



Monitoramento e Gerenciamento de Redes

- Aula 05 -

Mauro Cesar Bernardes

São Paulo, 2022

Plano de Aula

- **Objetivo**

- Compreender o funcionamento do protocolo de serviços **DHCP**
- Possibilitar a implementação de DHCPv4 em redes de empresas de pequeno a médio porte.

- **Conteúdo**

- A camada de Rede (camada 3)
- Serviços: DHCP

- **Metodologia**

- Aula expositiva e desenvolvimento de atividades práticas com configuração em simulador (*Packet Tracer*) de servidores DHCP.

(DHCP)

Conceitos (DHCP)

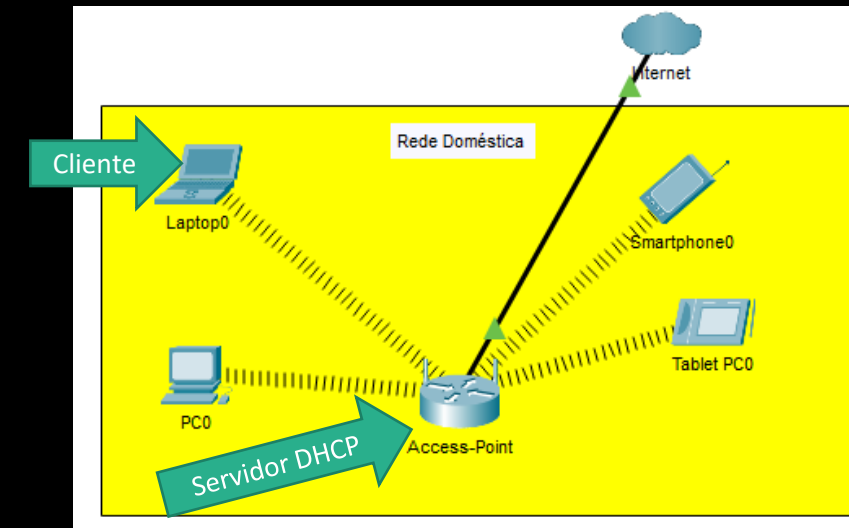
Conceitos: DHCPv4 Servidor e Cliente

- **Dynamic Host Configuration Protocol v4** (DHCPv4) atribui endereços IPv4 e outras informações de configuração de rede dinamicamente.
- Como os hosts (PCs, Notebooks, tablets, SmartPhones, ...) geralmente constituem a grande maioria dos nós de uma rede, o DHCPv4 é uma ferramenta extremamente útil para poupar o tempo dos administradores da rede.
- Um servidor dedicado de DHCPv4 é escalável e relativamente fácil de gerenciar. Em redes domésticas, em um pequeno escritório remoto ou local de escritórios domésticos, um roteador pode ser configurado para proporcionar serviços DHCPv4 sem a necessidade de um servidor dedicado.
- Geralmente o sistema operacional dos roteadores oferecem suporte a um servidor DHCPv4 completo.
- O servidor DHCPv4 atribui, ou concede, dinamicamente, um endereço IPv4 de um *pool* de endereços por um período limitado de tempo escolhido pelo servidor ou até o cliente não precisar mais do endereço.
- Os clientes recebem concessão de informações do servidor por um período definido administrativamente.
- Os administradores configuram os servidores DHCPv4 para definir as concessões para expirarem em intervalos diferentes. A concessão ocorre normalmente de 24 horas a uma semana ou mais.
- Quando a concessão expira, o cliente precisa pedir outro endereço, embora geralmente receba novamente o mesmo endereço.

Conceitos: Operação DHCPv4

- **DHCPv4 funciona em modo client/server**

- Quando um cliente se comunica com um servidor DHCPv4, o servidor atribui ou concede o endereço IPv4 para esse cliente.
- O cliente conecta-se à rede com o IPv4 concedido pelo servidor até que a concessão expire.
- O cliente deve entrar em contato com o servidor DHCP periodicamente para estender a concessão.
- Este mecanismo de concessão garante que os clientes que se mudem ou fiquem sem energia não mantenham os endereços de que não precisam.
- Quando uma concessão expirar, o servidor DHCP devolverá o endereço ao *pool*, onde ele poderá ser realocado conforme necessário.

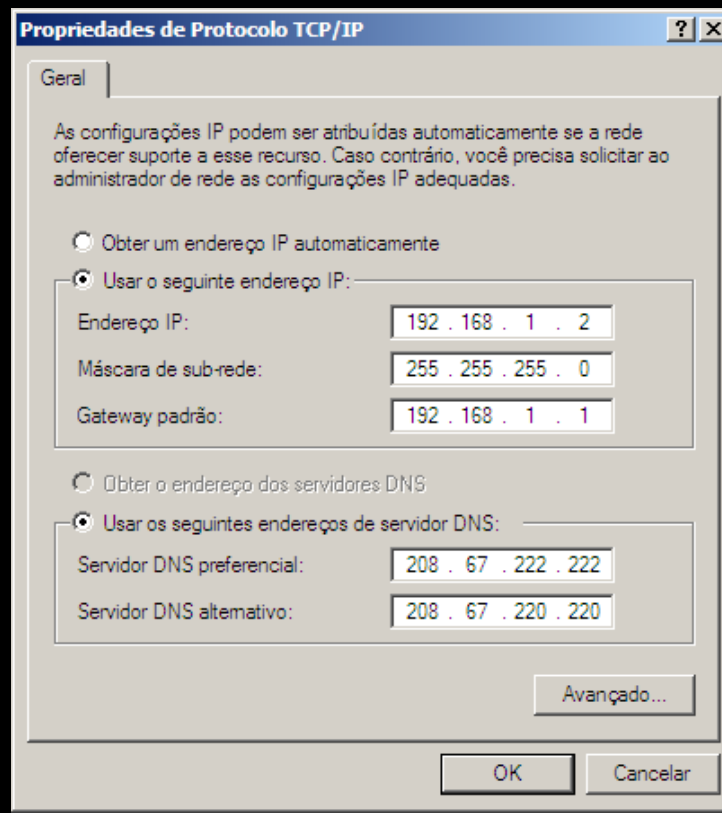


Serviços em rede:

(DHCP)

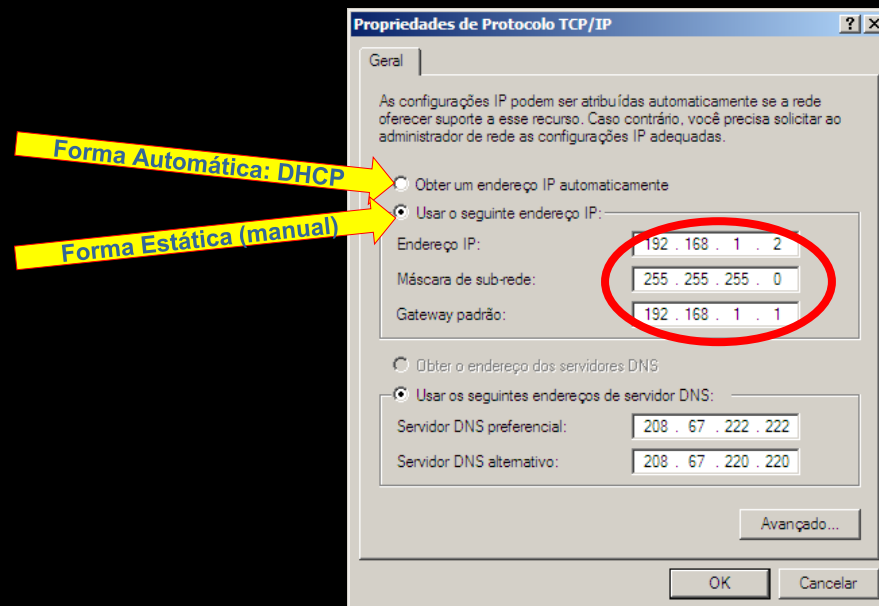
DHCP: Introdução

- Principais parâmetros que devem ser configurados para que o protocolo TCP/IP funcione em um *host*:
 - **Endereço IP:** endereço IP alocado ao *host*;
 - **Máscara de sub-rede:** máscara da rede ao qual o *host* foi alocado;
 - **Gateway Padrão:** Gateway para rede ao qual o *host* foi alocado;
 - **Número IP de um ou mais servidores DNS:** endereço IP do servidor DNS para o *host*;



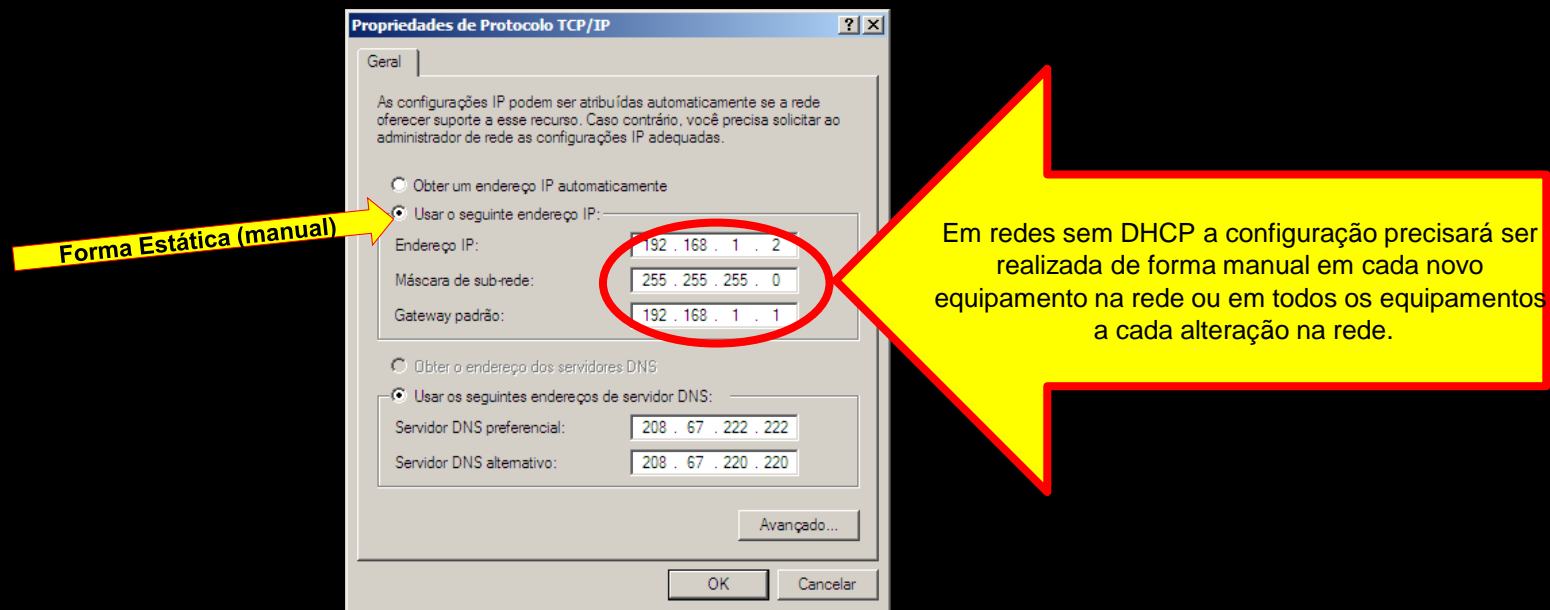
Endereçamento IP em modo DHCP

- Em uma rede de Arquitetura TCP/IP, todo equipamento (*host*) possui um endereço IP distinto.
- A atribuição/configuração do endereço IP pode ser feita de forma:
 1. Automática (via servidor de DHCP)
 2. Estático (configurada manualmente pelo administrador do equipamento ou da rede)
- O DHCP (***Dynamic Host Configuration Protocol***) é o protocolo que provê um meio para alocar estes endereços de forma automática (dinamicamente).



DHCP: Introdução

- Em uma rede com centenas e até mesmo milhares de *hosts*, configurar o TCP/IP em cada host poderá se torna uma tarefa bastante trabalhosa;
- Sempre que houver mudanças, a reconfiguração terá que ser feita manualmente em todas as estações de trabalho.



DHCP: Introdução

- **Possibilidade de erros de configuração manual:**
 - Digitação do endereço IP;
 - Digitação da máscara de sub-rede.
- **DHCP: criado para facilitar a configuração e administração do protocolo TCP/IP em uma rede com um grande número de *hosts***

DHCP: Introdução

- O serviço DHCP (***Dynamic Host Configuration Protocol***) torna automática a atribuição de endereços IP, máscaras de sub-rede, *gateways* e outros parâmetros de rede;
- Isso é conhecido também como '***endereçamento dinâmico***';
- A alternativa para o endereçamento dinâmico é o endereçamento estático;
- Ao usar o endereçamento estático, o administrador de redes insere manualmente informações de endereçamento IP em *hosts*;
- Quando um *host* está conectado à rede, o servidor DHCP é contatado e um endereço IP é requisitado (***via broadcast***);
- O servidor DHCP escolhe um endereço IP de uma lista configurada de endereços chamada *pool* e o atribui (aloca) ao *host*.

DHCP: Introdução

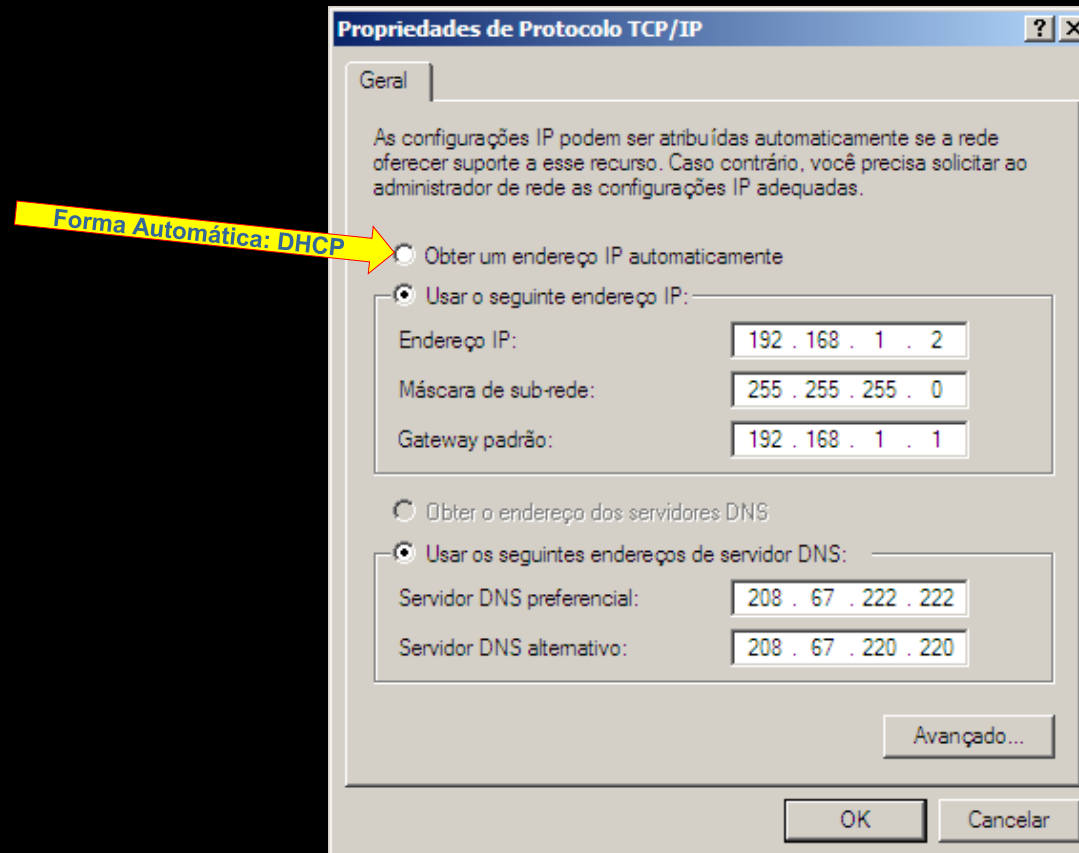
- Em redes maiores, ou onde a população de usuários muda frequentemente, o DHCP é preferido para atribuição de endereços. Novos usuários podem chegar e precisar de uma conexão; outros podem ter novos computadores que devem ser conectados;
- Em vez usar endereçamento estático para cada conexão, é mais eficiente ter endereços IP atribuídos automaticamente usando o DHCP.
- Endereços distribuídos por DHCP podem ser alocados por um determinado período. Quando essa locação expira, o endereço é devolvido ao *pool* para ser reutilizado, se o *host* tiver sido desligado ou desconectado da rede.
- Os usuários podem se mover livremente de um local para outro e restabelecer com facilidade conexões de rede com o DHCP.

DHCP: Introdução

- Com a instalação de um servidor DHCP é possível fazer com que os computadores e demais dispositivos de uma rede obtenham automaticamente configurações de TCP/IP
- Com o uso do DHCP a distribuição de endereços IP e demais configurações do TCP/IP é automatizada e gerenciada de forma centralizada;

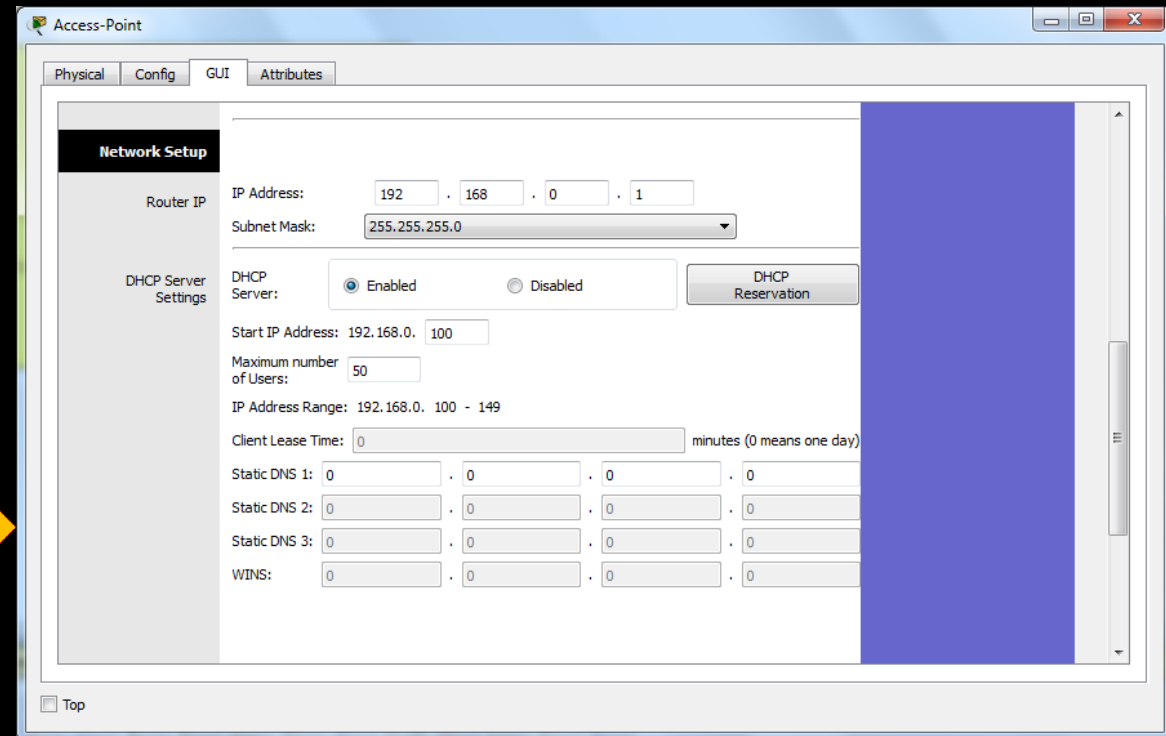
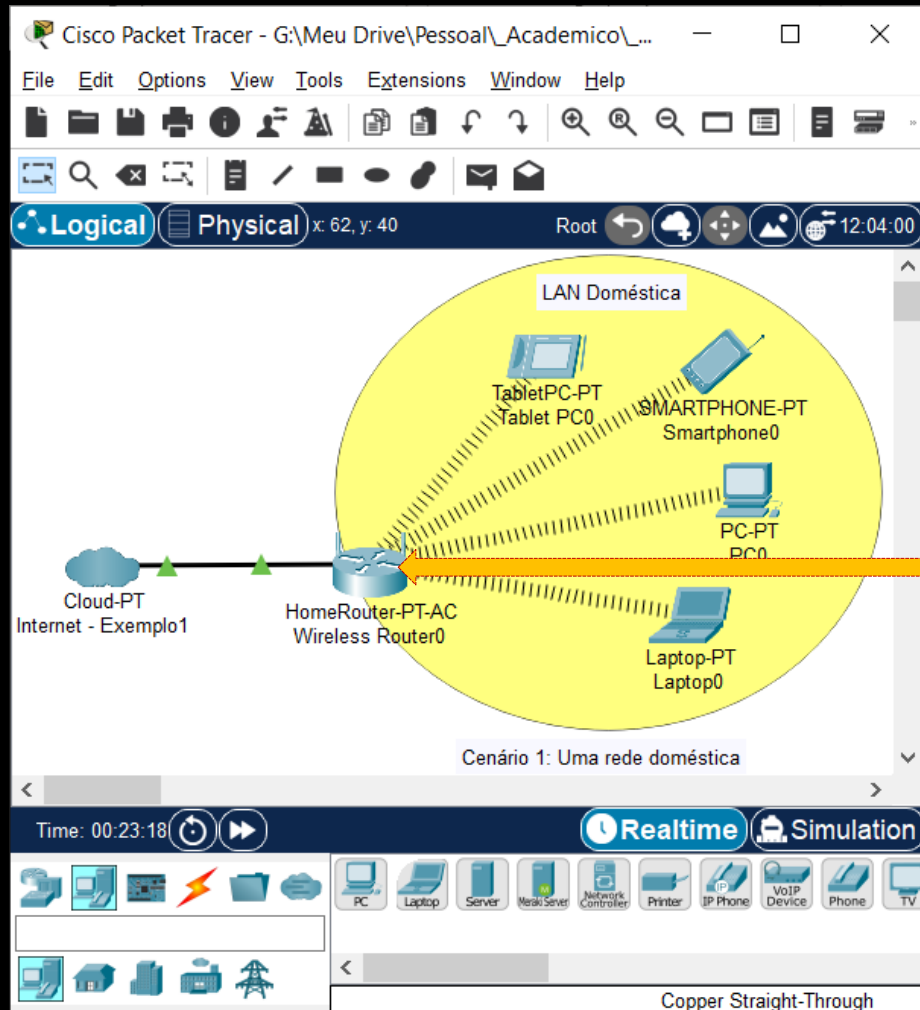
Configuração Automática

- Quando escolhida a forma Automática, o *host* buscará por um servidor de endereços (DHCP) na rede ao qual faz parte.



