

**MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA AERONÁUTICA**



ENSINO

PLANO DE UNIDADES DIDÁTICAS

**CURSO AVANÇADO DE REDES DE COMPUTADORES E
EQUIPAMENTOS CISCO**

(TEL026)

2026

MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA AERONÁUTICA
INSTITUTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO



ENSINO

PLANO DE UNIDADES DIDÁTICAS

**CURSO AVANÇADO DE REDES DE COMPUTADORES E
EQUIPAMENTOS CISCO**

(TEL026)

2026



MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA AERONÁUTICA
INSTITUTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO

PORTARIA ICEA/EPEP N° 352, DE 24 DE JUNHO DE 2026.
Protocolo COMAER n° 67610.002100/2026-19

Aprova a edição do Plano de Unidades Didáticas do Curso Avançado de Redes de Computadores e Equipamentos Cisco (TELO26).

O DIRETOR DO INSTITUTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO, nomeado conforme publicação no Boletim do Comando da Aeronáutica n° 168, de 05 set. 2025, e Portaria N° 1.261/GCI, de 03 set. 2025, publicada na Seção 2 do Diário Oficial da União n° 168, de 04 de setembro de 2025, no uso das atribuições que lhe confere o inciso IV, art. 6º, Seção II do ROCA 21-4/2025 (Regulamento do Instituto de Controle do Espaço Aéreo), e considerando o item 3.4 do MCA 37-235/2022, que direciona as ações para a elaboração de Plano de Unidades Didáticas para cursos do DECEA, resolve:

Art. 1º Aprovar a edição do curso “Plano de Unidades Didáticas do Curso Avançado de Redes de Computadores e Equipamentos Cisco (TELO26)”, que com esta baixa.

Art. 2º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

CRISTIANO DE UZÊDA PINTO Cel Av
Diretor do ICEA

SUMÁRIO

1	DISPOSIÇÕES PRELIMINARES	9
	1.1 FINALIDADE.....	9
	1.2 PÚBLICO-ALVO.....	9
	1.3 TOTAL DE ALUNOS.....	9
	1.4 CARGA HORÁRIA REAL.....	9
	1.5 DURAÇÃO EM DIAS ÚTEIS.....	9
	1.6 ÂMBITO.....	9
	1.7 DEFINIÇÕES.....	9
	1.8 LISTA DE ABREVIATURAS	10
2	ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS	13
3	COMPLEMENTO DA INSTRUÇÃO.....	13
4	FLEXIBILIDADE	13
5	QUADRO GERAL DO CURSO	14
6	DISCIPLINAS.....	15
7	QUADRO GLOBAL DE AVALIAÇÃO – QGA.....	36
8	PLANO DE TRABALHO SEMANAL.....	38
9	DISPOSIÇÕES FINAIS.....	41
10	APROVAÇÃO	41

PREFÁCIO

Este documento estabelece o Plano de Unidades Didáticas (PUD) para o Curso TEL026 – Curso Avançado de Redes de Computadores e Equipamentos Cisco. O objetivo é preparar profissionais do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB) para desempenhar atividades nas áreas de Telecomunicações e Tecnologia da Informação.

Este Plano de Unidades Didáticas contém a previsão de todas as atividades que o instruindo deverá realizar sob a orientação do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), para atingir os objetivos do curso, conforme preceitua a ICA 37-269.

O Curso TEL026, Avançado de Redes de Computadores e Equipamentos Cisco, tem por objetivo capacitar militares e civis do SISCEAB para o desempenho de atividades relacionadas à área de Telecomunicações, com ênfase na instalação, operação, configuração, manutenção e solução de problemas em redes de médio porte. Nesse contexto, o curso aborda a configuração de switches e roteadores, a implementação de conexões seguras com redes WAN e o estudo das principais tecnologias associadas às modernas infraestruturas de redes de computadores.

Composto por conteúdos teóricos e práticos, está estruturado no Campo Técnico-Especializado e é ministrado na modalidade presencial. A instrução prática é desenvolvida por meio da interação do aluno com softwares de simulação e com equipamentos reais de rede, como switches e roteadores, permitindo a configuração, o gerenciamento e a simulação de redes de computadores.

A turma do TEL026 deverá ser dimensionada para o máximo de 14 (quatorze) alunos, não podendo esse limite ser excedido, de modo a preservar a qualidade e o adequado desenvolvimento das aulas práticas.

Este documento destina-se, especificamente, aos docentes, discentes e ao uso administrativo do DECEA e Unidades subordinadas.

1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

1.1 FINALIDADE

O presente PUD detalha todas as disciplinas, unidades e subunidades do Curso Avançado de Redes de Computadores e Equipamentos Cisco (TEL026).

O Curso TEL026 tem como objetivo proporcionar aos instruídos conhecimentos teóricos e práticos relativos à instalação, operação e solução de problemas de redes de médio porte, incluindo a configuração de *switches routers*, roteadores e conexões seguras com a rede WAN.

Nesse contexto, abordará as tecnologias, protocolos e a gestão de recursos de rede, além dos principais sistemas atuais e legados, utilizando atividades práticas, como a montagem de redes LAN, MAN e WAN, para simular os diversos cenários encontrados no âmbito da Força Aérea.

1.2 PÚBLICO-ALVO

O público-alvo desta capacitação inclui oficiais, graduados e civis que atuam ou possam vir a desempenhar atividades nas áreas de Telecomunicações ou Tecnologia da Informação no SISCEAB.

É pré-requisito para participar do Curso Avançado de Redes de Computadores e Equipamentos Cisco (TEL026) ter concluído, com aproveitamento, o Curso Básico de Redes de Telecomunicações e Equipamentos Cisco (TEL025).

1.3 TOTAL DE ALUNOS

AL TOTAL	14
----------	----

1.4 CARGA HORÁRIA REAL

CH REAL	84 HR
---------	-------

1.5 DURAÇÃO EM DIAS ÚTEIS

PRESENCIAL	15
TOTAL	15

1.6 ÂMBITO

Aplica-se às OM subordinadas ao DECEA e às demais Organizações que possam estar envolvidas nos processos de capacitação e de treinamento no âmbito do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro - SISCEAB.

1.7 DEFINIÇÕES

1.7.1 ETHERNET

Tecnologia de conectividade da camada de enlace

1.7.2 CISCO

Fabricante de dispositivos de Redes de Comunicações

1.7.3 SWITCHES

Dispositivos de Redes de Comunicações

1.7.4 ROTEADORES

Dispositivos de Redes de Comunicações

1.8 LISTA DE ABREVIATURAS

AAA - Authentication, Authorization and Accounting

ACL - Access Control List

AE - Aula Expositiva

An - Análise

AP - Aula Prática

Ap - Aplicação

AS - Autonomous System

ATN - Aeronautical Telecommunication Network

Av - Avaliação

BGP - Border Gateway Protocol

Ce - Cerimônia

CH - Carga Horária

CLI - Command-Line Interface

Cn - Conhecimento

COMAER - Comando da Aeronáutica

Cp - Compreensão

Ctc - Crítica

DECEA - Departamento de Controle do Espaço Aéreo

DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol

DNS - Domain Name System

EC - Estudo de Caso

EIGRP - *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol*

FAB - Força Aérea Brasileira

FAI - Ficha de Avaliação Individual

FI - Flexibilidade

GRE - *Generic Routing Encapsulation*

HSRP - *Hot Standby Router Protocol*

ICA - Instrução do Comando da Aeronáutica

ICEA - Instituto de Controle do Espaço Aéreo

INTRAER - Rede Corporativa da Aeronáutica

IP - *Internet Protocol*

IP SLA - *IP Service Level Agreement*

IPsec - *Internet Protocol Security*

ISO - *International Organization for Standardization*

IOS - *Internetwork Operating System*

L2TP - *Layer 2 Tunneling Protocol*

LAN - *Local Area Network* (Rede Local)

MAN - *Metropolitan Area Network* (Rede Metropolitana)

MPLS - *Multiprotocol Label Switching*

MUX - Multiplexador

NAT - *Network Address Translation*

OI - Ordem de Instrução

OSI - *Open Systems Interconnection*

OSPF - *Open Shortest Path First*

PABX - *Private Automatic Branch Exchange*

Pal - Palestra

PBR - *Policy-Based Routing*

POt - Prática Orientada

PPP - *Point-to-Point Protocol*

PP - Prova Prática

PT - Prova Teórica

PUD - Plano de Unidades Didáticas

QGA - Quadro Global de Avaliação

REDDIG - Rede Digital da Região SAM (South America)

