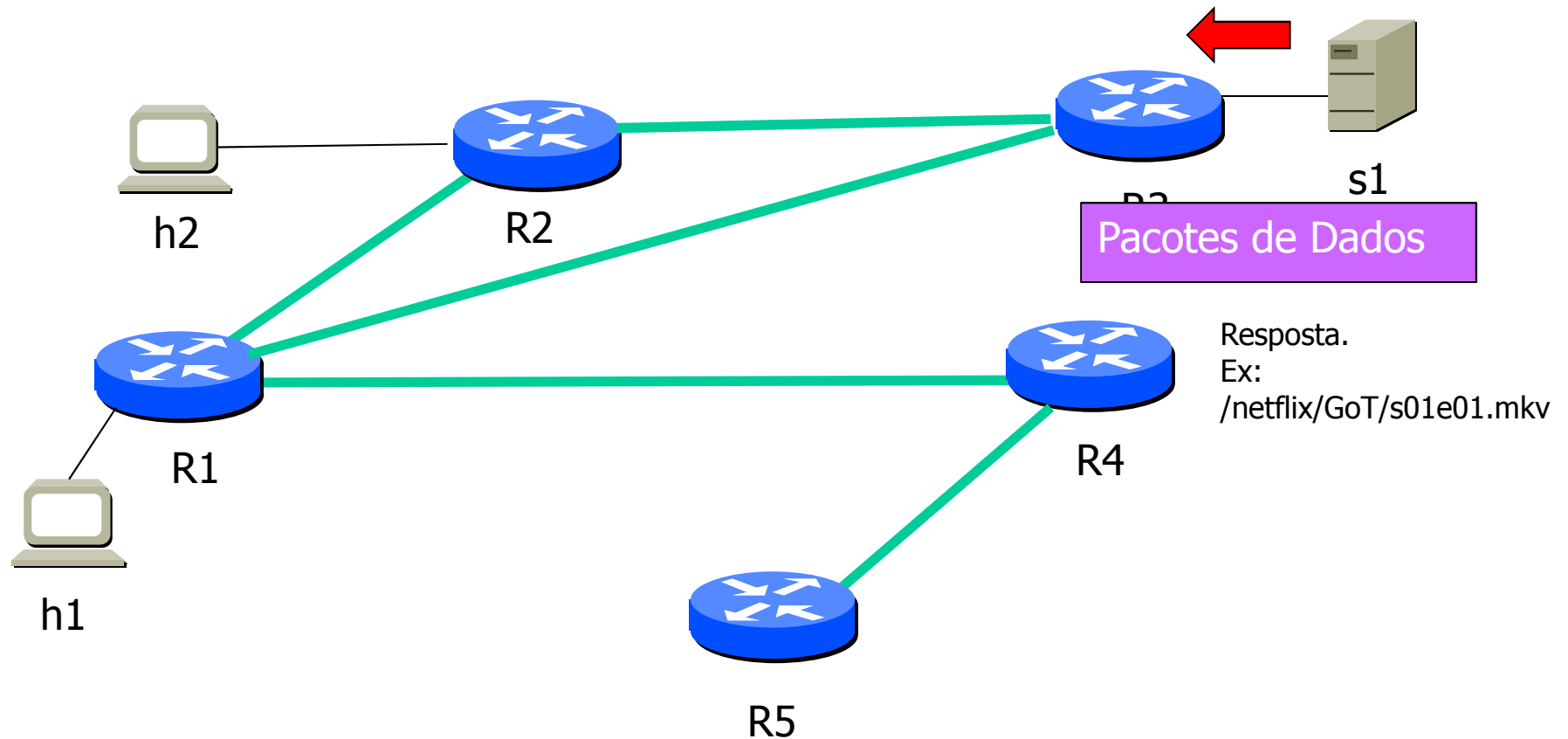
# Introdução

## Encaminhamento em NDN



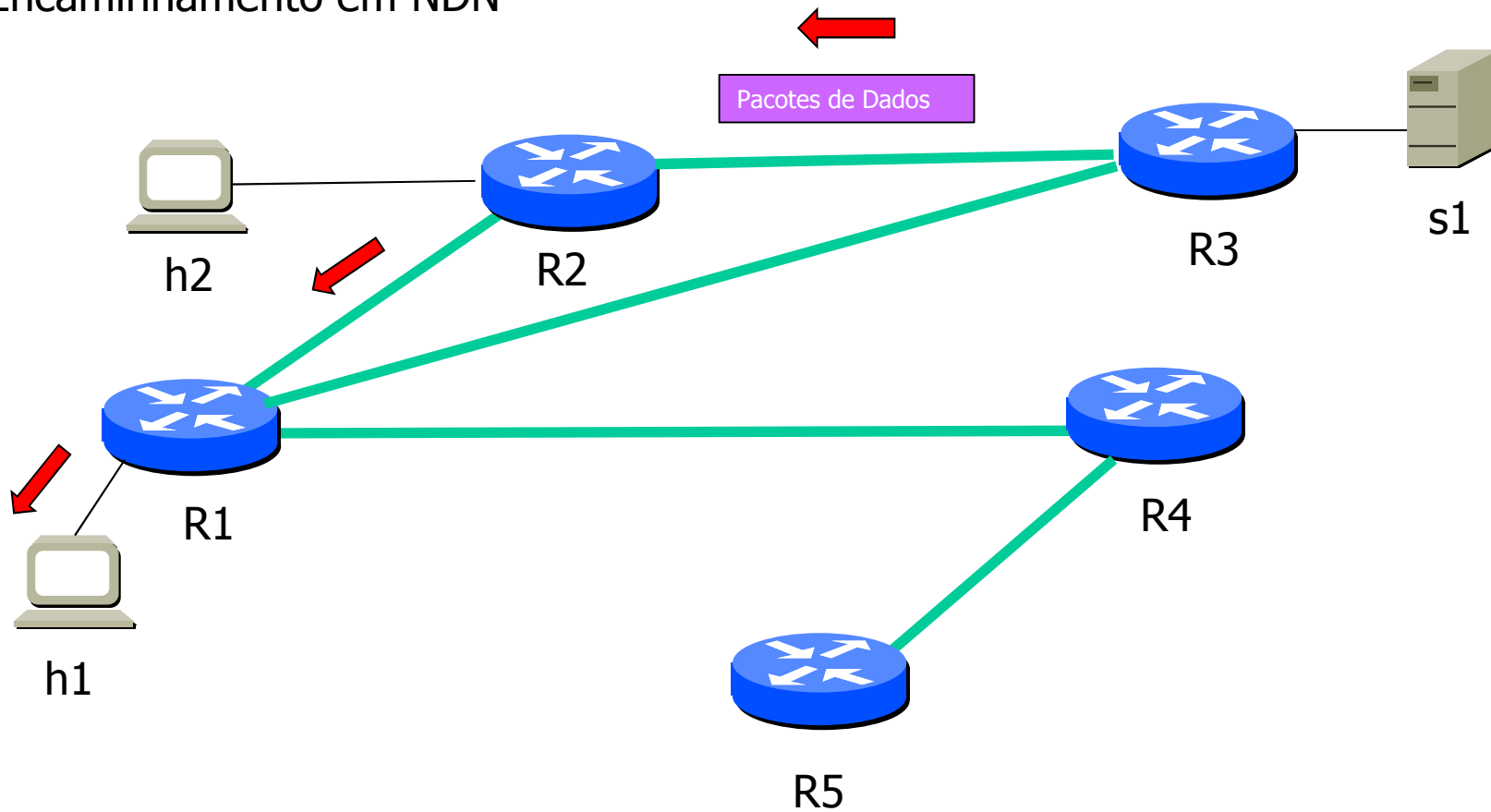
# Introdução

## Encaminhamento em NDN



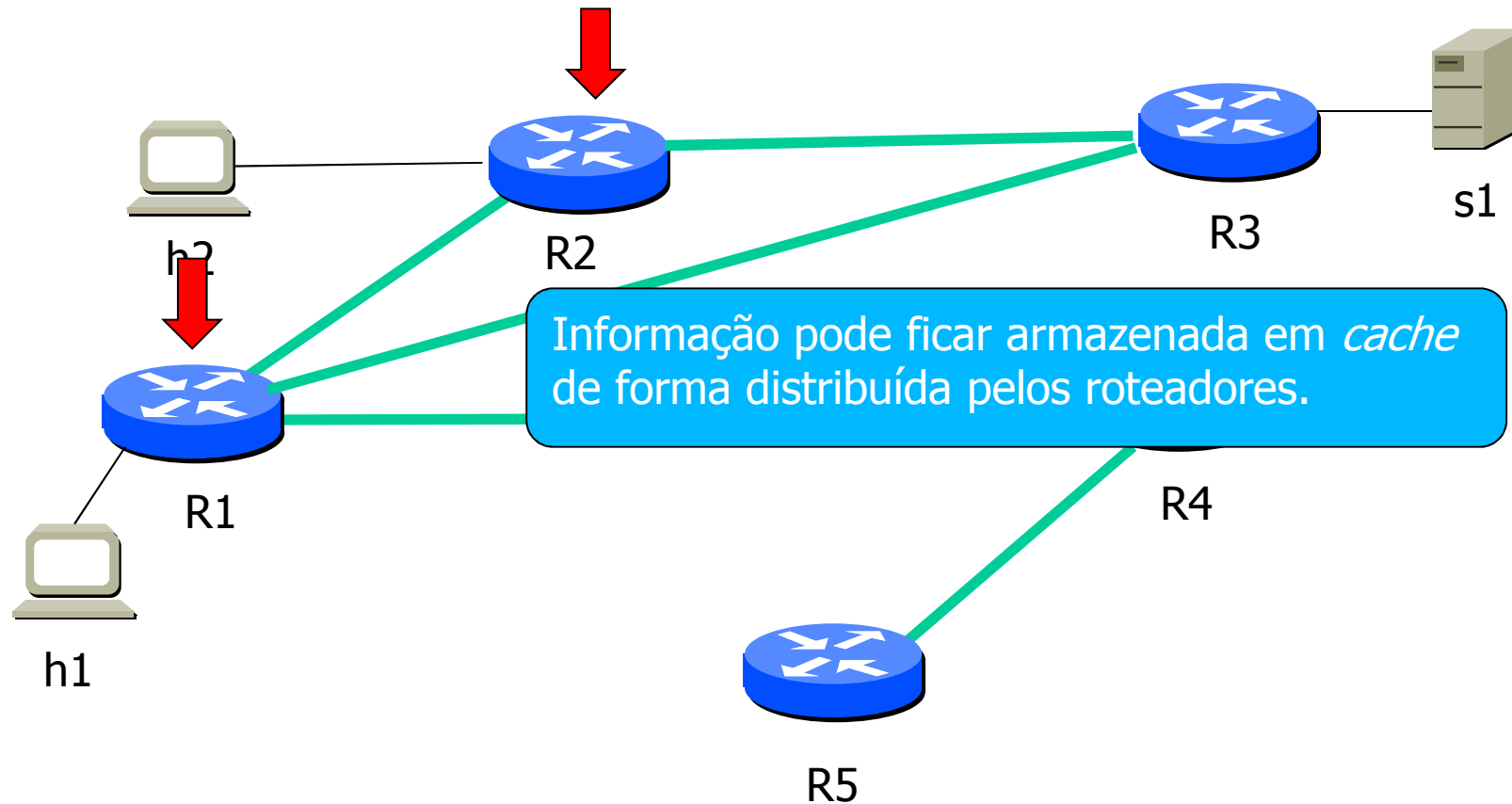
# Introdução

## Encaminhamento em NDN



# Introdução

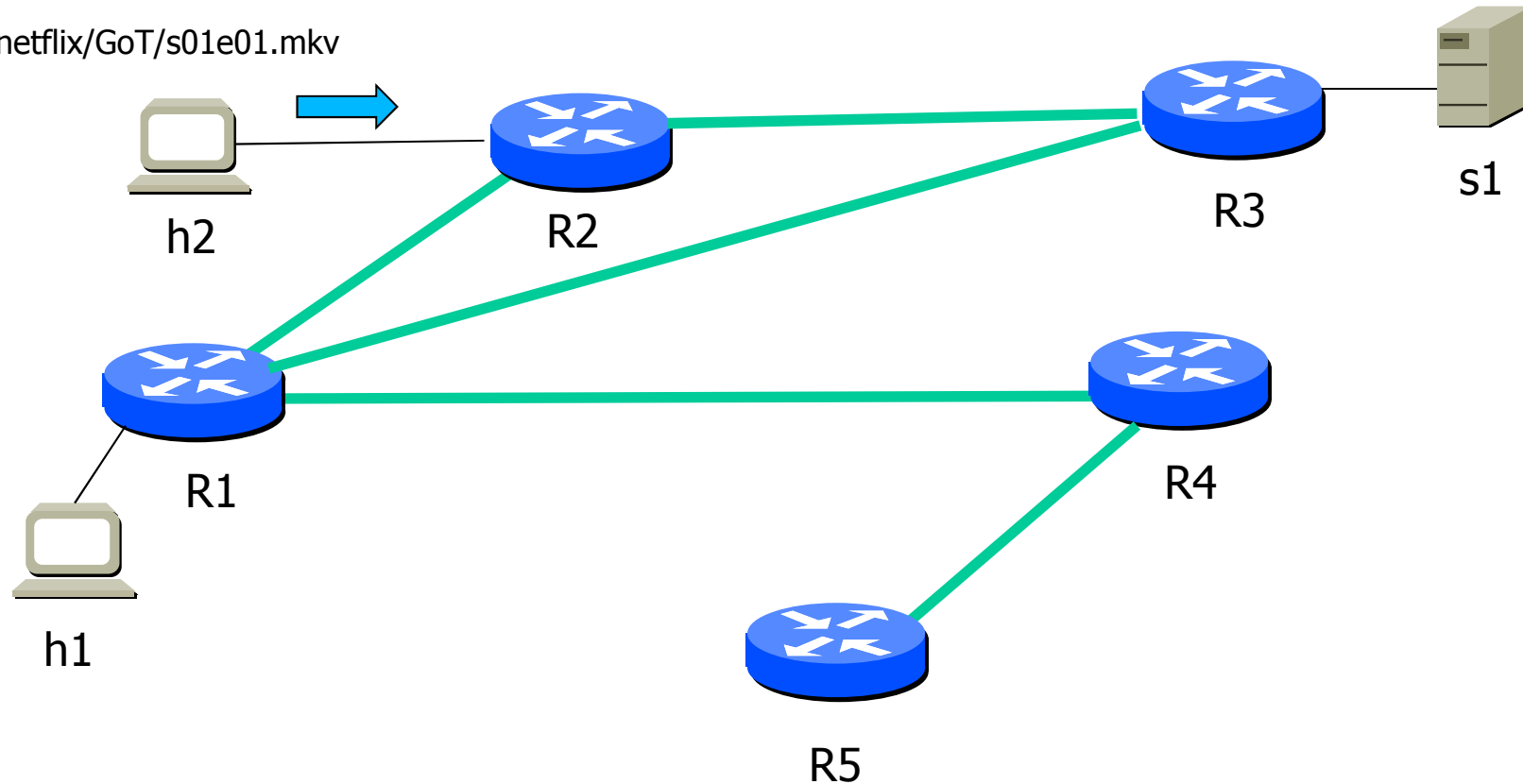
## Encaminhamento em NDN



# Introdução

## Encaminhamento em NDN

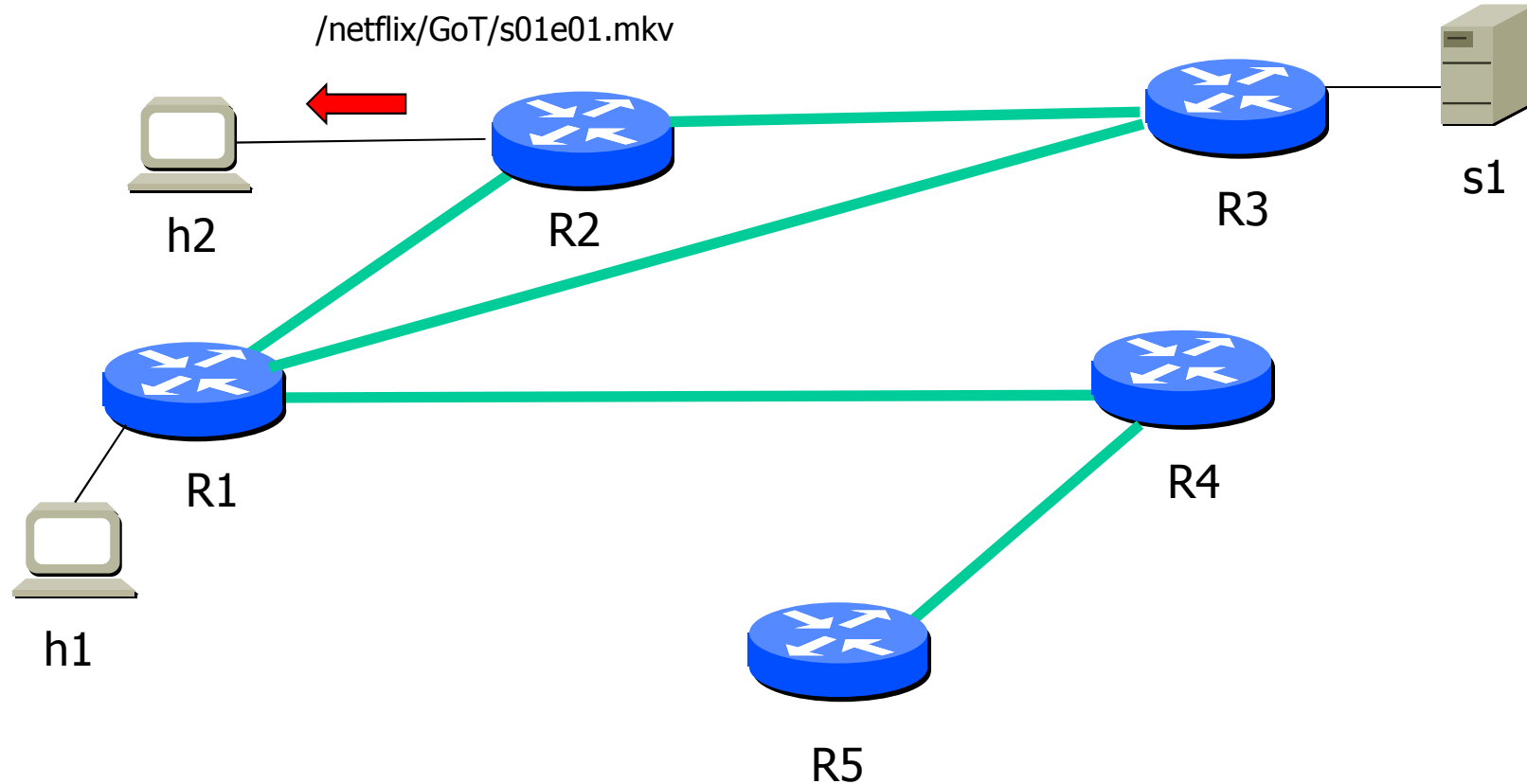
/netflix/GoT/s01e01.mkv





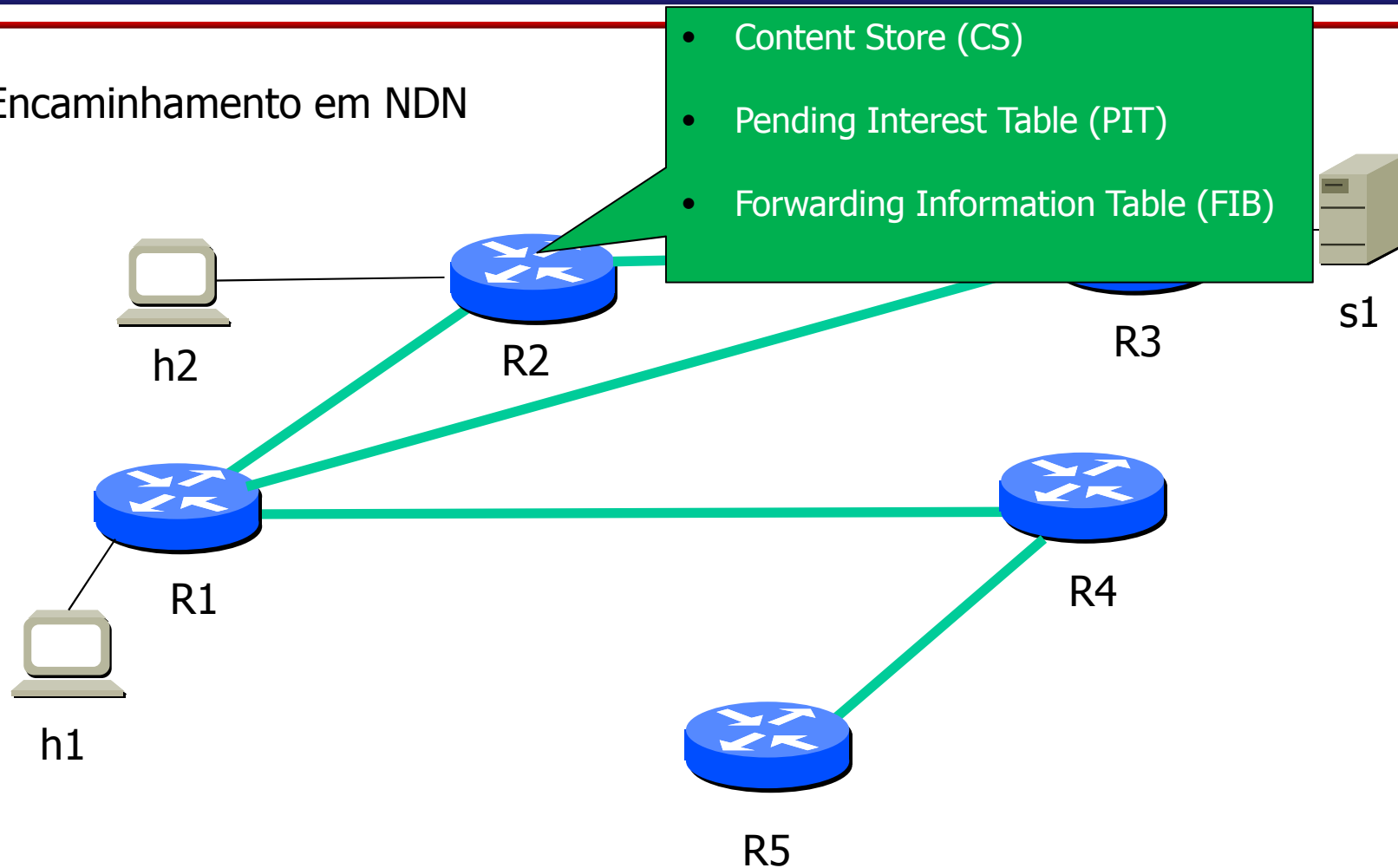
# Introdução

## Encaminhamento em NDN



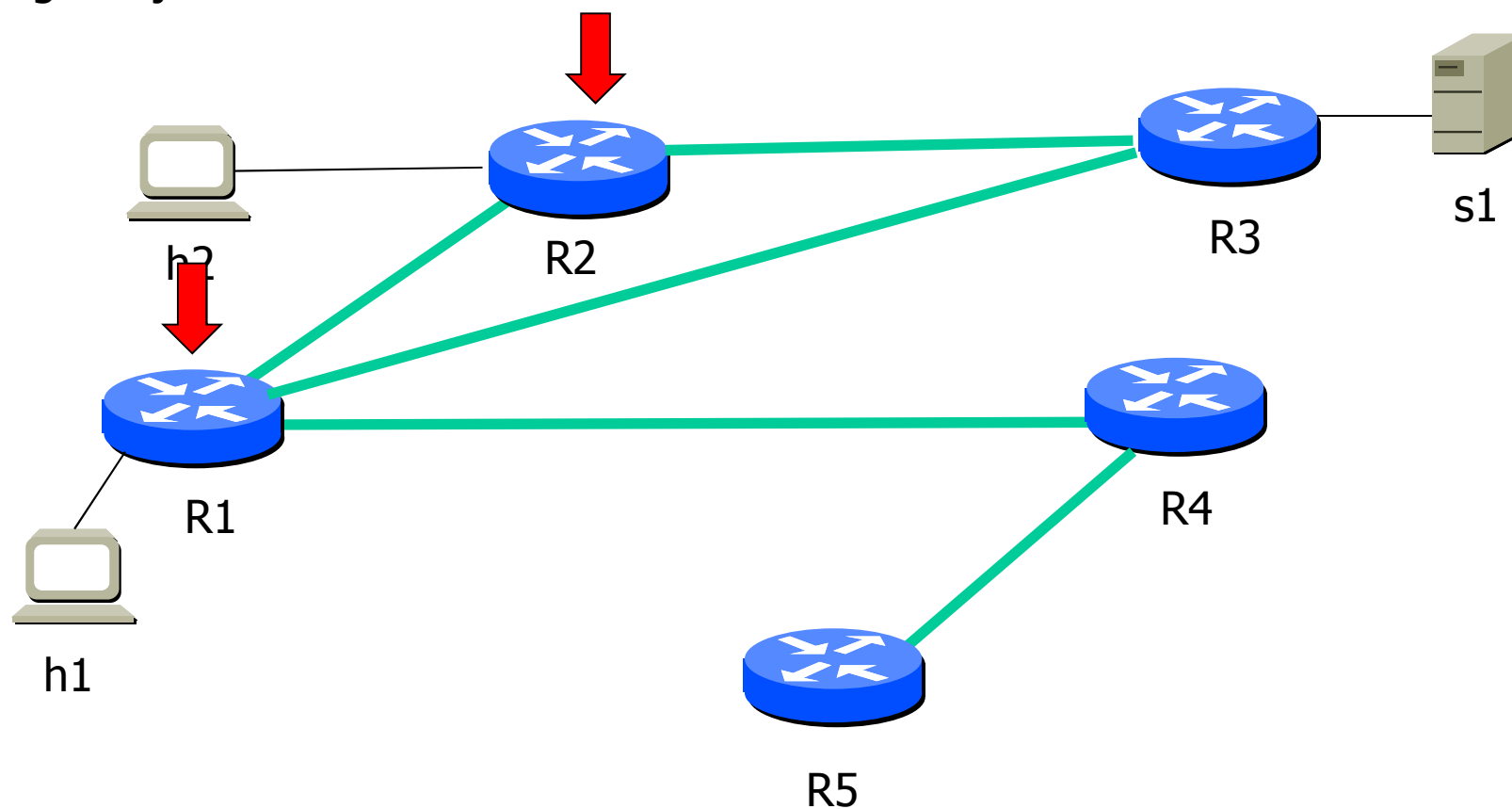
# Introdução

Encaminhamento em NDN



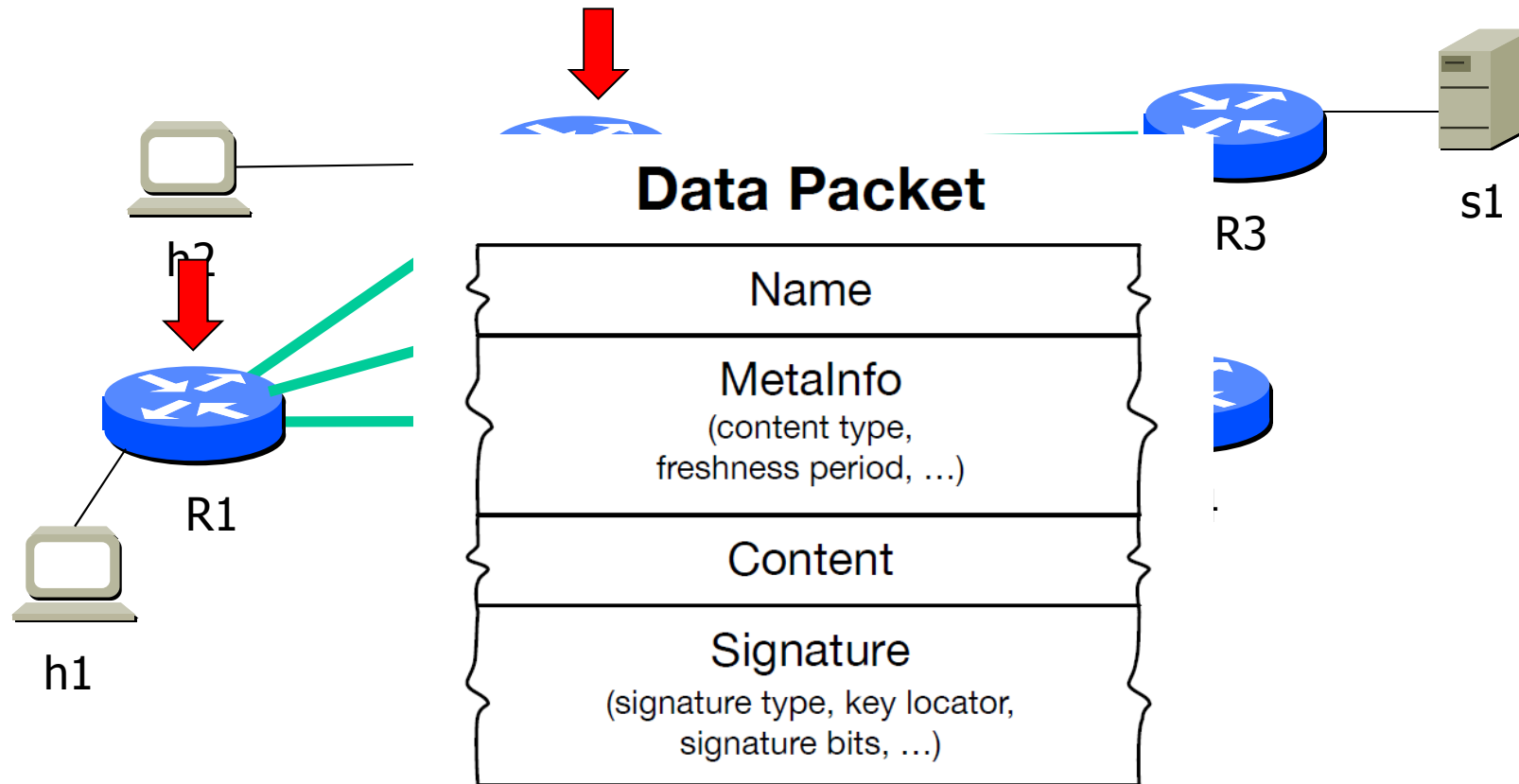
# Introdução

## Segurança em NDN



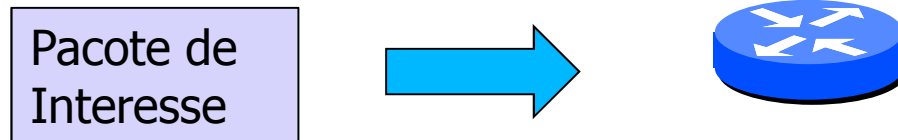
# Introdução

## Segurança em NDN



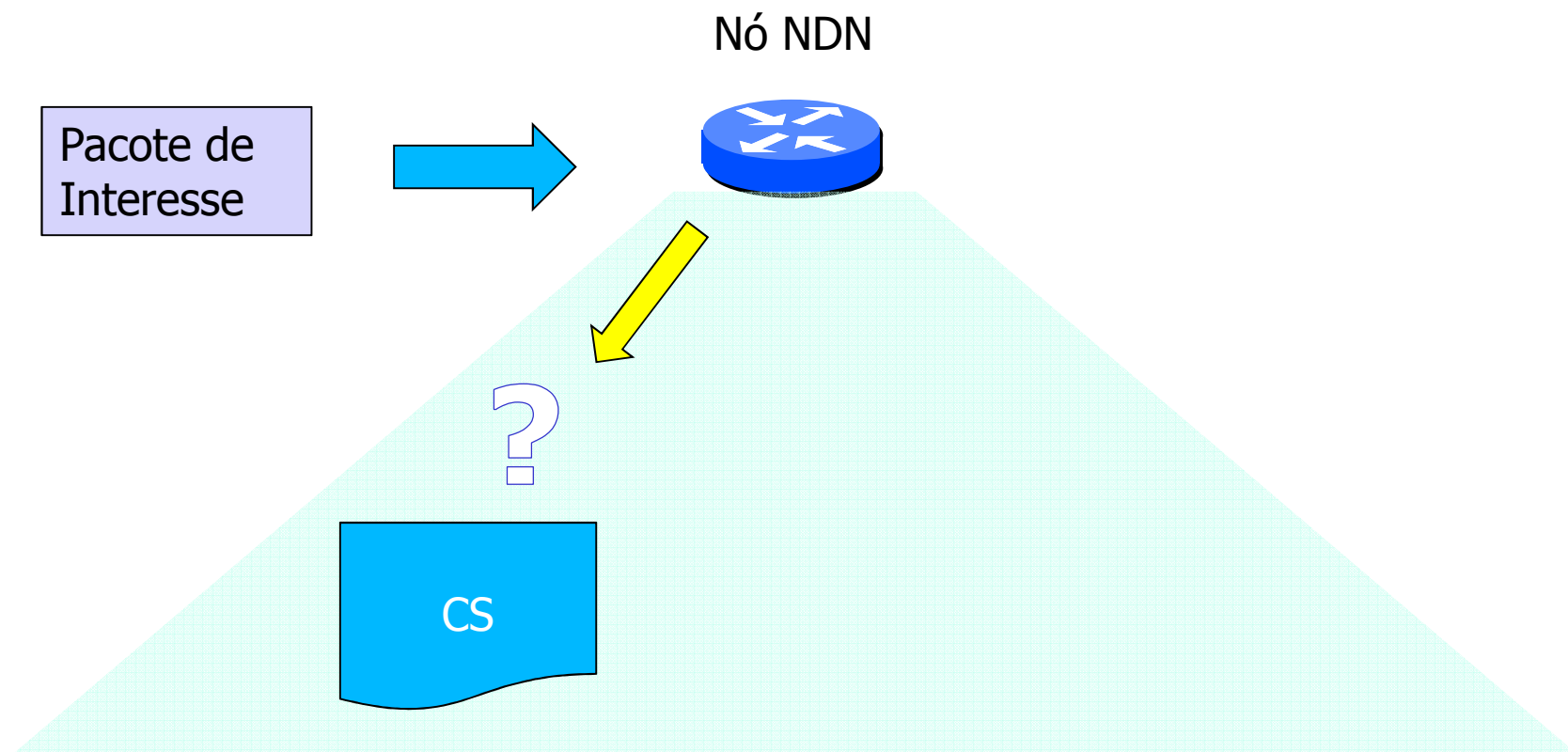
# Introdução

## Encaminhamento em NDN



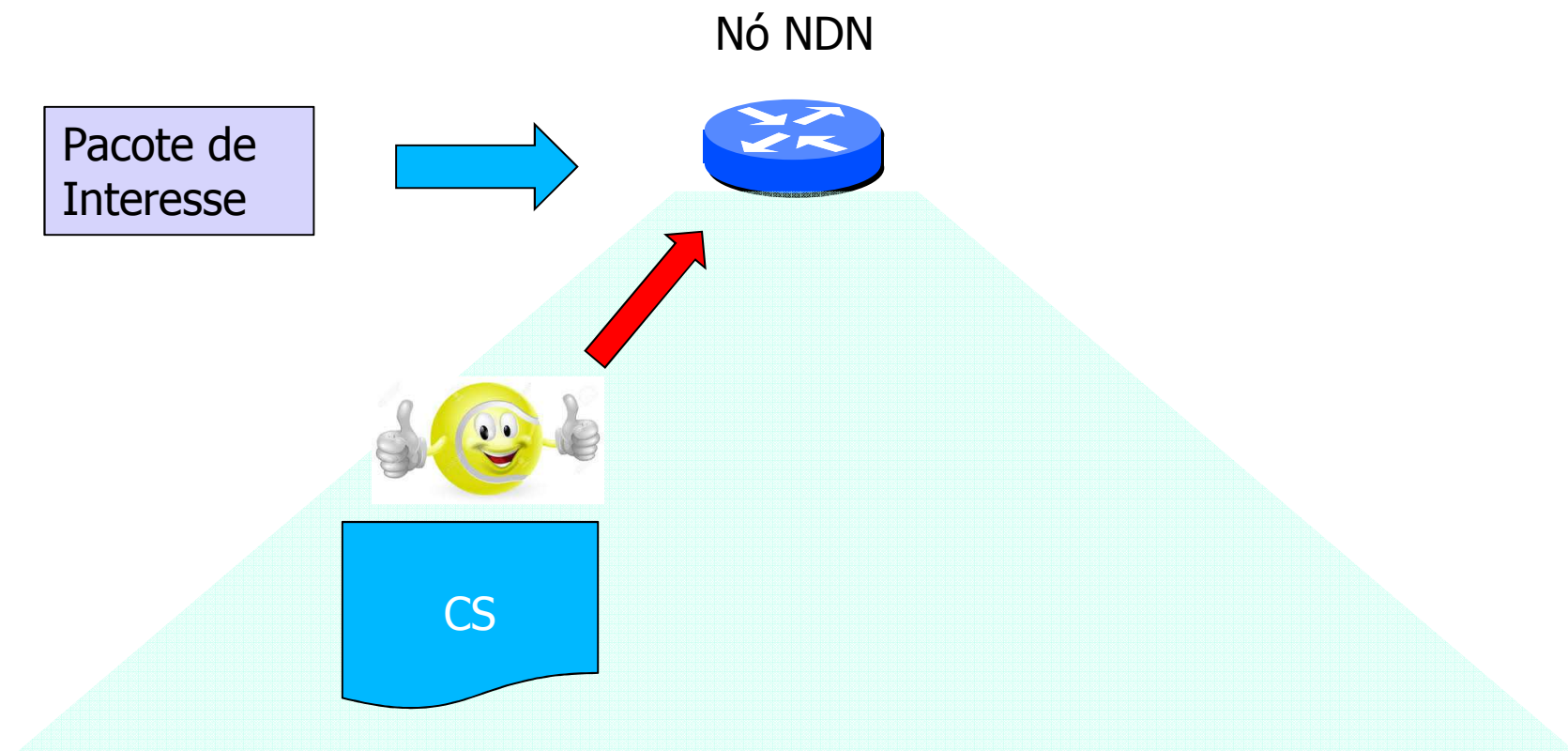
# Introdução

## Encaminhamento em NDN



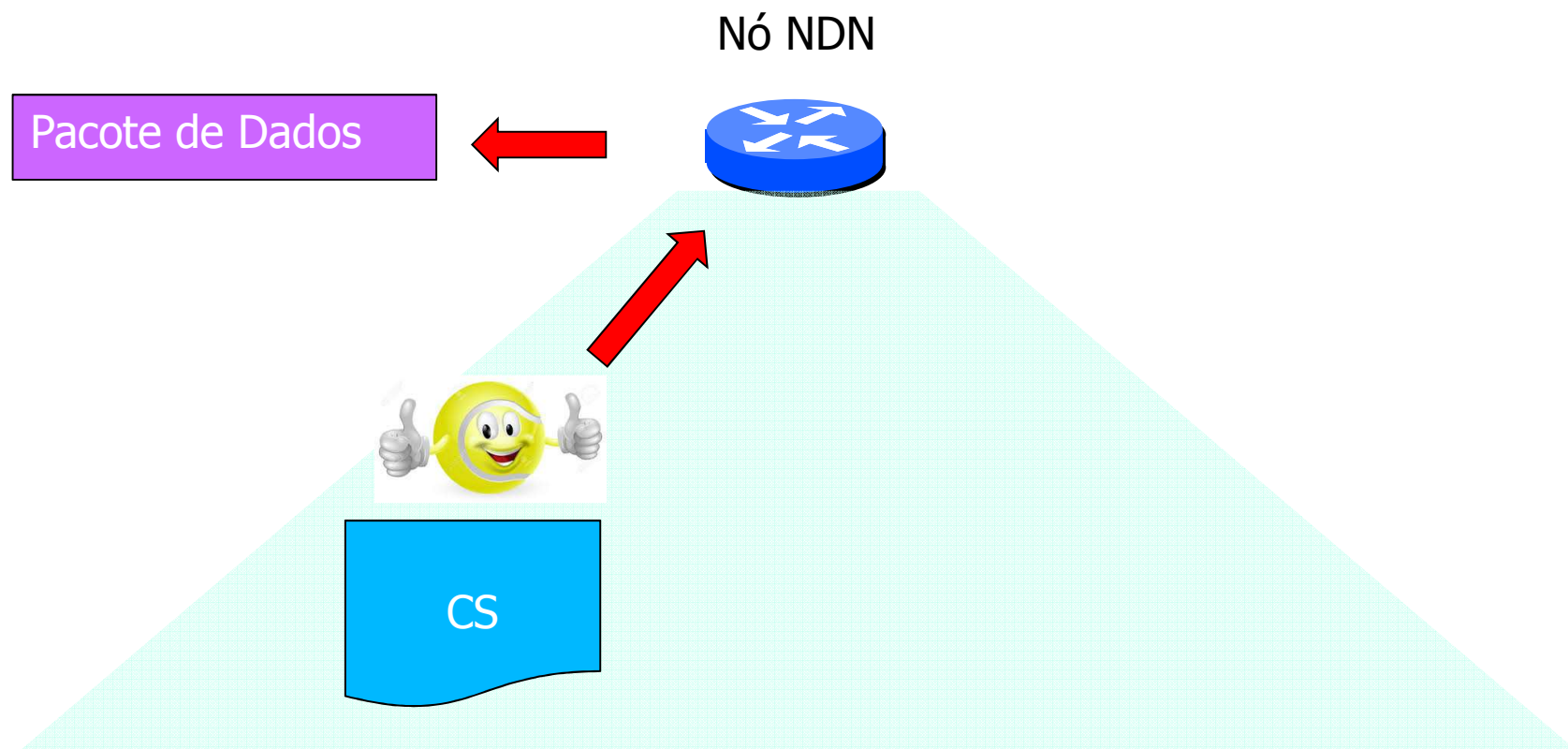
# Introdução

## Encaminhamento em NDN



# Introdução

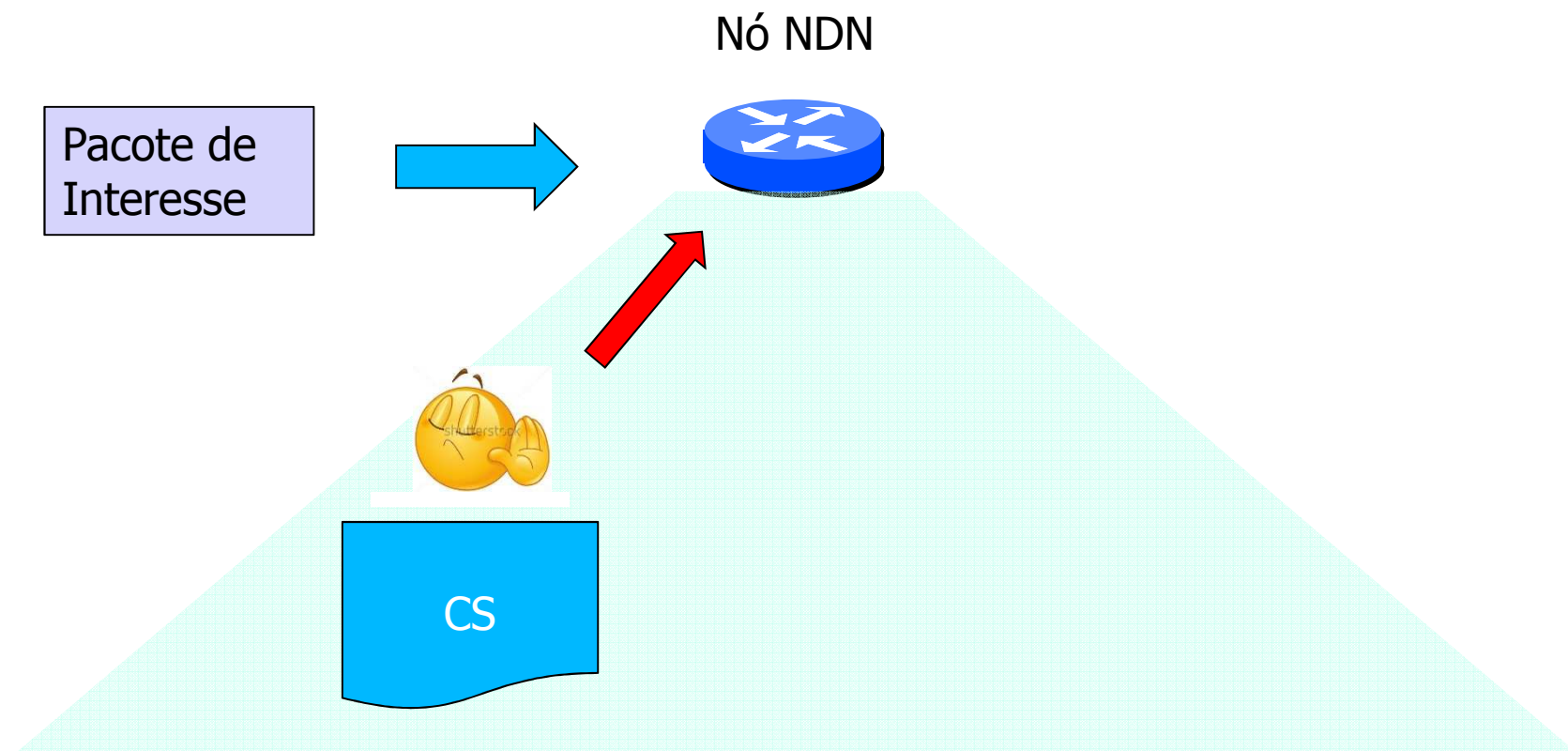
## Encaminhamento em NDN





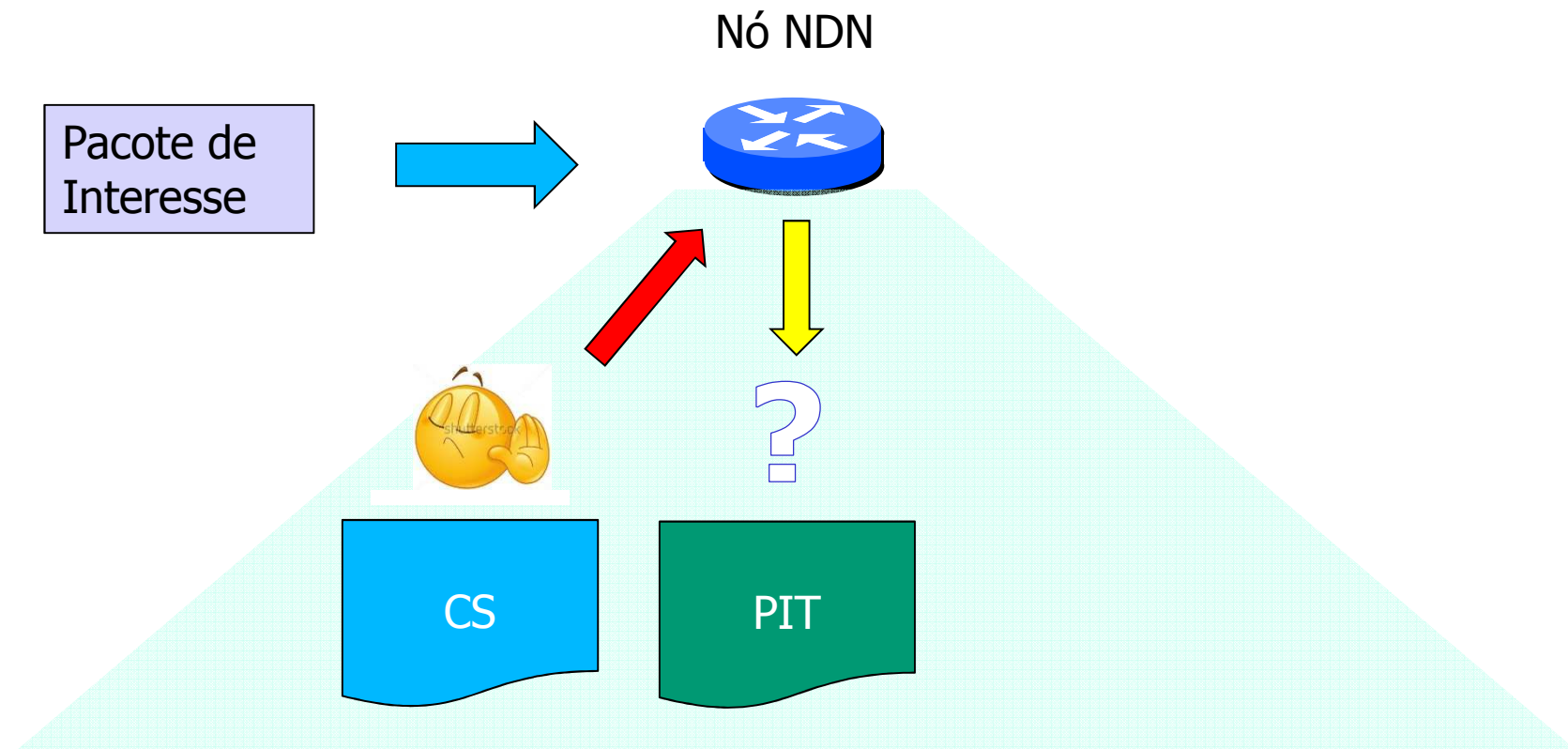
# Introdução

## Encaminhamento em NDN



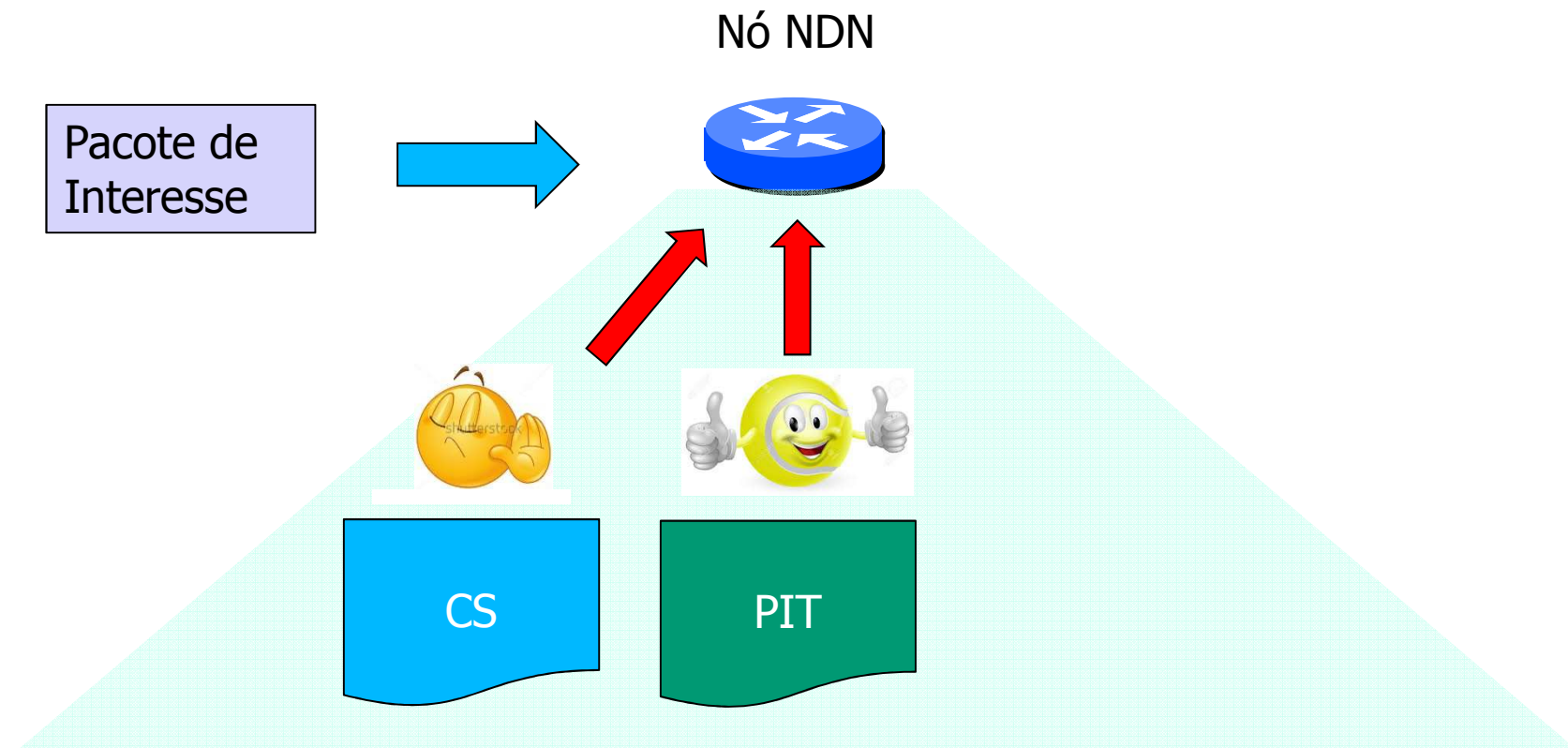
# Introdução

## Encaminhamento em NDN



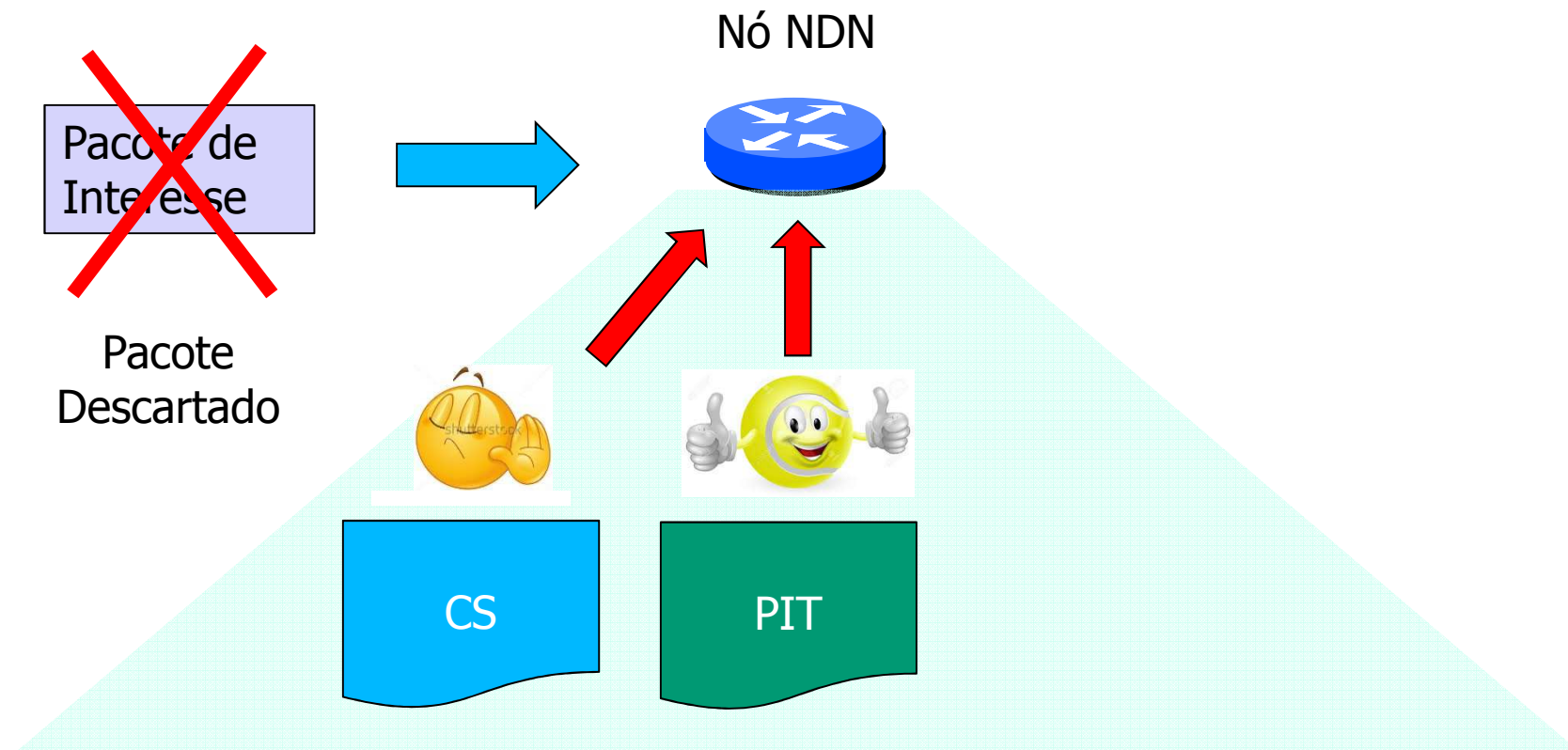
# Introdução

## Encaminhamento em NDN



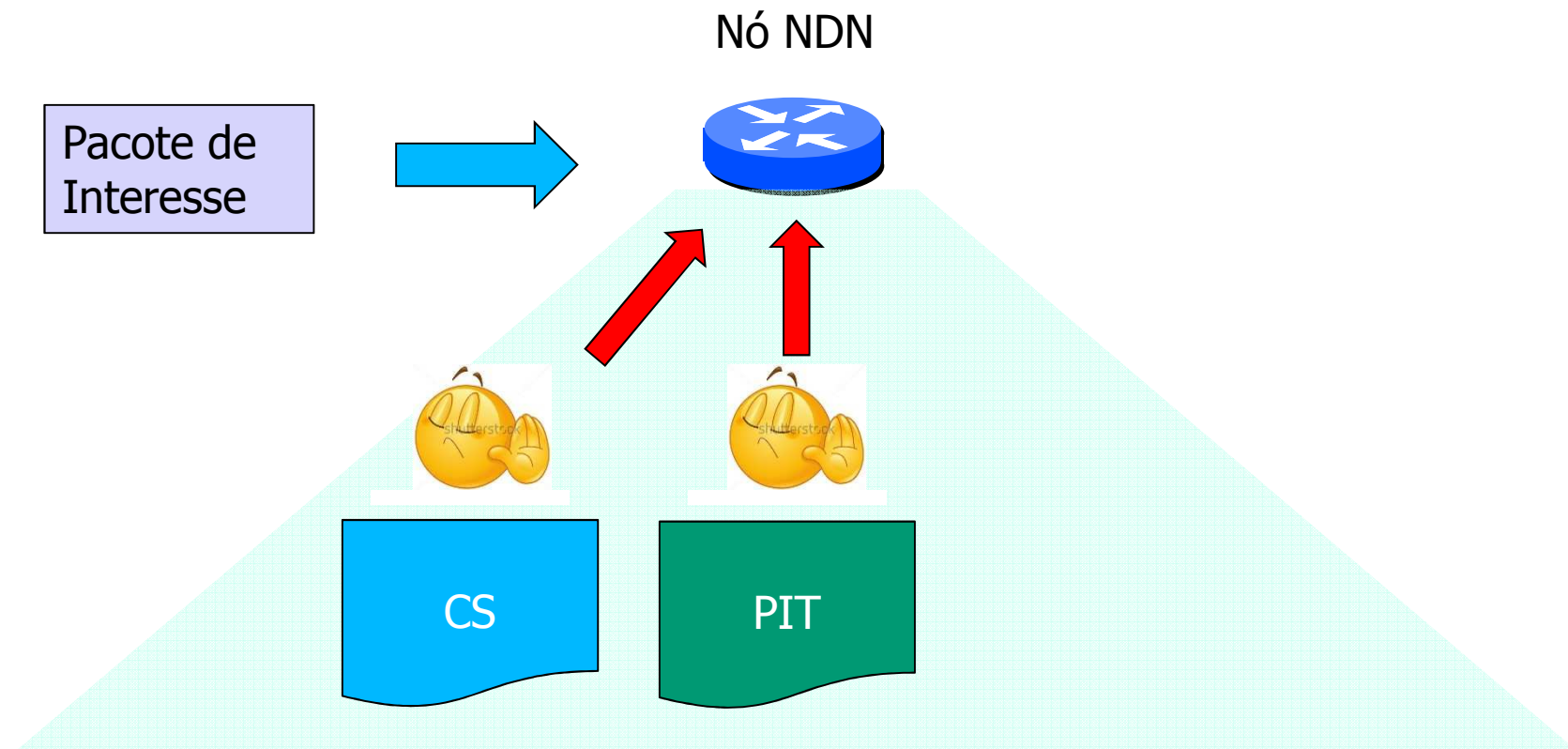