Redes domésticas

- Em redes domésticas, o servidor DHCP pode ser configurado no *access-point*, que exerce o papel de roteador entre a rede interna (LAN) e a Internet (WAN)



O Access-Point pode ser configurado como DHCP para todos os equipamentos que se conectaram à rede wireless doméstica

DHCP: Introdução

- A atribuição de um endereço IP pelo servidor DHCP poderá ser de forma:
 1. Manual
 2. Automática
 3. Dinâmica

Servidor DHCP: Configuração Manual

- Neste caso, é possível atrelar um endereço IP a um determinado *host* na rede.
- Para isso, é necessária a associação de um endereço IP existente e livre no banco do servidor DHCP ao endereço MAC do adaptador de rede do *host*.
- O endereço IP “*associado*” ao endereço MAC de um *host* não poderá ser utilizado por outro *host*.

Servidor DHCP: Configuração Automática

- **Nesta forma, o servidor DHCP é configurado para atribuir um endereço IP a um equipamento por tempo indeterminado.**
- **Quando este conecta-se pela primeira vez na rede, lhe é atribuído um endereço permanente.**
- **A diferença existente entre esta e a primeira configuração é que nesta não é necessária uma especificação do equipamento que utilizará determinado endereço.**
- **As informações de endereçamento IP são atribuídas de forma automática.**

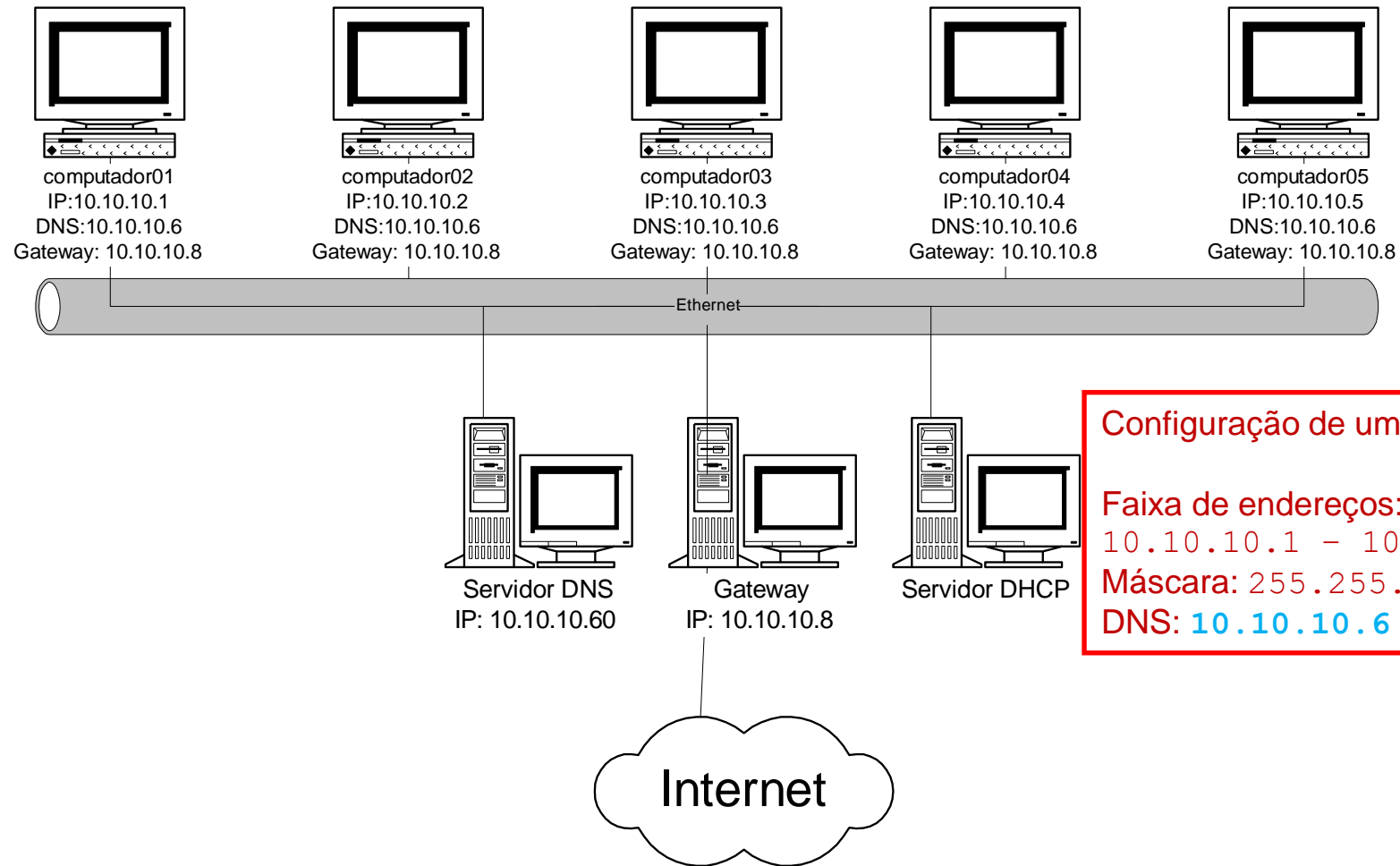
Servidor DHCP: Configuração Dinâmica

- O endereço IP é alocado temporariamente a um host e, periodicamente, é necessária a atualização dessa alocação.
- Desta forma é possível que um mesmo endereço IP seja utilizado por diferentes equipamentos, em momentos diferentes.
- Basta, para isso, que o primeiro a alocar um determinado endereço IP deixe de utilizá-lo.
- Quando o outro equipamento solicitar ao servidor DHCP, um endereço IP poderá ser fornecido o mesmo o endereço liberado pelo *host* anteriormente.

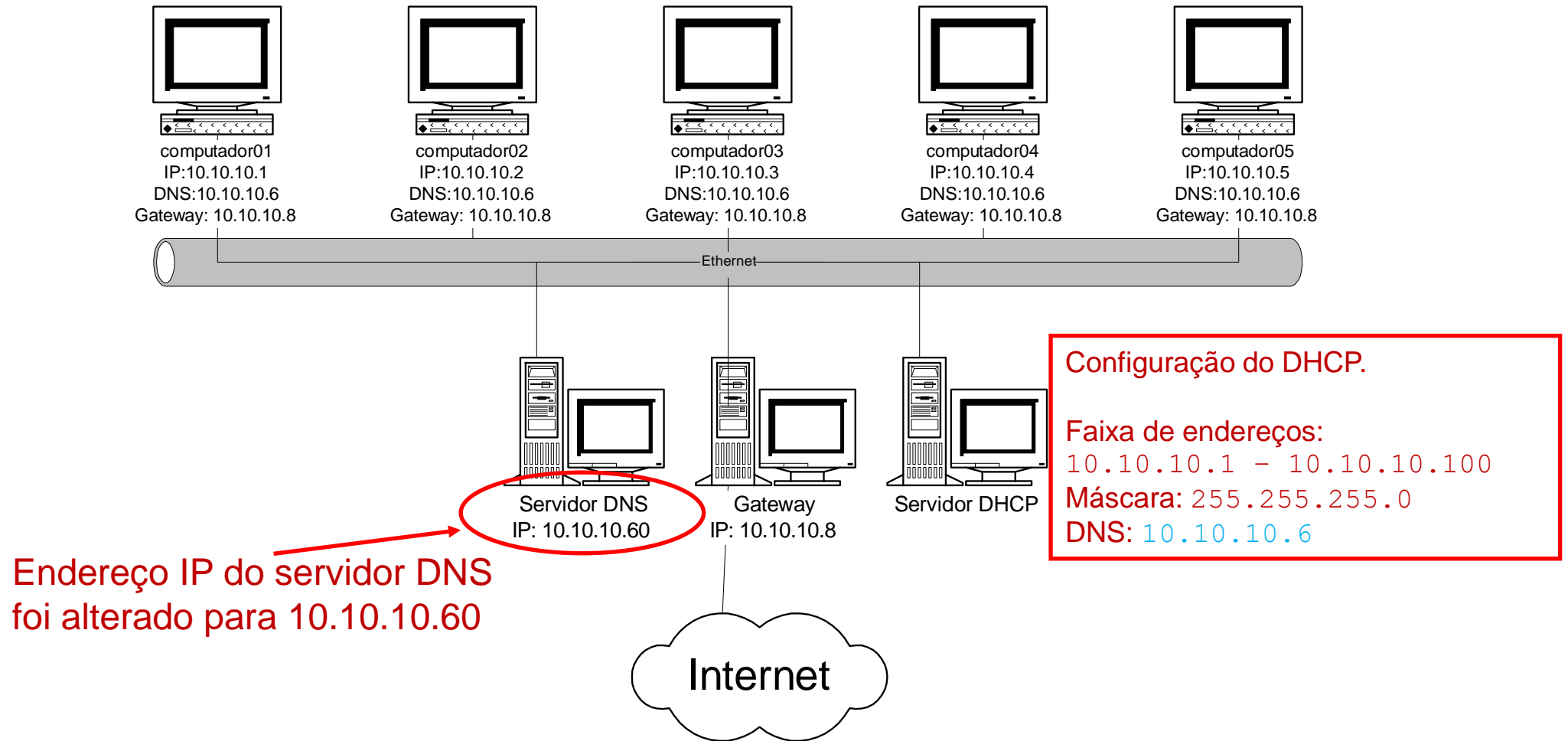
Servidor DHCP

- O servidor DHCP deve ser configurado pelo administrador da rede para disponibilizar aos clientes da rede (*hosts*) endereços IP em uma das três formas de fornecimento descritas anteriormente:
 - ⇒ manual, automática ou dinâmica.
- Para tanto, será configurado um banco de dados no servidor DHCP com os endereços da sub-rede que serão fornecidos de forma automática.

Exemplo: Alteração do IP do servidor DNS

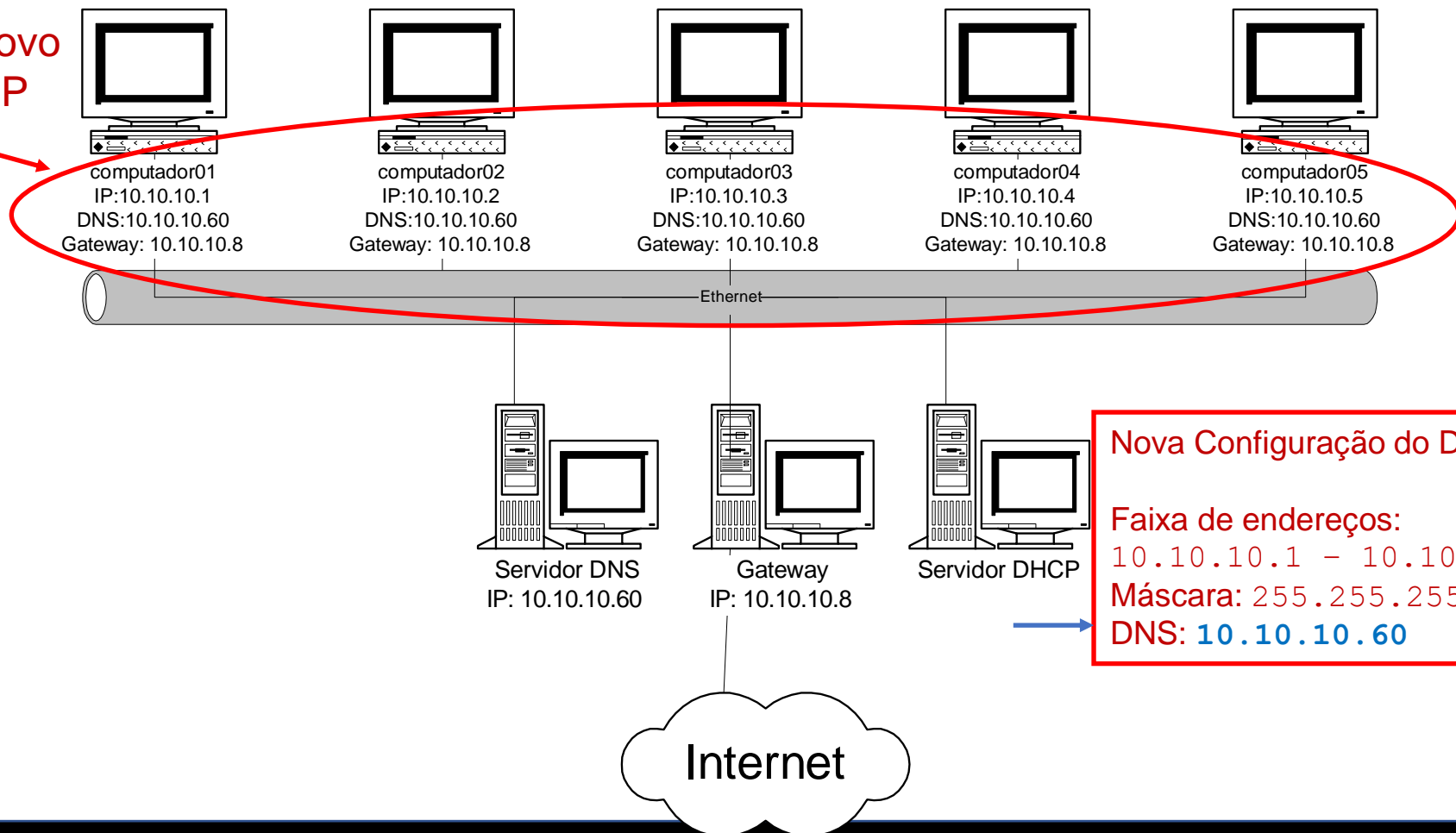


Exemplo: Alteração do IP do servidor DNS



Exemplo: Alteração do IP do servidor DNS

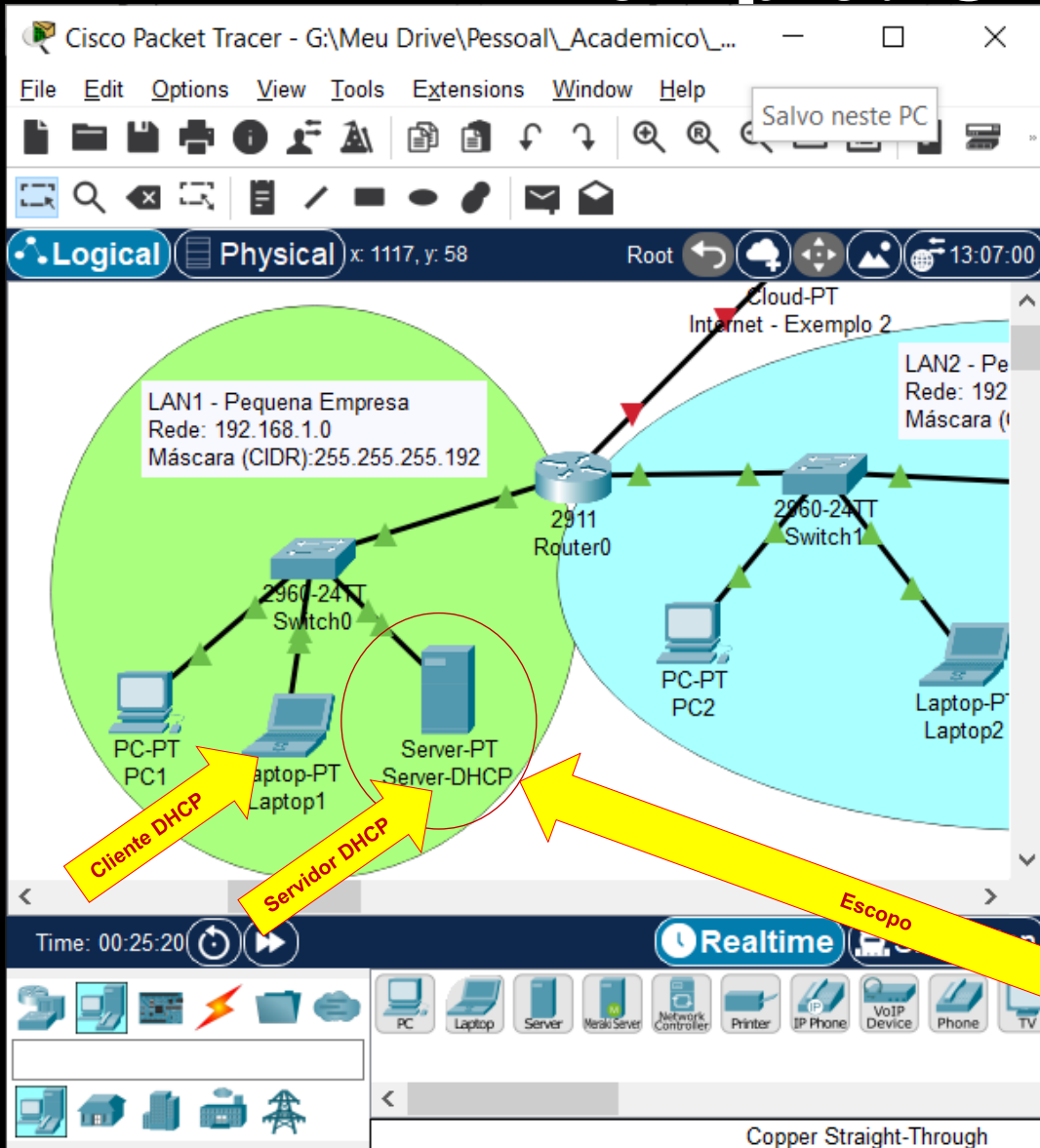
Após reinicialização, os hosts obterão automaticamente o novo DNS através do DHCP



Termos utilizados no DHCP

- **Servidor DHCP:** é um servidor onde foi instalado e configurado o serviço DHCP.
- **Cliente DHCP:** é qualquer dispositivo de rede (*host*) capaz de obter as configurações de TCP/IP a partir de um servidor DHCP.
- **Escopo:** intervalo consecutivo completo dos endereços IP possíveis para uma rede.

Exemplo: Uma LAN empresarial



DHCP (192.168.0.3)

Physical Config Services Desktop Attributes Software/Services

SERVICES

- HTTP
- DHCP
- DHCPv6
- TFTP
- DNS
- SYSLOG
- AAA
- NTP
- EMAIL
- FTP
- IoE
- VM Management

DHCP

Interface: FastEthernet0 Service: ☒ On ☐ Off

Pool Name: serverPool

Default Gateway: 192.168.0.1

DNS Server: 192.168.0.2

Start IP Address: 192 168 0 4

Subnet Mask: 255 255 255 0

Maximum number of Users: 252

TFTP Server: 0.0.0.0

Add Save Remove

Pool Name	Default Gateway	DNS Server	Start IP Address	Subnet Mask	Max User	TFTP Server
serverPool	192.168.0.1	192.168.0.2	192.168.0.4	255.255.255.0	252	0.0.0.0

Top

Termos utilizados no DHCP

- **Escopo:** faixas de endereços IP criadas pelo administrador, e que serão distribuídas pelo servidor DHCP;
- Para cada escopo também podem ser configurados outros parâmetros:
 - IP do *gateway*;
 - máscara de sub-rede, e;
 - servidor DNS.

Termos utilizados no DHCP

➤ **Intervalo de exclusão:** sequência limitada de endereços IP dentro de um escopo, excluído dos endereços que são fornecidos pelo DHCP

⇒ Ex.: dentro da faixa 192.168.0.0 a 192.168.0.255 (rede 192.168.0.0/máscara 255.255.255.0), é criada uma faixa de exclusão de 192.168.0.120 a 192.168.0.130

Termos utilizados no DHCP

- **Pool de endereços:** Endereços remanescentes após a definição do escopo DHCP e intervalo de exclusão
 - ⇒ No exemplo anterior o pool de endereços é formado pelos endereços de 192.168.0.4 a 192.168.0.119 e endereços de 192.168.0.131 a 192.168.0.254.

Termos utilizados no DHCP

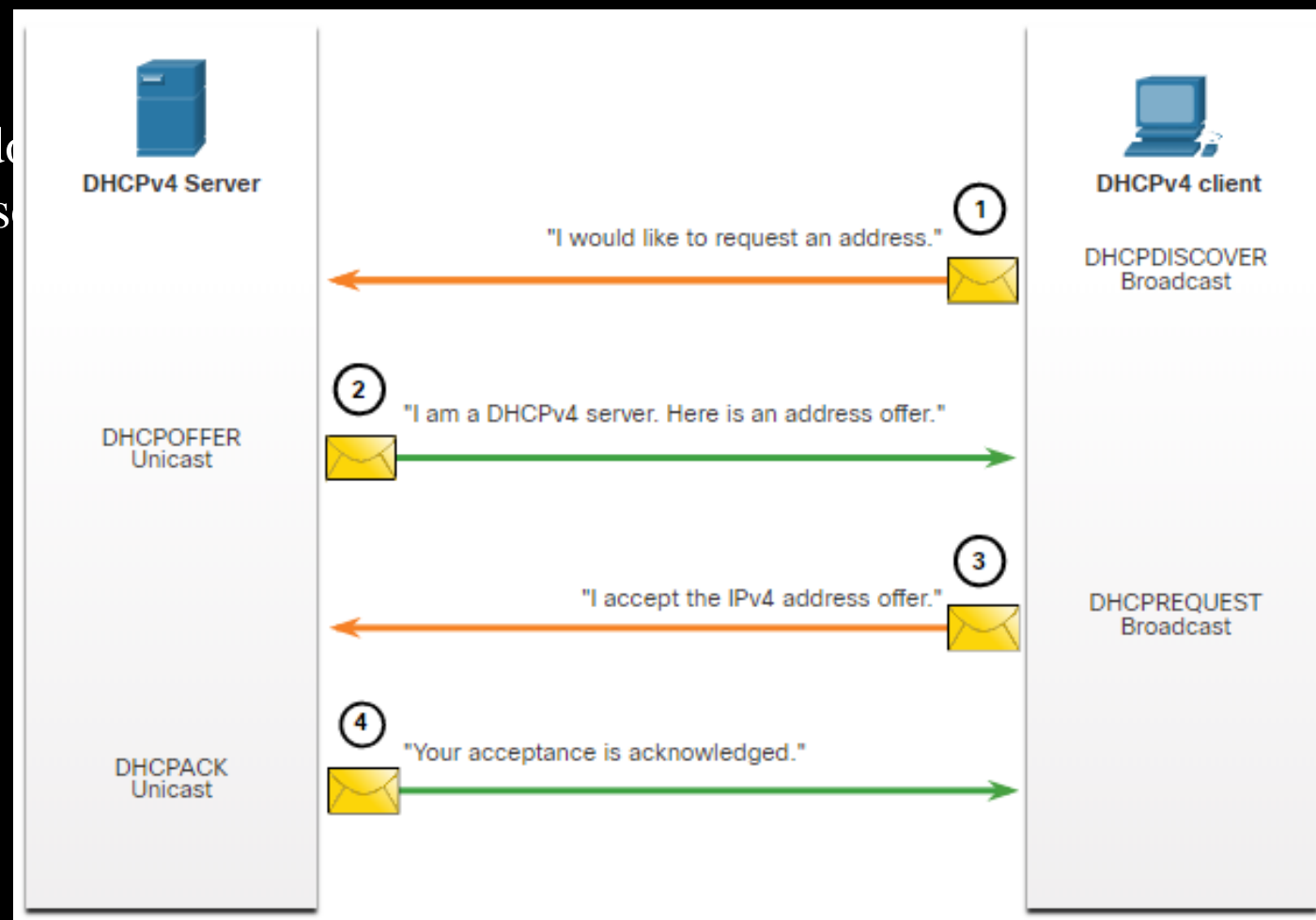
- **Concessão:** período de tempo especificado por um servidor DHCP durante o qual um computador cliente pode utilizar um endereço IP que ele recebeu do servidor DHCP.
- **Reserva:** concessão de endereço permanente pelo servidor DHCP, assegurando que um dispositivo de hardware especificado na subrede possa utilizar sempre o mesmo endereço IP.