ROD - Rede Operacional de Dados

SBT - Sistema Backup do TELESAT

SD-WAN - Software-Defined Wide Area Network

SIP - Session Initiation Protocol

SISCEAB - Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro

SMTP - *Simple Mail Transfer Protocol*

SNMP - *Simple Network Management Protocol*

SSH - *Secure Shell*

TACACS+ - *Terminal Access Controller Access-Control System Plus*

TCP - *Transmission Control Protocol*

TFTP - *Trivial File Transfer Protocol*

TI - Tecnologia da Informação

UDP - *User Datagram Protocol*

UPS - *Uninterruptible Power Supply*

UTP - *Unshielded Twisted Pair*

VCX - *Voice Communication eXchange*

Vi - Visita

VLAN - *Virtual Local Area Network*

VoIP - Voz sobre IP

VPN - *Virtual Private Network*

VRF - *Virtual Routing and Forwarding*

VRRP - *Virtual Router Redundancy Protocol*

WAN - *Wide Area Network* (Rede de Longa Distância)

2 ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS

ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS	CH	TEC
Atividade de Abertura do Curso e orientações gerais (Presencial).	01 T	Ce / Ot
Crítica Final de Curso (Presencial).	01 T	Ctc
Cerimônia de encerramento do Curso (Presencial).	02 T	Ce
Total	04 T	

3 COMPLEMENTO DA INSTRUÇÃO

ATIVIDADE	CH	TEC
-	-	-
Total	-	

4 FLEXIBILIDADE

Flexibilidade	08 T
---------------	------

5 QUADRO GERAL DO CURSO

CAMPO	ÁREA	DISCIPLINAS	CH PARA INSTRUÇÃO	CH PARA AVAL	CARGA HORÁRIA TOTAL
TÉCNICO-ESPECIALIZADO	ENGENHARIAS	CONECTIVIDADE DE REDES MAN/WAN E TELEFONIA IP	33 T	02 T	35 T
		INTERCONEXÃO DE EQUIPAMENTOS DE REDE	40 T	*00 T	40 T
		ANÁLISE DE CONECTIVIDADE E OPERACIONALIDADE	19 T	06 T	25 T
	TOTAL CAMPO TÉCNICO-ESPECIALIZADO		92 T	08 T	100 T
ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS			04 T	-	04 T
COMPLEMENTO DA INSTRUÇÃO			-	-	-
DISCUSSÃO DE PROVA			-	04 T	04 T
FLEXIBILIDADE DA PROGRAMAÇÃO			08 T	-	08 T
CARGA HORÁRIA TOTAL			104 T	12 T	116 T

* Verificar as recomendações metodológicas da Disciplina.

6 DISCIPLINAS

CAMPO: TÉCNICO-ESPECIALIZADO		ÁREA DE ENSINO: ENGENHARIAS	
DISCIPLINA 1: CONECTIVIDADE DE REDES MAN/WAN E TELEFONIA IP			
CH INSTRUÇÃO: 33		CH AVALIAÇÃO: 02	
CH TOTAL: 35			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:			
a) descrever as tecnologias utilizadas em redes MAN e WAN (Cn);			
b) descrever os elementos de <i>hardware</i> necessários para uma estrutura de redes MAN e WAN (Cp);			
c) identificar os meios utilizados para estabelecer roteamento e encaminhamento de tráfego de rede (Cp);			
d) aplicar os métodos de conectividade para funcionamento de uma rede MAN/WAN (Ap);			
e			
e) descrever os fundamentos do funcionamento da telefonia IP (Cp).			

UNIDADES DIDÁTICAS

UNIDADE 1.1: TECNOLOGIAS DE CONECTIVIDADE MAN E WAN			CH: 05
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA UNIDADE:			
a) definir características e tecnologias utilizadas em redes MAN e WAN (Cn); e			
b) descrever as tecnologias utilizadas para operacionalidade da rede INTRAER (Cp).			
SUBUNIDADES	OBJETIVOS OPERACIONALIZADOS	CH	TEC
1.1.1 INTRODUÇÃO ÀS TECNOLOGIAS DE CONECTIVIDADE MAN E WAN	a) identificar as principais tecnologias de conectividade utilizadas em redes MAN e WAN (Cn); e b) reconhecer os conceitos básicos e as características das redes MAN e WAN (Cn).	01	AE
1.1.2 MPLS	a) conceituar a arquitetura do MPLS (Cn); e b) apontar as características do MPLS (Cn).	01	AE

<p>1.1.3 SD-WAN</p>	<p>a) definir conceitos da Cisco SD-WAN (Cn); b) descrever a arquitetura da Cisco SD-WAN (Cp); e c) apontar as características e vantagens da Cisco SD-WAN (Cn).</p>	02	AE
<p>1.1.4 COMUNICAÇÕES SATELITAIS</p>	<p>a) enunciar as características da Rede Satelital (Cp); b) apontar os elementos de uma Rede Satelital (Cn); e c) conhecer as características do Sistema <i>Backup</i> Telesat - SBT (Cn).</p>	01	AE

UNIDADES DIDÁTICAS

UNIDADE 1.2: SOLUÇÕES REDES MAN/WAN		CH: 05	
<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA UNIDADE:</p> <p>a) identificar as soluções, aplicações e os elementos de <i>hardware</i> utilizados em uma rede MAN e WAN (Cn); e</p> <p>b) identificar as características básicas de operacionalidade de cada solução (Cp).</p>			
SUBUNIDADES	OBJETIVOS OPERACIONALIZADOS	CH	TEC
<p>1.2.1 INTEGRAÇÃO REDE CAMPUS</p>	<p>a) identificar os componentes de uma topologia de rede MAN/WAN (Cp); e b) identificar as características de uma topologia de integração de uma rede MAN/WAN (Cp); e c) descrever os passos para implementação da integração (Cp).</p>	02	AE
<p>1.2.2 REDE ATN-Br</p>	<p>a) enunciar as características da Rede ATN-Br (Cn); b) citar os componentes básicos da Rede ATN-Br (Cn); e c) explicar o funcionamento básico da Rede ATN-Br (Cp).</p>	01	AE

<p style="text-align: center;">1.2.3</p> <p style="text-align: center;">REDES ADJACENTES</p>	<p>a) citar as características da utilização da rede REDDIG (Cn);</p> <p>b) relacionar os elementos que compõem a topologia da rede do REDDIG (Cn);</p> <p>c) citar as características da rede ROD (Cn); e</p> <p>d) citar os elementos que compõem a topologia da rede ROD (Cn).</p>	01	AE
<p style="text-align: center;">1.2.4</p> <p style="text-align: center;">SISTEMAS DE GERENCIAMENTO</p>	<p>a) conceituar as características do gerenciamento de redes (Cn);</p> <p>b) citar alguns softwares utilizados na FAB para o monitoramento e gerenciamento de redes (Cn); e</p> <p>c) descrever as vantagens do uso do sistema de monitoramento e gerenciamento de redes (Cn).</p>	01	AE

UNIDADES DIDÁTICAS

UNIDADE 1.3: TELEFONIA IP		CH: 05	
<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA UNIDADE:</p> <p>a) explicar os princípios fundamentais de funcionamento da telefonia IP (Cp); e</p> <p>b) descrever os requisitos de hardware e software necessários para implementar um sistema de telefonia IP <i>Asterisk</i> (Cp).</p>			
SUBUNIDADE	OBJETIVOS OPERACIONALIZADOS	CH	TEC
<p style="text-align: center;">1.3.1</p> <p style="text-align: center;">CONCEITOS DE VOIP</p>	<p>a) definir o conceito VoIP (Cn);</p> <p>b) identificar as tecnologias VoIP mais utilizadas na FAB (Cp);</p> <p>c) descrever as vantagens e desvantagens sobre a telefonia convencional (Cp);</p> <p>d) identificar os principais equipamentos VoIP utilizados na FAB (Cp); e</p> <p>e) aplicar configurações de tecnologias VoIP (Ap).</p>	05	AE/ POt

UNIDADES DIDÁTICAS

UNIDADE 1.4: EQUIPAMENTOS			CH: 07
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA UNIDADE:			
a) identificar os equipamentos utilizados para estabelecer conectividade de uma rede WAN (Cp); e			
b) identificar as características operacionais dos equipamentos utilizados em uma rede WAN (Cp).			
SUBUNIDADES	OBJETIVOS OPERACIONALIZADOS	CH	TEC
1.4.1 MODEMS SATÉLITE	a) definir MODEMS satélites (Cn); e b) identificar os MODEMS satélites utilizados na FAB (Cp).	01	AE
1.4.2 MULTIPLEXADOR	a) descrever o equipamento MUX (Cp); b) explicar o funcionamento do MUX (Cn); e c) descrever a utilização do MUX (Cn).	01	AE
1.4.3 ROTEADORES	a) descrever o que são roteadores (Cn); b) identificar os componentes de um roteador (Cn); c) explicar os princípios fundamentais de operação dos roteadores (Cp); e d) empregar as configurações básicas de um roteador (Ap).	05	AE/ POt

UNIDADES DIDÁTICAS

UNIDADE 1.5: PROTOCOLOS DE ROTEAMENTO			CH: 11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA UNIDADE:			
a) identificar os protocolos de roteamento utilizados na INTRAER (Cp);			
b) identificar as características de operação dos protocolos de roteamento (Cp); e			
c) empregar métodos de configuração de protocolo de roteamento (Ap).			