# Introdução

## Encaminhamento em NDN



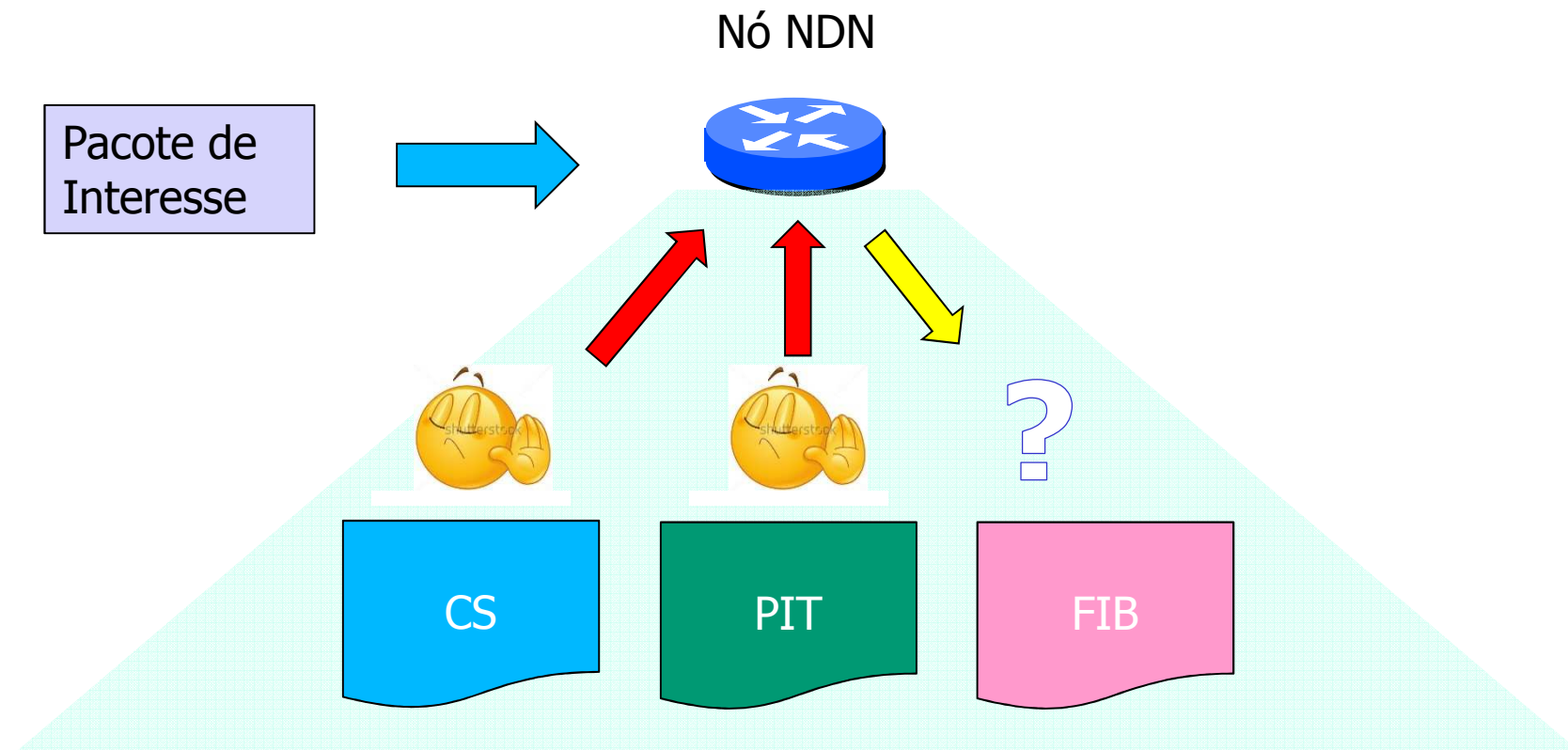
# Introdução

## Encaminhamento em NDN

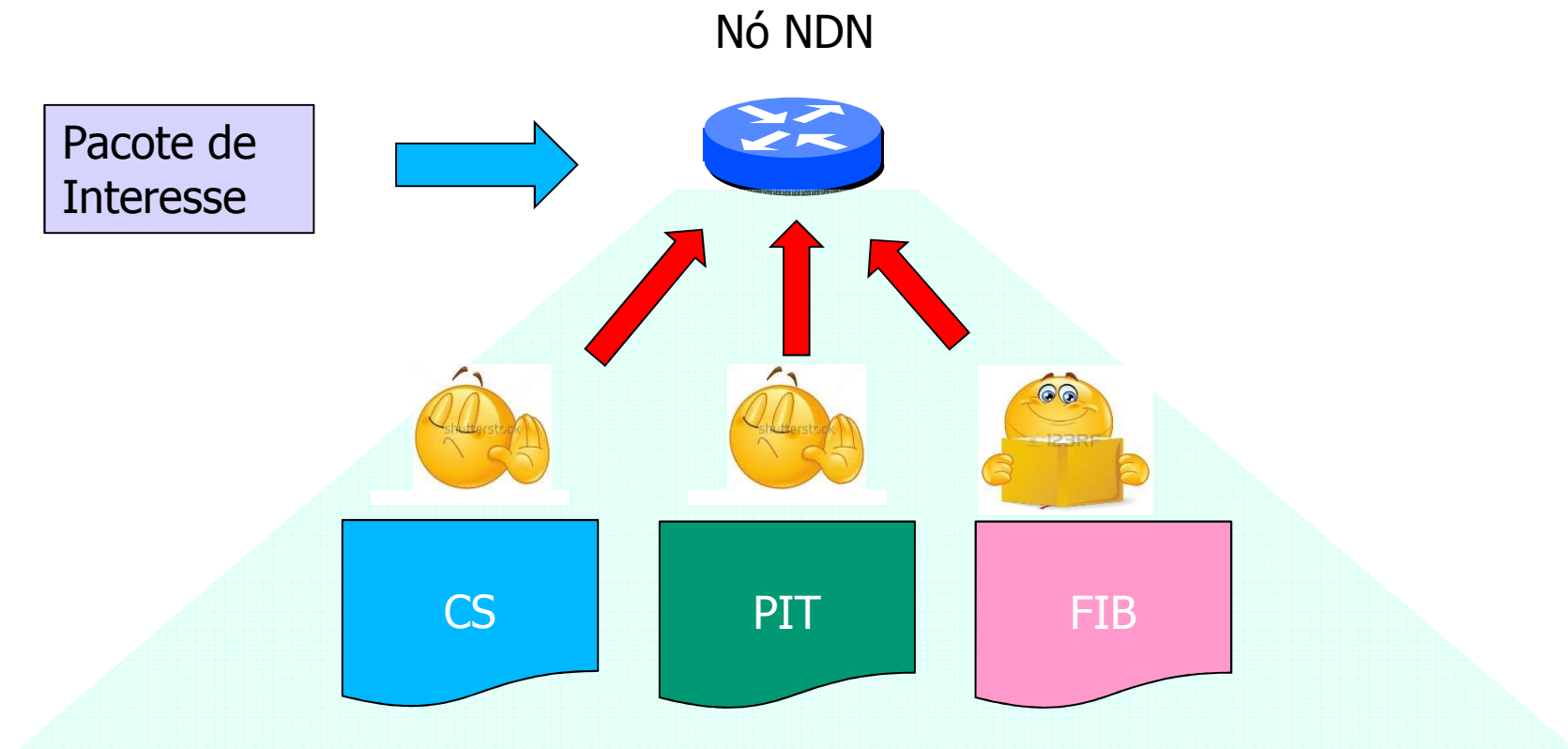


# Introdução

## Encaminhamento em NDN

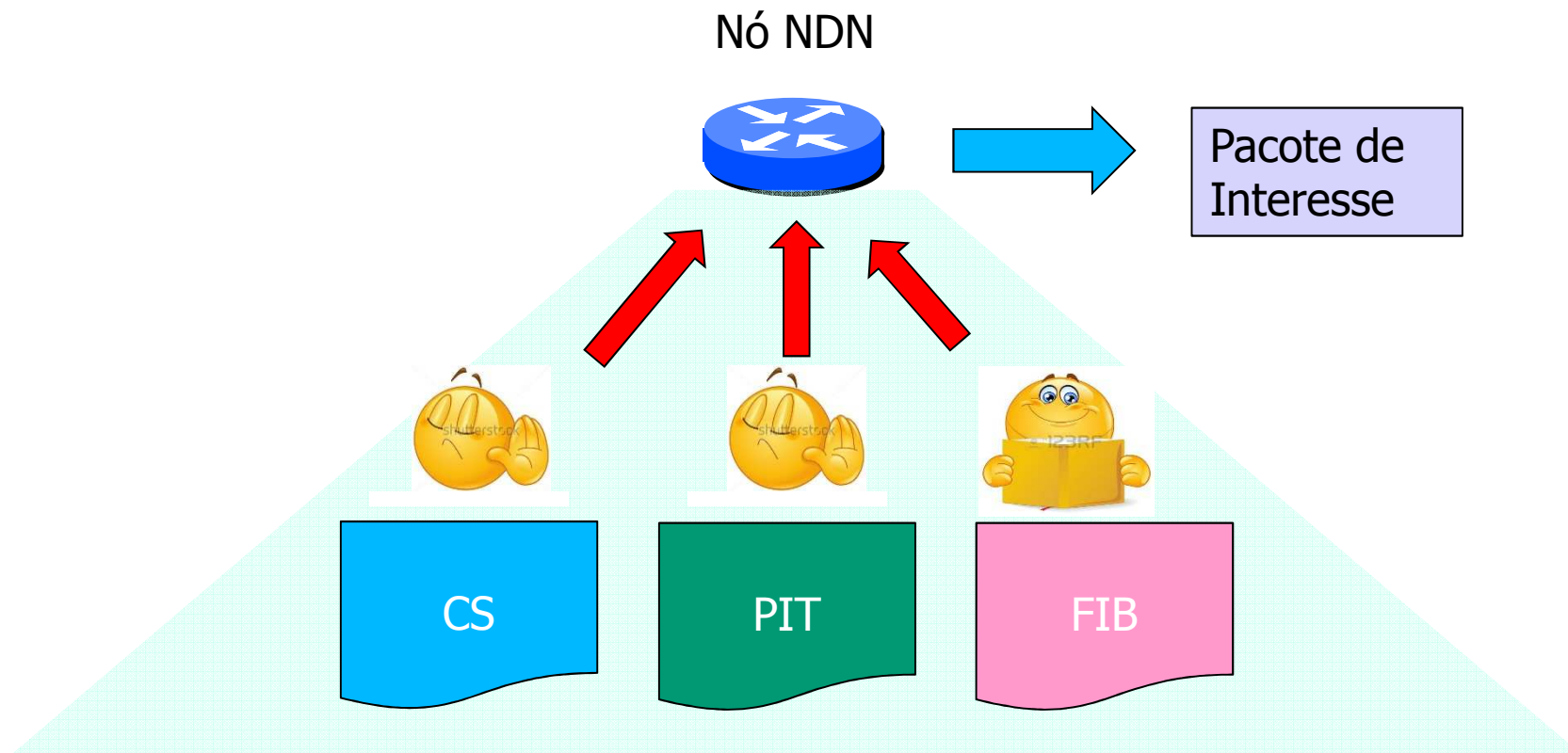


## Encaminhamento em NDN



# Introdução

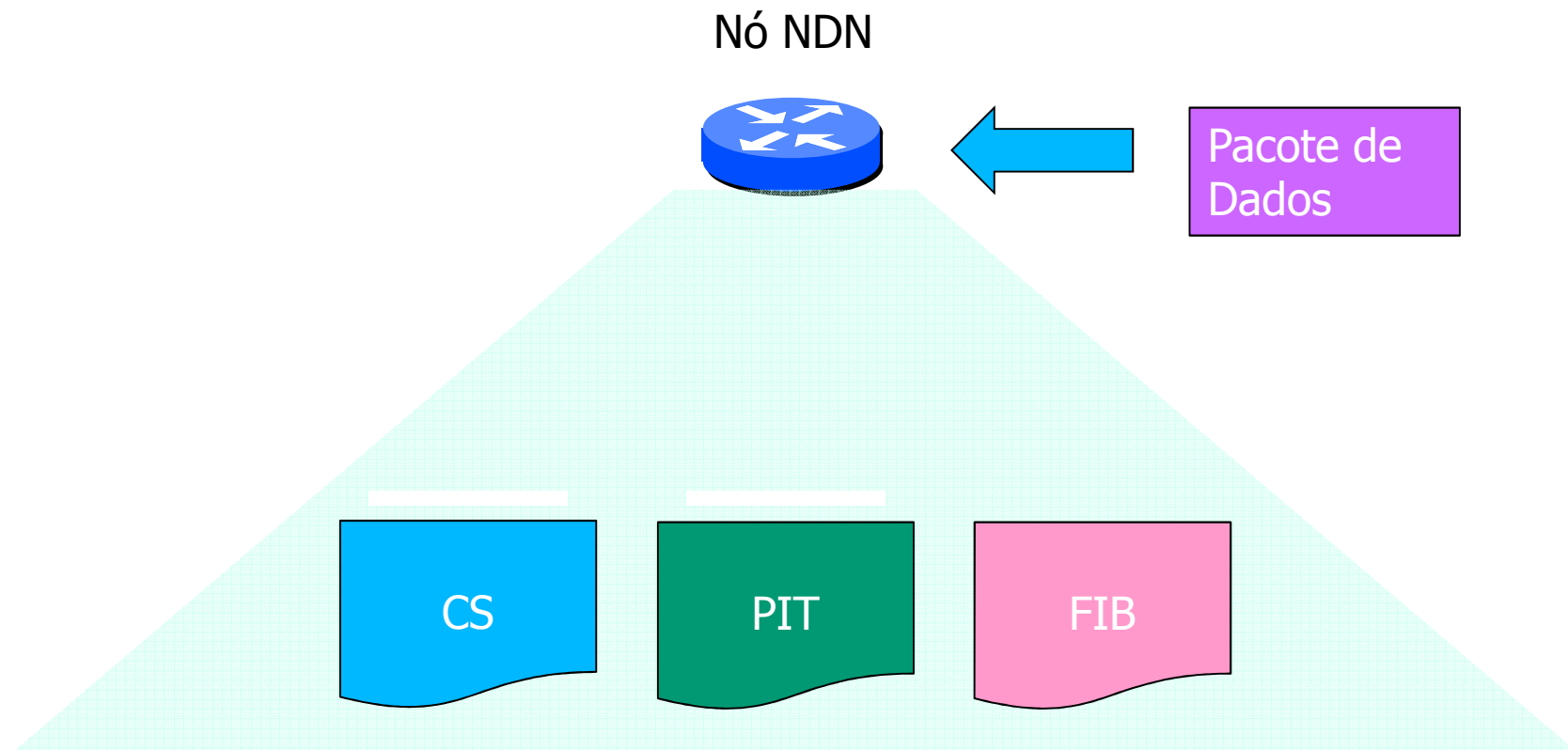
## Encaminhamento em NDN



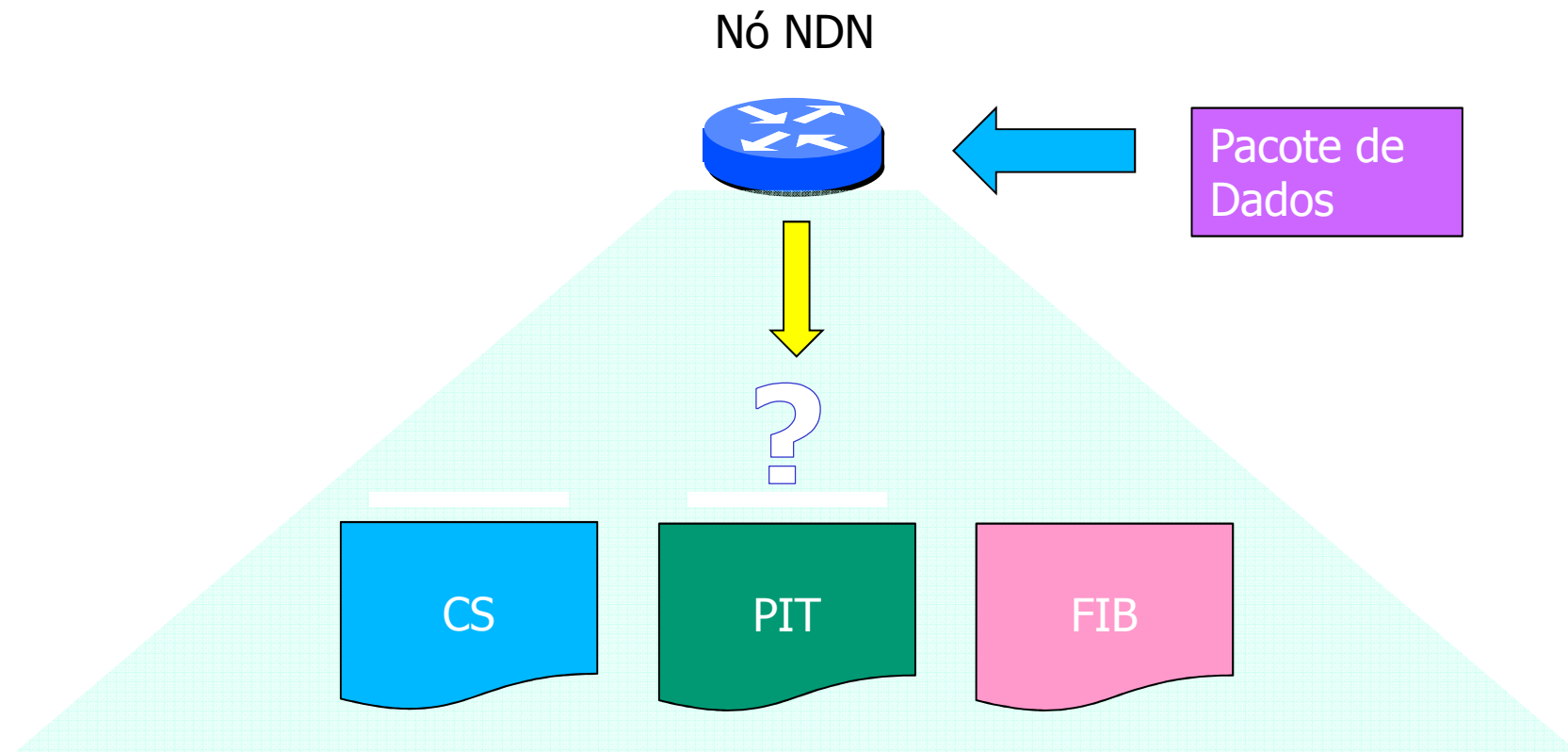


# Introdução

## Encaminhamento em NDN

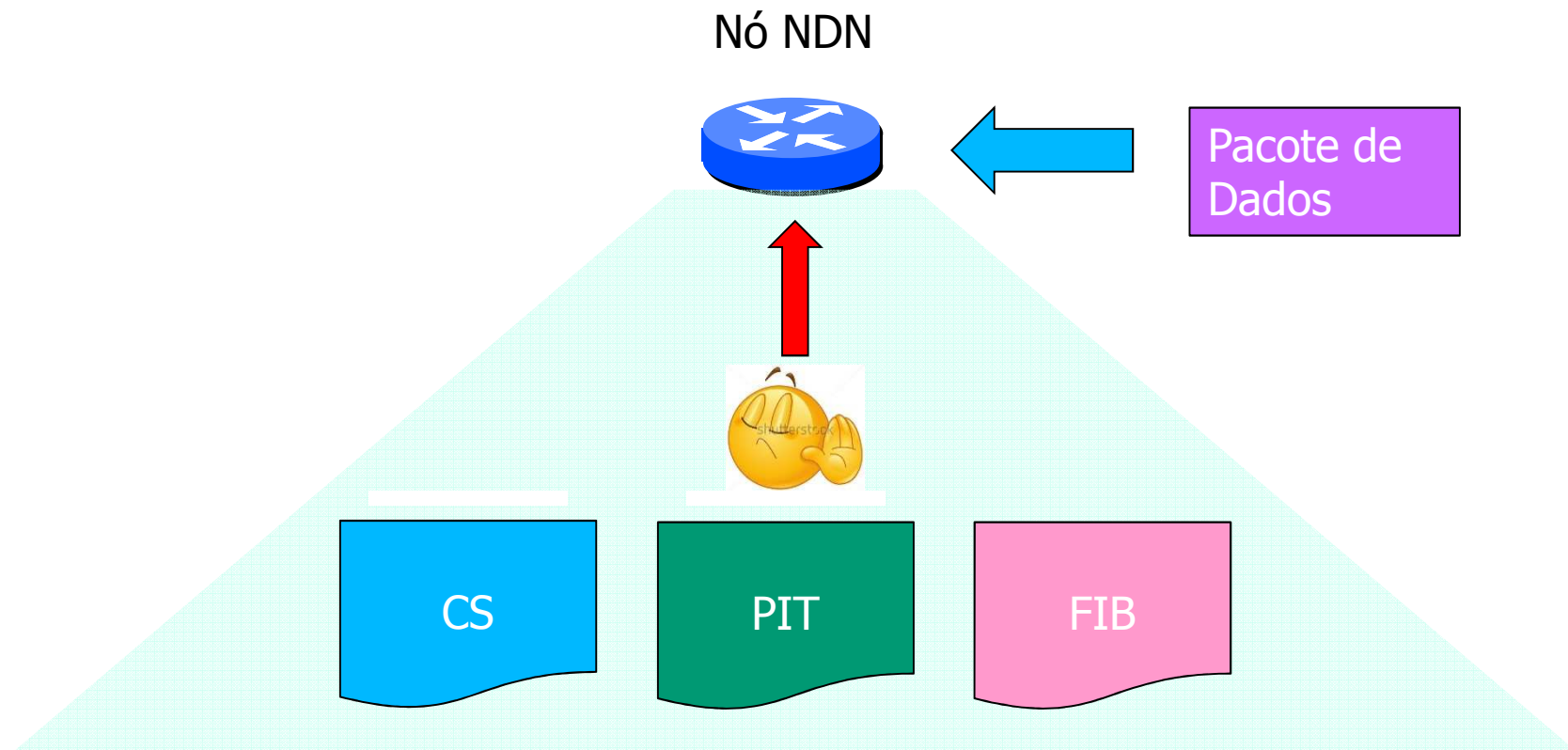


## Encaminhamento em NDN



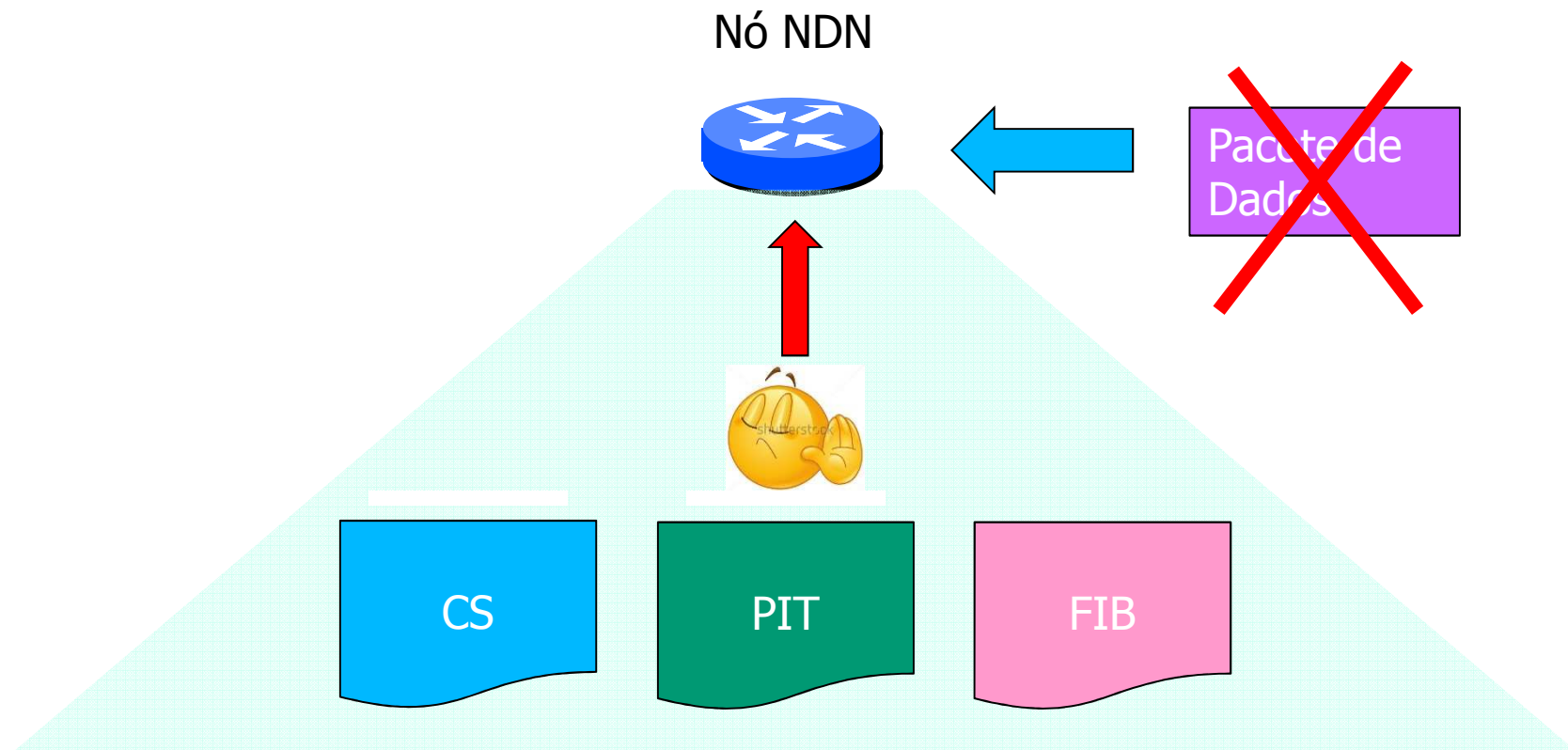
# Introdução

## Encaminhamento em NDN



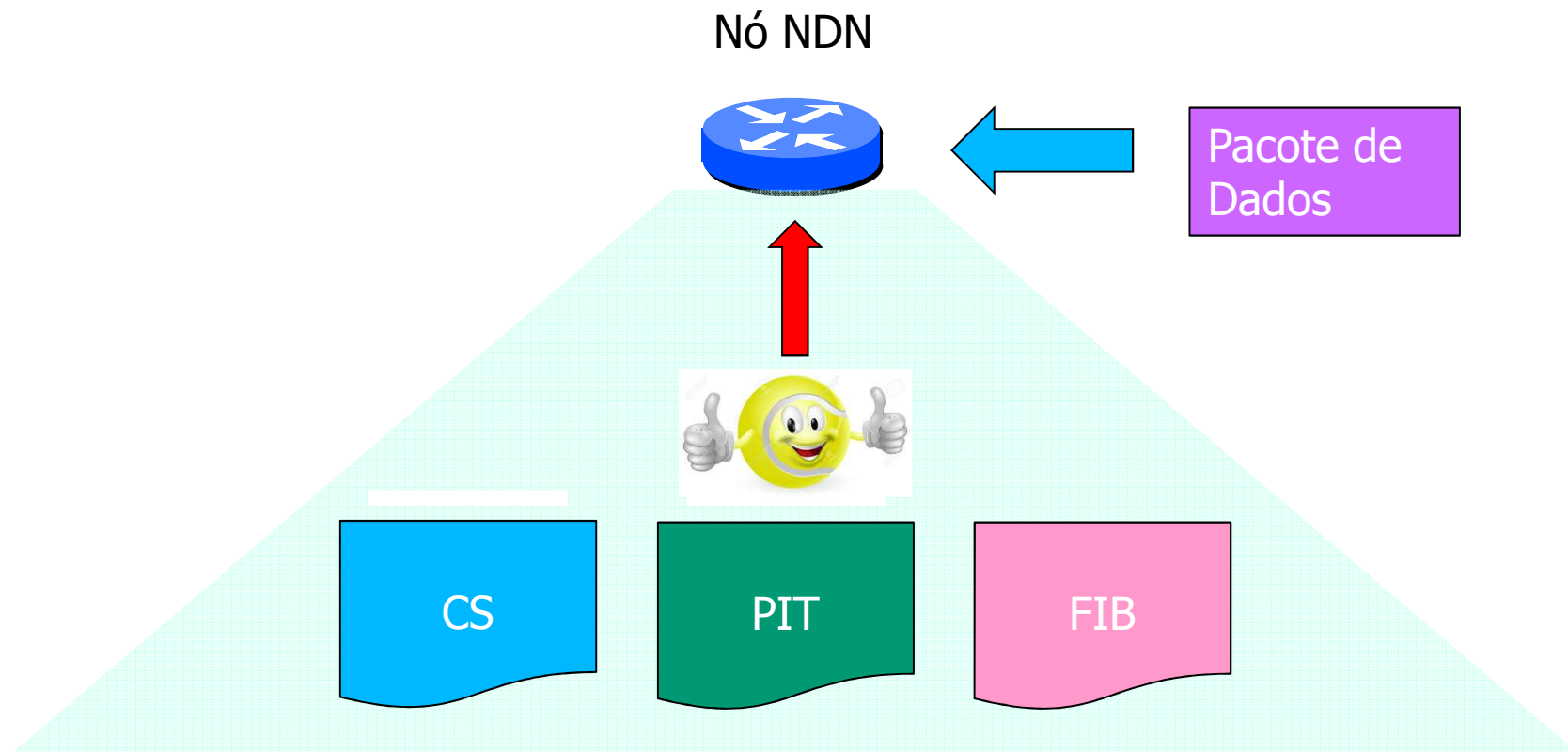
# Introdução

## Encaminhamento em NDN



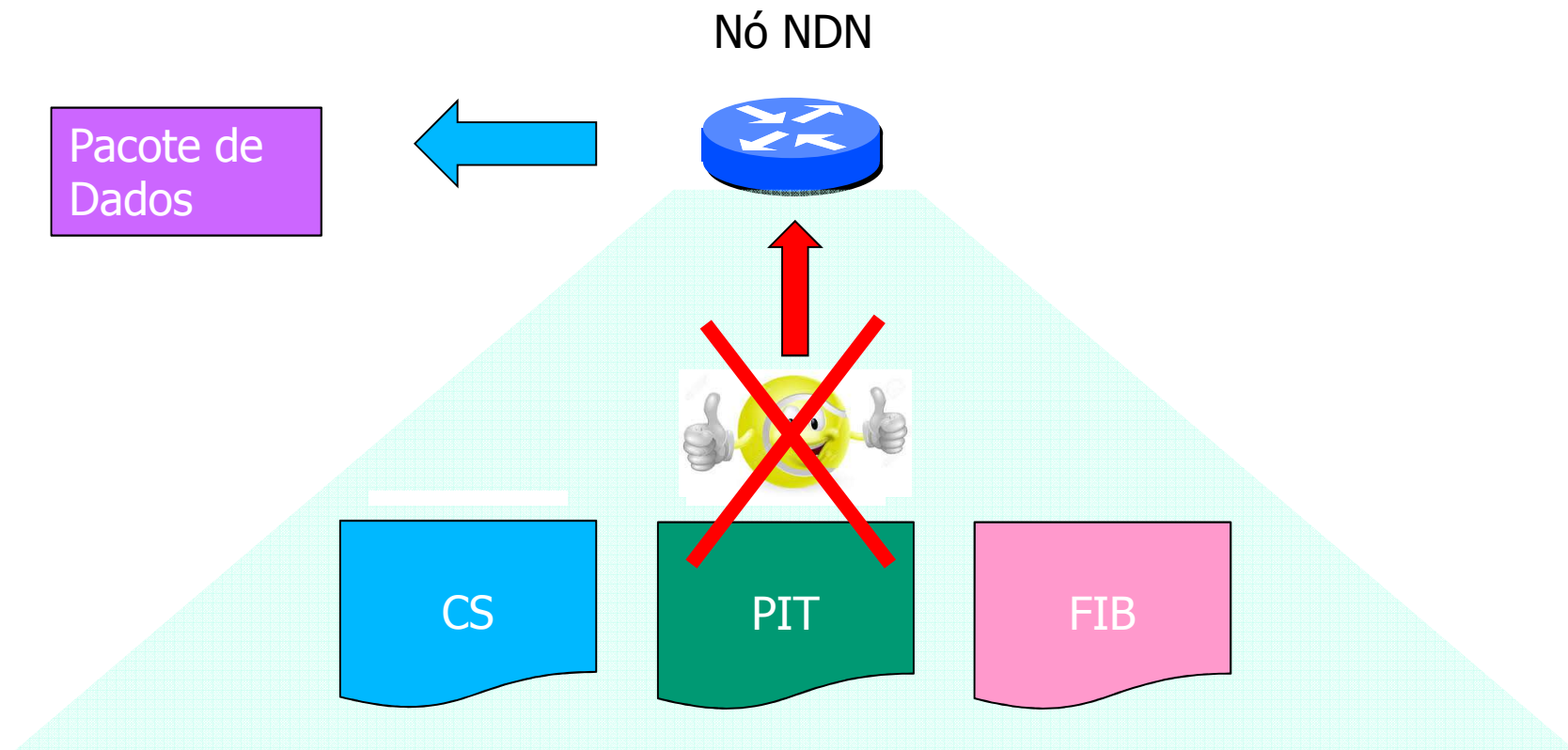
# Introdução

## Encaminhamento em NDN

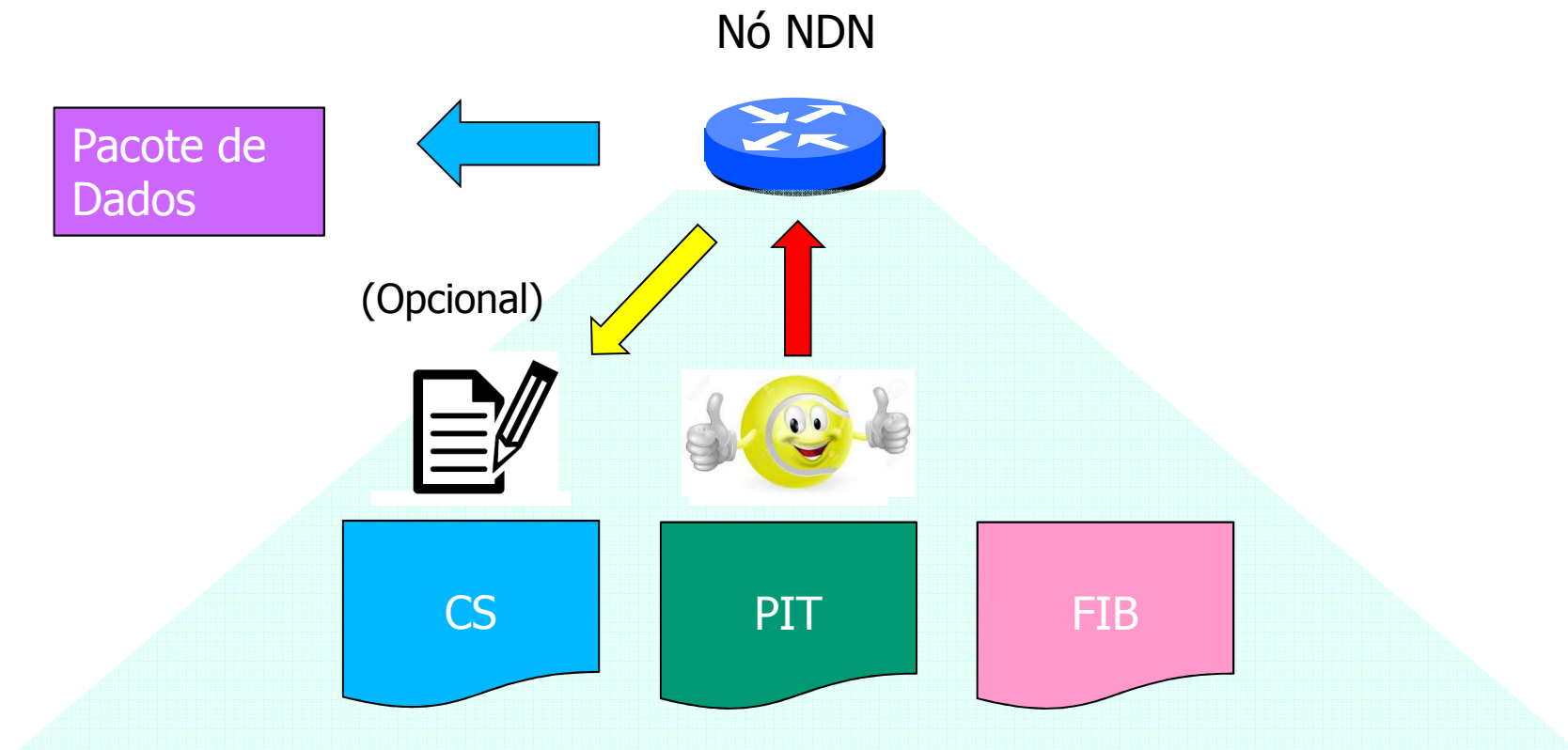


# Introdução

## Encaminhamento em NDN



## Encaminhamento em NDN



## Motivação:

- NDN é adequada para sistemas IoT porque:
  - Em grande parte, aplicações IoT têm interesses nos dados. Não na localização ou identidade do produtor;
  - Permite a coleta de informação apenas com o nome do conteúdo;
  - Permite desenvolvimento de sistemas mais simples, resultando em mais confiabilidade e eficiência de energia;



## Problema:

- Os autores identificam que NDN não se adequa nativamente à IoT quando:

É necessário coletar simultaneamente **múltiplos dados** do **mesmo tipo** de **múltiplas fontes diferentes**;