Etapas de funcionamento **(DHCP)**

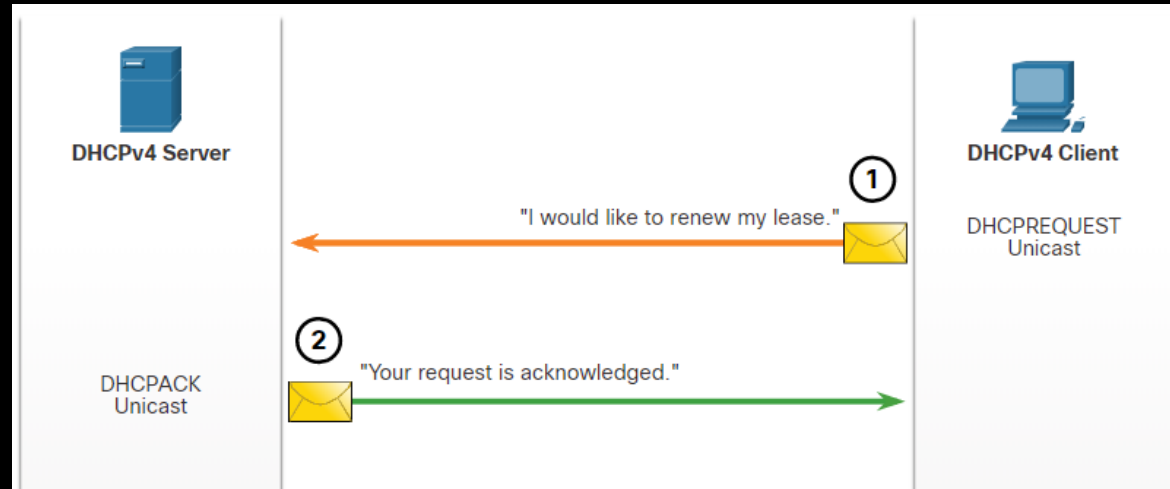
Etapas de conceitos DHCPv4 para obter um leasing

Quando um dispositivo final cliente configurado para fazer uso de DHCP realiza o boot (ou quando um novo equipamento se conecta à rede), inicia-se um processo de 4 etapas para obtenção de endereçamento IP:

1. Descoberta do DHCP (**DHCPDISCOVER**)
2. Pacote de DHCP Offer (**DHCPOFFER**)
3. Solicitação de DHCP (**DHCPREQUEST**)
4. Reconhecimento de DHCP (**DHCPACK**)



Etapas de conceitos DHCPv4 para renovar um leasing



Antes da expiração da concessão, o cliente inicia um processo de duas etapas para renovar a concessão com o servidor DHCPv4, conforme mostrado na figura:

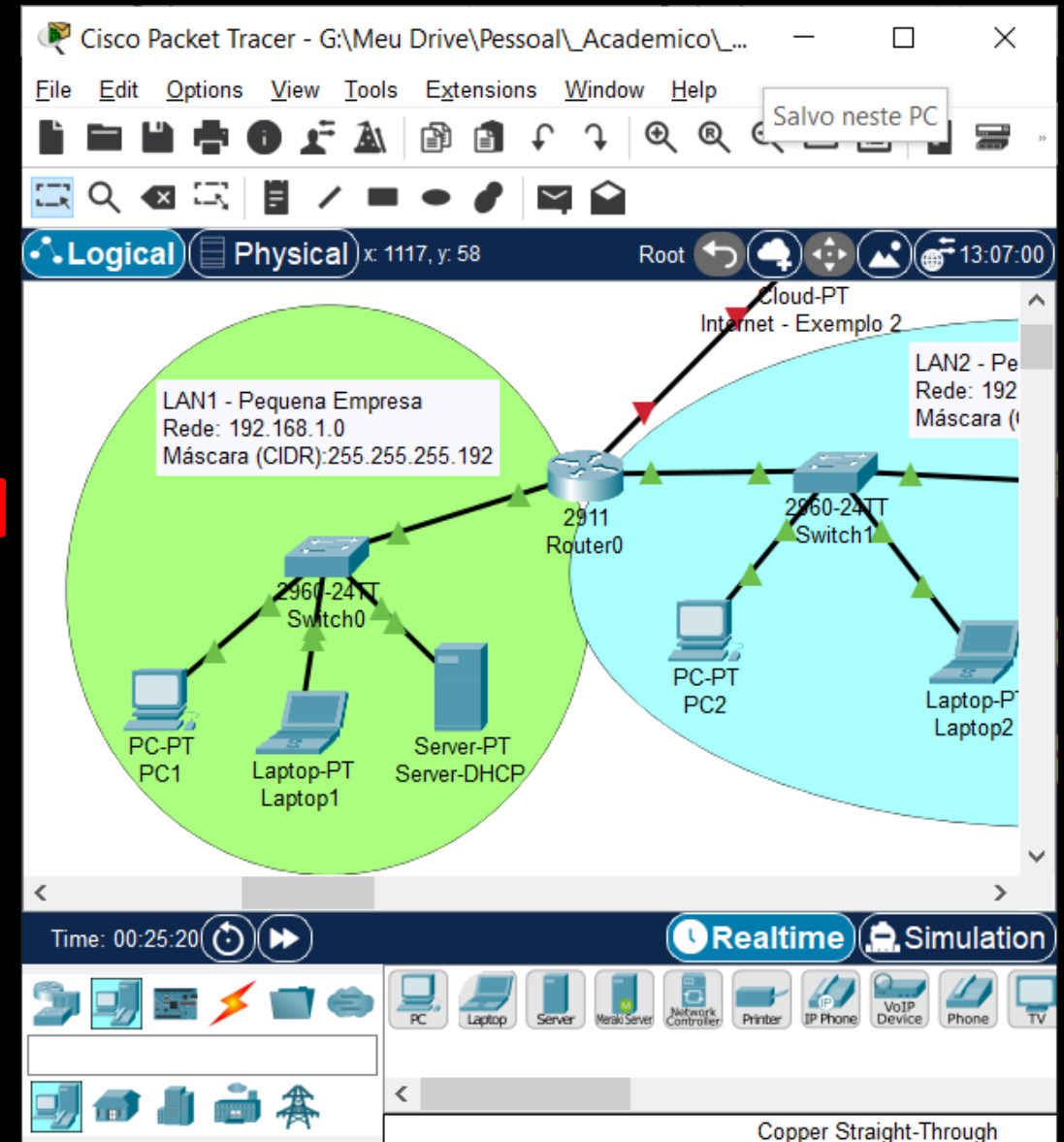
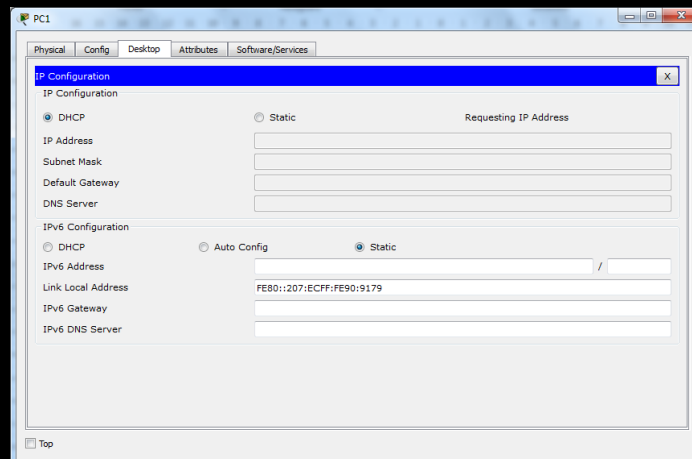
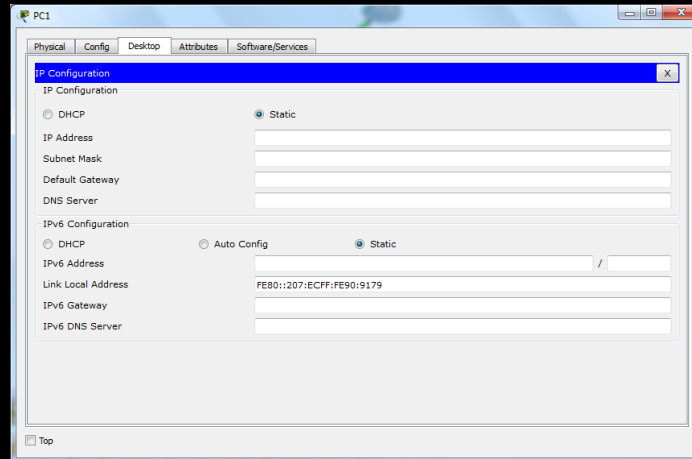
1. DHCP Request (DHCPREQUEST)

Before the lease expires, the client sends a DHCPREQUEST message directly to the DHCPv4 server that originally offered the IPv4 address. Se um DHCPACK não for recebido dentro de um período especificado, o cliente envia outro DHCPREQUEST, de modo que um dos outros servidores DHCPv4 possa estender o aluguel.

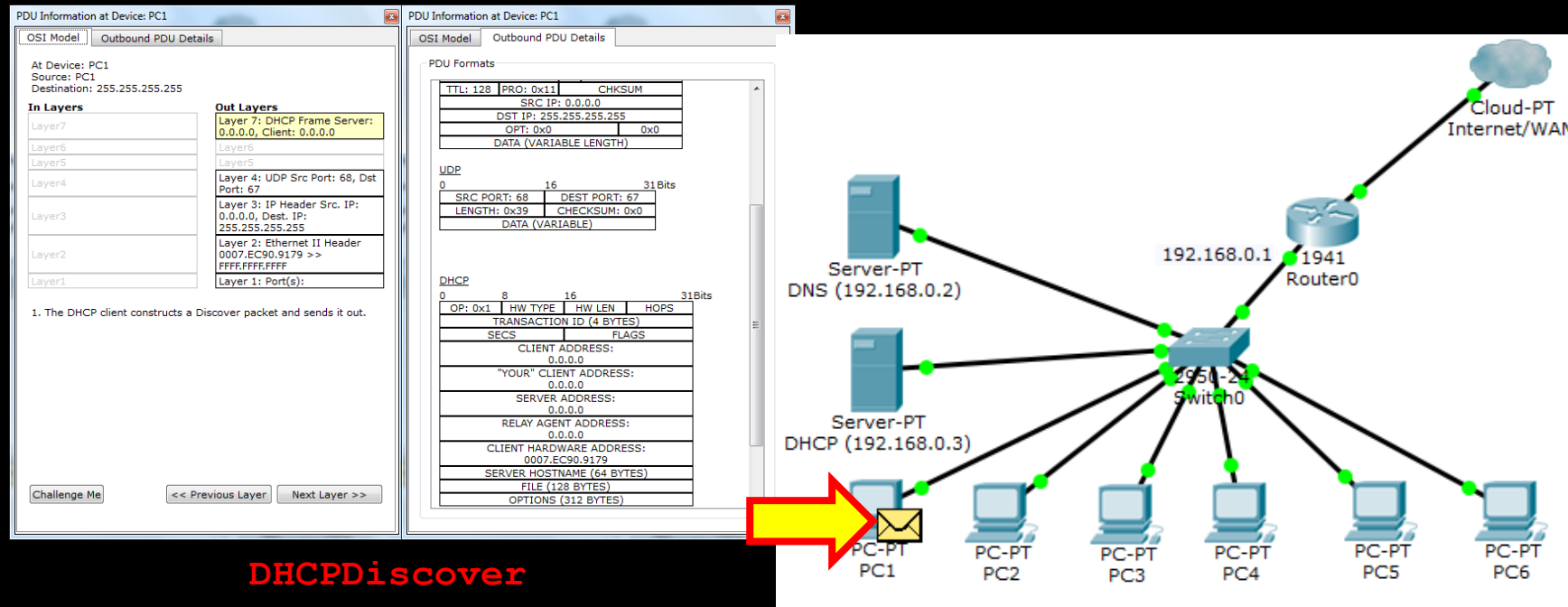
2. DHCP Acknowledgment (DHCPACK)

On receiving the DHCPREQUEST message, the server verifies the lease information by returning a DHCPACK.

Processo de descoberta inicial

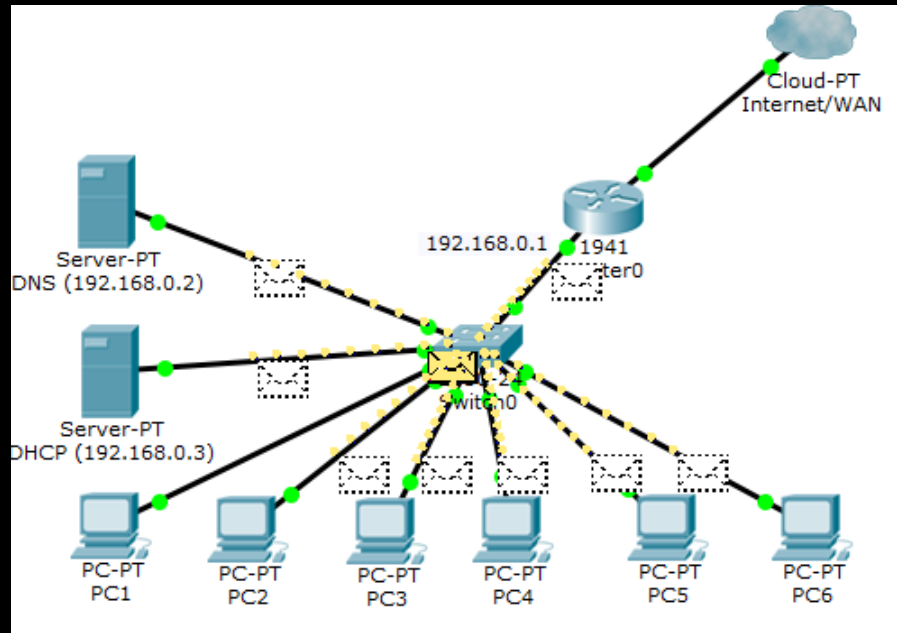


Processo de descoberta inicial

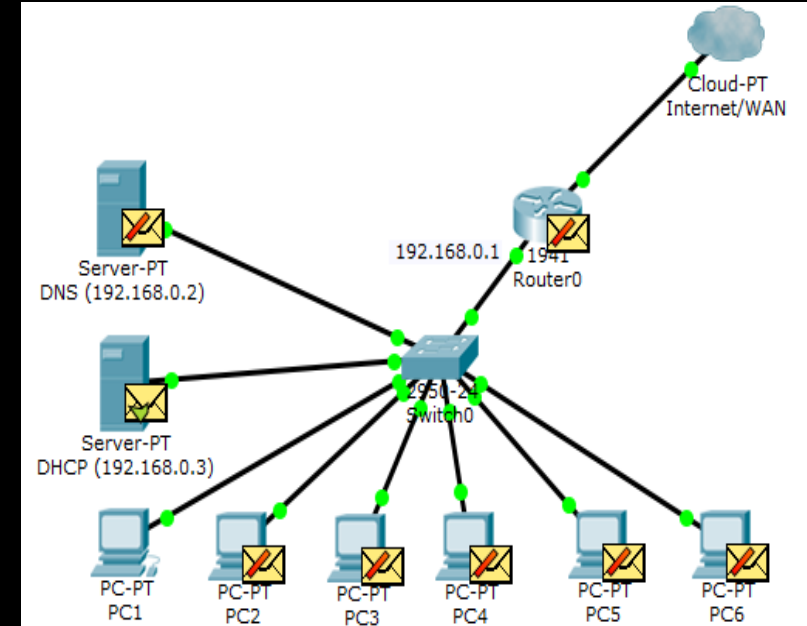


- Cliente envia uma mensagem conhecida como “**DHCPDiscover**” para todos da rede (**broadcast**)
- O formato desta mensagem é específico, sendo reconhecido apenas pelo servidor DHCP

Processo de descoberta inicial

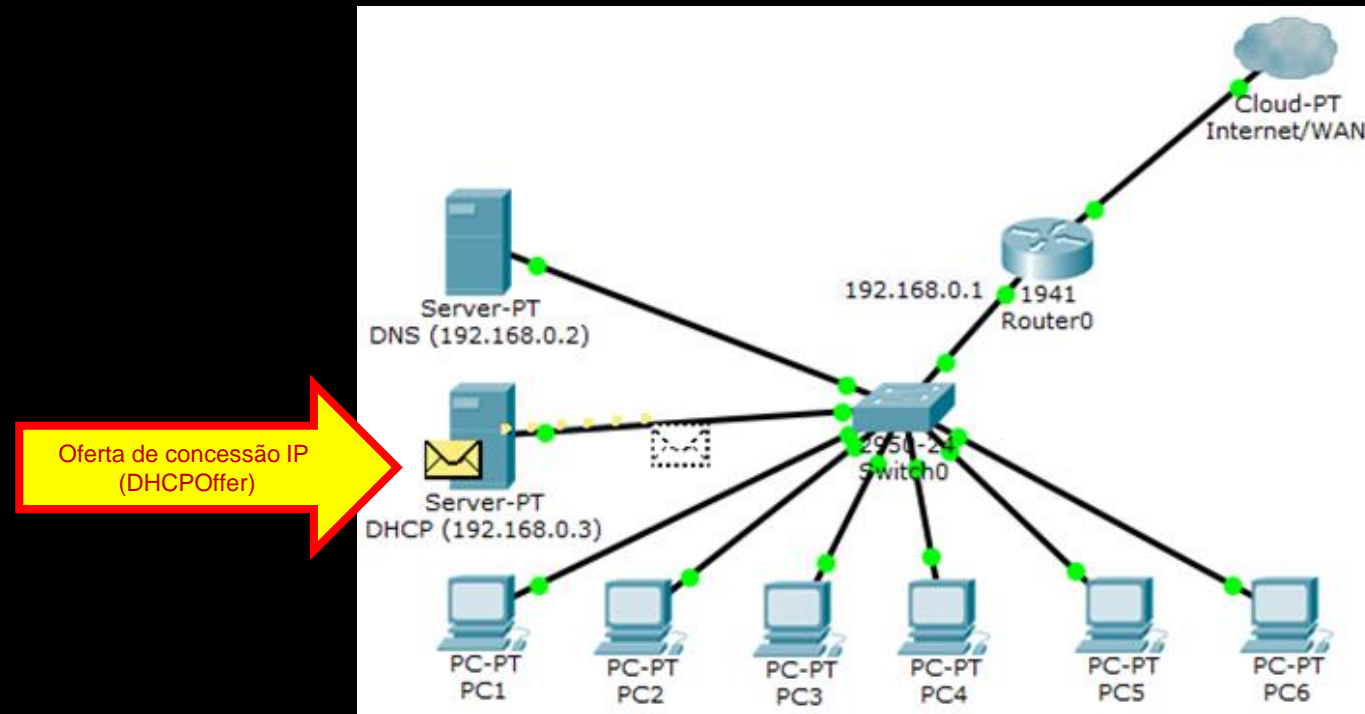


Passo1: O pacote com **DHCPDiscover** endereçado em *broadcast* é enviado ao switch



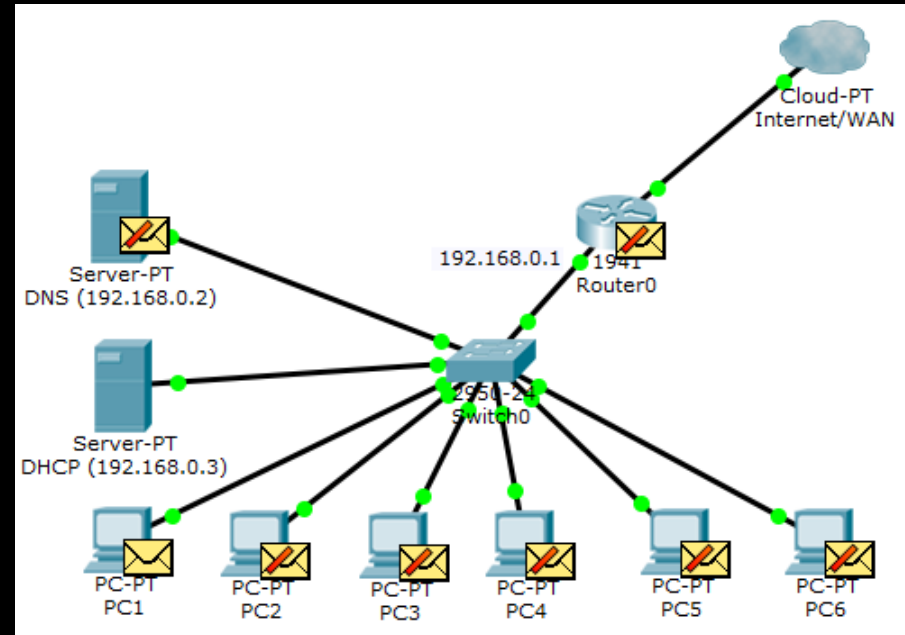
Passo2: O pacote com **DHCPDiscover** é enviado pelo Switch a todos os equipamentos conectados a ele (comunicação *broadcast*).