SUBUNIDADES	OBJETIVOS OPERACIONALIZADOS	CH	TEC
<p style="text-align: center;">1.5.1</p> <p style="text-align: center;">CONCEITOS DOS PROTOCOLOS DE ROTEAMENTO</p>	<p>a) identificar e descrever os tipos de roteamento: estático e dinâmico (Cp);</p> <p>b) identificar as características do roteamento <i>distance vector</i>, <i>link state</i> e híbrido (Cp); e</p> <p>c) identificar os principais protocolos de roteamento (Cn).</p>	03	AE
<p style="text-align: center;">1.5.2</p> <p style="text-align: center;">OSPF</p>	<p>a) identificar as características do protocolo de roteamento OSPF (Cp);</p> <p>b) descrever o funcionamento do protocolo de roteamento OSPF (Cp);</p> <p>c) apontar técnicas de divulgação de rotas com o protocolo OSPF (Cn); e</p> <p>d) aplicar as configurações do roteamento de OSPF em roteadores CISCO (Ap).</p>	04	AE/ POt
<p style="text-align: center;">1.5.3</p> <p style="text-align: center;">PROTOCOLO HÍBRIDO E PROTOCOLO DE BORDA DE AS</p>	<p>a) identificar as características dos protocolos de roteamento EIGRP e BGP (Cn); e</p> <p>b) descrever o funcionamento dos protocolos de roteamento EIGRP e do BGP (Cp); e</p> <p>c) aplicar as configurações dos protocolos EIGRP e BGP em roteadores CISCO (Ap).</p>	04	AE/ POt

RECOMENDAÇÕES METODOLÓGICAS

A disciplina será desenvolvida utilizando as técnicas de Aula Expositiva e Aula Prática, remetendo a conceitos prévios, relacionados ao tema 'Redes de Computadores', aproveitando os recursos didáticos disponíveis. As recomendações metodológicas incluem a introdução progressiva das principais tecnologias de redes, seguida pela exploração da arquitetura de WAN tradicional, com uso do MPLS, e da Cisco SD-WAN através de técnicas expositivas, e um 'quiz' ou outro método, para testar os conhecimentos dos alunos. Posteriormente, serão abordadas as características das comunicações satelitais e a integração de redes campus.

A implementação e gestão das redes, tais como REDDIG, ROD, ATN-Br e SBT, juntamente com o uso de sistemas de gerenciamento de redes como o Zabbix e SISGTEC, serão discutidas para ampliar o conhecimento dos alunos. Conceitos de VoIP e Asterisk serão explorados por meio de laboratório, para preparar os alunos em configurações práticas de telefonia IP.

Aspectos operacionais de roteadores serão abordados de forma abrangente, culminando com os protocolos de roteamento, como OSPF, EIGRP e BGP, com a realização de configurações práticas.

Poderá ser realizada uma revisão de conteúdo do Curso TEL025 através da ferramenta *Kahoot*, ou outra ferramenta de interação com alunos, promovendo a integração da turma para verificação e nivelamento do conhecimento.

Na Subunidade 1.4.3 será montada uma rede física na sala de aula, para que os alunos tenham familiaridade com os equipamentos. A rede montada na sala também será utilizada para a execução de laboratórios que não podem ser executados no simulador *Packet Tracer*.

Ressalta-se também que o item “c” da subunidade 1.5.3 será realizado exclusivamente com o simulador de rede *Packet Tracer*, da CISCO.

PERFIL DE RELACIONAMENTO

Esta disciplina deverá obedecer à sequência estabelecida no Plano de Unidade Didática (PUD). O PUD define uma estrutura clara e organizada para a abordagem dos conteúdos, garantindo que os objetivos de aprendizagem sejam alcançados de maneira eficaz e progressiva. Seguir essa sequência é essencial para assegurar a coerência pedagógica e a compreensão gradual dos temas pelos alunos, proporcionando uma formação completa e integrada.

PERFIL DO INSTRUTOR

São necessários 5 (cinco) instrutores, que podem ser Oficiais do QOCom, QOEA Com, QOEA SVI ou QOEng, Graduados BET, SIN ou BCO, ou civis DACTA, com expertise abrangente em diversas áreas-chave. Eles devem possuir conhecimento e experiência em arquitetura MPLS, familiaridade com a arquitetura da Cisco SD-WAN, e compreensão das características e aplicabilidades da comunicação via satélite. Além disso, é necessário que tenham domínio de redes adjacentes e suas especificidades.

Os instrutores também devem ter conhecimentos em VoIP (*Voice over IP*), incluindo protocolos de sinalização, codecs de voz e comparação com telefonia convencional. Devem ter conhecimento das funcionalidades do *Asterisk* como plataforma de PABX IP e de sistemas de comunicação unificada. Além disso, é essencial que dominem os componentes principais e os princípios de operação de roteadores, assim como os protocolos de roteamento como OSPF, EIGRP e BGP. A experiência em gerenciamento e monitoramento de redes completa o perfil necessário para o ensino eficaz desses conteúdos.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA DE REDES. **MPLS**. 2024. Disponível em: academiaderedes.com. Acesso em: 11 mar. 2025.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **Satélites**. 31 jul. 2007. Disponível em: www.gov.br. Acesso em: 12 mar. 2025.

ALWAYN, Vivek. **Advanced MPLS Design and Implementation**. 1. ed. Indianapolis: Cisco Press, 2001.

BING SEARCH. **Modems de satélite: como funciona, aplicação e vantagens**. Disponível em: bing.com. Acesso em: 12 mar. 2025.

BRADNER, Scott. **RFC 2544 – Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices**. [S.l.]: IETF, 1999. Disponível em: rfc-editor.org. Acesso em: 12 mar. 2025.

BRASIL. Força Aérea Brasileira. **Unidade sedia curso da rede de comunicação entre diversos centros de controle**. 2023. Disponível em: icao.int. Acesso em: 12 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Defesa. **MD31-A-SA-02A - Conceitos Operacionais do SISMCA**. 1. ed. 2015. Disponível em: www.gov.br. Acesso em: 12 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Defesa. **MD31-A-SA-04A - Diretrizes para a Operação do SISMCA**. 1. ed. 2019. Disponível em: www.gov.br. Acesso em: 12 mar. 2025.

CENTRO INTEGRADO DE DEFESA AÉREA E CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO (CISCEA). **Entendendo a ATN**. Disponível em: ciscea.gov.br. Acesso em: 15 mar. 2025.

CGTEC. **Implantação da Tecnologia SD-WAN moderniza a comunicação e operações no COMAER**. Disponível em: cgtec.intraer. Acesso em: 11 mar. 2025.

CISCO. **O que é SD-WAN?**. Disponível em: cisco.com. Acesso em: 12 mar. 2025.

CLOUDFLARE. **O que é MPLS (comutação de etiquetas multiprotocolo)?**. 2024. Disponível em: cloudflare.com. Acesso em: 11 mar. 2025.

COMTECH EF DATA. **Satellite Modems**. Disponível em: comtechefdata.com. Acesso em: 12 mar. 2025.

COMPUTER WEEKLY. **What's slowing down your network and how to fix it**. 1 abr. 2015. Disponível em: computerweekly.com. Acesso em: 11 mar. 2025.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (DECEA). **CISCEA inaugura a rede ATN-Br no CINDACTA III**. 2019. Disponível em: decea.mil.br. Acesso em: 15 mar. 2025.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (DECEA). **Interconexões Aeronáuticas e Cyber-segurança Workshop SWIM BR**. Disponível em: decea.mil.br. Acesso em: 15 mar. 2025.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (DECEA). **Organizações Militares unem esforços em workshop para aprimorar Rede ATN-Br**. Disponível em: decea.mil.br. Acesso em: 15 mar. 2025.