- A dificuldade com NDN está relacionada a natureza de relação 1 para 1 entre os pacotes de Interesse e de Dados;
- O foco do artigo é resolver esse problema;

## Problema:

- Os autores identificam que NDN não se adequa nativamente à IoT.

**Solução:** Usar a arquitetura NDN, com algumas adaptações, para realizar coleta de dados de múltiplos dispositivos IoT, sem fio, que respondem a um mesmo pacote de Interesse.

- O foco do artigo é resolver esse problema;

## Principais desafios identificados na proposta:

- Diversidade de Nome;
- Não eliminar entradas na PIT;
- Colisão de dados;
- Canal não confiável;
- Redundância de dados;

## Principais desafios identificados na proposta:

- Diversidade de Nome;
- Não eliminar entradas na PIT;
- Colisão de dados;
- Canal não confiável;
- Redundância de dados;

Nomes adequados que permitam a coleta dos dados em dispositivos distintos. O nó consumidor também deve ser capaz de, pelo nome, identificar o dado coletado;

## Principais desafios identificados na proposta:

- Diversidade de Nome;
- Não eliminar entradas na PIT;
- Colisão de dados;
- Canal não confiável;
- Redundância de dados;

Para suportar coleta de dados múltipla com apenas 1 pacote de Interesse a tabela PIT não deve apagar imediatamente o registro quando há match com um Pacote de Dados.