Processo de concessão inicial



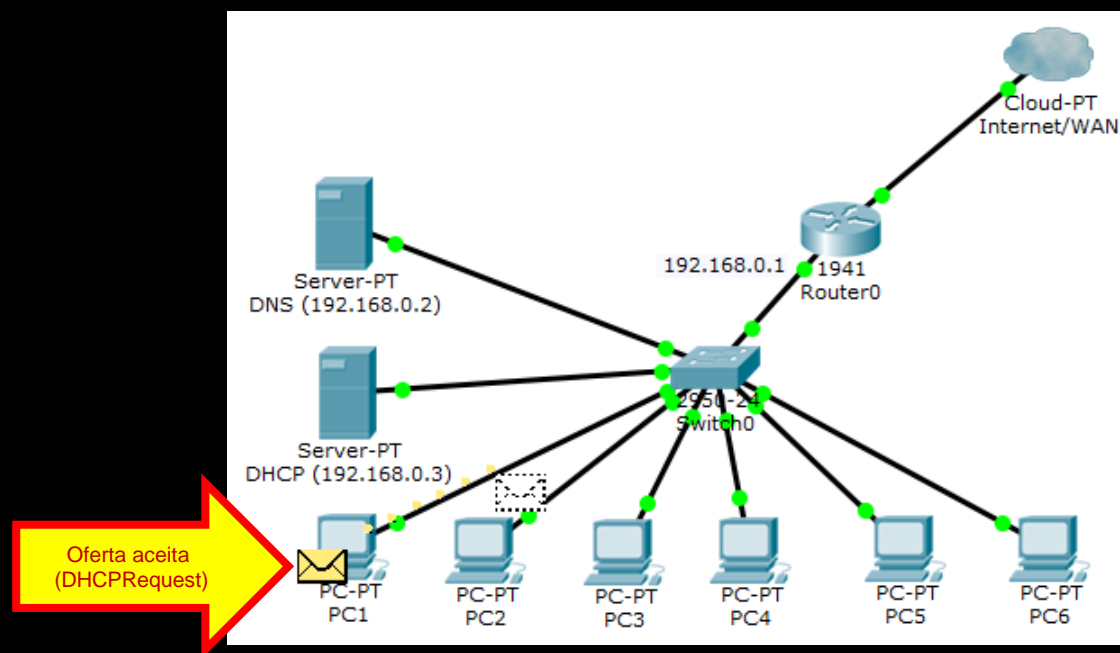
- O servidor DHCP recebe a mensagem **DHCPDiscover** enviada pelo cliente e responde com a oferta de um endereço IP e demais configurações, como máscara de subrede, gateway e DNS
- Mensagem conhecida como “**DHCPOffer**”

Processo de concessão inicial



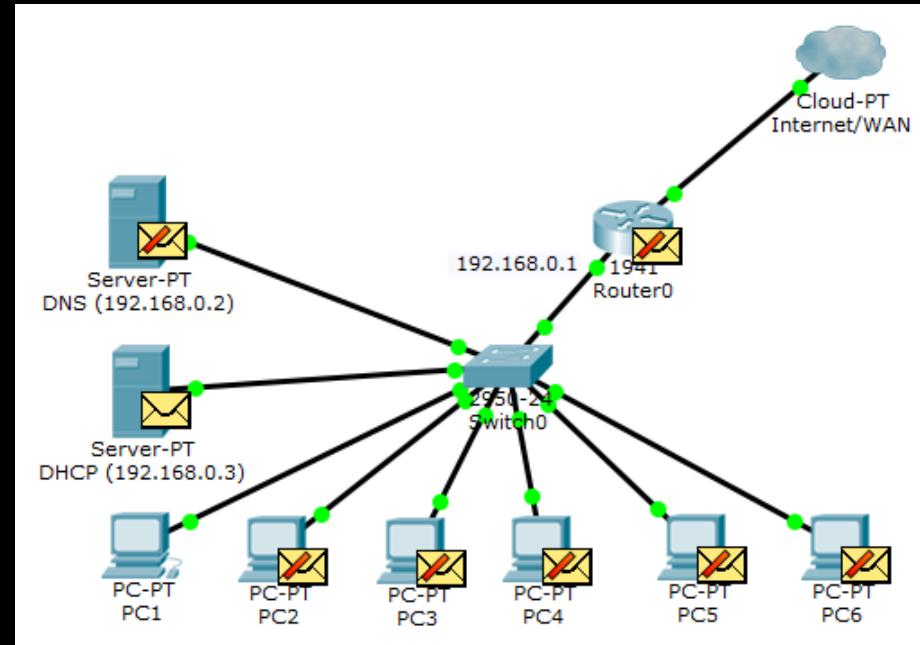
- A Mensagem conhecida como “**DHCPOffer**” alcança todos os equipamentos na mesma rede do servidor DHCP (comunicação em Broadcast)

Processo de concessão inicial



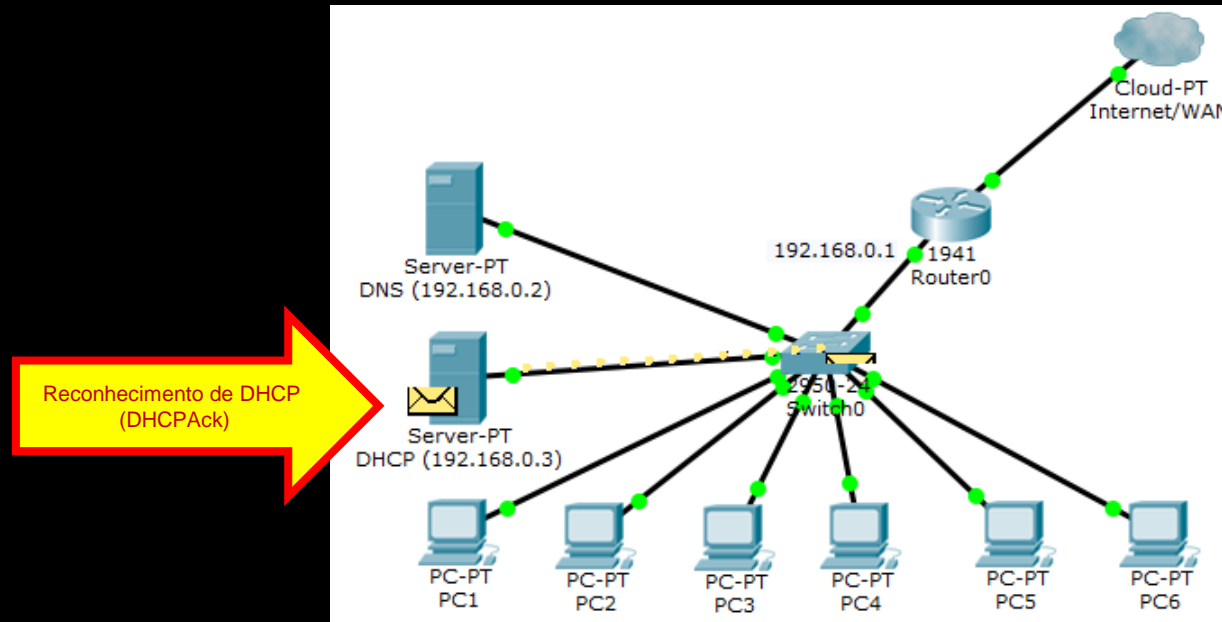
- Assim que a mensagem **DHCPOffer** é recebida, o cliente seleciona o endereço oferecido respondendo ao servidor com uma solicitação de DHCP “**DHCPRequest**”, informando que a oferta foi aceita
- Esta mensagem é enviada em *broadcast*, pois o cliente ainda não possui as configurações do protocolo TCP/IP

Processo de concessão inicial



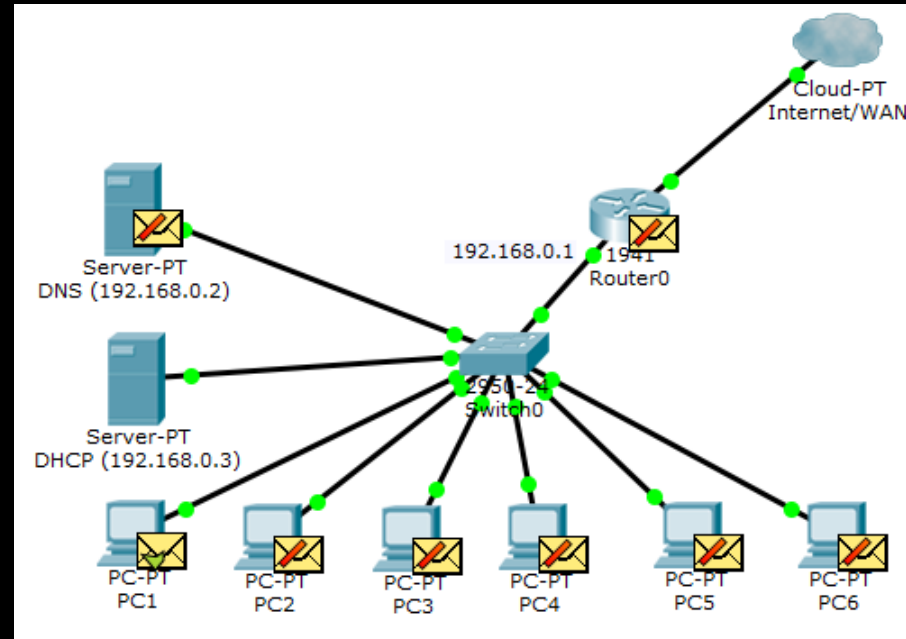
- A mensagem “**DHCPRequest**” também é enviada em *broadcast*, atingindo todos os equipamentos na mesma rede do servidor.

Processo de concessão inicial



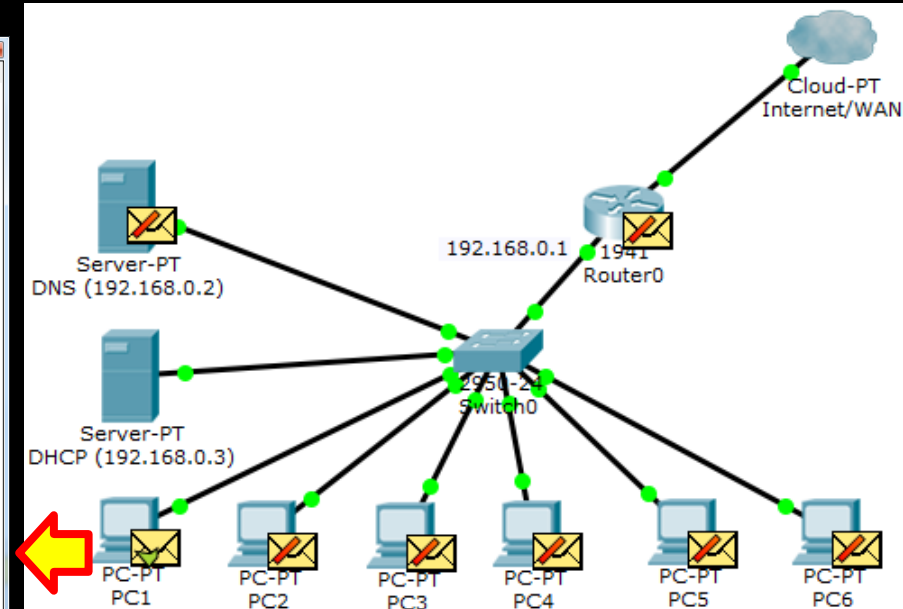
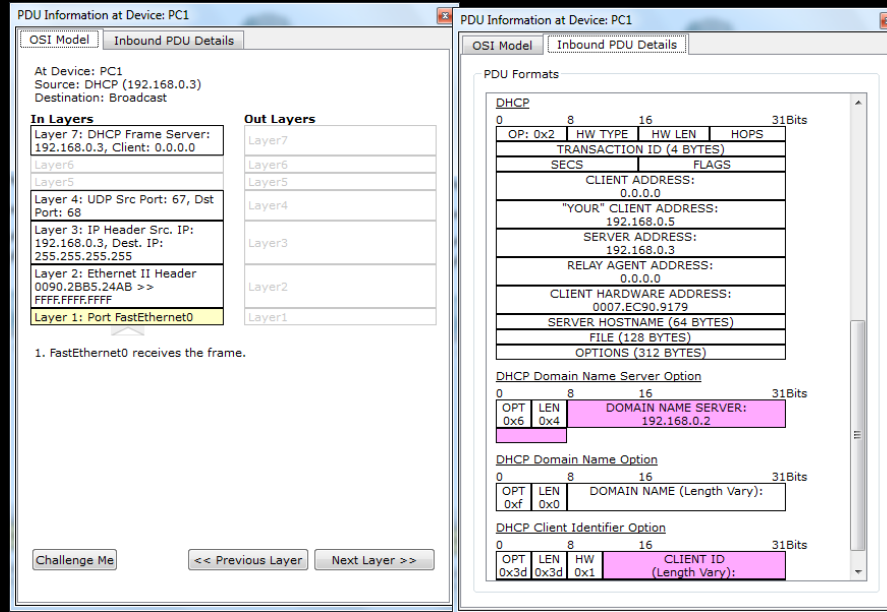
- Após receber a mensagem **DHCPRequest** do cliente, o servidor DHCP envia uma mensagem de reconhecimento de DHCP ("**DHCPAck**"), aprovando a concessão.

Processo de concessão inicial



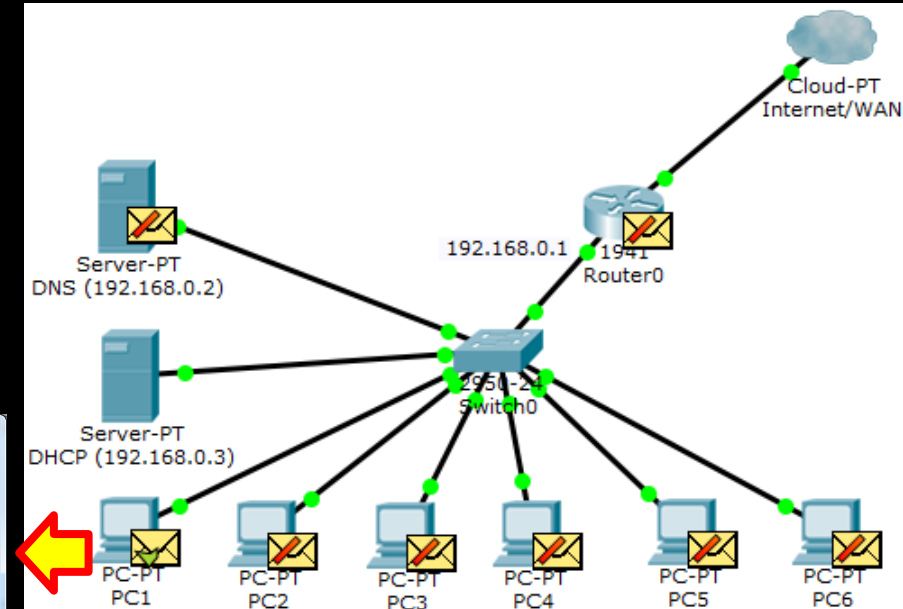
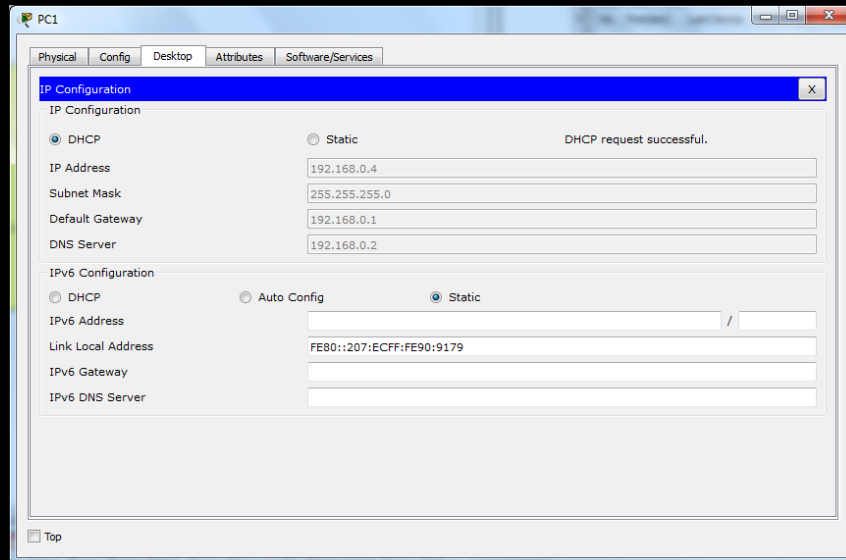
A mensagem de DHCP (“**DHCPAck**”), aprovando a concessão, é enviada em broadcast a todos os equipamentos na rede.

Processo de concessão inicial



- Depois de receber o **DHCPAck** do servidor DHCP, o cliente configura suas propriedades de TCP/IP utilizando as informações enviadas pelo servidor DHCP, na mensagem **DHCPOffer**

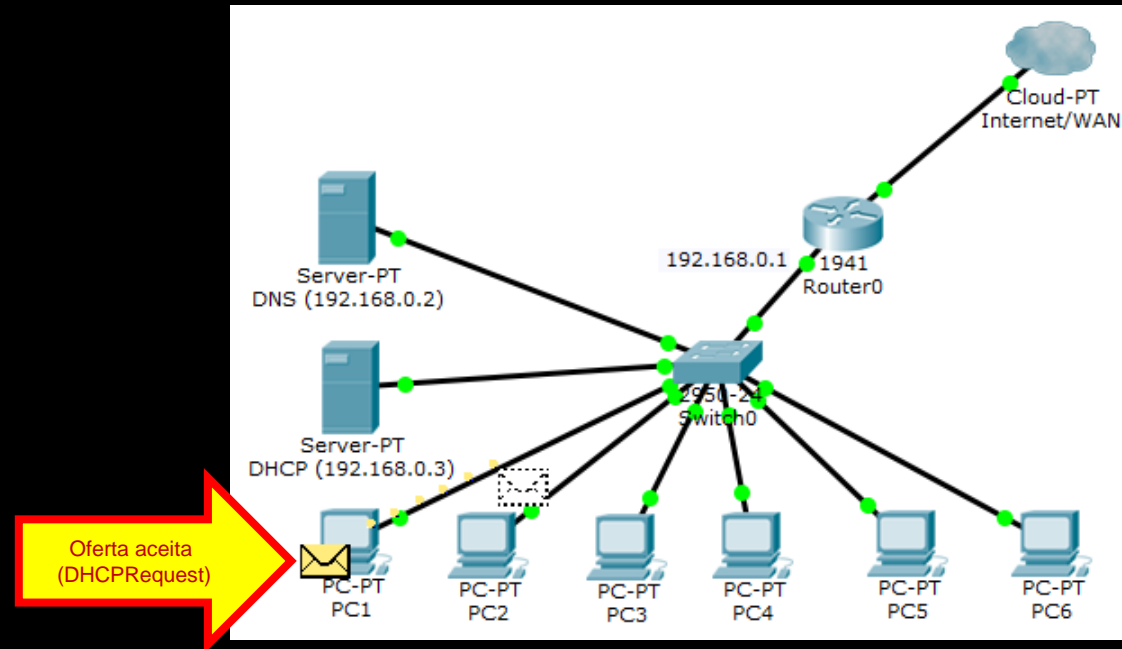
Processo de concessão inicial



Processo de renovação de concessão

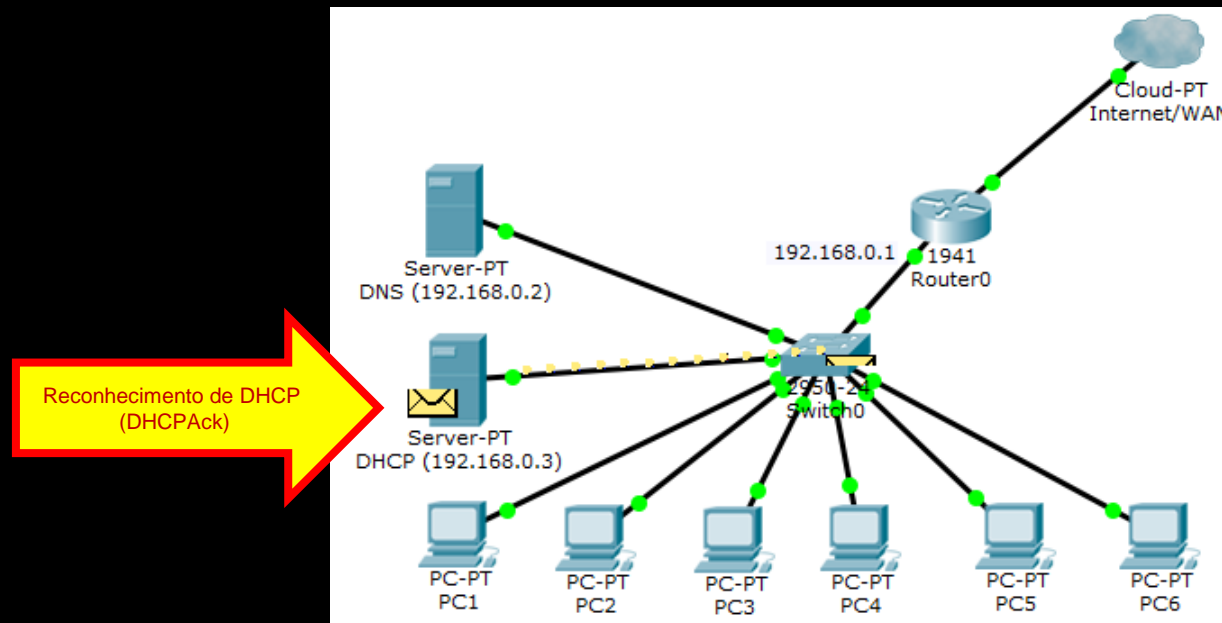
- Quando um cliente DHCP é desligado e reinicializado (na mesma subrede), ele geralmente obtém uma concessão para o mesmo endereço IP que tinha antes do desligamento.
- Depois da metade do tempo de concessão do cliente ter decorrido, o cliente tenta renovar a concessão com o servidor DHCP.