EVANS, John; FILSFILS, Clarence. **Deploying IP and MPLS QoS for Multiservice Networks: Theory and Practice**. 1. ed. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2007.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. **FAB desenvolve um forte aliado para a manutenção da operacionalidade do sistema Telesat**. Disponível em: fab.mil.br. Acesso em: 12 mar. 2025.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. **Força Aérea Brasileira realiza exercício técnico para aprimoramento da comunicação de dados**. Disponível em: fab.mil.br. Acesso em: 15 mar. 2025.

FREQUENTIS. **MEVA III – A new era in ATM communication services**. Disponível em: frequentis.com. Acesso em: 12 mar. 2025.

FREQUENTIS. **VCX-IP: Integrated voice and data gateway**. Disponível em: frequentis.com. Acesso em: 15 mar. 2025.

FREQUENTIS. **VCX-IP: Integrated voice, radio and data gateway**. Disponível em: frequentis.com. Acesso em: 15 mar. 2025.

GALLAHER, Rick. **MPLS Training Guide**. Indianapolis: Wiley, 2002.

HOWSTUFFWORKS. **How fast should my Internet connection be to watch streaming HD movies?**. 31 out. 2011. Disponível em: howstuffworks.com. Acesso em: 11 mar. 2025.

INTERNATIONAL IT. **O que é Gerenciamento de Rede e por que ele é importante?**. Disponível em: internationalit.com. Acesso em: 18 jun. 2026.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. **ITU-T G.114 – One-way Transmission Time**. Genebra: ITU, 2003. Disponível em: itu.int. Acesso em: 12 mar. 2025.

INTERNET VIA SATÉLITE. **Qual o melhor modelo de modem satelital?**. Disponível em: internetviasatelitee.com.br. Acesso em: 12 mar. 2025.

KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. **Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2021.

NETWORK COMPUTING. **SD-WAN Vendors Making A Splash**. 27 ago. 2015. Disponível em: networkcomputing.com. Acesso em: 11 mar. 2025.

NETWORK COMPUTING. **Software-Defined WAN: A Primer**. 9 set. 2014. Disponível em: networkcomputing.com. Acesso em: 11 mar. 2025.

NETWORK WORLD. **How to address WAN jitter issues for real-time applications**. 22 out. 2012. Disponível em: networkworld.com. Acesso em: 11 mar. 2025.

OLHAR DIGITAL. **Modem: o que é, para que serve e quais tipos existem**. 17 fev. 2024. Disponível em: olhardigital.com.br. Acesso em: 12 mar. 2025.

ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL (OACI). **Situación Actual REDDIG**. 2011. Disponível em: icao.int. Acesso em: 12 mar. 2025.

PROJETO DE REDES. **O MPLS em Redes de Computadores. 2024**. Disponível em: projetoderedes.com.br. Acesso em: 11 mar. 2025.

RODDY, Dennis. **Satellite Communications**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2006.

ROSEN, Eric; VISWANATHAN, Arun; CALLON, Ross. **Multiprotocol Label Switching Architecture. RFC 3031, 2001**. Disponível em: rfc-editor.org. Acesso em: 11 mar. 2025.

STEENBERGEN, Richard A. **MPLS for Dummies**. Hoboken: Wiley, 2008.

SUSSMAN, Lance H.; MCGINNIS, Frank L. **Satellite Communications: Principles and Applications**. Wiley-Interscience, 2013.

TANENBAUM, Andrew S.; WETHERALL, David J. **Redes de computadores**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2020.

TELECO. Redes GM: **Conceitos Básicos de Redes**. Disponível em: teleco.com.br. Acesso em: 15 mar. 2025.

VINE IT ACADEMY. **A Arquitetura da Tecnologia MPLS**. 2024. Disponível em: vineacademy.com.br. Acesso em: 11 mar. 2025.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **RTCAER-NG: UNA**. Apresentação institucional. [S. l.]: DECEA, [2024]. Disponível em: https://decea.mil.br. Acesso em: 18 jun. 2025.

CAMPO: TÉCNICO-ESPECIALIZADO		ÁREA DE ENSINO: ENGENHARIAS
DISCIPLINA 2: INTERCONEXÃO DE EQUIPAMENTOS DE REDE		
CH INSTRUÇÃO: 40	CH AVALIAÇÃO: 00	CH TOTAL: 40
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:		
a) definir as características dos protocolos utilizados na Interconexão de Equipamentos CISCO (Cn);		
b) descrever as funcionalidades dos protocolos de Interconexão (Cp); e		
c) empregar os procedimentos de configurações dos protocolos de interconexão (Ap).		

UNIDADES DIDÁTICAS

UNIDADE 2.1: PROTOCOLOS DE INTERCONEXÃO			CH: 32
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA UNIDADE:			
<p>a) definir as características dos protocolos utilizados na Interconexão de Equipamentos CISCO (Cn);</p> <p>b) descrever as características e a funcionalidade dos protocolos de interconexão para equipamentos Cisco (Cp); e</p> <p>c) praticar as configurações dos protocolos de interconexão em equipamentos CISCO (Ap).</p>			
SUBUNIDADES	OBJETIVOS OPERACIONALIZADOS	CH	TEC
2.1.1 SWITCH-ROUTER E ROTEADORES	<p>a) identificar os passos e considerações para interconexão de uma rede Campus com <i>Switch-Router</i> CISCO (Cp);</p> <p>b) explicar os tipos de interconexão entre <i>Switch-Router</i> e Roteadores CISCO (Cp); e</p> <p>c) implementar os passos e considerações para interconexão em <i>Switch-Router</i> e roteadores Cisco (Ap).</p>	04	AE/ POt
2.1.2 REDUNDÂNCIA DE ATIVOS DE REDE	<p>a) explicar o funcionamento do protocolo HSRP e VRRP (Cp); e</p> <p>b) configurar o protocolo HSRP e VRRP entre roteadores Cisco (Ap).</p>	04	AE/ POt
2.1.3 L2TP	<p>a) descrever as etapas para estabelecimento do túnel L2TP em roteadores Cisco (Cp); e</p> <p>b) praticar configurações para estabelecimento do túnel L2TP em roteadores Cisco (Ap).</p>	02	AE/ POt
2.1.4 GRE	<p>a) descrever o funcionamento do protocolo GRE (Cp); e</p> <p>b) aplicar as configurações para estabelecimento de túnel GRE entre roteadores Cisco (Ap).</p>	02	AE/ POt

<p>2.1.5 ACL</p>	<p>a) explicar os tipos de ACL aplicadas em roteadores Cisco (Cp); e b) praticar configurações de ACL para estabelecer filtro de tráfego IP em roteadores Cisco (Ap).</p>	03	AE/ POt
<p>2.1.6 NAT</p>	<p>a) explicar o funcionamento do processo NAT (Cp); e b) aplicar as configurações para estabelecimento do processo NAT em roteadores CISCO (Ap).</p>	03	AE/ POt
<p>2.1.7 POLÍTICAS DE TRÁFEGO DE REDE</p>	<p>a) apontar as técnicas de QoS para políticas de tráfego IP (PBR) (Cn); e b) praticar configurações de QoS para políticas de tráfego (PBR) em roteadores Cisco (Ap).</p>	02	AE/ POt
<p>2.1.8 VPN</p>	<p>a) explicar os processos para estabelecimento de VPN entre roteadores Cisco (Cp); e b) praticar configurações para estabelecimento de VPN entre roteadores Cisco (Ap).</p>	03	AE/ POt
<p>2.1.9 CONTROLE DE ACESSO A ATIVOS DE REDE</p>	<p>a) apontar os princípios de funcionamento de AAA, RADIUS e TACACS+ (Cn); e b) implementar configurações de controle de acesso a ativos de rede. (Ap).</p>	04	AE/ POt
<p>2.1.10 VRF</p>	<p>a) apontar as características do protocolo VRF (Cn); e b) apontar a configuração do protocolo VRF implementado em um roteador (Cn).</p>	03	AE/ POt
<p>2.1.11 IP SLA</p>	<p>a) descrever os principais conceitos de operação do IP SLA em equipamentos Cisco (Cn); e b) aplicar configurações de IP SLA (Ap).</p>	02	AE/ POt

UNIDADES DIDÁTICAS

UNIDADE 2.2: INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE REDES		CH: 08	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA UNIDADE:			
a) implementar a integração de redes LAN através de Rede Metropolitana (Ap); e			
b) implementar a integração de redes LAN ou MAN através de Rede WAN (Ap).			
SUBUNIDADES	OBJETIVOS OPERACIONALIZADOS	CH	TEC
2.2.1 INTEGRAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE REDES DE COMPUTADORES	a) realizar configurações em equipamentos CISCO para integração de redes (Ap); e b) configurar os dispositivos de rede para estabelecer a conectividade entre redes LAN/MAN e a WAN (Ap).	08	AE/ POt

RECOMENDAÇÕES METODOLÓGICAS

A disciplina será desenvolvida utilizando técnicas de Aula Expositiva e Aula Prática, empregando expedientes didáticos necessários à instrução. Durante as aulas práticas, serão manipulados *switches*, roteadores CISCO e alguns de seus diversos recursos, como Redundância de Ativos de Rede, L2TP, GRE, ACL, NAT, Políticas de Tráfego de Rede, VPN, Controle de Acesso a Ativos de Rede, VRF e IP SLA.