## Principais desafios identificados na proposta:

- Diversidade de Nome;
- Não eliminar entradas na PIT;
- Colisão de dados;
- Canal não confiável;
- Redundância de dados;

Devido a natureza compartilhada do canal sem fio, a solução deve ter um mecanismo para evitar a colisão dos múltiplos pacotes de Dados que serão produzidos simultaneamente.

## Principais desafios identificados na proposta:

- Diversidade de Nome;
- Não eliminar entradas na PIT;
- Colisão de dados;
- Canal não confiável;
- Redundância de dados;

O canal sem fio é mais susceptível a ruídos e erros na transmissão. Devem ser considerados mecanismos para controle e retransmissão de pacotes de Interesse e Dados, quando a confiabilidade é um requisito.

## Principais desafios identificados na proposta:

- Diversidade de Nome;
- Não eliminar entradas na PIT;
- Colisão de dados;
- Canal não confiável;
- Redundância de dados;

Deve haver um mecanismo para ajustar a quantidade de respostas de acordo com o esperado pela aplicação, que pode ter suas restrições.



## Mecanismo da proposta:

- Mecanismo foi desenvolvido e implementado em 2 cenários:
  - (i) Produtores estão a apenas 1 salto de distância do consumidor;
  - (ii) Coleta requisitada por uma aplicação rodando num host remoto;

## Soluções da proposta:

Desafio	Solução
Diversidade de Nome	Usa um nome de prefixo comum nos pacotes de Interesse <i>msINT</i> . Os pacotes de Dados devem usar <i>msINT</i> mais uma nome particular do dispositivo.