Processo de renovação de concessão



- O cliente envia uma mensagem **DHCPRequest** diretamente ao servidor que anteriormente havia efetuado a concessão (pois agora o cliente tem um endereço IP e sabe o endereço IP do servidor DHCP), para renovar e estender a concessão de endereço atual

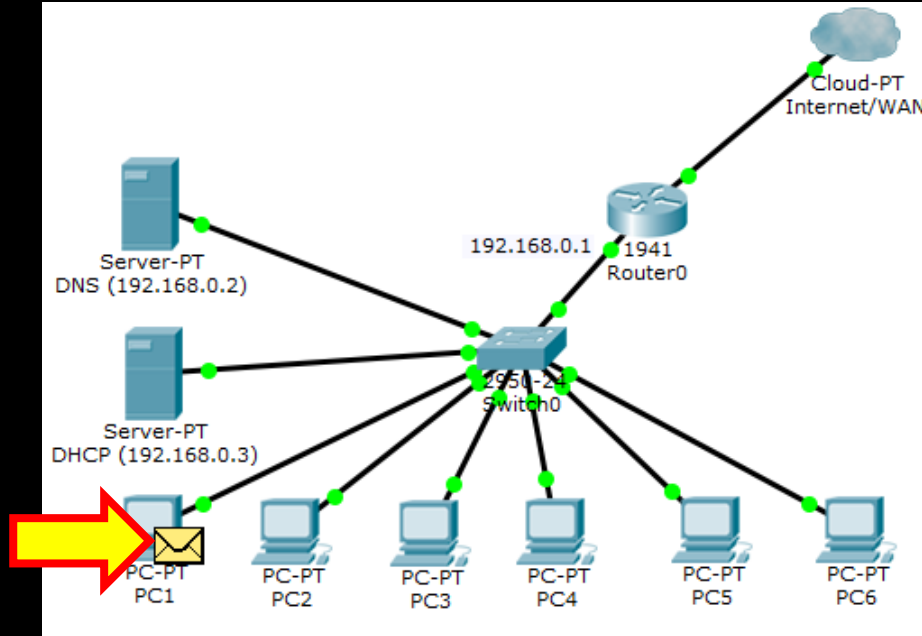
Processo de renovação de concessão



- Se o servidor DHCP original estiver ativo, ele envia uma mensagem **DHCPAck**, o que significa que a concessão atual foi renovada
- Se quaisquer informações tiverem sido alteradas desde que o cliente obteve a concessão da primeira vez, o cliente atualiza a configuração

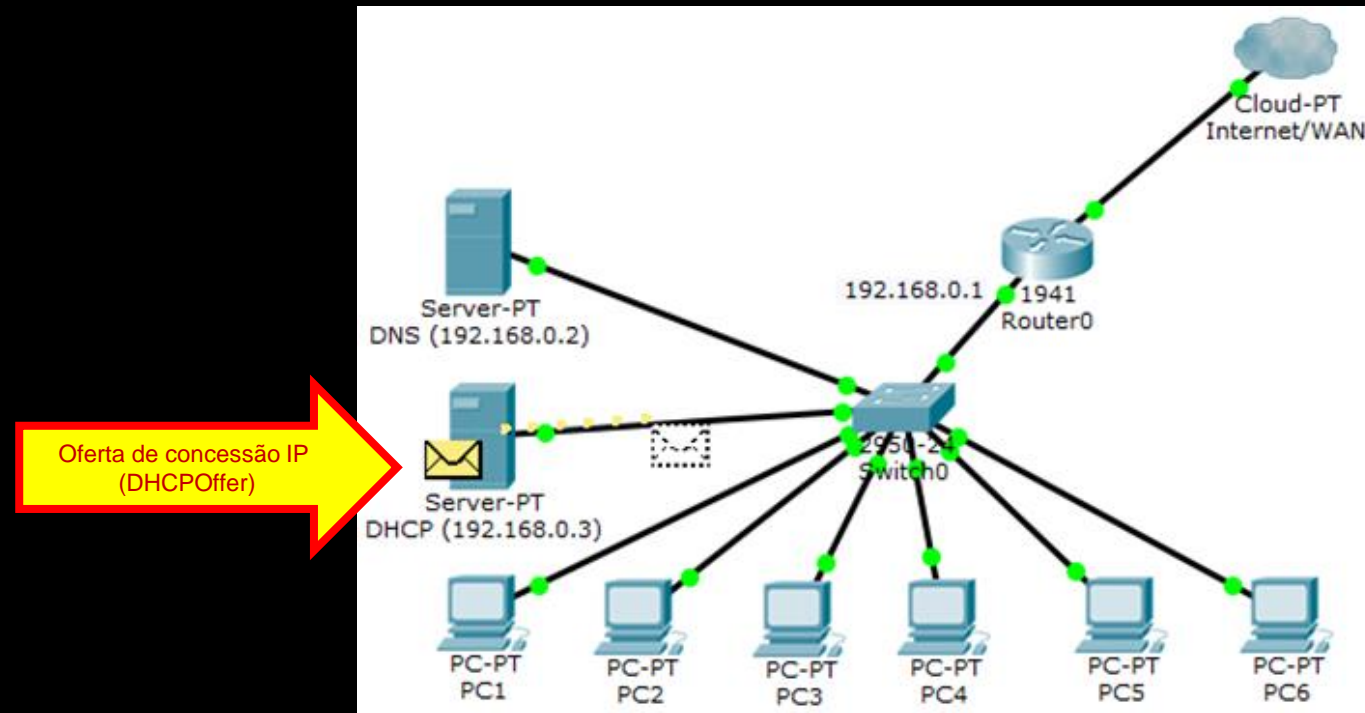
Processo de renovação de concessão

Processo de descoberta de servidor
DHCPDiscover



- Se o cliente não conseguir se comunicar com o servidor DHCP original, o cliente tenta renovar a concessão atual com qualquer servidor DHCP disponível, enviando um **DHCPDiscover** em *broadcast*

Processo de renovação de concessão



- Se um servidor responder com um **DHCPOffer** para atualizar a concessão atual, o cliente poderá renovar a concessão baseada na oferta do servidor DHCP, e continuar operando normalmente na rede

Processo de renovação de concessão

- Se a concessão expirar e nenhum servidor foi contatado, o cliente deve interromper imediatamente o uso do endereço IP concedido
- Em seguida, o cliente repete todo o processo de obtenção de uma nova concessão

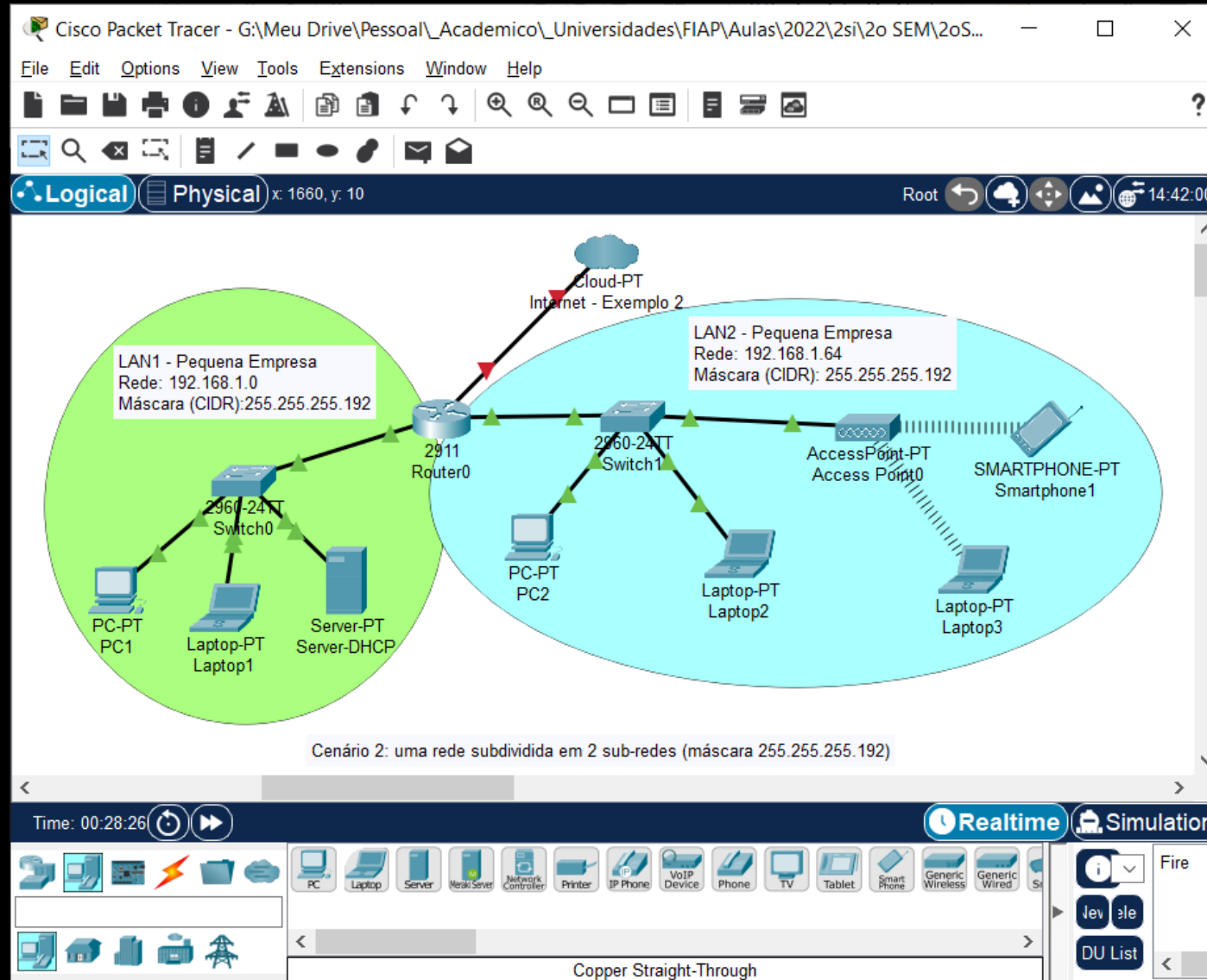
Atividade Prática

(DHCP)

Aula Prática

- **Atividade Prática 2:**
 - **Configure o cenário apresentado a seguir.**
- **Para a realização desta atividade prática, utilize o software CISCO *Packet Tracer*.)**

Passo 1: Configure a topologia



Arquivo:
2oSem Aula 05 DHCP 2022.pkt

2 endereços de Rede (com 2 gateways).

Passo 2: Configure a Interface Gig0/1

Configuração da interface GigEthernet 0/1

Router0

Physical Config CLI Attributes

GLOBAL

- Settings
- Algorithm Settings
- ROUTING**
- Static
- RIP
- SWITCHING**
- VLAN Database
- INTERFACE**
- GigabitEthernet0/0
- GigabitEthernet0/1**
- GigabitEthernet0/2

GigabitEthernet0/1

Port Status ☒ On

Bandwidth ☐ 1000 Mbps ☒ 100 Mbps ☐ 10 Mbps ☒ Auto

Duplex ☐ Half Duplex ☒ Full Duplex ☒ Auto

MAC Address 0001.4292.C702

IP Configuration

IPv4 Address 192.168.1.1

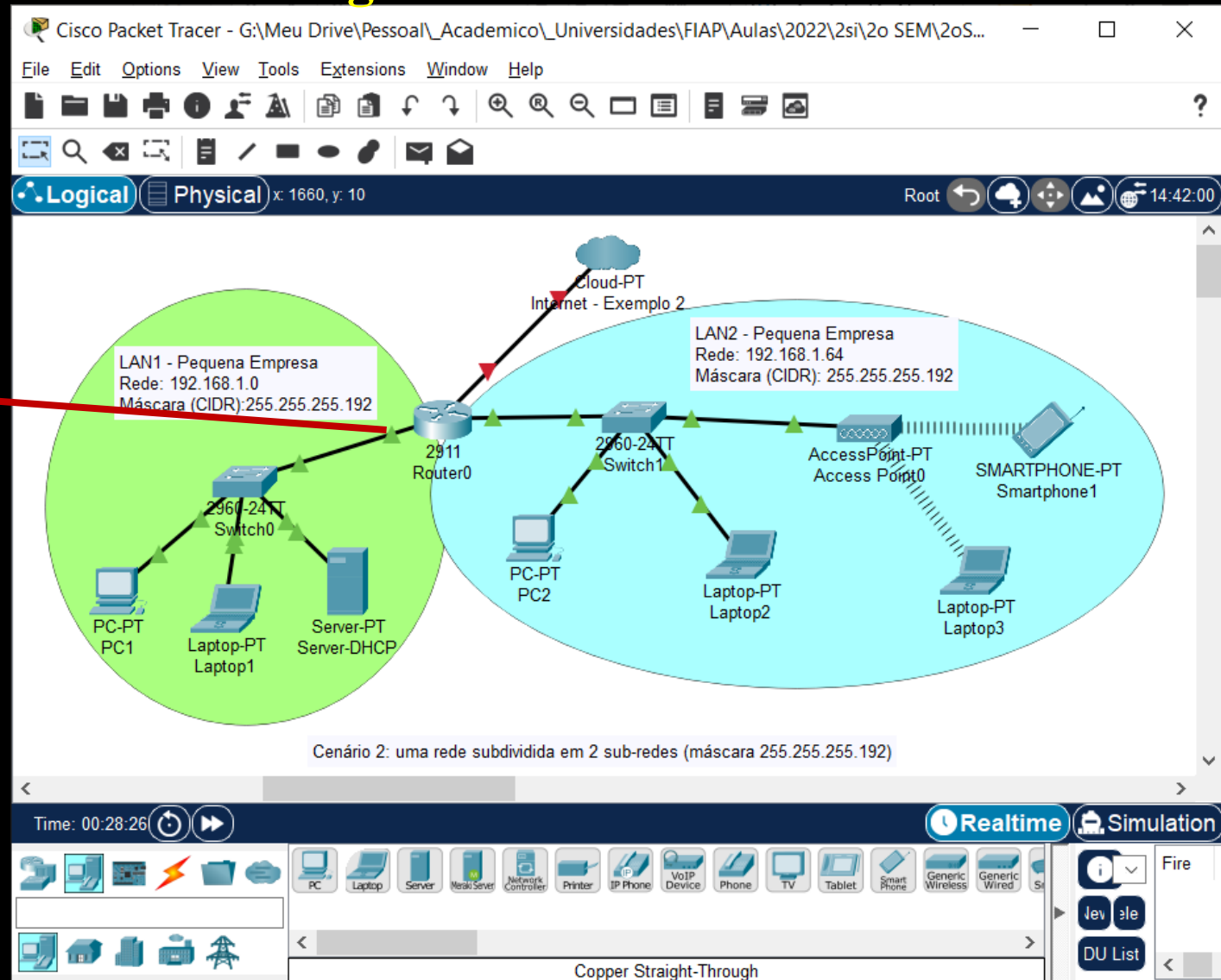
Subnet Mask 255.255.255.0

Tx Ring Limit 10

Equivalent IOS Commands

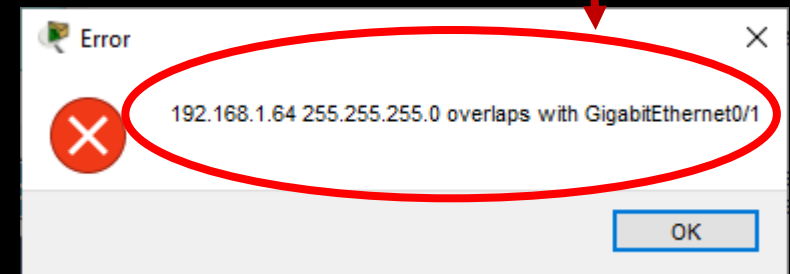
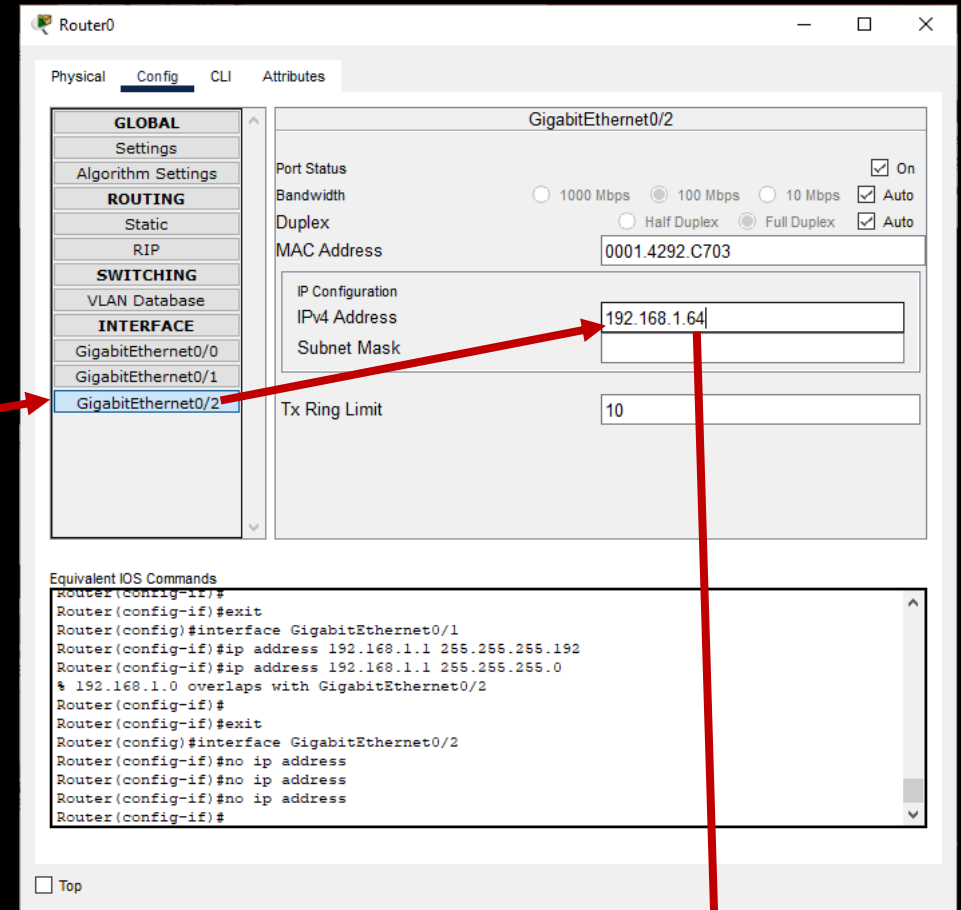
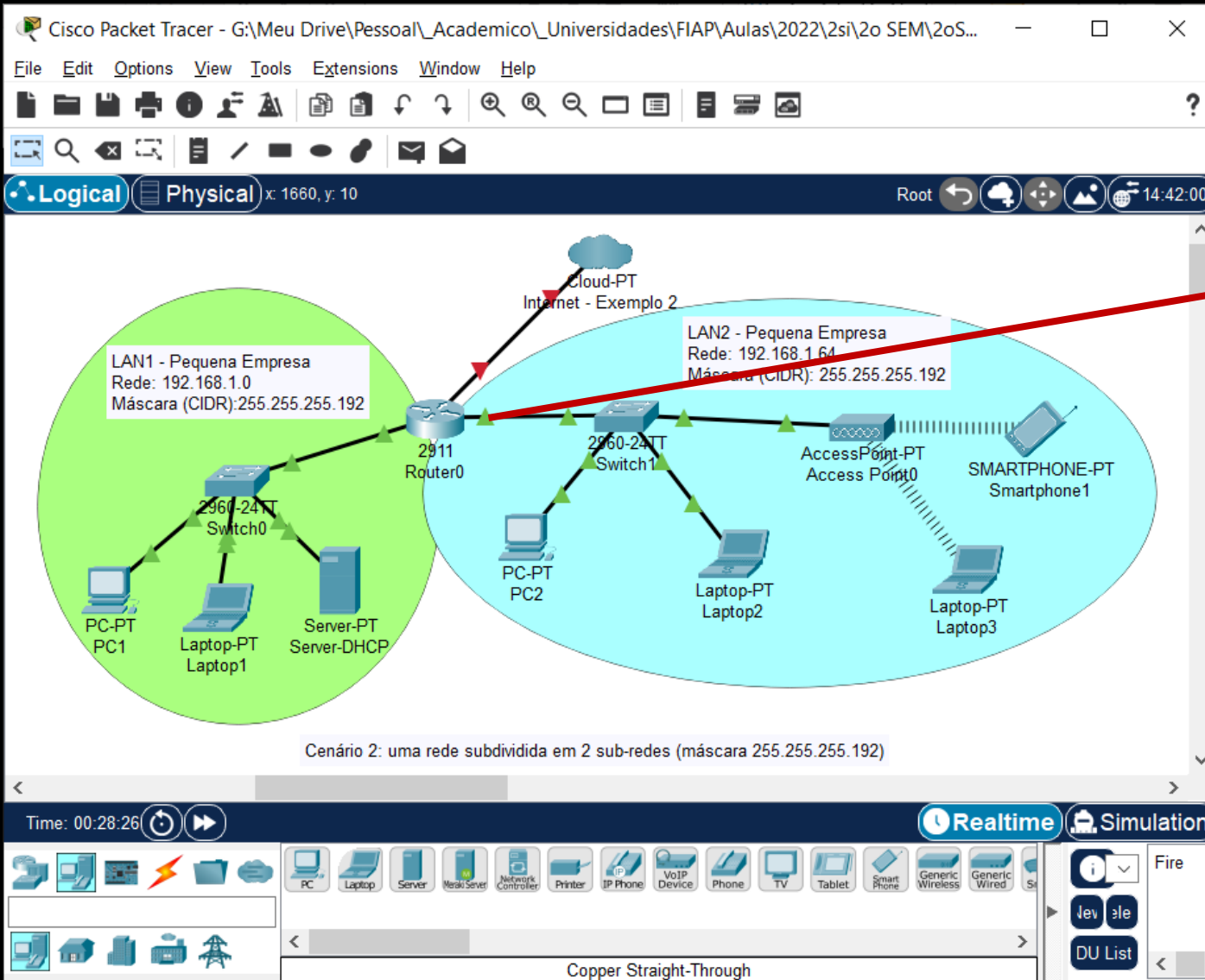
```
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/2, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/2, changed state to up
ip address 192.168.1.65 255.255.255.192
Router(config-if)#ip address 192.168.1.65 255.255.255.192
Router(config-if)#
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface GigabitEthernet0/1
Router(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.192
Router(config-if)#
```



Análise!

Por que o erro ao configurar a interface GigEthernet 0/2??