Para realizar o laboratório 2.1.10 VRF será necessário utilizar um equipamento roteador ou Switch-Router para demonstrar o seu funcionamento. Os instrutores deverão realizar gestões para disponibilizar os referidos equipamentos junto à OM em que o curso está sendo ministrado.

Serão realizados laboratórios de integração e implementação de redes roteadas, utilizando tanto a rede física montada em sala de aula, quanto software simulador de redes.

Na subunidade 2.2.1, deverá ser implementada uma topologia de infraestrutura de rede com os materiais disponibilizados para a interligação dos equipamentos físicos. Esse laboratório prático será realizado sob orientação dos instrutores, consolidando os conhecimentos abordados durante o curso.

Nesta unidade está prevista uma visita técnica a instalações que acomodam equipamentos em funcionamento, para complemento da instrução dos alunos.

O conteúdo da disciplina 2 será avaliado na Prova Prática 01 (PP-01), conforme estabelecido pelo Quadro de Avaliação (QGA). Nesta avaliação, os alunos serão testados com base nos conhecimentos adquiridos ao longo da disciplina, abrangendo os temas específicos que foram ensinados e discutidos durante as aulas teóricas e práticas. A PP-01 visa verificar a compreensão dos alunos sobre os conceitos fundamentais e suas

habilidades na aplicação prática deles, garantindo assim a avaliação adequada do progresso e aprendizado alcançado no contexto da disciplina.

PERFIL DE RELACIONAMENTO

Esta disciplina será conduzida seguindo rigorosamente a sequência estabelecida no Plano de Unidade Didática (PUD). Essa estrutura garante uma organização precisa na abordagem dos conteúdos, permitindo uma progressão didática coerente e eficaz ao longo do curso. Seguir o PUD assegura que todos os objetivos de aprendizagem sejam abordados de maneira completa e integrada, proporcionando uma formação sólida e abrangente aos alunos, alinhada com os padrões educacionais e operacionais exigidos.

PERFIL DO INSTRUTOR

Serão necessários 5 (cinco) instrutores, podendo ser Oficiais do QOCom, QOEA COM, QOEA SVI ou QOEng, Graduados BET, SIN ou BCO, ou Civis DACTA, todos com sólido conhecimento e experiência em redes de computadores, sistemas operacionais dos equipamentos CISCO, interconexão e integração de redes. Eles devem possuir expertise abrangente em equipamentos CISCO de qualquer dimensão, tipo ou arquitetura, incluindo profundo domínio dos protocolos, tecnologias e ferramentas de diagnóstico de rede abordados no curso.

REFERÊNCIAS

4FUTURE. **Como funciona a VPN Site-to-Site?** 09 abr. 2021. Disponível em:

4future.com.br/index.php/2021/04/09/como-funciona-a-vpn-site-to-site/. Acesso em: 15 mar. 2025.

ASCENT OPTICS. **Classificando e definindo tipos de roteadores: uma visão técnica**

aprofundada. 21 dez. 2023. Disponível em: <https://ascentoptics.com/blog/pt/types-of-routers/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

BRAINWORK. **VPN IPsec – Parte 1.** 03 jul. 2009. Disponível em:

brainwork.com.br/2009/07/03/vpn-ipsec-parte-1/. Acesso em: 15 mar. 2025.

CISCO COMMUNITY. **Diffie-Hellman Groups.** Disponível em:

community.cisco.com/t5/security-knowledge-base/diffie-hellman-groups/ta-p/3147010. Acesso em: 15 mar. 2025.

CISCO LEARNING NETWORK. **IKEv1 versus IKEv2.** Disponível em:

learningnetwork.cisco.com/s/question/0D56e0000C4N9csCQC/ikev1-versus-ikev2. Acesso

em: 15 mar. 2025.

CISCO REDES. **Lista de Controle de Acesso (ACL) – Parte 3**. 26 set. 2012. Disponível em: <https://ciscoredes.com.br/2012/09/26/lista-de-controle-de-acesso-acl-parte-3/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

CISCO SYSTEMS. **Cisco IOS Security Configuration Guide, Release 15**. Disponível em: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/security/15-2mt/security_15-2mt_book.html. Acesso em: 13 mar. 2025.

CISCO SYSTEMS. **Network Address Translation (NAT) Configuration Guide**. Disponível em: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/iproute_nat/configuration/15-mt/irn-15-mt-book.html. Acesso em: 15 mar. 2025.

CISCO SYSTEMS. **Quality of Service (QoS) Overview**. Disponível em: <https://www.cisco.com>. Acesso em: 15 mar. 2025.

CISCO. **8 etapas para configurar o switch de rede**. Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/solutions/small-business/resource-center/networking/how-to-setup-network-switch.html. Acesso em: 15 mar. 2025.

CISCO. **Como funciona um switch?** Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/solutions/small-business/resource-center/networking/network-switch-how.html. Acesso em: 15 mar. 2025.

CISCO. **Configurando Generic Routing Encapsulation (GRE) Tunnels**. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/generic-routing-encapsulation-gre/118361-configure-gre-00.html>. Acesso em: 15 mar. 2025.

CISCO. **Configurar ACL baseada em IPv4 e ACE**. Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/smb/switches/cisco-350-series-managed-switches/smb3025-configure-ipv4-based-access-control-list-acl-and-access-cont.html?utm_source=chatgpt.com . Acesso em: 14 mar. 2025.

CISCO. **Configurar ACL baseada em MAC e ACE**. Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/smb/switches/cisco-350-series-managed-switches/smb2580-configure-mac-based-access-control-list-acl-and-access-

contr.html?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 14 mar. 2025.

CISCO. **Diferentes tipos de rede e switches Ethernet**. Disponível em:

https://www.cisco.com/c/pt_br/solutions/small-business/resource-center/networking/understanding-the-different-types-of-network-switches.html. Acesso em: 15 mar. 2025.

CISCO. **en-05_campus_wireless_wp_cte_pt_br_42333**. Disponível em:

https://www.cisco.com/c/dam/r/pt/br/internet-of-everything-ioe/assets/pdfs/en-05_campus_wireless_wp_cte_pt_br_42333.pdf. Acesso em: 15 mar. 2025.

CISCO. **Interconexão de redes de computadores: Arquitetura de Rede**. Disponível em:

<https://www.passeidireto.com/arquivo/80823246/interconexao-de-redes-de-computadores>. Acesso em: 15 mar. 2025.

CISCO. **Noções básicas de rede: o que você precisa saber**. Disponível em:

https://www.cisco.com/c/pt_br/solutions/small-business/resource-center/networking/networking-basics.html. Acesso em: 15 mar. 2025.

CISCO. **O que é um roteador?** Disponível em:

https://www.cisco.com/c/pt_br/solutions/small-business/resource-center/networking/what-is-a-router.html. Acesso em: 15 mar. 2025.

CISCO. **Qual a diferença entre um switch de rede e um roteador?** Disponível em:

https://www.cisco.com/c/pt_br/solutions/small-business/resource-center/networking/network-switch-vs-router.html. Acesso em: 15 mar. 2025.

CISCO. **Sistema de gerenciamento de rede: White Paper de práticas recomendadas**.

Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/availability/high-availability/15114-NMS-bestpractice.html. Acesso em: 15 mar. 2025.

CISCO. **Understanding IPSec IKEv1 Protocol**. Disponível em:

www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/security-vpn/ipsec-negotiation-ike-protocols/217432-understand-ipsec-ikev1-protocol.html. Acesso em: 15 mar. 2025.

CISCO. **VRRP - Virtual Router Redundancy Protocol Configuration Guide, Cisco IOS XE**

Release 16. Disponível em: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/ipapp_fhrp/configuration/xe-16/fhp-xe-16-book/fhp-vrrp.html. Acesso em: 15

mar. 2025.

CLOUDFLARE. **O que é tunelamento GRE?** Disponível em: <https://www.cloudflare.com/pt-br/learning/network-layer/what-is-gre-tunneling/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

COLLINS, John Todd. **Asterisk Administration Guide**. 3. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2021.