Não eliminar entradas na PIT	Uma entrada de prefixo <i>msINT</i> é mantida até o tempo de vida expirar. Múltiplos Pacotes de Dados são aceitos.
Colisão de dados	Tempos de envio são definidos para espalhar no tempo o envio de dados das múltiplas fontes.
Canal não confiável	O pacote de Interesse <i>msINT</i> é reenviado quando o tempo de vida expira. O campo EXCLUDE é usado para indicar os produtores que já responderam.
Redundância de dados	Overhearing é reforçado no lado do produtor para cancelar transmissão de dados.

# Proposta - Consumidor Local

## Cenário com consumidor Local:

- Um *Collection Point* (CP) deseja coletar dados de N produtores. O número N pode ser previamente conhecido por CP ou pode ser para atender um parâmetro de precisão desejado;
- Para fixar a coleta localmente, o campo Scope é configurado para o valor 2;

NDN Interest packet is TLV defined as follows:

Scope

```
Interest ::= INTEREST-TYPE TLV-LENGTH
           Name
           Selectors?
           Nonce
           Scope?
           InterestLifetime?
```

# Proposta - Consumidor Local

## Cenário com consumidor Local:

- Exemplos de nomes: CP envia Interesse com *msINT/temperature*;  
Produtor responde com *msINT/temperature/bathroom*;
- Não eliminar entradas na PIT: O CP somente apaga o prefixo *msINT* quando o tempo  $T_{msINT}$  expira;