Passo 3: Reconfigure a Interface Gig0/1

Router0

Physical Config CLI Attributes

GLOBAL

Settings

Algorithm Settings

ROUTING

Static

RIP

SWITCHING

VLAN Database

INTERFACE

GigabitEthernet0/0

GigabitEthernet0/1

GigabitEthernet0/2

GigabitEthernet0/1

Port Status ☒ On

Bandwidth ☐ 1000 Mbps ☒ 100 Mbps ☐ 10 Mbps ☒ Auto

Duplex ☐ Half Duplex ☒ Full Duplex ☒ Auto

MAC Address 0001.4292.C702

IP Configuration

IPv4 Address 192.168.1.1

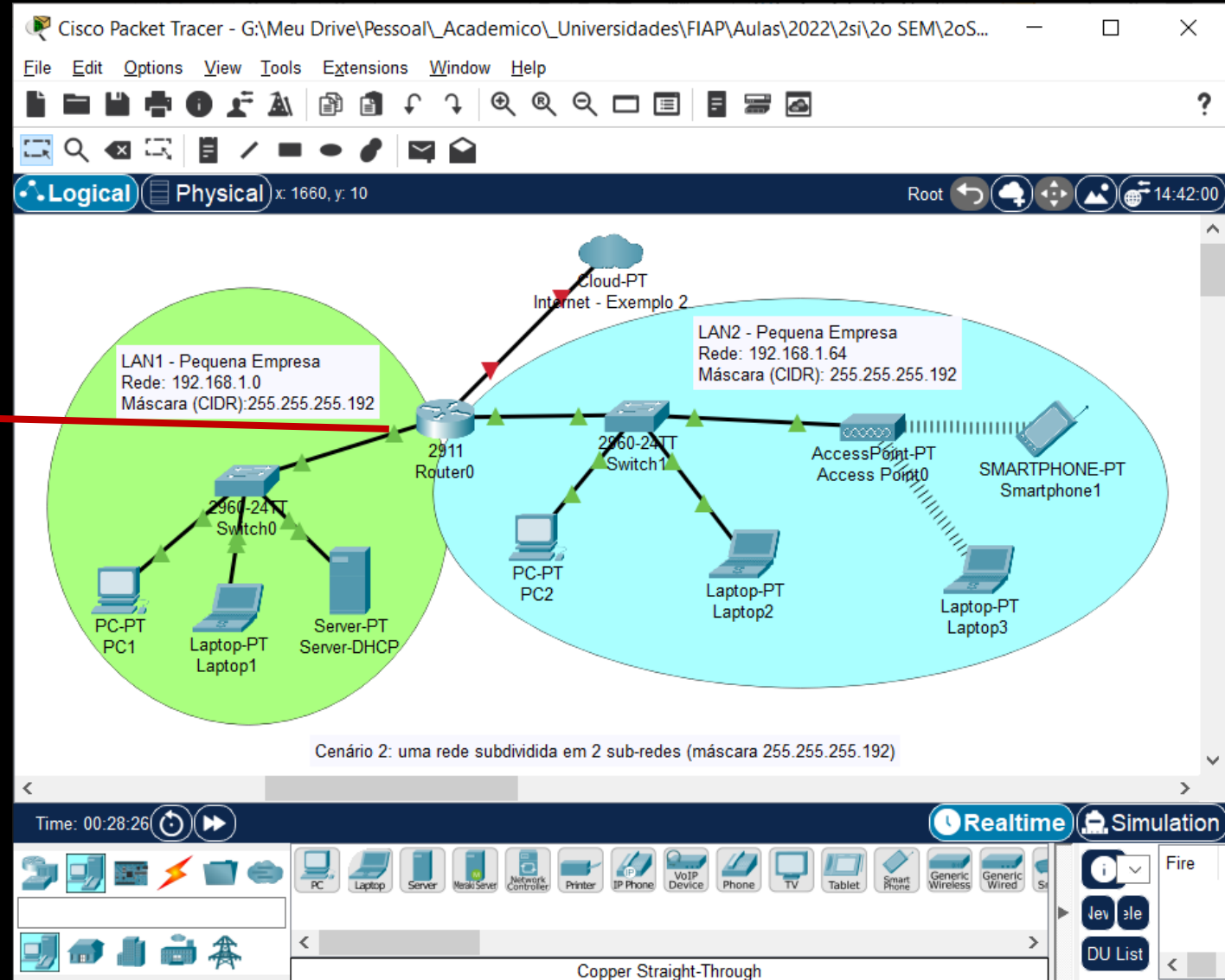
Subnet Mask 255.255.255.192

Tx Ring Limit 10

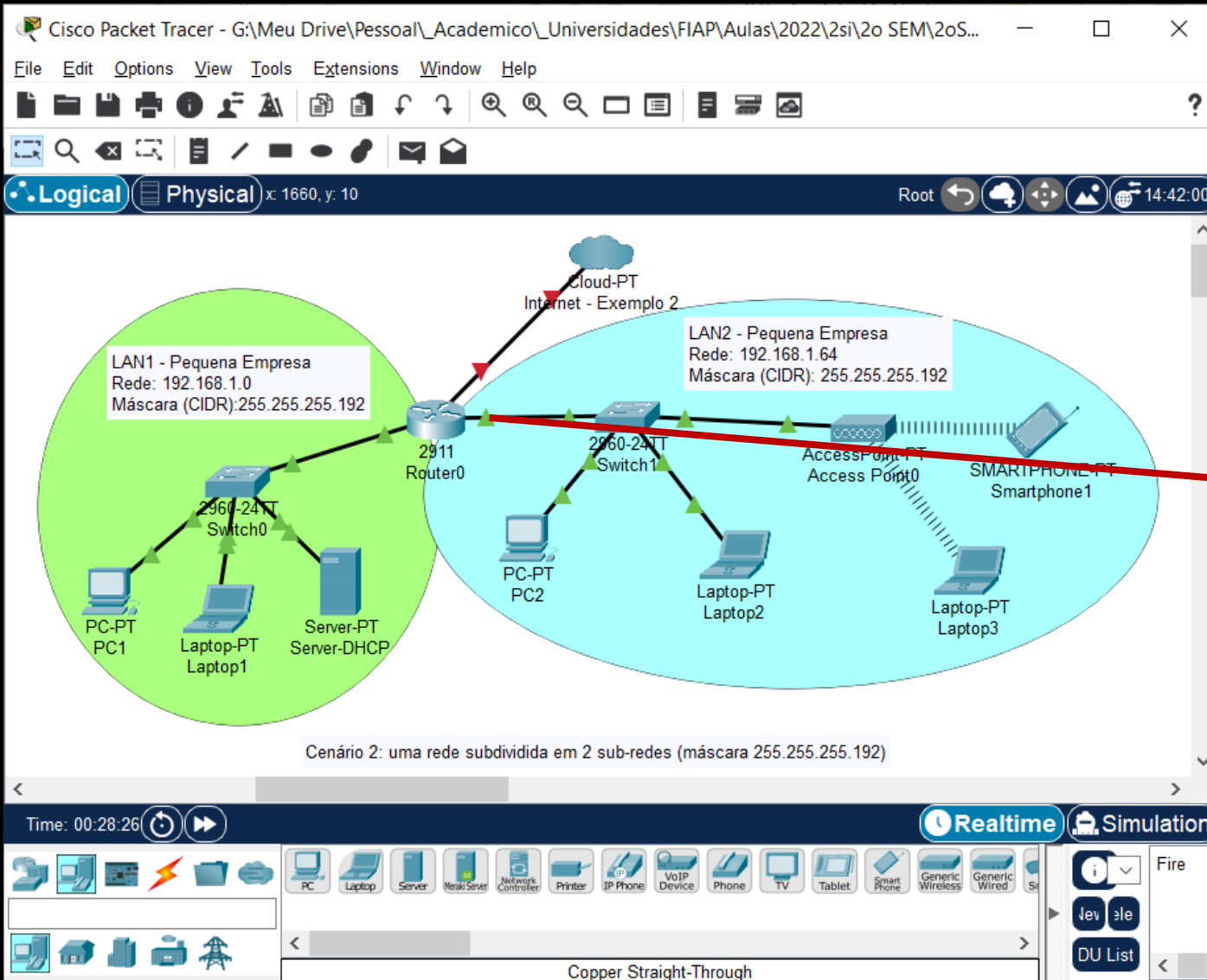
Equivalent IOS Commands

```
Router(config-if)#no ip address
Router(config-if)#no ip address
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface GigabitEthernet0/1
Router(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface GigabitEthernet0/2
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface GigabitEthernet0/1
Router(config-if)#
```

☐ Top



Passo 4: Reconfigure a Interface Gig0/2



Router0

Physical Config CLI Attributes

GLOBAL

Settings

Algorithm Settings

ROUTING

Static

RIP

SWITCHING

VLAN Database

INTERFACE

GigabitEthernet0/0

GigabitEthernet0/1

GigabitEthernet0/2

GigabitEthernet0/2

Port Status ☒ On

Bandwidth ☐ 1000 Mbps ☒ 100 Mbps ☐ 10 Mbps ☒ Auto

Duplex ☐ Half Duplex ☒ Full Duplex ☒ Auto

MAC Address 0001.4292.C703

IP Configuration

IPv4 Address 192.168.1.65

Subnet Mask 255.255.255.192

Tx Ring Limit 10

Equivalent IOS Commands

```
Router(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface GigabitEthernet0/2
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface GigabitEthernet0/1
Router(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.192
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface GigabitEthernet0/2
Router(config-if)#ip address 192.168.1.65 255.255.255.192
Router(config-if)#
```

Top

Passo 5: Analise a configuração dos *hosts*

The screenshot shows the configuration window for PC0, specifically the 'Config' tab. The 'IP Configuration' section is highlighted in blue. Below it, the 'IP Configuration' settings are displayed. The 'DHCP' radio button is selected, and a yellow arrow points to it with the text 'Para configuração via DHCP'. The 'Static' radio button is also visible, and a yellow arrow points to it with the text 'Para configuração Manual'. Below these are fields for 'IP Address', 'Subnet Mask', 'Default Gateway' (0.0.0.0), and 'DNS Server' (0.0.0.0). The 'IPv6 Configuration' section is also visible, with 'DHCP' selected. It includes fields for 'IPv6 Address', 'Link Local Address' (FE80::203:E4FF:FE76:55C6), 'IPv6 Gateway', and 'IPv6 DNS Server'. A 'Top' button is at the bottom left.

PC0

Physical Config Desktop Programming Attributes

IP Configuration

IP Configuration

☐ DHCP ☒ Static

IP Address

Subnet Mask

Default Gateway 0.0.0.0

DNS Server 0.0.0.0

IPv6 Configuration

☐ DHCP ☐ Auto Config ☒ Static

IPv6 Address

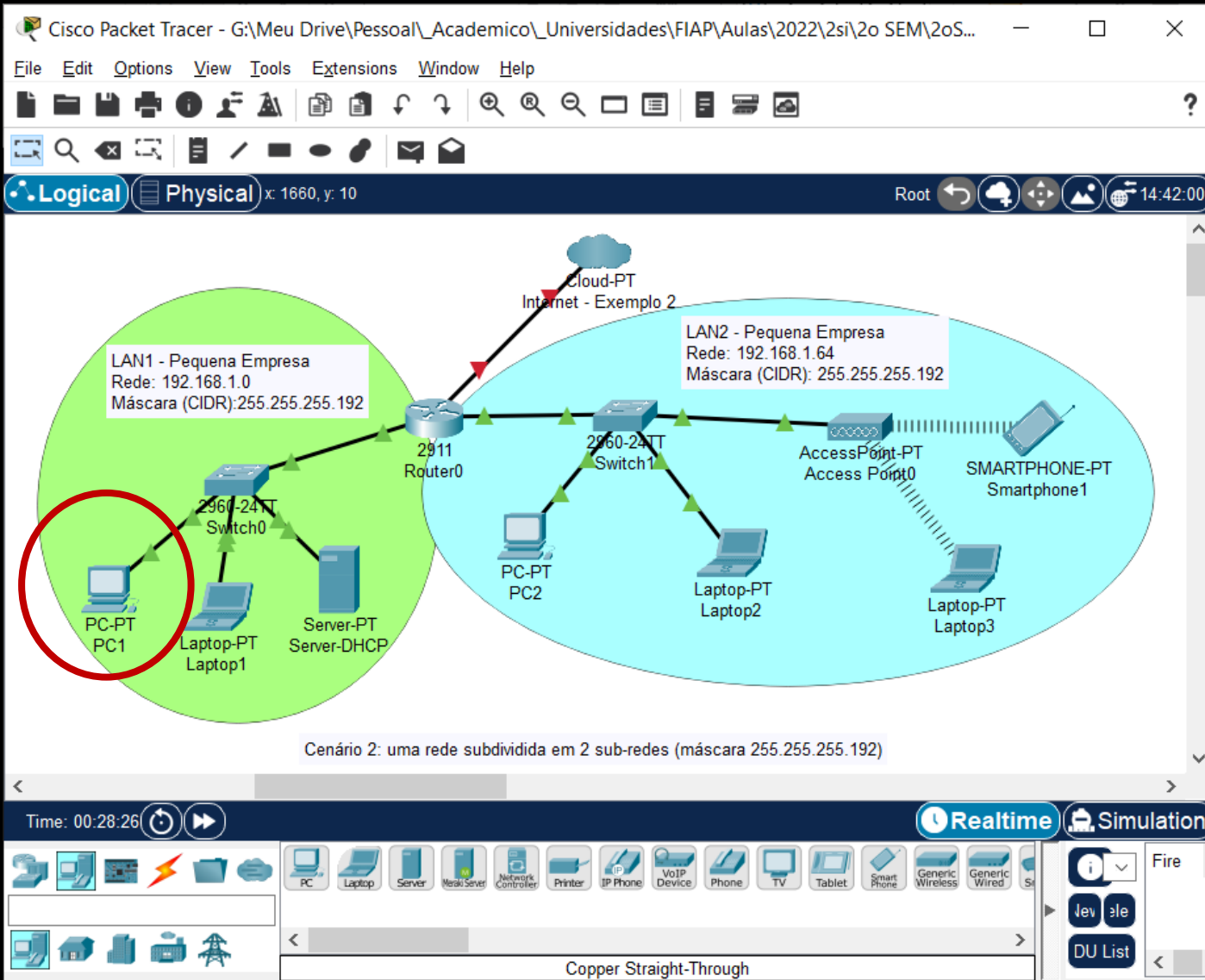
Link Local Address FE80::203:E4FF:FE76:55C6

IPv6 Gateway

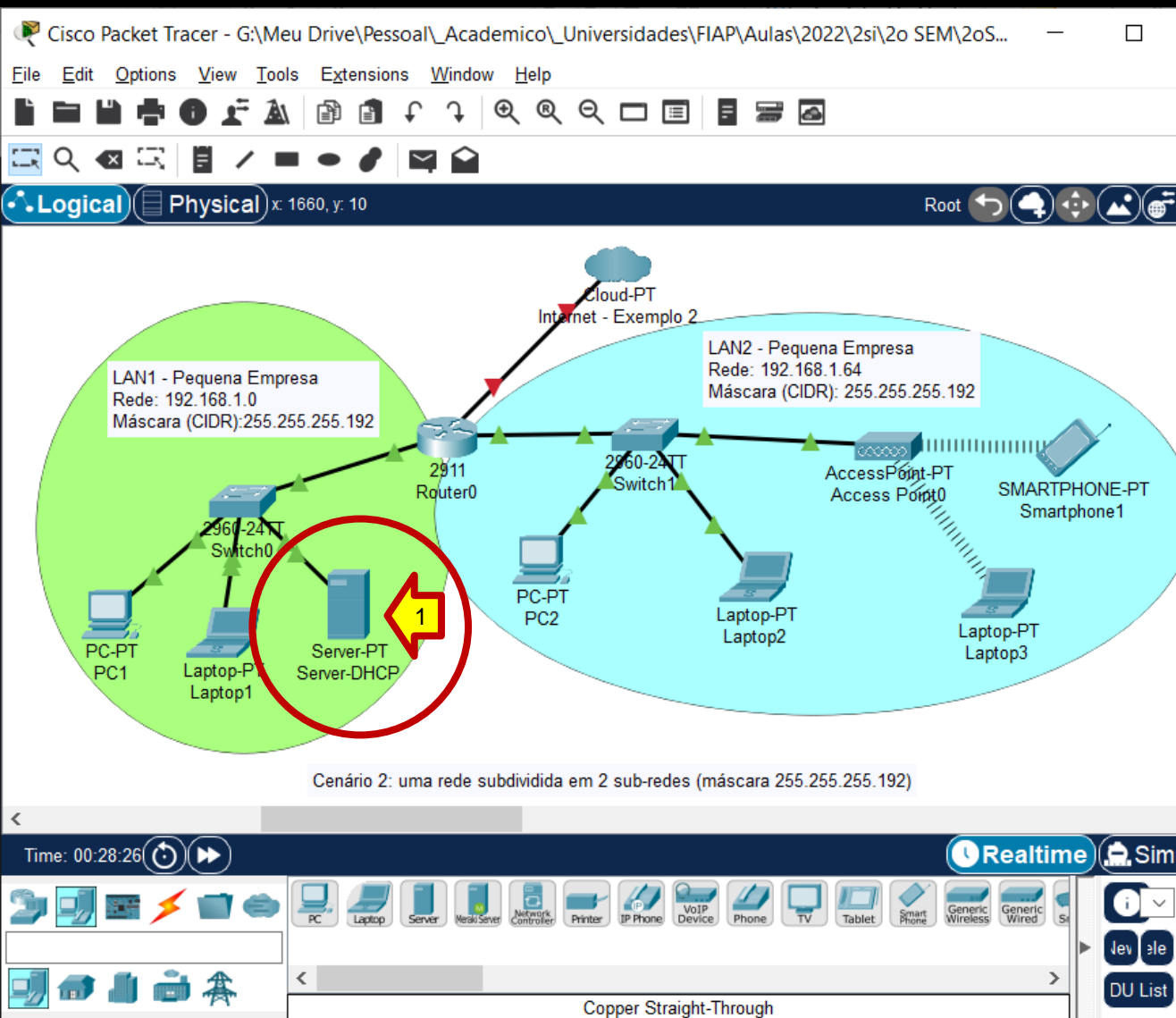
IPv6 DNS Server

☐ Top

Passo 6: instalação do Servidor DHCP



Passo 7: Configurando IP do Servidor DHCP



Server-DHCP

Physical Config Services Desktop Programming Attributes

IP Configuration

IP Configuration

☐ DHCP ☒ Static

IPv4 Address 192.168.1.2

Subnet Mask 255.255.255.192

Default Gateway 192.168.1.1

DNS Server 0.0.0.0

IPv6 Configuration

☐ Automatic ☒ Static

IPv6 Address

Link Local Address FE80::201:96FF:FE01:93AA

Default Gateway

DNS Server

802.1X

☐ Use 802.1X Security

Authentication MD5

Username

Password

☐ Top

Passo 8: Configuração do Servidor DHCP

Cisco Packet Tracer - G:\Meu Drive\Pessoal\Academico\Universidades\FIAP\Aulas\2022\2si\2o SEM\2oS...

File Edit Options View Tools Extensions Window Help

Logical Physical x 1660, y: 10

Root 14:42:00

LAN1 - Pequena Empresa
Rede: 192.168.1.0
Máscara (CIDR): 255.255.255.192

LAN2 - Pequena Empresa
Rede: 192.168.1.64
Máscara (CIDR): 255.255.255.192

Cloud-PT
Internet - Exemplo 2

2911 Router0

2960-24TT Switch0

2960-24TT Switch1

AccessPoint-PT
Access Point0

SMARTPHONE-PT
Smartphone1

PC-PT PC1

Laptop-PT Laptop1

Server-PT
Server-DHCP

PC-PT PC2

Laptop-PT Laptop2

Laptop-PT Laptop3

Cenário 2: uma rede subdividida em 2 sub-redes (máscara 255.255.255.192)

Time: 00:28:26

Realtime Simulation

Fire

Dev

DU List

Copper Straight-Through

ver-DHCP

Services

SERVICES

HTTP

DHCP

DHCPv6

TFTP

DNS

SYSLOG

AAA

NTP

EMAIL

FTP

IoT

PM Management

Radius EAP

DHCP

Interface FastEthernet0 Service ☒ On ☐ Off

Pool Name serverPool

Default Gateway 0.0.0.0

DNS Server 0.0.0.0

Start IP Address : 192 168 1 0

Subnet Mask: 255 255 255 192

Maximum Number of Users : 255

TFTP Server: 0.0.0.0

WLC Address: 0.0.0.0

Add Save Remove

Pool Name	Default Gateway	DNS Server	Start IP Address	Subnet Mask	Max User	TFTP Server	WLC Address
serverPool	0.0.0.0	0.0.0.0	192.168....	255.255....	255	0.0.0.0	0.0.0.0

Passo 9: Simulação de requisição DHCP

Cisco Packet Tracer - E:\FIAP\DHCP\LAB2.pkt

File Edit Options View Tools Extensions Help

Logical Back [Root] New Cluster Move Object Set Tiled Background Viewport Environment: 06:30:00

Simulation Panel

Event List

Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type	Info
------	-----------	-------------	-----------	------	------

Reset Simulation ☒ Constant Delay Captured to: (no captures)

Play Controls

Back Auto Capture / Play Capture / Forward

Event List Filters - Visible Events

ACL Filter, ARP, BGP, Bluetooth, CAPWAP, CDP, DHCP, DHCPv6, DNS, DTP, EIGRP, EIGRPv6, FTP, H.323, HSRP, HSRPv6, HTTP, HTTPS, ICMP, ICMPv6, IPsec, ISAKMP, IoT, IoT TCP, LACP, LLDP, NDP, NETFLOW, NTP, OSPF, OSPFv6, PAP, POP3, PTP, RADIUS, REP, RIP, RIPng, RTP, SCCP, SMTP, SNMP, SSH, STP, SYSLOG, TACACS, TCP, TFTP, Telnet, UDP, USB, VTP

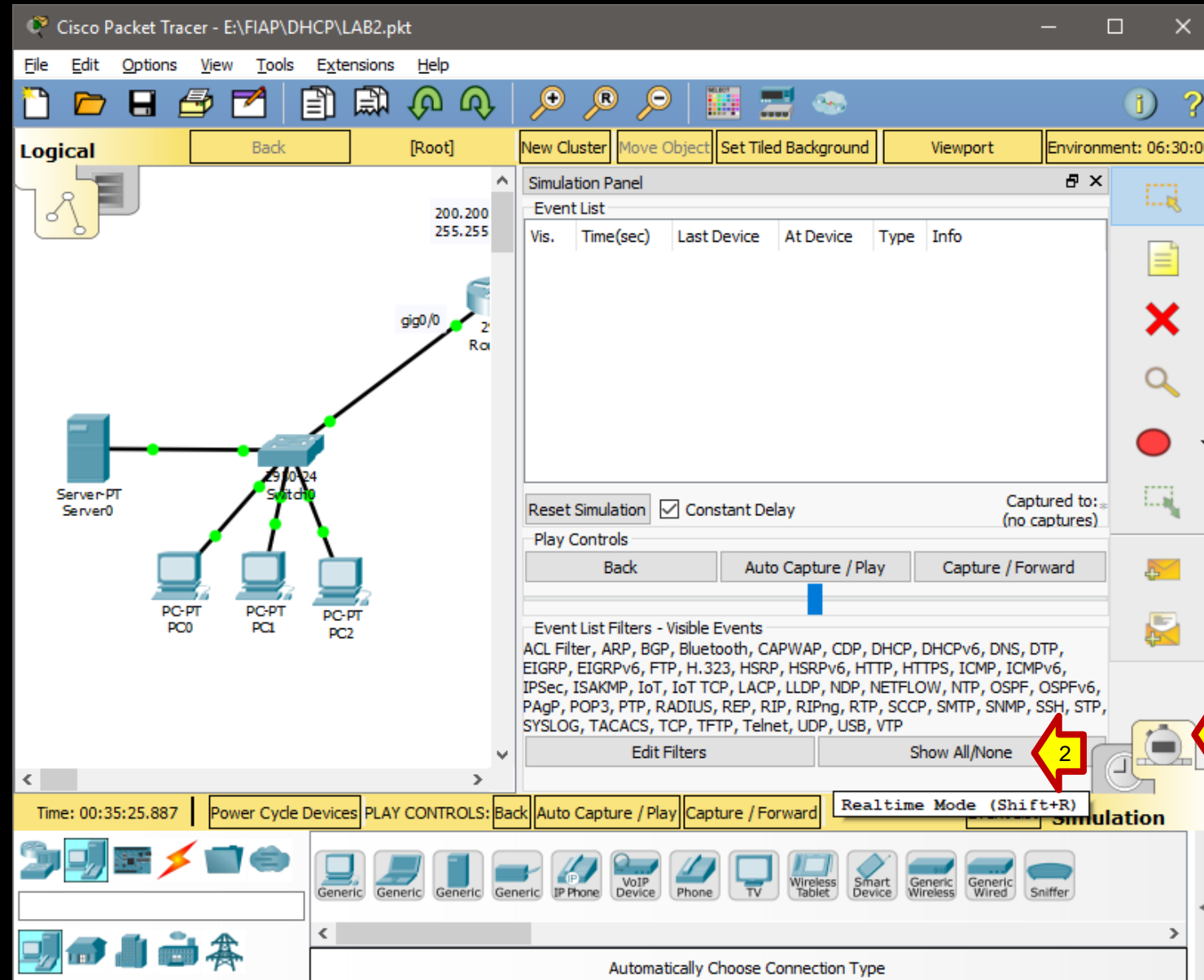
Edit Filters Show All/None

Time: 00:35:25.887 Power Cycle Devices PLAY CONTROLS: Back Auto Capture / Play Capture / Forward Realtime Mode (Shift+R)

Simulation

Generic Generic Generic Generic IP Phone VoIP Device Phone TV Wireless Tablet Smart Device Generic Wireless Generic Wired Sniffer

Automatically Choose Connection Type



The image shows the Cisco Packet Tracer interface. The main workspace displays a network topology with a central switch connected to a server and three PCs. The Simulation Panel is open on the right, showing the Event List and Play Controls. A red arrow labeled '1' points to the Simulation button, and a red arrow labeled '2' points to the Realtime Mode button.