CONTROLE.NET. **Hubs, switches e roteadores: Qual é a diferença?** Disponível em: <https://www.controle.net/faq/hubs-switches-e-roteadores-qual-e-a-diferenca>. Acesso em: 15 mar. 2025.

CONVISO APPSEC. **PFS (Perfect Forward Secrecy): o que é e por que é importante?** Disponível em: blog.convisoappsec.com/pfs-perfect-forward-secrecy-o-que-e-e-por-que-e-importante/. Acesso em: 15 mar. 2025.

DIGIUM. **Asterisk Project Documentation**. Huntsville: Sangoma Technologies, 2024. Disponível em: <https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/Home>. Acesso em: 19 mar. 2025.

DLTEC DO BRASIL. **4 Macetes sobre Máscara Curinga que Resolvem 99% dos Problemas de ACL**. Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/smb/switches/cisco-350-series-managed-switches/smb2580-configure-mac-based-access-control-list-acl-and-access-contr.html?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 14 mar. 2025.

FIBERMALL. **Comutador de Camada 3 vs. Roteador**. Disponível em: https://www.fibermall.com/pt/blog/layer-3-switch-router.htm?srsId=AfmBOoqDWlq6xB7oU9aTvUR24Y_E7g0cFa_VA69LVsv1peV0D8qGZQoq. Acesso em: 15 mar. 2025.

FIBERMALL. **Revelando o poder dos switches de rede: seu guia definitivo para conectividade Ethernet**. 23 dez. 2024. Disponível em: https://www.fibermall.com/pt/blog/network-switch.htm?srsId=AfmBOoqq8bQbvzALOI0OPEmpDf-vmdTJ190LZNeg9jaH8EqkInTN_xfQ. Acesso em: 15 mar. 2025.

INSECURE.NET. **a6equipamentos.pdf**. Disponível em:

<https://www.insecure.net.br/a6equipamentos.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2025.

IPCISCO. **VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol)**. Disponível em:

<https://ipcisco.com/lesson/vrrp-virtual-router-redundancy-protocol/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

KOZIEROK, Charles M. **The TCP/IP Guide: A Comprehensive, Illustrated Internet Protocols Reference**. 1. ed. San Francisco: No Starch Press, 2005.

MEGGELEN, Leif; SMITH, Jim Van; MADSEN, Russell Bryant. **Asterisk: The Definitive Guide**. 5. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2019. Disponível em: <https://www.asterisk.org/>. Acesso em: 19 mar. 2025.

NIST – NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **Guide to IPsec VPNs**. Special Publication 800-77. 2005. Disponível em:

<https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-77/final>. Acesso em: 13 mar. 2025.

OPENSYSYSTEMS. **L2TP and IPsec VPNs**. Disponível em:

<https://www.opensystemspublishing.com/articles/l2tp-and-ipsec-vpns>. Acesso em: 13 mar. 2025.

RFC 2661 – **Layer Two Tunneling Protocol (L2TP)**. The Internet Engineering Task Force (IETF), 1999. Disponível em: <https://tools.ietf.org/html/rfc2661>. Acesso em: 13 mar. 2025.

RFC 4301 – **Security Architecture for the Internet Protocol (IPsec)**. The Internet Engineering Task Force (IETF), 2005. Disponível em:

<https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc4301>. Acesso em: 13 mar. 2025.

SECURE IT NETWORKS. **ASA VPN**. Disponível em: secureitnetworks.net/wp-content/uploads/2019/04/ASA_VPN.png. Acesso em: 15 mar. 2025.

STALLINGS, William. **Computer Networking with Internet Protocols and Technology**. 6. ed. Boston: Pearson, 2014.

STALLINGS, William. **Cryptography and Network Security: Principles and Practice**. 7. ed. Boston: Pearson, 2017.

TANENBAUM, Andrew S.; WETHERALL, David J. **Redes de Computadores**. 5. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

TELECO. IPv6 Segurança – Página 5. Disponível em:
www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialipv6seg/pagina_5.asp. Acesso em: 15 mar. 2025.

CAMPO: TÉCNICO-ESPECIALIZADO		ÁREA DE ENSINO: ENGENHARIAS
DISCIPLINA 3: ANÁLISE DE CONECTIVIDADE E OPERACIONALIDADE		
CH INSTRUÇÃO: 19	CH AVALIAÇÃO: 06	CH TOTAL: 25
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: a) definir as técnicas para análise de operacionalidade de rede WAN (Cn); b) explicar os procedimentos básicos para manutenção de equipamentos CISCO (Cp); e c) empregar os procedimentos básicos de manutenção e análise de falhas em equipamentos CISCO (Ap).		

UNIDADES DIDÁTICAS

UNIDADE 3.1: PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO DE ROTEADORES CISCO		CH: 08	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA UNIDADE: a) explicar procedimentos de manutenção em roteadores CISCO (Cp); b) aplicar configurações para atualizar o IOS de um roteador CISCO (Ap); e c) empregar procedimentos para recuperação de falhas de um roteador CISCO (Ap).			
SUBUNIDADES	OBJETIVOS OPERACIONALIZADOS	CH	TEC
3.1.1 BACKUP E RESTAURAÇÃO	a) aplicar técnicas de atualização de IOS (Ap); e b) empregar procedimentos e técnicas de <i>backup</i> e restauração (Ap).	04	AE/ POt
3.1.2 SOLUÇÃO DE FALHAS DE ROTEADORES CISCO	a) descrever o funcionamento do CONFIG REGISTER (Cp); b) identificar métodos de resolução dos problemas mais comuns (Cp); e c) aplicar procedimentos para resolução de falhas e executar método de recuperação de senha (Ap).	04	AE/ POt

UNIDADES DIDÁTICAS

UNIDADE 3.2: INSTALAÇÃO E ANÁLISE DA OPERACIONALIDADE DE EQUIPAMENTOS CISCO			CH: 11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA UNIDADE:			
a) definir os métodos para realizar análise da rede (Cn); b) aplicar os métodos para análise da operacionalidade da rede (Ap); e c) descrever métodos de instalação de equipamentos CISCO (Cp).			
SUBUNIDADES	OBJETIVOS OPERACIONALIZADOS	CH	TEC
3.2.1 ANÁLISE DAS INSTALAÇÕES	a) apontar necessidade de ambiente seguro para instalação física do equipamento CISCO (Cn); b) identificar a necessidade de utilização de UPS e Geradores de energia elétrica (Cn); e c) descrever as recomendações para instalação de cabeamento e interfaces indicados pela CISCO (Cp);	01	AE
3.2.2 COMANDOS CISCO	a) aplicar os comandos mais utilizados em roteadores Cisco para análise de rede (Ap).	03	AE/ POt
3.2.3 ANÁLISE DE REDE	a) apontar ferramentas de análise de rede (Cn); b) identificar os cenários de utilização das ferramentas de análise de rede (Cp); c) empregar as ferramentas de análise de rede (Ap); e d) aplicar técnicas para análise de rede (Ap).	07	AE/ POt

RECOMENDAÇÕES METODOLÓGICAS

A disciplina será conduzida utilizando as técnicas de Aula Expositiva e Aula Prática, aproveitando os recursos didáticos disponíveis, incluindo um laboratório próprio para instrução. As recomendações metodológicas englobam abordagens teóricas essenciais para a aplicação prática dos procedimentos, garantindo a consolidação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

Serão realizados laboratórios para análise e resolução de falhas na rede, utilizando tanto a rede física montada em sala de aula, quanto software simulador de

redes.

Na subunidade 3.2.3, os alunos participarão de um laboratório prático no formato de "dojô", inspirado no conceito japonês de prática intensiva. Utilizando equipamentos reais, os alunos serão divididos em grupos para realizar interações técnicas voltadas à solução de falhas.

O conteúdo da disciplina 3 será avaliado na Prova Prática 01 (PP-01), conforme estabelecido pelo Quadro de Avaliação (QGA). Nesta avaliação, os alunos serão testados com base nos conhecimentos adquiridos ao longo da disciplina, abrangendo os temas específicos que foram ensinados e discutidos durante as aulas teóricas e práticas. A PP-01 visa verificar a compreensão dos alunos sobre os conceitos fundamentais e suas habilidades na aplicação prática deles, garantindo assim a avaliação adequada do progresso e aprendizado alcançado no contexto da disciplina.

PERFIL DE RELACIONAMENTO

Esta disciplina será a última a ser ministrada, seguindo rigorosamente a sequência estabelecida no (PTS). Esta abordagem garante que todos os temas e habilidades essenciais tenham sido adequadamente desenvolvidos e compreendidos ao longo do curso. Ao seguir o PTS, asseguramos uma preparação completa e integrada dos alunos, alinhada com os objetivos educacionais e operacionais estabelecidos.

