



## Ficha 2 (variável)

Execução da disciplina em Ensino Remoto conforme resolução CEPE 22/21, Arts. 1º e 2º.

Disciplina: Tópicos em Redes de Computadores						Código: CI-1365	
Natureza: ( ) Obrigatória (X) Optativa	(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular						
Pré-requisito: CI1061	Co-requisito:	Modalidade: ( ) Presencial (X) Totalmente EaD ( ) ____ *c.H.EaD					
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 50	Laboratório (LB): 00	Campo (CP): 00	Estágio (ES): 00	Orientada (OR): 00	Prática Específica (PE): 10	
Estágio de Formação Pedagógica (EFP):	Extensão (EXT): 00	Prática como Componente Curricular (PCC): 00					
<b>Indicar a carga horária semestral (em PD-LB-CP-ES-OR-PE-EFP-EXT-PCC)</b> <b>*Indicar a carga horária que será à distância.</b>							
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
<p>Esta disciplina tem por objetivo introduzir tópicos avançados em Redes de Computadores aos alunos que já tem uma base na área, tendo cursado Redes de Computadores I e II. A disciplina tem quatro pilares, fundados na relevância dos temas no panorama atual das Redes de Computadores. O primeiro pilar é das Redes Celulares. A arquitetura, história das sucessivas gerações, protocolos de comunicação e desafios tecnológicos serão examinados até as Redes 5G e 6G. O segundo pilar da disciplina está em Redes Definidas por Software - <i>Software Defined Networks</i> (SDN) bem como tecnologias de virtualização e programabilidade para Redes de Computadores, em particular Virtualização de Funções de Rede - <i>Network Function Virtualization</i> (NFV). Os dois pilares seguintes estão ancorados em Segurança para Redes de Computadores, que constitui desafio permanente da tecnologia. O terceiro pilar está em Sistemas Tolerantes a Intrusão, com foco em algoritmos distribuídos para Tolerância a Falhas Bizantinas. O quarto e último pilar da disciplina está em tecnologia de <i>Blockchain</i>, utilizada hoje em diversos contextos, incluindo a criação de moedas virtuais seguras.</p>							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<p>Revisão de conceitos básicos de Redes de Computadores: pilha de protocolos, padrões. Redes Celulares: arquitetura e conceitos básicos, incluindo rádio-transmissões, célula e <i>handoff</i>. Redes 1G: voz analógica. Redes 2G: voz digital. GSM: Global System for Mobile Communications. Redes 3G: voz e texto digitais. Redes 4G: comutação de pacotes. Futuro: Redes 5G e 6G. Rede de acesso via rádio - RAN: <i>Radio Access Network</i>. Fatiamento de redes: <i>Network Slicing</i>. Redes Definidas por Software: arquitetura controlador/<i>switch</i>. Protocolo OpenFlow. Virtualização de Funções de Rede: funções de rede e <i>middleboxes</i>. Arquitetura MANO. Sistemas Tolerantes a Intrusão: definições básicas de Tolerância a Falhas. Os Gerais Bizantinos. A estratégia PBFT (<i>Practical Byzantine Fault Tolerance</i>) para tolerância a intrusão. <i>Blockchain</i>: livro-razão distribuído. Conceitos básicos de segurança para compreender blockchain. Árvore de Merkle. Blocos e transações. Classificação de <i>blockchains</i>: pública, federada e privada. Mineração e prova de trabalho. <i>Blockchain</i> como consenso.</p>							
<b>OBJETIVO GERAL</b>							
O aluno deve ter uma compreensão da arquitetura e funcionamento de Redes Celulares, Redes Definidas por Software, Sistemas Tolerantes a Intrusão e <i>Blockchain</i> .							



#### OBJETIVO ESPECÍFICO

O aluno deve ter conhecimento sobre a arquitetura interna e funcionamento da Redes Celulares, com uma boa visão da história destas redes, chegando aos sistemas 5G e 6G. Acompanha uma visão concreta das redes de acesso via rádio (RAN). O aluno deve ter domínio sobre duas das principais tecnologias de virtualização de redes: SDN e NFV, incluindo o protocolo OpenFlow. Deve ter também uma visão concreta da funcionalidade e de como construir *Blockchains*. Deve conhecer a teoria dos Sistemas Tolerantes a Intrusão, em especial os modelos e algoritmos Tolerantes a Falhas Bizantinas.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

Aulas expositivas duas vezes por semana em plataforma de videoconferência Big Blue Button. As aulas serão gravadas e disponibilizadas para os alunos na mesma plataforma. Aulas de laboratório de programação de redes de computadores, os alunos deverão utilizar seus computadores pessoais, todos conectados à Internet e à plataforma de videoconferência Big Blue Button (já utilizada com sucesso em diversas ocasiões durante a pandemia).