Passo 10: Simulação de requisição DHCP

Cisco Packet Tracer - E:\FIAP\DHCP\LAB2.pkt

File Edit Options View Tools Extensions Help

Logical Back [Root] New Cluster Move Object Set Tiled Background Viewport Environment: 14:30:00

Simulation Panel

Event List

Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type	Info
------	-----------	-------------	-----------	------	------

Reset Simulation ☒ Constant Delay Captured to: (no captures)

Play Controls

Back Auto Capture / Play Capture / Forward

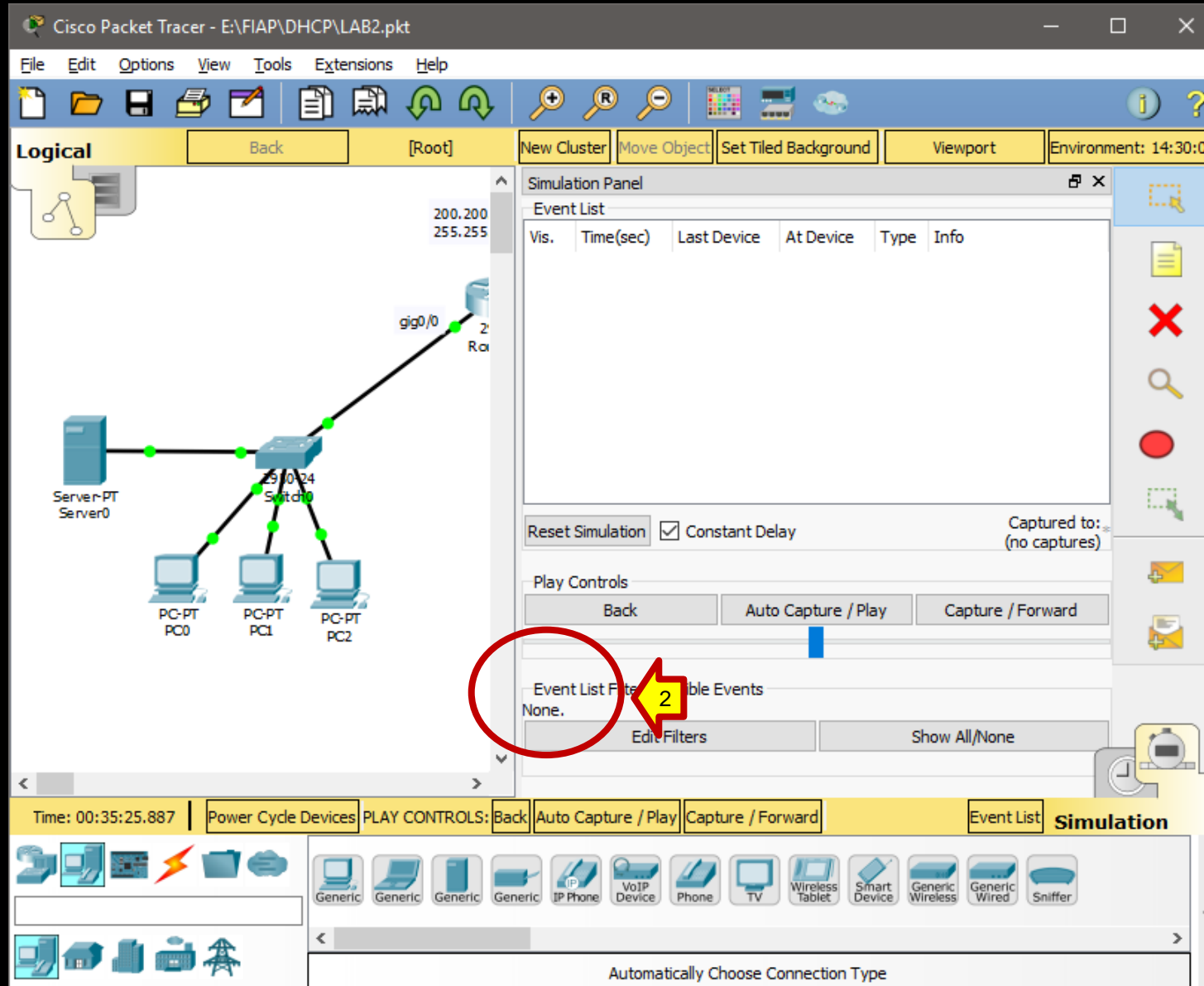
Event List Filterable Events

None. Edit Filters Show All/None

Time: 00:35:25.887 | Power Cycle Devices PLAY CONTROLS: Back Auto Capture / Play Capture / Forward Event List Simulation

Generic Generic Generic Generic IP Phone VoIP Device Phone TV Wireless Tablet Smart Device Generic Wireless Generic Wired Sniffer

Automatically Choose Connection Type



Passo 11: Simulação de requisição DHCP

The image shows the Cisco Packet Tracer interface with a network topology and the DHCP configuration window open.

Network Topology:

- A central switch (Switch0) is connected to a server (Server-PT Server0) and three PCs (PC-PT PC0, PC-PT PC1, PC-PT PC2).
- The switch is also connected to a router (200.200.255.255) via its gig0/0 interface.

DHCP Configuration Window:

The window is titled "Simulation Panel" and shows the "Event List" tab. The "Misc" tab is selected, and the "DHCP" checkbox is checked. A red arrow labeled "4" points to the "DHCP" checkbox.

Simulation Panel:

The "Simulation Panel" is located on the right side of the interface. It contains the "Event List" tab, which is currently empty. Below the event list, there are buttons for "Reset Simulation", "Play Controls", and "Back".

Event List Filters:

The "Event List Filters" section shows "None" selected. A red arrow labeled "3" points to the "Event List Filters" section.

Simulation Controls:

The bottom of the interface shows the "Simulation" tab, which includes a "Time" display (00:35:25.887), "Power Cycle Devices", and "PLAY CONTROLS" (Back, Auto Capture / Play, Capture / Forward). Below these are icons for various devices: Generic, IP Phone, VoIP Device, Phone, TV, Wireless Tablet, Smart Device, Generic Wireless, Generic Wired, and Sniffer.

Passo 12: Simulação de requisição DHCP

Cisco Packet Tracer - E:\FIAP\DHCP\LAB2.pkt

File Edit Options View Tools Extensions Help

Logical Back [Root] New Cluster Move Object Set Tiled Background Viewport Environment: 09:00:00

200.200.200.0
255.255.255.0

gig0/0 2901 Router1 gig0/1

Server-PT Server0

2950-24 Switch0

PC-PT PC0 PC-PT PC1 PC-PT PC2

2950-24 Switch1

PC-PT PC3 PC-PT PC4 PC-PT PC5

Simulation Panel

Event List

Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type
------	-----------	-------------	-----------	------

Reset Simulation ☒ Constant Delay Captured to: (no captures)

Play Controls

Back Auto Capture / Play Capture / Forward

Event List Filters - Visible Events

DHCP

Edit Filters Show All/None

Time: 00:35:25.887 Power Cycle Devices PLAY CONTROLS: Back Auto Capture / Play Capture / Forward Event List Simulation

Generic Generic Generic Generic IP Phone VoIP Device Phone TV Wireless Tablet Smart Device Generic Wireless Generic Wired Sniffer

Automatically Choose Connection Type

5

Passo 13: Simulação de requisição DHCP

The image displays the Cisco Packet Tracer interface for a network simulation. The main window shows a network topology with a central switch connected to a server and three PCs (PC0, PC1, PC2). A red arrow labeled '6' points to PC2. The 'PC2' configuration window is open, showing the 'Config' tab. A red arrow labeled '7' points to the 'IP Configuration' icon in the 'Physical' tab. The 'IP Configuration' icon is highlighted with a red border.

The network diagram shows a central switch connected to a server and three PCs (PC0, PC1, PC2). The switch is connected to the server via a line labeled 'gig0/0'. The switch is also connected to PC0, PC1, and PC2. The switch is labeled '2910-24 Spt d10'.

The 'PC2' configuration window is open, showing the 'Config' tab. The 'IP Configuration' icon is highlighted with a red border. The 'IP Configuration' icon is labeled '106'.

The bottom of the interface shows the 'PLAY CONTROLS' section with buttons for 'Back', 'Auto Capture / Play', 'Capture / Forward', 'Event List', and 'Simulation'. The 'Simulation' button is highlighted. The bottom status bar shows 'Automatically Choose Connection Type'.

Passo 14: Simulação de requisição DHCP

The screenshot displays the Cisco Packet Tracer interface. The main window shows the configuration for PC2, specifically the 'Config' tab. The 'IP Configuration' section is highlighted, and the 'DHCP' radio button is selected, indicated by a yellow arrow with the number 8. The 'Static' radio button is also visible. Below the radio buttons, there are input fields for IP Address, Subnet Mask, Default Gateway (0.0.0.0), and DNS Server (0.0.0.0). The 'IPv6 Configuration' section is also visible, with 'Static' selected and a Link Local Address of FE80::260:2FFF:FE9D:1EE9. The background shows a network diagram with a server and other devices. The bottom status bar indicates the time as 00:35:25.887 and the simulation is running.

PC2

Physical Config Desktop Programming Attributes

IP Configuration

☐ DHCP **8** ☒ Static

IP Address

Subnet Mask

Default Gateway 0.0.0.0

DNS Server 0.0.0.0

IPv6 Configuration

☐ DHCP ☐ Auto Config ☒ Static

IPv6 Address

Link Local Address FE80::260:2FFF:FE9D:1EE9

IPv6 Gateway

IPv6 DNS Server

Time: 00:35:25.887

Simulation

Automatically Choose Connection Type

Passo 15: Simulação de requisição DHCP

Cisco Packet Tracer - E:\FIAP\DHCP\LAB2.pkt

File Edit Options View Tools Extensions Help

Logical Back [Root] New Cluster Move Object Set Tiled Background Viewport Environment: 16:30:00

200.200.200.0
255.255.255.0

gig0/0 2901 Router1 gig0/1

Server-PT Server0

2950-24 Switch0

PC-PT PC0 PC-PT PC1 PC-PT PC2

2950-24 Switch1

PC-PT PC3 PC-PT PC4 PC-PT PC5

Simulation Panel

Event List

Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type
<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	--	PC2	DHCP

Reset Simulation ☒ Constant Delay Captured to: 0.000 s

Play Controls

Back Auto Capture / Play Capture / Forward

Event List Filters - Visible Events

DHCP

Edit Filters Show All/None

Time: 00:35:25.887 Power Cycle Devices PLAY CONTROLS: Back Auto Capture / Play Capture / Forward Event List Simulation

Generic Generic Generic Generic IP Phone VoIP Device Phone TV Wireless Tablet Smart Device Generic Wireless Generic Wired Sniffer

Automatically Choose Connection Type

Passo 16: Simulação de requisição DHCP

Cisco Packet Tracer - E:\FIAP\DHCP\LAB2.pkt

File Edit Options View Tools Extensions Help

Logical Back [Root] New Cluster Move Object Set Tiled Background Viewport Environment: 23:30:00

200.200.200.0
255.255.255.0

gig0/0 2901 Router1 gig0/1

Server-PT Server0

Switch0

PC-PT PC0 PC-PT PC1 PC-PT PC2

Switch1

PC-PT PC3 PC-PT PC4 PC-PT PC5

Simulation Panel

Event List

Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type
	0.000	--	PC2	DHCP
	0.001	PC2	Switch0	DHCP

Reset Simulation ☒ Constant Delay Captured to: 0.001 s

Play Controls

Back Auto Capture / Play Capture / Forward

Event List Filters - Visible Events DHCP

Edit Filters

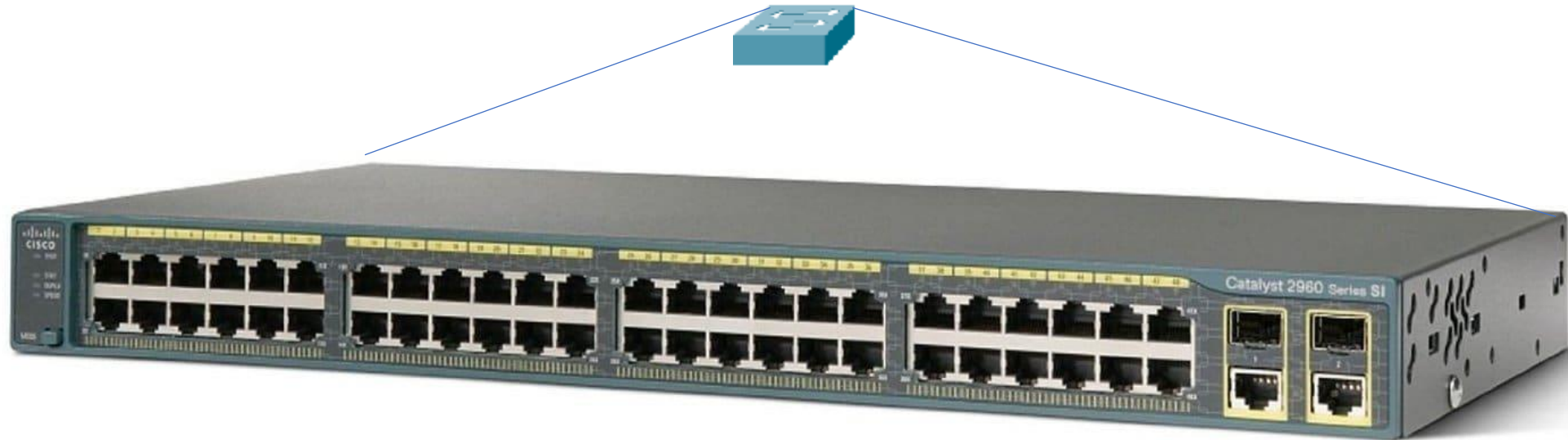
Repetir até o final da simulação

Time: 00:35:25.888 | Power Cycle Devices PLAY CONTROLS: Back Auto Capture / Play Capture / Forward Event List Simulation

Generic Generic Generic Generic IP Phone VoIP Device Phone TV Wireless Tablet Smart Device Generic Wireless Generic Wired Sniffer

Automatically Choose Connection Type

Configuração do DHCP em um Switch CISCO



Configuração de serviço DHCP em Switch

```
Switch>enable
```

```
Switch#configure terminal
```

```
Switch(config)#ip dhcp excluded-address [starting address] [ending address]
```

```
Switch(config)#ip dhcp pool [pool name]
```

```
Switch(dhcp-config)#network [network ID] [subnet mask]
```

```
Switch(dhcp-config)#default-router [IP address of default gateway]
```

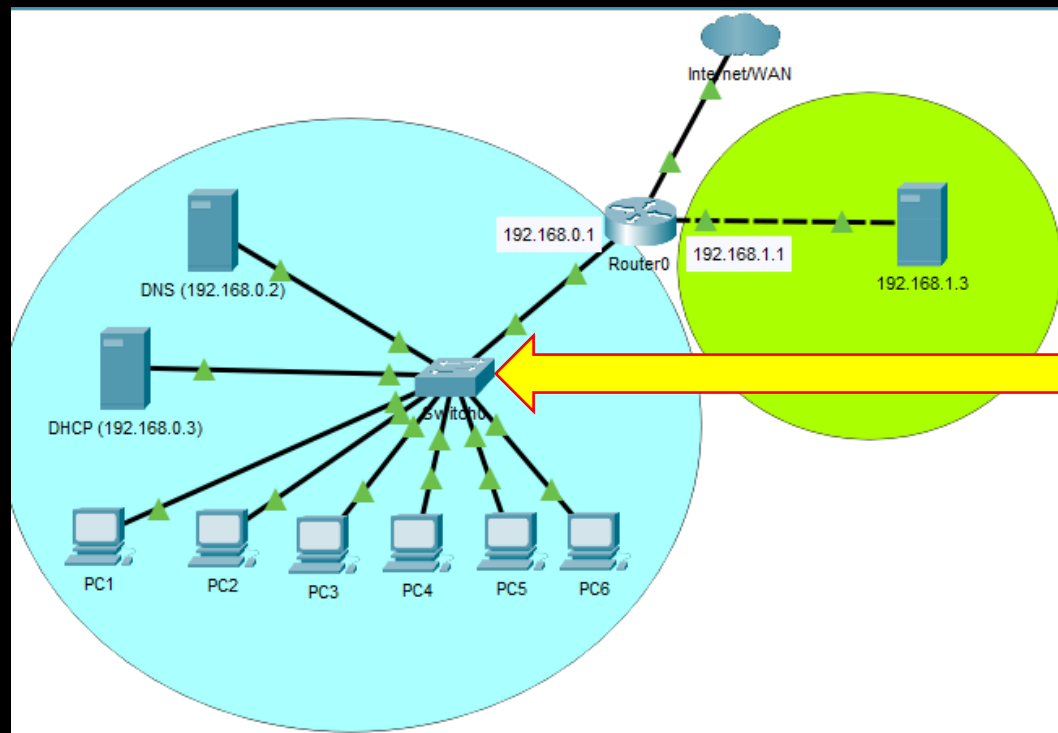
```
Switch(dhcp-config)#dns-server [IP address of DNS server]
```

```
Switch(dhcp-config)#exit
```

```
Switch(config)#interface vlan 1
```

```
Switch(config-if)#ip address [um endereço do Pool] [subnet mask]
```

```
Switch(config-if)#no shutdown
```

Switch0

Physical Config CLI Attributes

IOS Command Line Interface

```
Switch>
Switch>
Switch>
Switch>
Switch>
Switch>enable
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.0.4 192.168.0.5
Switch(config)#ip dhcp pool LAN1
Switch(dhcp-config)#network 192.168.0.0 255.255.255.0
Switch(dhcp-config)#default-router 192.168.0.1
Switch(dhcp-config)#dns-server 192.168.0.3
Switch(dhcp-config)#exit
Switch(config)#interface vlan1
Switch(config-if)#ip address 192.168.0.4 255.255.255.0
Switch(config-if)#no shutdown

Switch(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan1, changed state to up

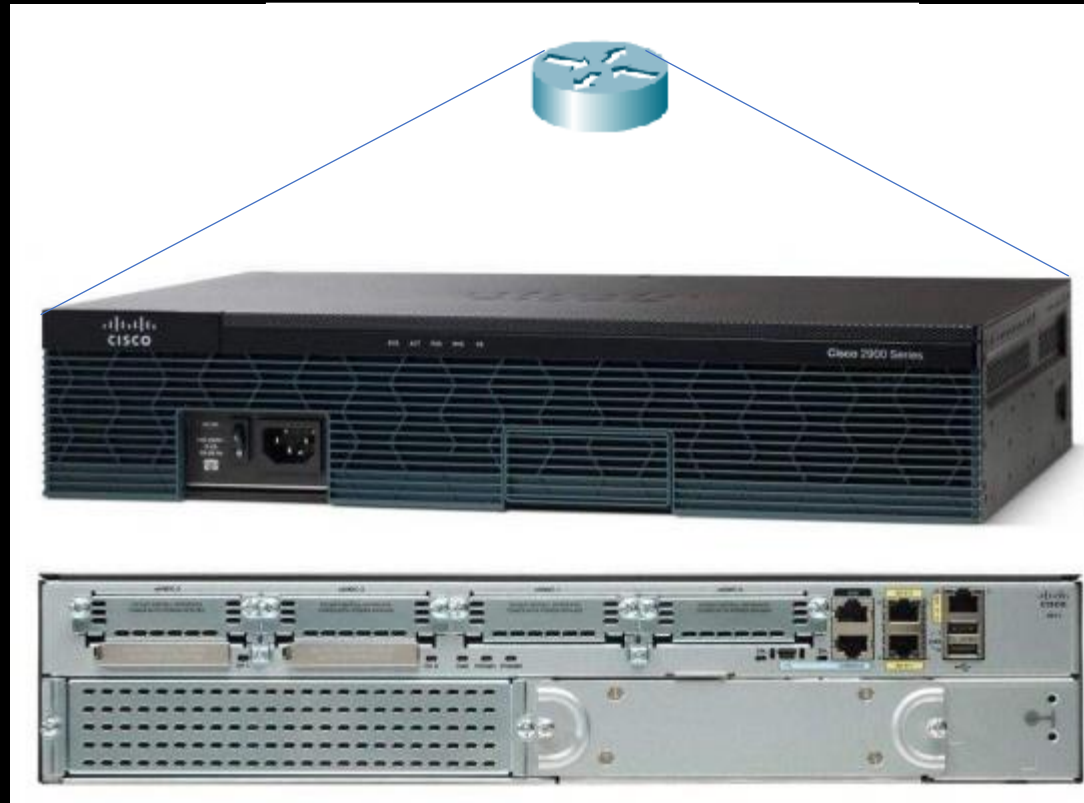
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan1, changed state to up
```

Ctrl+F6 to exit CLI focus

Copy Paste

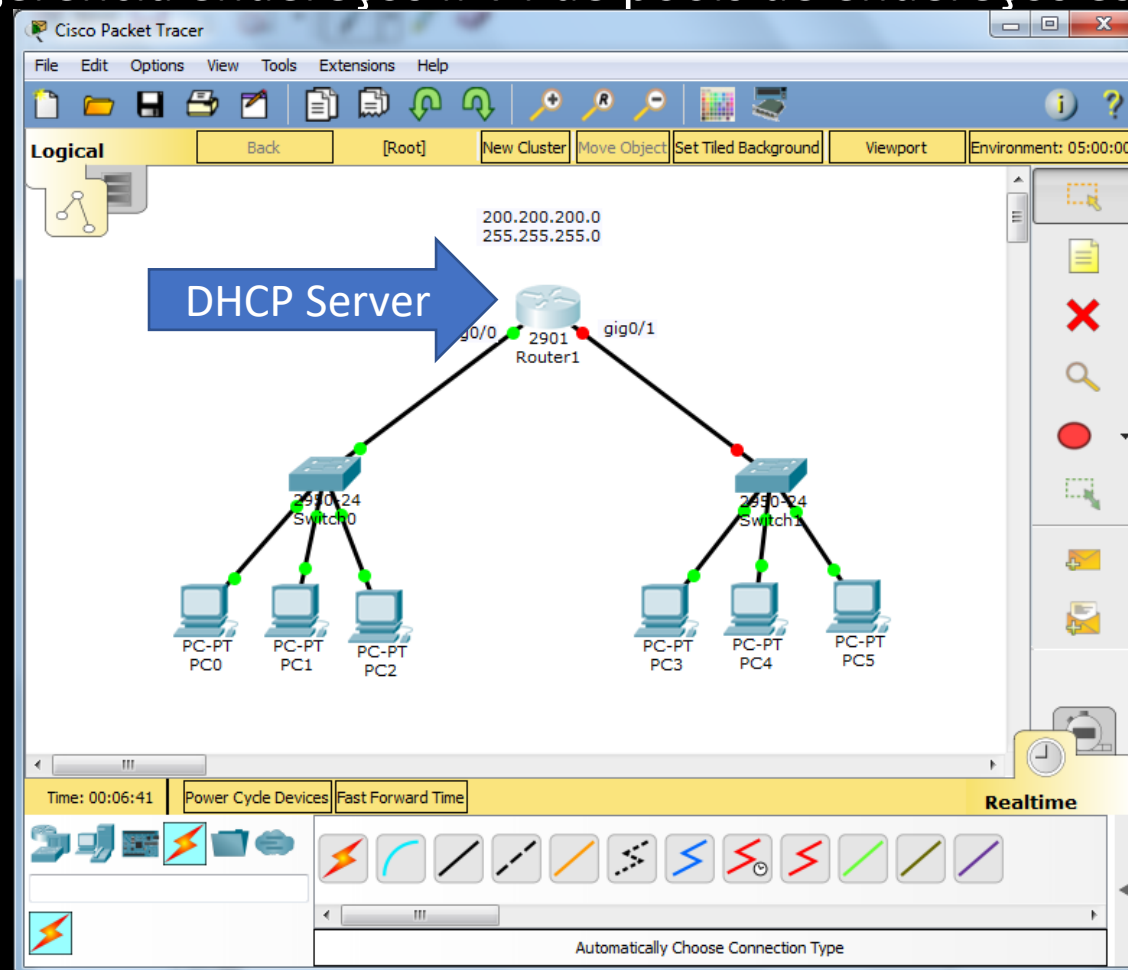
☐ Top

Configuração do DHCP em um Roteador CISCO



Configuração do serviço DHCP no roteador

- Agora você tem uma compreensão básica de como o DHCPv4 funciona e como ele pode tornar seu trabalho um pouco mais fácil.
- É possível configurar um roteador como um servidor DHCPv4.
- O servidor DHCPv4 roteador atribui e gerencia endereços IPv4 de pools de endereços especificados no roteador para os clientes DHCPv4.