# Proposta - Consumidor Local

## Evitando colisões:

- Propõem a técnica *consumer-aided*: O consumidor define regras para evitar colisões e suprimir dados enviados pelos produtores;
- As regras são especificadas nos campos opcionais dos pacotes de Interesse;
- A cada pacote de Interesse é enviado com um *maximum NDN contention window* ( $NCW_{max}$ ) e um slot de tempo,  $V_{slot}$ ;
- Cada produtor gera um número randômico,  $NCW_r$  E  $[0, NCW_{max}-1]$ . E aguardar para enviar o Pacote de Dados,  $\tau_{ca} = V_{slot} * NCW_r$ .

# Proposta - Consumidor Local

## Redundância de dados:

- Usa os campos opcionais para definir as regras. Exemplo: Se o consumidor define que deseja receber N mensagens e o produtor, enquanto ouve o canal e espera  $\tau_{ca}$ , ouve N transmissões. Pode cancelar sua transmissão;

# Proposta - Consumidor Local

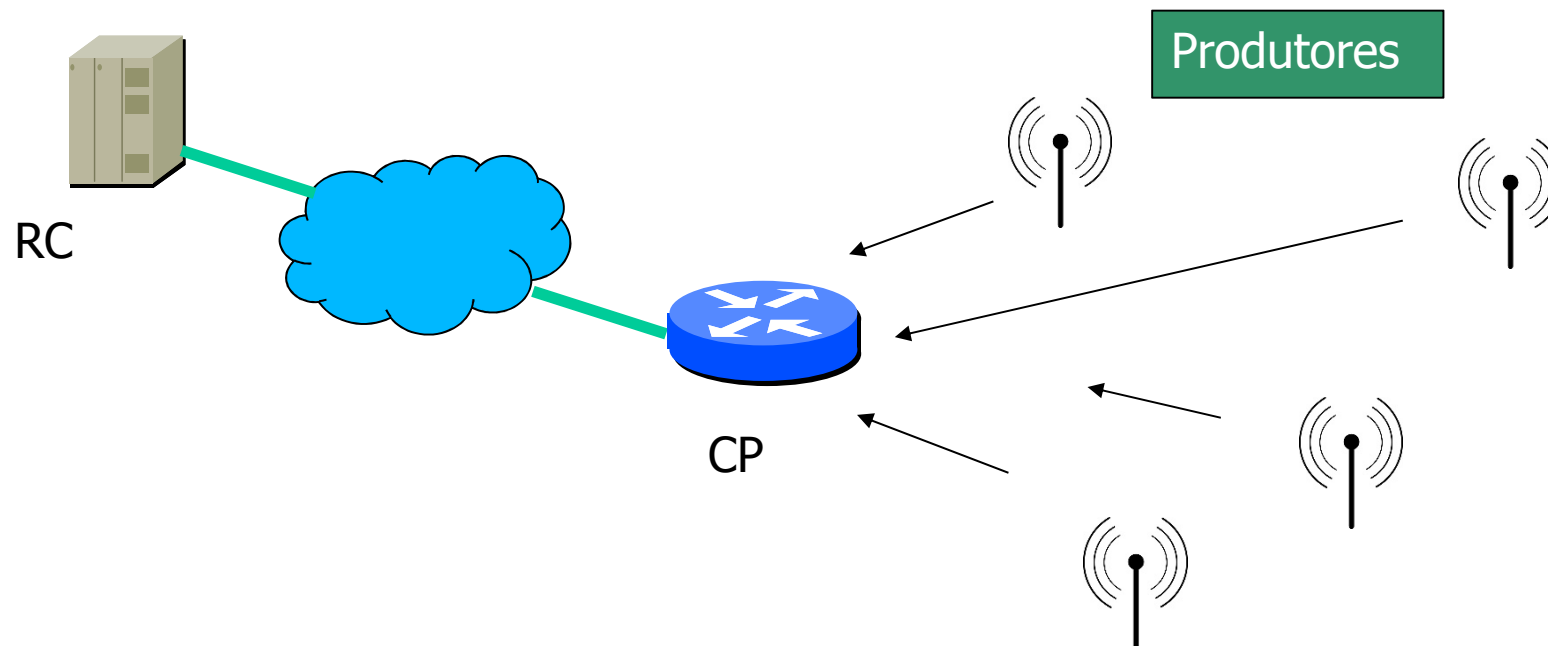
## Aumentando a confiabilidade do sistema:

- Um CP envia uma mensagem *msINT* e aguarda N pacotes de Dados no tempo  $T_{msINT}$ 
  - Se  $T_{msINT}$  expira e CP tiver recebido M pacotes de dados ( $M < N$ ), nova *msINT* é enviada com o campo EXCLUDE preenchido;
  - EXCLUDE é preenchido com o nome dos produtores que ainda não responderam. Ex: [*kitchen;bathroom*];
  - Somente os produtores cujos nomes não aparecem na lista EXCLUDE, respondem;