PERFIL DO INSTRUTOR

Serão necessários 5 (cinco) instrutores, com possibilidade de serem Oficiais do QOCom, QOEA COM, QOEA SVI ou QOEng, Graduados BET, SIN ou BCO, ou Civis DACTA. Todos devem possuir amplo conhecimento e experiência em redes de computadores, sistemas operacionais dos equipamentos CISCO, bem como em análise de tráfego e resolução de falhas em redes utilizando equipamentos CISCO de qualquer dimensão, tipo ou arquitetura. É fundamental que possuam profundo domínio dos protocolos, tecnologias e ferramentas de diagnóstico de rede abordados no curso.

REFERÊNCIAS

CISCO. **Troubleshooting de Suspensões de Roteador**. Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/routers/7500-series-routers/15105-why-hang.pdf. Acesso em: 18 mar. 2025.

CNAP - Cisco Network Academy Program. **CCNA - Módulo II**. Disponível em: <http://www.nce.ufrj.br/Cisco/Aluno/Slides/CCNA2/Completo/cisco-ch04-loc-sem2.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2025.

COMANDOS **Básicos de Roteadores Cisco**. Disponível em: http://masimoes.pro.br/site/redes/62_ART/ciscobasiccom.pdf. Acesso em: 18 mar. 2025.

GUIA de **Instalação de Roteadores**. Disponível em:

https://midiasstoragesec.blob.core.windows.net/001/2022/12/lt5_instalao-de-roteadores.pdf. Acesso em: 18 mar. 2025.

GUIA de **Referência do Nmap** (Página do Manual). Disponível em:

https://nmap.org/man/pt_BR/index.html. Acesso em: 18 mar. 2025.

SELECIONAR e usar **servidores TFTP**. Disponível em:

https://www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/routers/10000-series-routers/48700-tftp-server.pdf. Acesso em: 18 mar. 2025.

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA. **Redes II – 1/2008**. Disponível em:

https://rodrigolira.eti.br/wp-content/uploads/2013/03/Manual-Wireshark-pt_BR-1.pdf. Acesso em: 18 mar. 2025.

7 QUADRO GLOBAL DE AVALIAÇÃO – QGA

QUADRO GLOBAL DE AVALIAÇÃO DO CURSO AVANÇADO DE REDES DE COMPUTADORES E EQUIPAMENTOS CISCO (TEL026)										
1- Disciplina ⁽¹⁾	Unidade ⁽²⁾	Níveis de Aprendizagem ⁽³⁾	Código ⁽⁴⁾	Peso ⁽⁵⁾	CH ⁽⁶⁾	GP ⁽⁷⁾	MP ⁽⁸⁾	Instrumento ⁽⁹⁾ /Duração ⁽¹⁰⁾	Modalidade ⁽¹¹⁾	Semana da Avaliação ⁽¹²⁾
1 - Conectividade de Redes MAN/WAN e Telefonia IP	1.1 – Tecnologias de Conectividade MAN e WAN (1.1.1/ 1.1.2/1.1.3/1.1.4) 1.2 – Soluções Redes MAN e WAN (1.2.1/1.2.2/1.2.3/1.2.4) 1.3 – Telefonia IP (1.3.1) 1.4 – Equipamentos (1.4.1/1.4.2/1.4.3) 1.5 – Protocolos de Roteamento (1.5.1/1.5.2/1.5.3)	Cn; Cp; Ap	PT-01	1	33	1º	1º	Prova Objetiva (2 tempos + 2 tempos de discussão)	Somativa	2ª
2 – Interconexão de Equipamentos de Rede	2.1 – Protocolos de Interconexão (2.1.1/2.1.2/2.1.3/2.1.4/2.1.5/2.1.6/ 2.1.7/2.1.8/2.1.9/2.1.10/2.1.11) 2.2 – Integração de Tecnologias de Redes (2.2.1)	Cn; Cp; Ap	PP-01	1	40	2º	2ª	Prova Prática 6 tempos + 2 tempos de discussão de Prova	Somativa	3ª

<p align="center">3 – Análise de Conectividade e Operacionalidade</p>	<p>3.1 – Procedimentos de Manutenção de Roteadores CISCO (3.1.1/3.1.2)</p> <p>3.2 – Instalação e análise da operacionalidade de equipamentos CISCO (3.2.1/3.2.1/3.2.3)</p>				19				
--	--	--	--	--	----	--	--	--	--

LEGENDA:

- (1) Disciplinas estabelecidas no PUD, avaliadas ou não;
- (2) Unidades didáticas estabelecidas no PUD;
- (3) Nível de aprendizagem estabelecido no PUD;
- (4) Código da avaliação (Ex: PT-01, PP-03);
- (5) Peso da avaliação;
- (6) Carga horária do conteúdo programático;
- (7) Grau Parcial a que corresponde à avaliação;
- (8) Média Parcial a que corresponde à avaliação;
- (9) Instrumento utilizado na avaliação (Ex: PT Objetiva, TA etc.);
- (10) Tempo destinado à resolução da avaliação e discussão pelo aluno/instrutor;
- (11) Finalidade da avaliação (Diagnóstica, formativa ou Somativa); e
- (12) Estabelecer em qual semana do curso será aplicada a avaliação.

OBSERVAÇÕES:

1. Os instrumentos de avaliação PT01 e PP01 têm valor de 10,0 (dez) pontos cada.
2. A Avaliação Objetiva (PT01) é constituída por 30 questões objetivas da disciplina 1.
3. A Avaliação Prática (PP01) é composta por 2 exercícios práticos.
4. As fórmulas para calcular as Médias Parciais (MP) e a Média Final (MF) são as seguintes:
 - 1ª Média Parcial: $MP1 = PT01 = Po01$
 - 2ª Média Parcial: $MP2 = PP01 = FAI01$
 - Média Final: $MF = (MP1 + MP2) / 2$

8 PLANO DE TRABALHO SEMANAL



**COMANDO DA AERONÁUTICA
INSTITUTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO
DIVISÃO DE ENSINO**

**CURSO AVANÇADO DE REDES DE COMPUTADORES E EQUIPAMENTOS
CISCO (TEL026)
PLANO DE TRABALHO SEMANAL**

Turma: ___/___ (semana 1/3) Período de: ___/___/___ a ___/___/___

DATA	HORÁRIO	TRABALHO ESCOLAR	CÓD PUD	DOCENTE	LOCAL
___/___ 2ª feira	0800/0850	Abertura do Curso	Ce/Ot		
	0850/0940	Introdução às Tecnologias de Conectividade em Redes MAN e WAN	1.1.1		
	1000/1050	MPLS	1.1.2		
	1050/1140	SD-WAN	1.1.3		
	1300/1350	SD-WAN	1.1.3		
	1350/1440	Comunicações Satelitais	1.1.4		
___/___ 3ª feira	1500/1550	Integração de Rede Campus	1.2.1		
	1550/1640	Integração de Rede Campus	1.2.1		
	0800/0850	Rede ATN-Br	1.2.2		
	0850/0940	Redes Adjacentes	1.2.3		
	1000/1050	Sistemas de Gerenciamento	1.2.4		
	1050/1140	Conceitos de VoIP	1.3.1		
___/___ 4ª feira	1300/1350	Conceitos de VoIP	1.3.1		
	1350/1440	Conceitos de VoIP	1.3.1		
	1500/1550	Conceitos de VoIP	1.3.1		
	1550/1640	Conceitos de VoIP	1.3.1		
	0800/0850	Modens Satélite	1.4.1		
	0850/0940	Multiplexador	1.4.2		
___/___ 5ª feira	1000/1050	Roteadores	1.4.3		
	1050/1140	Roteadores	1.4.3		
	1300/1350	Roteadores	1.4.3		
	1350/1440	Roteadores	1.4.3		
	1500/1550	Roteadores	1.4.3		
	1550/1640	Conceitos dos Protocolos de Roteamento	1.5.1		
___/___ 6ª feira	0800/0850	Conceitos dos Protocolos de Roteamento	1.5.1		
	0850/0940	Conceitos dos Protocolos de Roteamento	1.5.1		
	1000/1050	OSPF	1.5.2		
	1050/1140	OSPF	1.5.2		
	1300/1350	OSPF	1.5.2		
	1350/1440	OSPF	1.5.2		
___/___ 6ª feira	1500/1550	Protocolo Híbrido e Protocolo de Borda de AS	1.5.3		
	1550/1640	Protocolo Híbrido e Protocolo de Borda de AS	1.5.3		
	0800/0850	Protocolo Híbrido e Protocolo de Borda de AS	1.5.3		
	0850/0940	Protocolo Híbrido e Protocolo de Borda de AS	1.5.3		
	1000/1050	Switch-Router e Roteadores	2.1.1		
	1050/1140	Switch-Router e Roteadores	2.1.1		
___/___ 6ª feira	1300/1350	Switch-Router e Roteadores	2.1.1		
	1350/1440	Switch-Router e Roteadores	2.1.1		
	1500/1550	Redundância de Ativos de Rede	2.1.2		
	1550/1640	Redundância de Ativos de Rede	2.1.2		