Passo 18: configurando DHCP no gateway

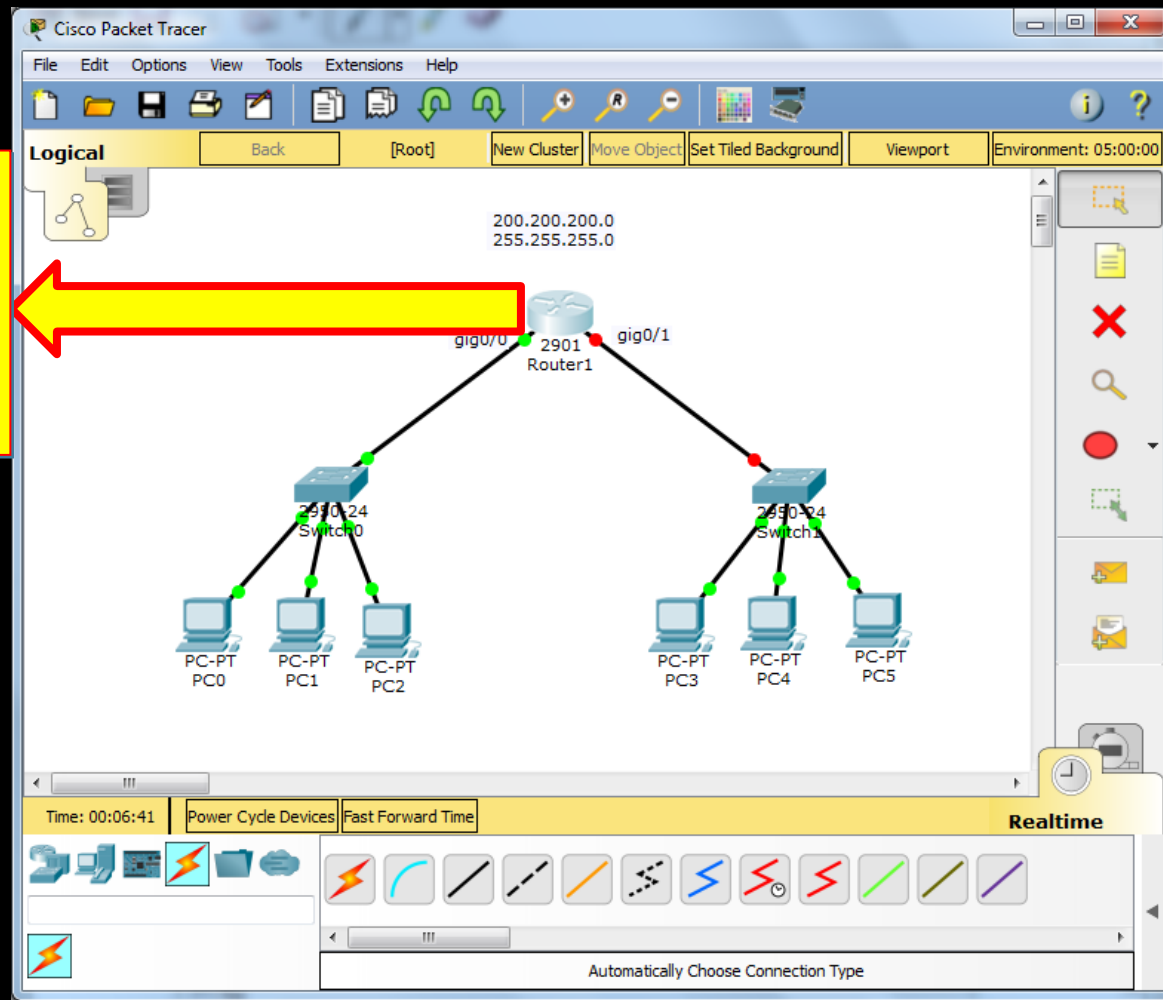
The image shows a Cisco Packet Tracer network diagram and the CLI configuration for Router0. The network diagram features a central router, Router1 (2901), with IP addresses 200.200.200.0 and 255.255.255.0. Router1 is connected to two switches: Switch0 (2910-24) and Switch1 (2950-24). Switch0 is connected to three PCs (PC0, PC1, PC2), and Switch1 is connected to three PCs (PC3, PC4, PC5). The Router0 CLI window shows the following configuration:

```
Router>
Router>
Router>
Router>
Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#ip dhcp pool lab1
Router(dhcp-config)#default-router 200.200.200.1
Router(dhcp-config)#net 200.200.200.0 255.255.255.128
Router(dhcp-config)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#ip dhcp pool lab2
Router(dhcp-config)#default-router 200.200.200.129
Router(dhcp-config)#net 200.200.200.128 255.255.255.128
Router(dhcp-config)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

Passo 18a: configurando DHCP no gateway

```
Router>  
Router>enable  
Router#configure terminal  
Router(config)#ip dhcp pool lab1  
Router(dhcp-config)#default-router 200.200.200.1  
Router(dhcp-config)#net 200.200.200.0 255.255.255.128  
Router(dhcp-config)#end  
Router#
```



Configuração do DHCP da rede 200.200.200.0/255.255.255.128

Etapas de configuração

Use as seguintes etapas para configurar um servidor DHCPv4 do Cisco IOS:

- **Etapas 1.** Exclude IPv4 addresses. A single address or a range of addresses can be excluded by specifying the *low-address* and *high-address* of the range. Excluded addresses should be those addresses that are assigned to routers, servers, printers, and other devices that have been, or will be, manually configured. Você também pode digitar o comando várias vezes. O comando é **ip dhcp excluded-address *low-address* [*high-address*]**
- **Etapas 2.** Defina um nome de pool DHCPv4. The **ip dhcp pool *pool-name*** command creates a pool with the specified name and puts the router in DHCPv4 configuration mode, which is identified by the prompt **Router(dhcp-config)#**.

Etapas de configuração

Tarefa	Comando IOS
Defina o pool de endereços.	network <i>network-number</i> [<i>mask</i> / <i>prefix-length</i>]
Defina o roteador ou gateway padrão.	default-router <i>address</i> [<i>address2</i> <i>address8</i>]
Defina um servidor DNS.	dns-server <i>address</i> [<i>address2</i> ... <i>address8</i>]
Defina o nome de domínio.	domain-name <i>domain</i>
Defina a duração do aluguel do DHCP.	lease { <i>days</i> [<i>hours</i> [<i>minutes</i>]] infinite }
Defina o servidor NetBIOS WINS.	netbios-name-server <i>address</i> [<i>address2</i> ... <i>address8</i>]

Etapas de configuração

Use os comandos da tabela para verificar se o servidor DHCPv4 do Cisco IOS está operacional.

Comando	Descrição
<code>show running-config section dhcp</code>	Exibe os comandos DHCPv4 configurados no roteador.
<code>show ip dhcp binding</code>	Displays a list of all IPv4 address to MAC address bindings provided by the DHCPv4 service.
<code>show ip dhcp server statistics</code>	Displays count information regarding the number of DHCPv4 messages that have been sent and received

Etapas de configuração

Verify the DHCPv4 Configuration: As shown in the example, the **show running-config | section dhcp** command output displays the DHCPv4 commands configured on R1. The **| section** parameter displays only the commands associated with DHCPv4 configuration.

```
R1# show running-config | section dhcp
ip dhcp excluded-address 192.168.10.1 192.168.10.9
ip dhcp excluded-address 192.168.10.254
ip dhcp pool LAN-POOL-1
  network 192.168.10.0 255.255.255.0
  default-router 192.168.10.1
  dns-server 192.168.11.5
  domain-name example.com
```


Etapas de configuração

Verify DHCPv4 Bindings: As shown in the example, the operation of DHCPv4 can be verified using the **show ip dhcp binding** command. Esse comando exibe uma lista de todos os endereços IPv4 para associações de endereço MAC que foram fornecidas pelo serviço DHCPv4.

```
R1# show ip dhcp binding
```

```
Bindings from all pools not associated with VRF:
```

IP address	Client-ID/ Hardware address/ User name	Lease expiration	Type	State	Interface
192.168.10.10	0100.5056.b3ed.d8	Sep 15 2019 8:42 AM	Automatic	Active	GigabitEthernet0/0/0

Etapas de configuração

Para verificar estatísticas DHCPv4:

- A saída do comando **show ip dhcp server statistics** é usada para verificar quais mensagens estão sendo recebidas ou enviadas pelo roteador
- Ele exibe informações sobre a quantidade de mensagens DHCPv4 que foram enviadas e recebidas.

```
R1# show ip dhcp server statistics
Memory usage          19465
Address pools         1
Database agents       0
Automatic bindings    2
Manual bindings       0
Expired bindings      0
Malformed messages    0
Secure arp entries    0
Renew messages        0
Workspace timeouts    0
Static routes         0
Relay bindings        0
Relay bindings active          0
Relay bindings terminated     0
Relay bindings selecting      0
Message                Received
BOOTREQUEST            0
DHCPDISCOVER           4
DHCPREQUEST            2
DHCPDECLINE            0
DHCPRELEASE            0
DHCPINFORM             0
```

Etapas de configuração

Verificar Endereçamento IPv4 Recebido do Cliente DHCPv4:

- O comando **ipconfig /all**, quando emitido em PC1, exibe os parâmetros TCP/IP, conforme mostrado no exemplo.
- Como o PC1 foi conectado ao segmento da rede 192.168.10.0/24, ele recebeu automaticamente um sufixo de DNS, endereço IPv4, máscara de sub-rede, gateway padrão e o endereço de servidor DNS desse pool.
- Nenhuma configuração da interface do roteador específica do DHCP é necessária.
- Se um PC estiver conectado a um segmento de rede que tenha um pool de DHCPv4 disponível, poderá obter o endereço IPv4 do pool apropriado automaticamente.

```
C:\Users\Student> ipconfig /all
```

Windows IP Configuration

```
Host Name . . . . . : ciscolab
Primary Dns Suffix . . . . . :
Node Type . . . . . : Hybrid
IP Routing Enabled. . . . . : No
WINS Proxy Enabled. . . . . : No
```

Ethernet adapter Ethernet0:

```
Connection-specific DNS Suffix . : example.com
Description . . . . . : Realtek PCIe GBE Family Controller
Physical Address. . . . . : 00-05-9A-3C-7A-00
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
IPv4 Address. . . . . : 192.168.10.10
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Lease Obtained . . . . . : Saturday, September 14, 2019 8:42:22AM
Lease Expires . . . . . : Sunday, September 15, 2019 8:42:22AM
Default Gateway . . . . . : 192.168.10.1
DHCP Server . . . . . : 192.168.10.1
DNS Servers . . . . . : 192.168.11.5
```

Etapas de configuração

```
R1(config)# no service dhcp  
R1(config)# service dhcp  
R1(config)#
```

O serviço DHCPv4 é habilitado por default.

Para desabilitar o serviço utilize o comando **no service dhcp** no modo global configuration.

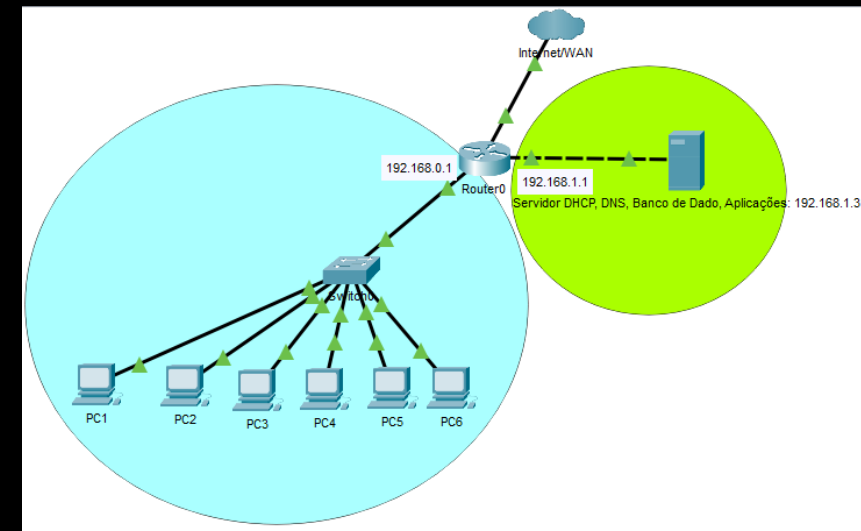
Use o **service dhcp** para reativar o serviço DHCPv4, como mostrado no exemplo.

Ativar o serviço não terá nenhum efeito se os parâmetros não estiverem configurados.

Observação: Limpar as ligações DHCP ou interromper e reiniciar o serviço DHCP pode resultar na atribuição temporária de endereços IP duplicados na rede.

Etapas de configuração: DHCP Relay

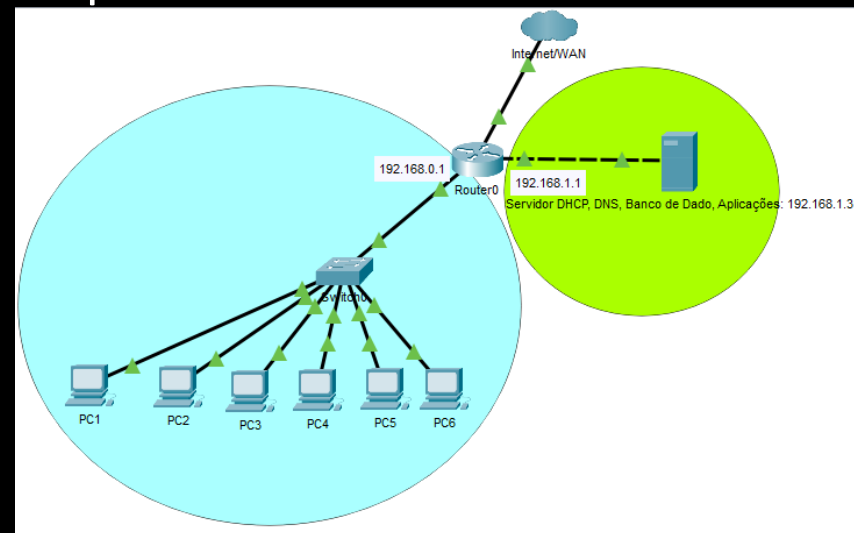
- Em uma rede hierárquica complexa é possível que os servidores estejam alocados em uma subrede específica (apartada dos demais equipamentos), atuando como uma DMZ . Esses servidores podem fornecer serviços de DHCP, DNS, do TFTP e do FTP para toda a rede.
- Nesse caso, os clientes da rede normalmente não estão na mesma sub-rede que esses servidores.
- Para alcançar os servidores e receber serviços, os clientes usam frequentemente mensagens de broadcast.
- Na figura o PC1 precisará requisitar endereçamento IPv4 do servidor DHCPv4 que está em outra rede. Neste cenário o **Switch0** e o **Roteador0 NÃO** estão configurados com servidor DHCPv4
- O servidor DHCPv4 está localizado em uma rede diferente e, portanto, as requisições DHCP geradas no PC1 (em forma de broadcast) **NÃO** irão alcançar esse servidor DHCP.
- o **Roteador0 PRECISARÁ** ser configurado para retransmitir mensagens DHCPv4 para o servidor DHCPv4.



Etapas de configuração: DHCP Relay

- Configure o **Roteador0** com o comando **ip helper-address address** no modo de configuração de interface (interface configuration).
- Isso fará com que o **Roteador0** encaminhe requisições DHCPv4 para o servidor DHCPv4. Como mostrado no exemplo, a interface **g0/0** no **Roteador0** que recebe a requisição do PC1 está configurada para retransmitir a requisição DHCPv4 para o servidor DHCPv4 em 192.168.1.3.
- Quando o **Roteador0** está configurado como um agente de retransmissão do DHCPv4, ele aceita solicitações de broadcast do serviço de DHCPv4 e depois encaminha as solicitações como unicast ao endereço IPv4 192.168.1.3.
- O administrador da rede pode usar o comando **show ip interface** para verificar o resultado.

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#interface gig0/0
Router(config-if)#ip helper-address 192.168.1.3
Router(config-if)#exit
Router(config)#exit
Router#show ip interface
```



Etapas de configuração: Roteador Doméstico

Normalmente, os roteadores domésticos já estão configurados para receber automaticamente informações de endereçamento IPv4 do ISP. Isso é para que os clientes possam facilmente configurar o roteador e se conectar à internet.

- Por exemplo, a figura abaixo mostra a página de configuração padrão da WAN para um roteador sem fio do Packet Tracer. Notice that the internet connection type is set to **Automatic Configuration - DHCP**. Essa seleção é usada quando o roteador é conectado a um DSL ou a um modem a cabo e atua como um cliente DHCPv4, solicitando um endereço IPv4 de um ISP.
- Vários fabricantes de roteadores domésticos terão uma configuração semelhante.

Wireless Tri-Band Home Router

Firmware Version: v0.9.7

Wireless Tri-Band Home Router HomeRouter-PT-AC

Setup Wireless Security Access Restrictions Applications & Gaming Administration Status

Basic Setup DDNS MAC Address Clone Advanced Routing

Internet Setup

Internet Connection type: Automatic Configuration - DHCP

Optional Settings (required by some internet service providers)

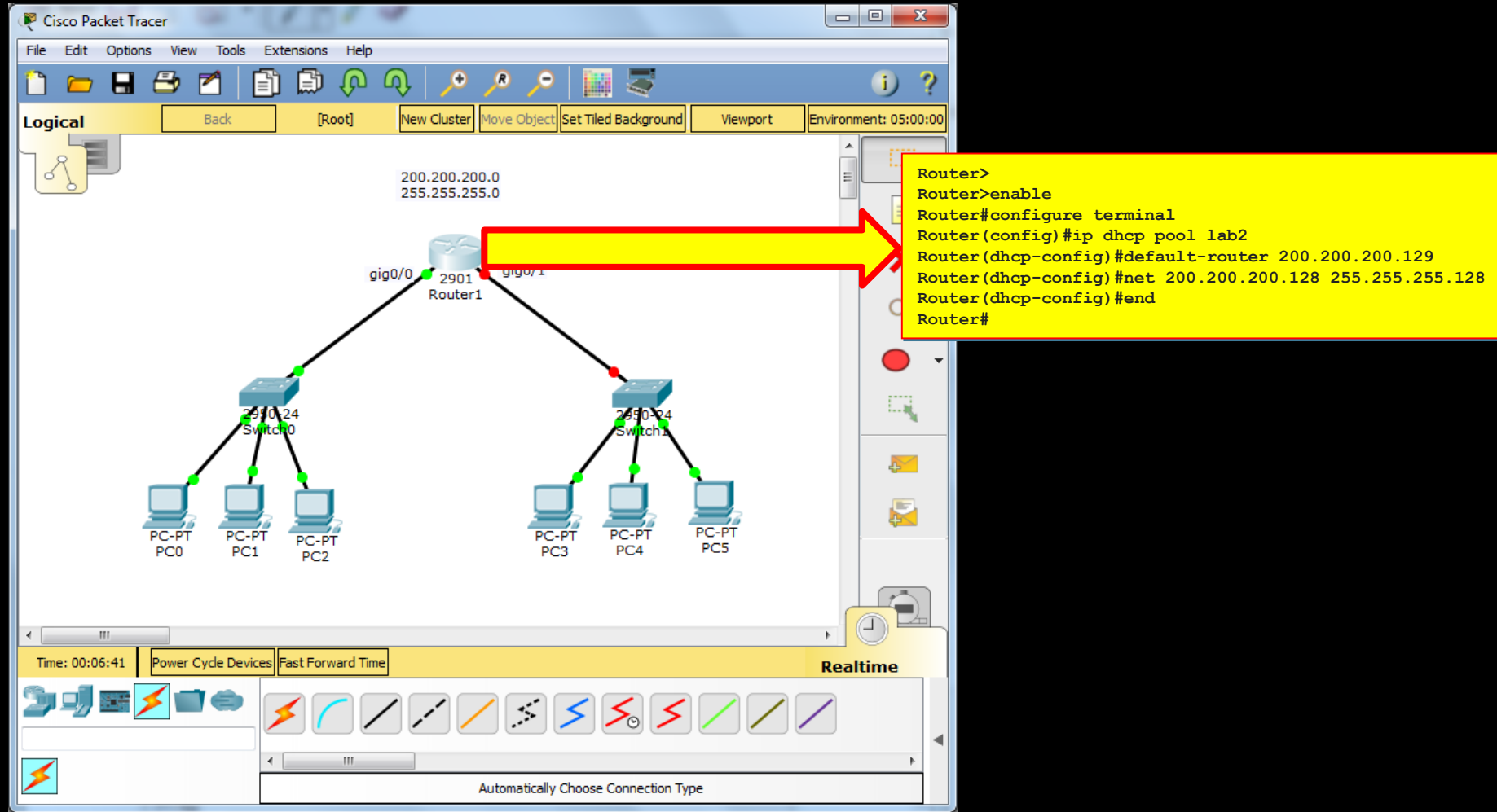
Host Name:

Domain Name:

MTU: Size: 1500

Help...

Resumo da configuração DHCP no gateway (roteador)



Configuração do DHCP da rede 200.200.200.128/ 255.255.255.128

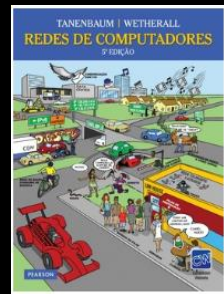
Referências Bibliográficas



- Kurose, James F. Redes de computadores e a Internet: uma abordagem top-down/James F. Kurose e Keith W. Ross; 6ª edição, São Paulo: Addison Wesley, 2013. ISBN 978-85-8143-677-7. Página Inicial: 255– Página Final: 260



- Birkner, Matthew H. Projeto de Interconexão de Redes: Cisco Internetwork Design – CID. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2003. ISBN 85.346.1499-7. Página Inicial: 96- Página Final:98



- Tanenbaum, Andrew S; Wetherall, David. Redes de Computadores. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. 5ª edição americana. ISBN 978-85-7605-924-0. Página inicial 294



CISCO NETACADEMY. A0097- 2021/01- Roteamento, Switching e Redes sem Fio, CAPÍTULO 7. Disponível em www.netacad.net