# Proposta - Consumidor Remoto

## Consumidor Remoto (*Remote Consumer* - RC):

- RC solicita dados a CP que, por sua vez, interage com os produtores;

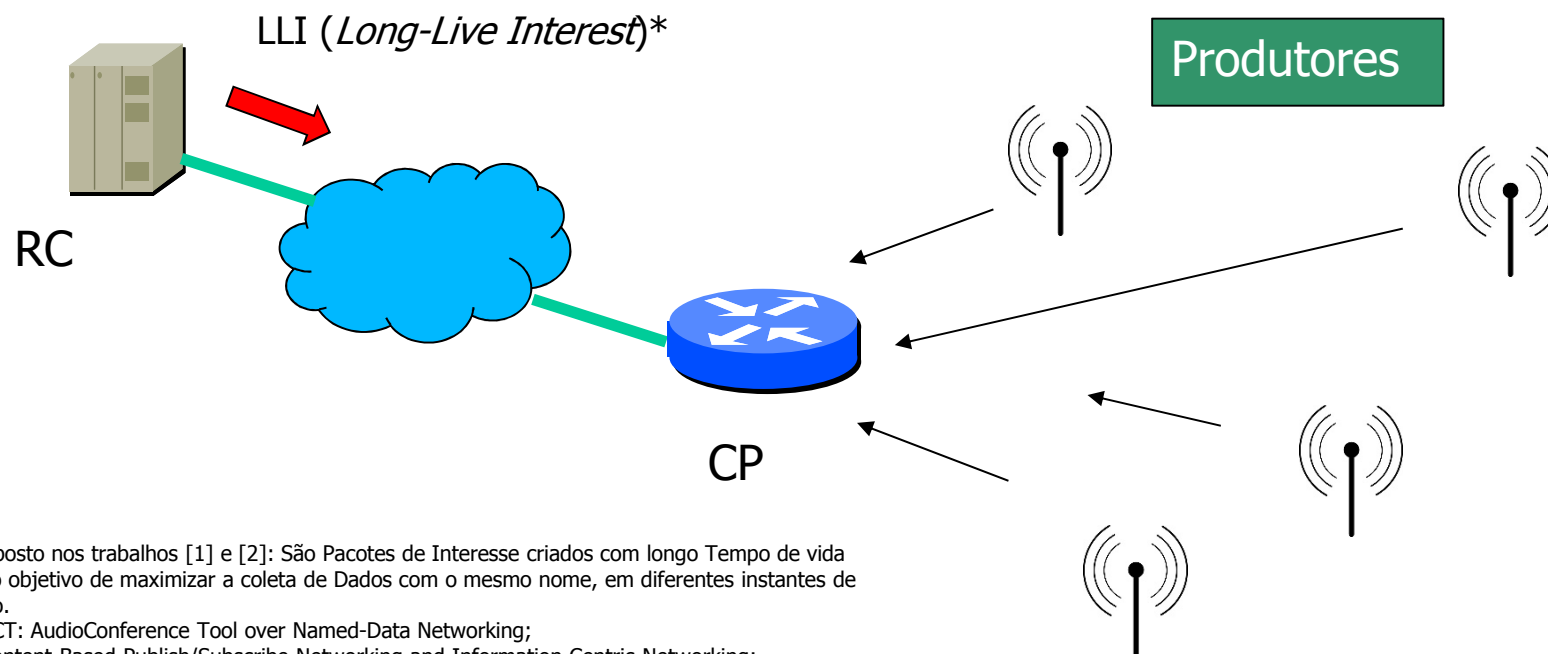




# Proposta - Consumidor Remoto

## Consumidor Remoto (*Remote Consumer* - RC):

- RC solicita dados a CP que, por sua vez, interage com os produtores;



\* Proposto nos trabalhos [1] e [2]: São Pacotes de Interesse criados com longo Tempo de vida com o objetivo de maximizar a coleta de Dados com o mesmo nome, em diferentes instantes de tempo.

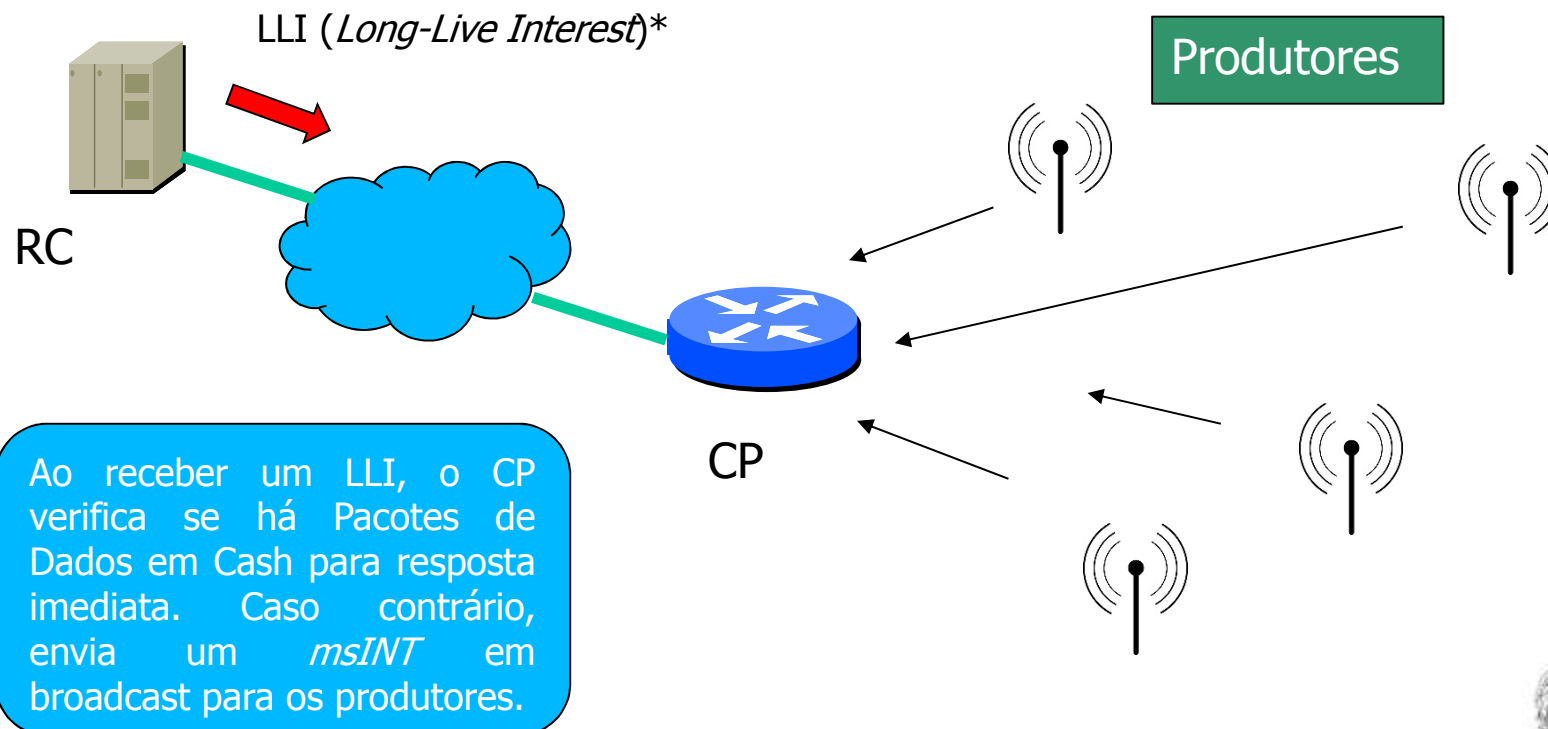
[1] ACT: AudioConference Tool over Named-Data Networking;

[2] Content-Based Publish/Subscribe Networking and Information Centric-Networking;

# Proposta - Consumidor Remoto

## Consumidor Remoto (*Remote Consumer* - RC):

- RC solicita dados a CP que, por sua vez, interage com os produtores;



# Implementação e Avaliação

- A arquitetura foi desenvolvida utilizando o simulador NS-3 e o ndnSIM;
- Para avaliação foram considerados 2 cenários:
  - (i) Automação de casa, onde o CP é o único consumidor e coleta dados de produtores sob seu controle;
  - (ii) Rede veicular, onde um consumidor remoto envia solicitações para o CP que coleta os dados de produtores vizinhos, cujas identidades e quantidades não é sabida previamente;

# Implementação e Avaliação

- Todos os resultados foram calculados com 10 rodadas de simulação e intervalo de confiança de 95 %;
- Parâmetros das simulações:

Scenario	Parameter	Setting(s)
<b>Home Monitoring</b>	Collection pattern	periodical
	Total monitoring time	3 hours
	Monitoring interval	5 minutes
	Data Payload	128 byte
	Producers ( $N$ )	4-16
	Interfering traffic	CBR (20 Interest/s)
	Access technology	IEEE 802.11g
	Propagation model	Rayleigh
Coverage radius	$\approx 150$ m	
<b>Vehicular Traffic Control</b>	Collection pattern	occasional
	msINT retransmissions	0-3
	Data payload	1024 byte
	Vehicles ( $N_v$ )	40;80
	Interfering traffic	None
	Access technology	IEEE 802.11p
	Propagation model	Nakagami
	Coverage radius	$\approx 300$ m

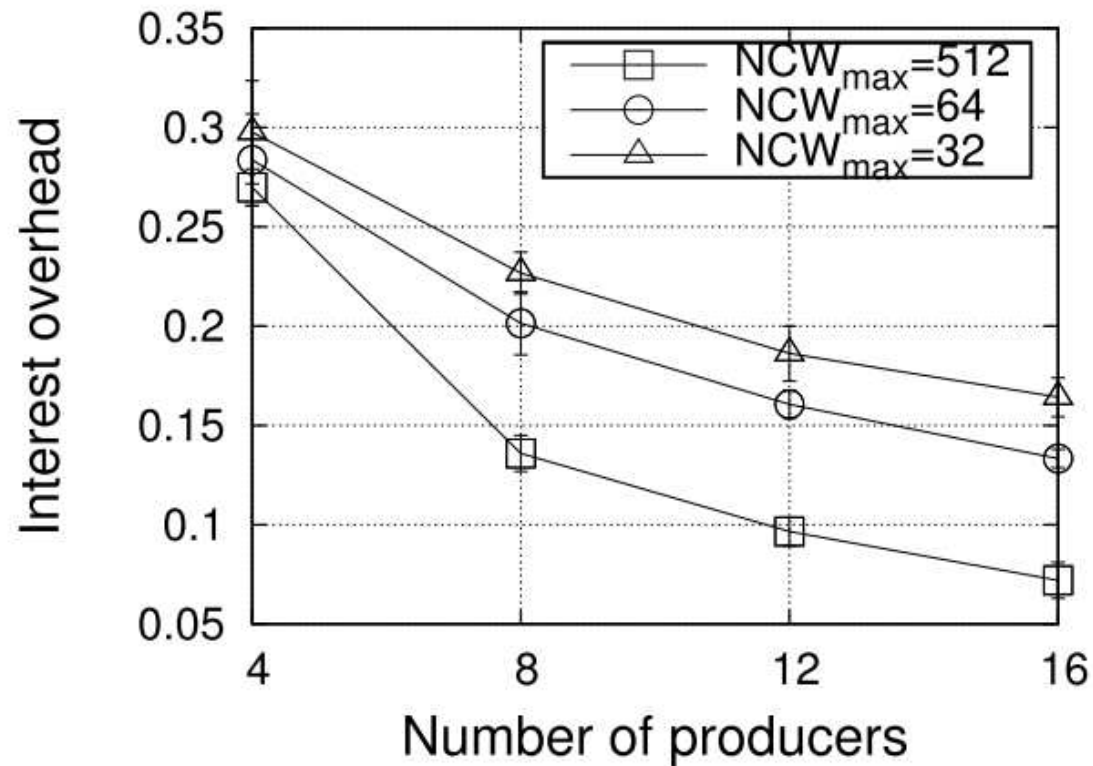
# Implementação e Avaliação

- Indicadores de desempenho:
  - (i) Interest Overhead = Média da taxa “pacotes de Interesse transmitidos pelo CP / pacotes de dados recebidos pelo CP” a cada rodada;
  - (ii) Tempo de coleta: Tempo para receber os pacotes de dados dos N produtores a cada rodada;
  - (iii) Interest/Data: Número de pacotes transmitidos e recebidos durante todo o tempo de monitoração.

# Implementação e Avaliação

Avaliação da rotina para evitar colisões:

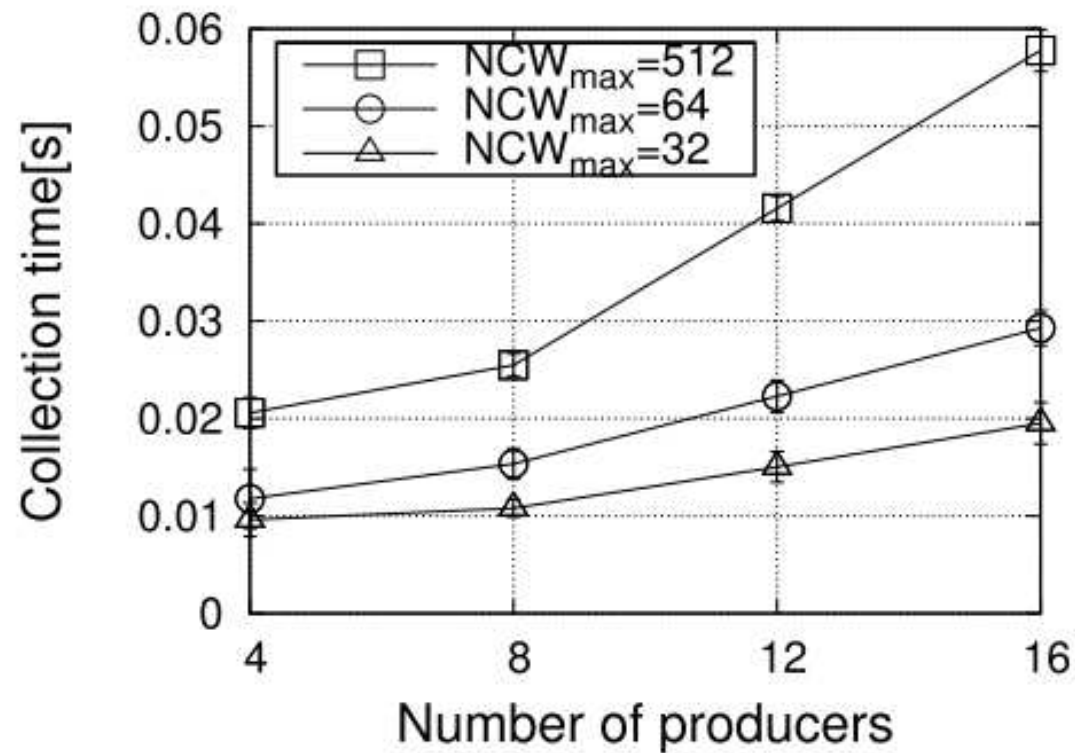
$V_{slot}$  é setado pro mesmo valor do IEEE 802.11g



(a) Interest overhead

# Implementação e Avaliação

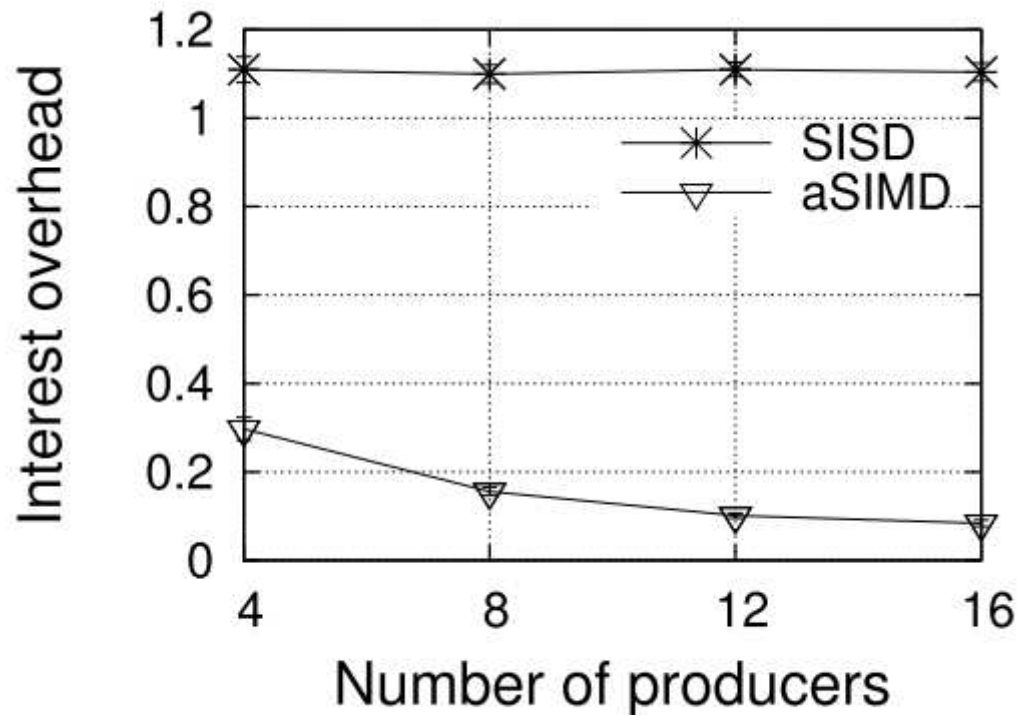
Avaliação da rotina para evitar colisões:



(b) Collection Time

# Implementação e Avaliação

Comparando os modos SSID (*Single Interest-Single Data*) com aSIMD (*Adaptive Single Interest-Multiple Data*):



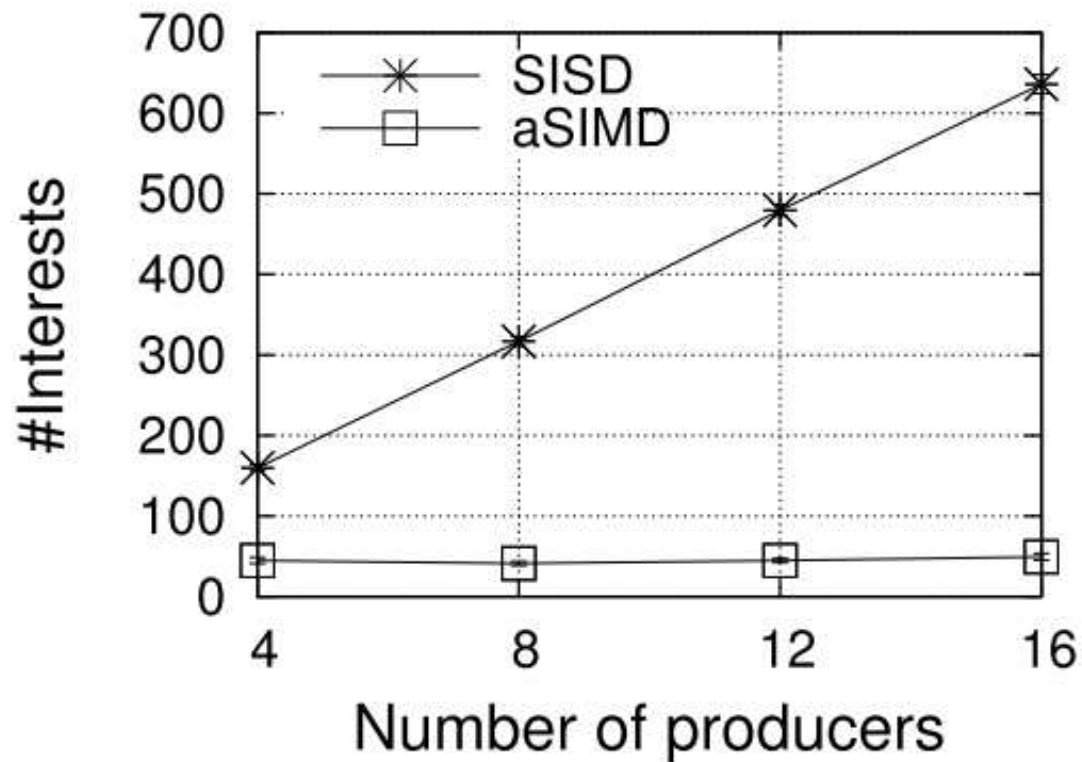
aSIMD varia o valor do  $NCW_{max}$ .