**COMANDO DA AERONÁUTICA
INSTITUTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO
DIVISÃO DE ENSINO**

**CURSO AVANÇADO DE REDES DE COMPUTADORES E EQUIPAMENTOS
CISCO (TEL026)
PLANO DE TRABALHO SEMANAL**

Turma: ___/___ (semana 2/3) Período de: ___/___/___ a ___/___/___

DATA	HORÁRIO	TRABALHO ESCOLAR	CÓD PUD	DOCENTE	LOCAL
___/___ 2ª feira	0800/0850	AVALIAÇÃO	PT		
	0850/0940	AVALIAÇÃO	PT		
	1000/1050	DISCUSSÃO DA PROVA	-		
	1050/1140	DISCUSSÃO DA PROVA	-		
	1300/1350	Redundância de Ativos de Rede	2.1.2		
___/___ 3ª feira	1350/1440	Redundância de Ativos de Rede	2.1.2		
	1500/1550	L2TP	2.1.3		
	1550/1640	L2TP	2.1.3		
	0800/0850	GRE	2.1.4		
___/___ 4ª feira	0850/0940	GRE	2.1.4		
	1000/1050	ACL	2.1.5		
	1050/1140	ACL	2.1.5		
	1300/1350	ACL	2.1.5		
	1350/1440	NAT	2.1.6		
___/___ 5ª feira	1500/1550	NAT	2.1.6		
	1550/1640	NAT	2.1.6		
	0800/0850	Flexibilidade	Flexibilidade		
	0850/0940	Flexibilidade	Flexibilidade		
	1000/1050	Políticas de Tráfego de Rede	2.1.7		
___/___ 6ª feira	1050/1140	Políticas de Tráfego de Rede	2.1.7		
	1300/1350	VPN	2.1.8		
	1350/1440	VPN	2.1.8		
	1500/1550	VPN	2.1.8		
	1550/1640	Controle de Acesso a Ativos de Rede	2.1.9		
___/___ 7ª feira	0800/0850	Controle de Acesso a Ativos de Rede	2.1.9		
	0850/0940	Controle de Acesso a Ativos de Rede	2.1.9		
	1000/1050	Controle de Acesso a Ativos de Rede	2.1.9		
	1050/1140	VRF	2.1.10		
	1300/1350	VRF	2.1.10		
___/___ 8ª feira	1350/1440	VRF	2.1.10		
	1500/1550	IP SLA	2.1.11		
	1550/1640	IP SLA	2.1.11		
	0800/0850	Integração e Implementação de Redes de Computadores	2.2.1		
	0850/0940	Integração e Implementação de Redes de Computadores	2.2.1		
	1000/1050	Integração e Implementação de Redes de Computadores	2.2.1		
___/___ 9ª feira	1050/1140	Integração e Implementação de Redes de Computadores	2.2.1		
	1300/1350	Integração e Implementação de Redes de Computadores	2.2.1		
	1350/1440	Integração e Implementação de Redes de Computadores	2.2.1		
	1500/1550	Flexibilidade	Flexibilidade		
___/___ 10ª feira	1550/1640	Flexibilidade	Flexibilidade		



**COMANDO DA AERONÁUTICA
INSTITUTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO
DIVISÃO DE ENSINO**

**CURSO AVANÇADO DE REDES DE COMPUTADORES E EQUIPAMENTOS
CISCO (TEL026)
PLANO DE TRABALHO SEMANAL**

Turma: ___/___ (semana 3/3) Período de: ___/___/___ a ___/___/___

DATA	HORÁRIO	TRABALHO ESCOLAR	CÓD PUD	DOCENT E	LOCAL
___/___ 2ª feira	0800/0850	Integração e Implementação de Redes de Computadores	2.2.1		
	0850/0940	Integração e Implementação de Redes de Computadores	2.2.1		
	1000/1050	Backup e Restauração	3.1.1		
	1050/1140	Backup e Restauração	3.1.1		
	1300/1350	Backup e Restauração	3.1.1		
	1350/1440	Backup e Restauração	3.1.1		
	1500/1550	Solução de Falhas de Roteadores CISCO	3.1.2		
	1550/1640	Solução de Falhas de Roteadores CISCO	3.1.2		
___/___ 3ª feira	0800/0850	Solução de Falhas de Roteadores CISCO	3.1.2		
	0850/0940	Solução de Falhas de Roteadores CISCO	3.1.2		
	1000/1050	Análise das Instalações	3.2.1		
	1050/1140	Comandos CISCO	3.2.2		
	1300/1350	Comandos CISCO	3.2.2		
	1350/1440	Comandos CISCO	3.2.2		
	1500/1550	Análise de Rede	3.2.3		
	1550/1640	Análise de Rede	3.2.3		
___/___ 4ª feira	0800/0850	Análise de Rede	3.2.3		
	0850/0940	Análise de Rede	3.2.3		
	1000/1050	Análise de Rede	3.2.3		
	1050/1140	Análise de Rede	3.2.3		
	1300/1350	Análise de Rede	3.2.3		
	1350/1440	Flexibilidade	Flexibilidade		
	1500/1550	Flexibilidade	Flexibilidade		
	1550/1640	Flexibilidade	Flexibilidade		
___/___ 5ª feira	0800/0850	AVALIAÇÃO	PP		
	0850/0940	AVALIAÇÃO	PP		
	1000/1050	AVALIAÇÃO	PP		
	1050/1140	AVALIAÇÃO	PP		
	1300/1350	AVALIAÇÃO	PP		
	1350/1440	AVALIAÇÃO	PP		
	1500/1550	DISCUSSÃO DA PROVA	-		
	1550/1640	DISCUSSÃO DA PROVA	-		
___/___ 6ª feira	0800/0850	Flexibilidade	Flexibilidade		
	0850/0940	Crítica do Curso	Ctc		
	1000/1050	Encerramento do Curso	Ce		
	1050/1140	Encerramento do Curso	Ce		
	1300/1350				
	1350/1440				
	1500/1550				
	1550/1640				

9 DISPOSIÇÕES FINAIS

A fim de melhor atender o desenvolvimento do curso TEL026, é necessário que alguns recursos mínimos sejam disponibilizados para sua execução. Dessa forma, é importante que a Unidade onde o curso será ministrado disponibilize sala de aula adequada, com mesas e cadeiras para a quantidade de alunos e instrutores, infraestrutura de energia, quadro, projetor ou televisão, computador, caneta de apresentação e canetas de quadro branco.

Em relação aos recursos para a instrução prática, deverão ser fornecidos os seguintes itens: versões do software “simulador de rede” (*Packet Tracer*) e/ou GNS3 (*Graphical Network Simulator-3*), adequado aos sistemas operacionais dos recursos de informática empregados na instrução; 13 (treze) computadores desktop com acesso de permissão de administrador, suporte às aplicações *wireshark*, *WinMTR*, *tcpdump* e suporte à virtualização para executar a aplicação *Asterisk*; 7 (sete) roteadores; 7 (sete) switches L3; 13 (treze) switches L2; 13 (treze) telefones IP; 1 (uma) caixa de cabo UTP Cat 5e ou superior (305 metros); 200 (duzentos) conectores RJ-45 macho e kit de conectorização (alicate de crimpagem, decapador de cabo, alicate de corte e testador de continuidade de cabo UTP). O computador do instrutor, além dos requisitos citados, deverá ter suporte para instalação do software Zabbix.

Para garantir a preparação adequada da sala de aula para as atividades práticas do curso, é necessário que os instrutores se desloquem para a localidade de realização do curso com três dias úteis de antecedência do início deste. Nesse período, toda a estrutura de cabeamento e os equipamentos que serão utilizados na simulação precisam ser deslocados para a sala de aula, dispostos de maneira adequada e configurados previamente. Além disso, é essencial verificar os recursos de informática que serão disponibilizados pela OM, para assegurar que tudo esteja pronto para ser utilizado a partir do início do curso.

Quaisquer situações não previstas serão resolvidas pelo Diretor do Instituto de Controle do Espaço Aéreo.

10 APROVAÇÃO

Este Plano entra em vigor a partir da data de sua publicação.