#### FORMAS DE AVALIAÇÃO

Duas provas (em março/2022 e maio/2022), um trabalho prático (entrega em abril 2022) e um exame final.

#### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

Larry Peterson, Carmelo Cascone, Bruce Davie, *Software-Defined Networks: A Systems Approach*, Morgan & Claypool, 2021.

Larry Peterson, Oğuz Sunay, *5G Mobile Networks: A Systems Approach*, Morgan & Claypool, 2020.

Lorne Lantz, Daniel Cawrey, *Mastering Blockchain: Unlocking the Power of Cryptocurrencies, Smart Contracts, and Decentralized Applications*, O' Reilly, 2020.

#### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

M. Castro, B. Liskov. "Practical Byzantine Fault Tolerance," *OSDI*, pp. 173-186, Vol. 99., 1999.

N. McKeown, T. Anderson, H. Balakrishnan, G. Parulkar, L. Peterson, J. Rexford, J. Turner, "OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks," *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, pp. 69-74, Vol. 38, No. 2, 2008.

B. Yi, et al. "A Comprehensive Survey of Network Function Virtualization," *Computer Networks*, Vol. 133, pp. 212-262, 2018.

X. Foukas, G. Patounas, A. Elmokashfi, A., M.K. Marina, "Network Slicing in 5G: Survey and Challenges," *IEEE Communications Magazine*, Vol. 55, No. 5, pp. 94-100, 2017.

I. Bashir, *Mastering Blockchain*, Packt Publishing, 2017.

**Professor da Disciplina:** Elias Procópio Duarte Júnior

**Assinatura:**

  
Prof. Elias P. Duarte Jr.  
Dep. de Informática  
Mat. 103210 - UFPR

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** \_\_\_\_\_

**Assinatura:** \_\_\_\_\_



---

## Disciplina: Redes de Computadores 2

Vagas por turma: 30

Docente responsável: Prof. Elias P. Duarte Jr. (elias@inf.ufpr.br)

Carga horária: 60 horas, distribuídas em 15 semanas (4 horas semanais)

Modalidades e meios:

- Atividades síncronas: videoconferência (<https://bbb.c3sl.ufpr.br/>)
- Atividades assíncronas: página da disciplina (<http://www.inf.ufpr.br/elias/redes>)

Cronograma detalhado: (definir **para cada semana**):

- Data de início: 31/janeiro/2022
- Data de término: 07/maio/2022
- Data das atividades síncronas: todas as segundas e quartas-feiras, das 20:30 às 22:10
- Serão realizadas aulas de laboratório virtual em horários a combinar com os alunos para a elaboração e defesa do Trabalho Prático, totalizando 12 horas.
- Detalhes das avaliações: Os alunos vão fazer um Trabalho Prático, envolvendo a implementação de *tecnologias vistas na disciplina*, valendo 20% da nota. Serão aplicadas duas provas cada uma valendo 40% da nota, em 1/julho/21 e 12/agosto/2021.

Cronograma conteúdo por semana:

*Semana 1: revisão de termos básicos de Redes de Computadores, protocolos e padrões. Introdução às redes celulares: história. Semana 2: Redes Celulares 5G. Fatiamento de redes. RAN: Radio Access Networks. Semana 3: Redes 6G e seus desafios. Semana 4: Introdução às redes definidas por software. Semanas 5: Redes SDN e o protocolo OpenFlow. Semana 5: Virtualização de Funções de Rede. Semana 6: Tolerância a intrusão: o problema dos Generais Bizantinos. Semanas 7 e 8: estratégia PBFT para tolerar intrusões. Semanas 9: Conceitos básicos de segurança, preparando para o estudo de blockchain. Semana 10: Blockchain: funcionalidade, arquitetura e algoritmos. Semanas 11 e 12: finalizando com laboratório para implementação de conceitos vistos.*