(a) Interest overhead



# Implementação e Avaliação

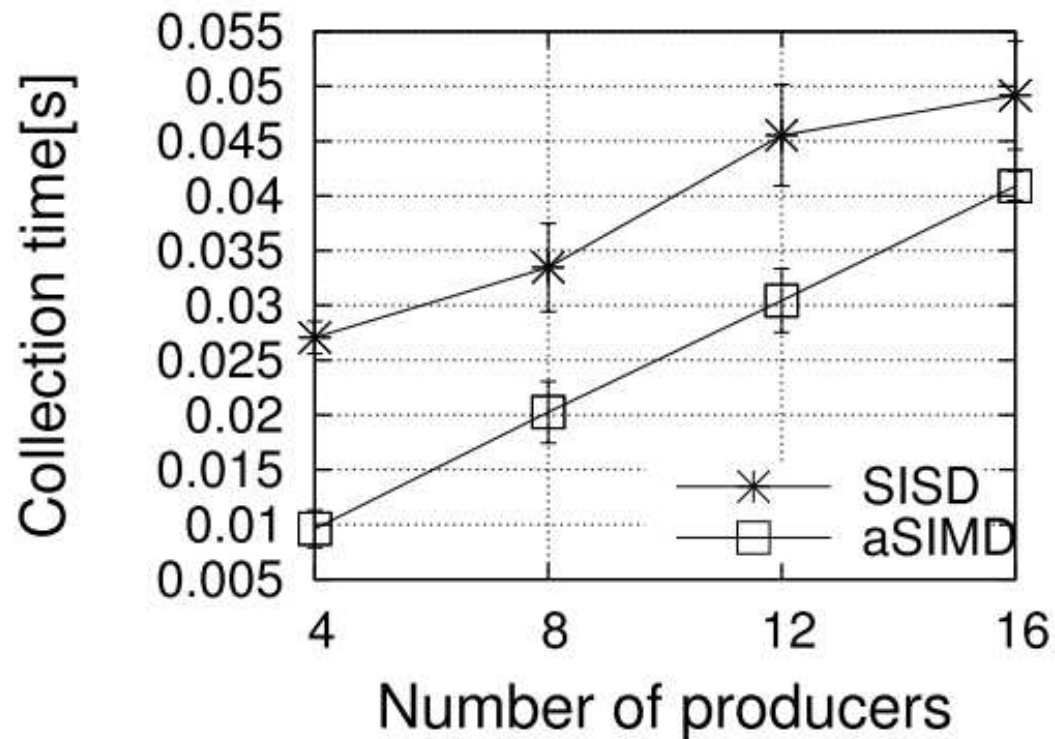
Comparando os modos SSID (*Single Interest-Single Data*) com aSIMD (*Adaptive Single Interest-Multiple Data*):



(b) Number of Interest packets

# Implementação e Avaliação

Comparando os modos SSID (*Single Interest-Single Data*) com aSIMD (*Adaptive Single Interest-Multiple Data*):



(c) Collection Time

# Implementação e Avaliação

## Cenário de Rede Veicular:

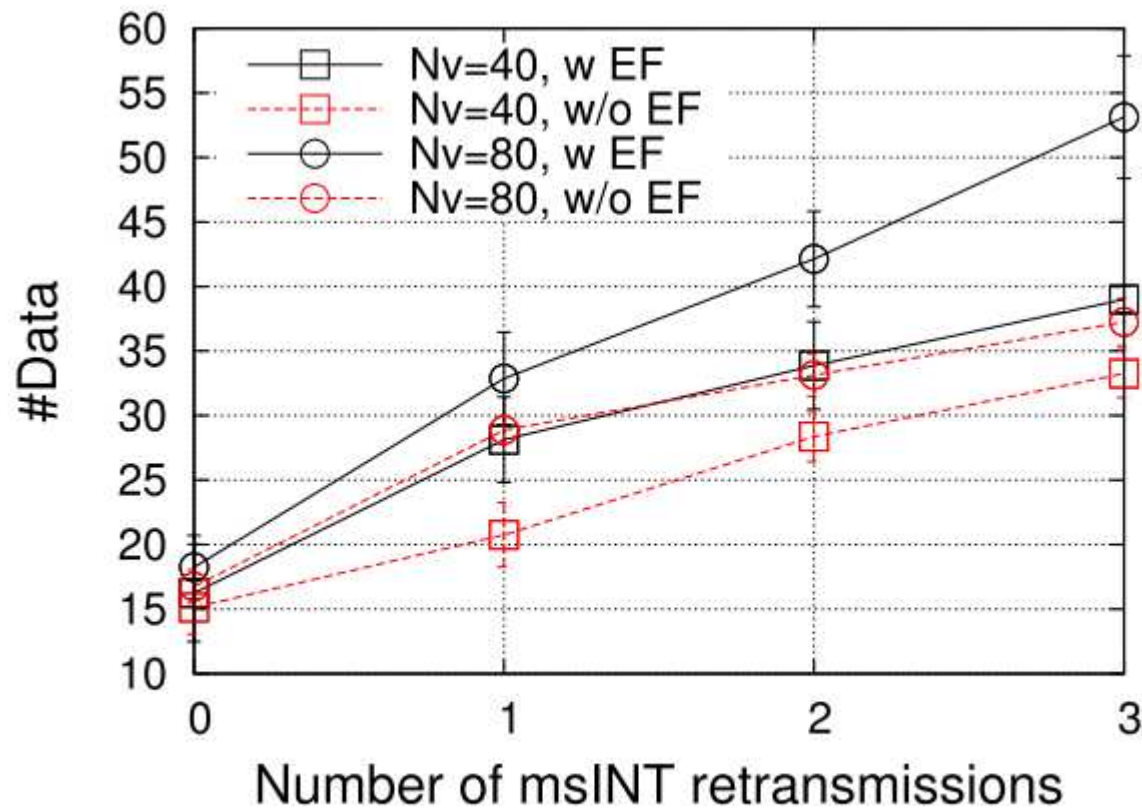
- CP é uma RSU de uma estrada de pista dupla;
- Cada pista da estrada possui 3 faixas de rolagem;
- Interesse da estação remota (*Remote Control Center* - RCC) é informações de velocidade média dos veículos entre os quilômetros 20 e 21 da pista sentido norte;
- Os veículos possuem GPS e se comunicam com rede sem fio 802.11p

## Cenário de Rede Veicular:

- RCC envia pacote LLI com o nome:  
*/traffic/speed/highwayA1/North/{20,21}*
- A RSU recebe o pacote LLI e envia um pacote *msINT* através de um *broadcast* para os veículos. Número de veículos variou de 40 a 80;
- Após receber uma determinada quantidade de Pacotes de Dados, a RSU calcula a média e envia para a RCC;
- É possível haver retransmissões de *msINT* para maximizar a coleta até o tempo de coleta expirar. Variou as retransmissões de 0 a 3;

# Implementação e Avaliação

Cenário de Rede Veicular:

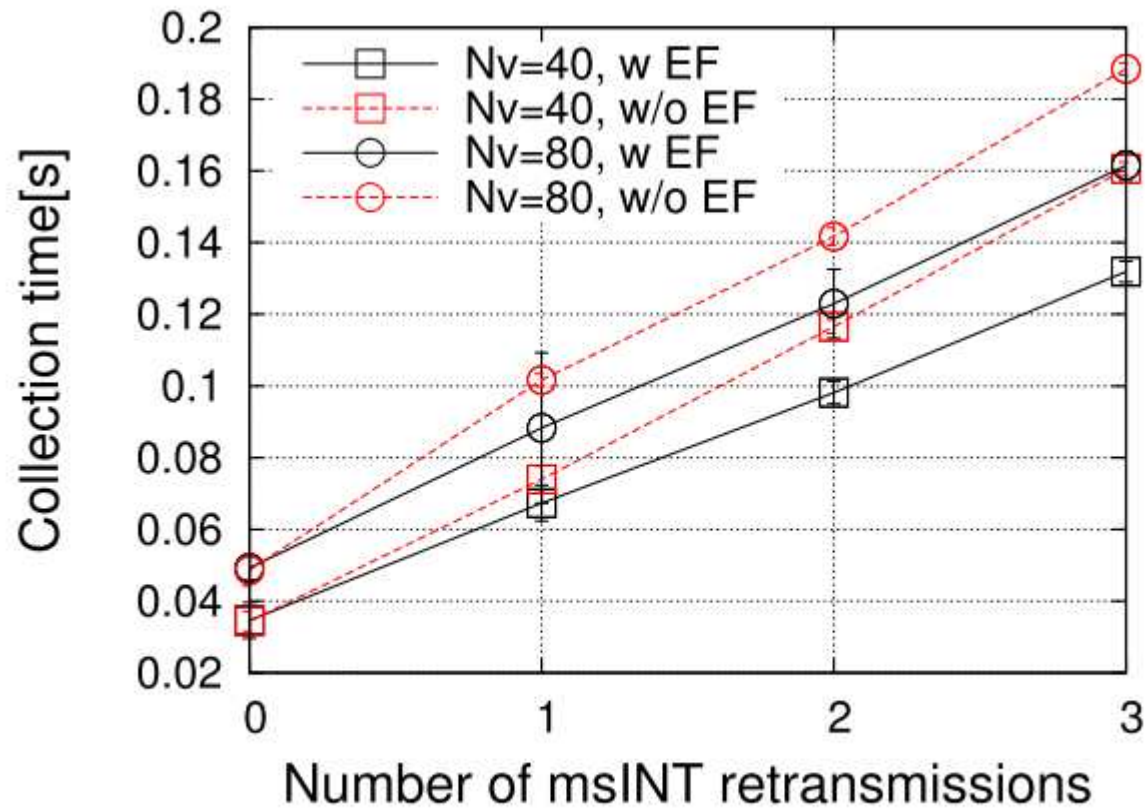


w/o EF -> O campo *Exclude* não é usado. Há mais colisões.

(a) Number of collected (distinct) Data packets

# Implementação e Avaliação

Cenário de Rede Veicular:

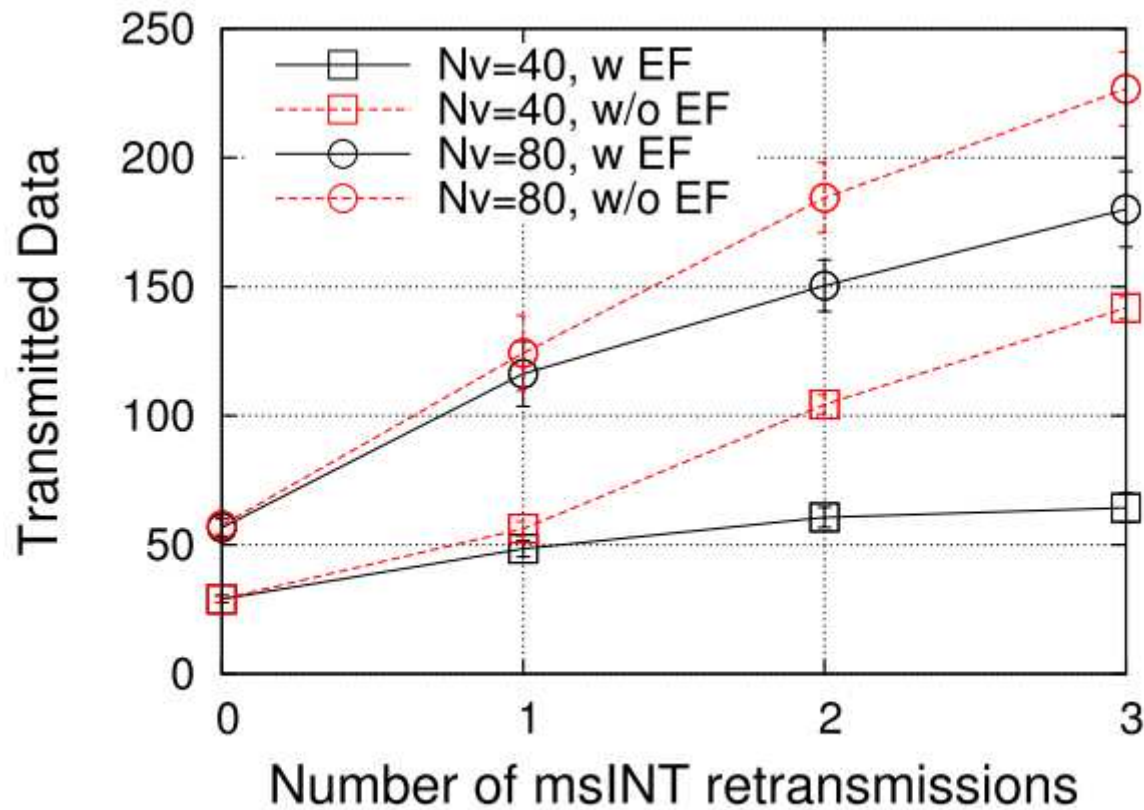


(b) Collection Time

# Implementação e Avaliação

Cenário de Rede Veicular:

Uso do campo *Exclude* resulta em menor uso da banda e economia de energia nos produtores.



(c) Total number of transmitted Data packets



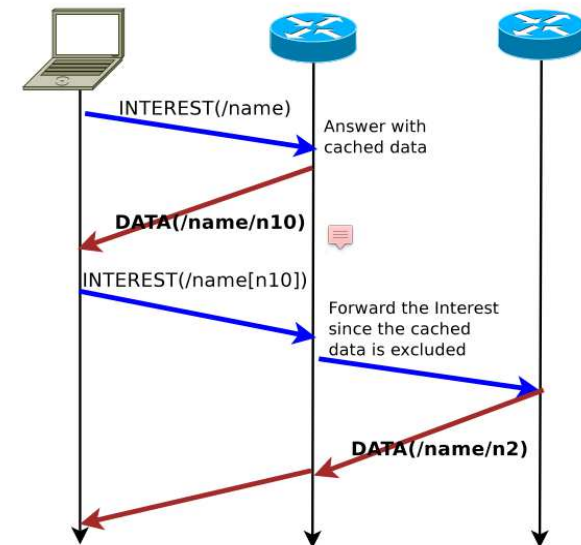
# Conclusão

- A proposta atingiu os objetivos esperados e apresentou resultados superiores a outras formas de aplicar NDN à IoT;
- Proposta foi inovadora na aplicação do esquema de evitar colisão comandada pelo consumidor;
- Trabalhos Futuros:
  - Desenvolver a proposta para ambiente IoT com múltiplos saltos;



# Avaliação do trabalho

- Aplicação criativa para o campo *Exclude* ≠ NDN tradicional;
- Poderia implementar comparações de desempenho com arquitetura TCP/IP ou similares (Ex: *CoAP*, *6LoWPAN*)
- Trabalho futuro com implementação real não apenas nos simuladores NS3 e ndnSIM;



# Avaliação do artigo

Pontos fortes e fracos:

Pontos fortes	Pontos fracos
Trabalho relevante pra área e inovador;	Algumas informações são colocadas sem propósito claro. Ex: O RSU e RCC não são relevantes para o experimento
Muitas citações recentes pra época; (22, + antiga c/ 5anos);	Não compara desempenho com outras arquiteturas não NDN;
Boa organização das ideias e didática para detalhar o sistema.	Poderia aproveitar melhor o espaço do artigo;
	Não fica claro o motivo de escolha de alguns parâmetros, por exemplo: números de 40 e 80 carros. Além do mecanismo próprio para evitar colisão.

Obrigado