

# Conceitos e Tecnologias para Dispositivos Conectados (C115)

Prof. Samuel Baraldi Mafra



## Objetivo geral

O objetivo desse curso é apresentar conceitos e tecnologias relacionadas a "**softwarização**" de redes de comunicações e ao advento da Internet das Coisas.

## Programa

- Sockets, Programação para Redes e APIs (Application Programming Interfaces);
- Web services, Hypervisores, Virtualização, Máquinas Virtuais;
- Virtualização de roteadores, comutadores, rede e suas funções (NFV);
- Conceitos e Tecnologias de Redes Definidas por Software (SDN);
- Conceitos e Tecnologias para Internet das Coisas (IoT);
- Estudo de caso.

## Bibliografia

- William Stallings, Foundations of modern networking : SDN, NFV, QoE, IoT, and cloud, Pearson Education, ISBN 978-0-13-417539-3.
- Stevan Júnior, Sérgio Luiz, Internet das Coisas - IoT : fundamentos e aplicações em Arduino e NodeMCU ; São Paulo, SP : Editora Érica, 2018. , ISBN-978-85-365-2607-2
- Olivier Hersent, The internet of things : key applications and protocols, 344 p. : il. , ISBN: 978-1-11999-4350
- Mieso Denko, " Mobile Opportunistic Networks: Architectures, protocols and applications", Auerbach Publications, 2010.

## Bibliografia

- TANENBAUM, Andrew S.; SOUZA, Vandenberg D. de. Redes de computadores. Revisão de Edgard Jamhour. 4.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003. 945 p., il. ISBN 85-352-1185-3.
- KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down. Tradução de Arlete Simille Marques; Revisão de Wagner Luiz Zucchi. 3. ed. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2005. 634 p., il. ISBN da 3ª ed.: 85-88639-18-1.
- YUCE, Mehmet R.; KHAN, Jamil Y. (co-autor). Internet of things (IoT): systems and applications. Massachusetts: Editora Jenny Stanford, 2019. 349 p., il. ISBN 978-981-4800-29-7.
- WAHER, Peter. Learning internet of things: explore and learn about internet of things with the help of engaging and enlightening tutorials designed for raspberry Pi. Estados Unidos da América, EUA: Packt Publishing, 2015. 221 p., il. ISBN 978-1-78355-353-2
- SOLAIMAN, Basel (co-autor). Information fusion and analytics for Big Data and IoT. Boston, MA: Editora Artech House, 2016. 252 p., il. ISBN 978-1-63081-087-0

## Avaliação

- A avaliação será feita através de exercícios, um estudo de caso e um projeto no final da disciplina.
- Poderão ser feitos em **dupla** ou **individual**;
- $NP1 = 0.3 * \text{exerc1} + 0.7 * \text{ec}$   
 $NP2 = 0.3 * \text{exerc2} + 0.7 * \text{projeto}$   
onde,  
**exerc1**=Exercícios de aulas até entrega do estudo de caso.  
**exerc2**=Exercícios de aulas após o estudo de caso até entrega do projeto.  
**ec**=estudo de caso Mininet.  
**projeto**=Projeto de solução IoT.

Em caso de não entrega dos exercícios no prazo estipulado, o aluno poderá entregar o exercício no início da próxima aula da disciplina, entretanto os exercícios valerão no máximo 50% dos pontos da atividade.

- 1 Apresentação da disciplina e introdução aos conceitos de sockets.
- 2 Exercícios envolvendo Sockets UDP e TCP
- 3 Web services, Hypervisores
- 4 Virtualização, Máquinas Virtuais
- 5 Introdução a virtualização de funções de rede (NFV)
- 6 Redes definidas por software: Introdução, definições e requisitos
- 7 Redes definidas por software: abstrações
- 8 Openflow: Introdução, tabela de fluxos, wildcards, exemplos de regras.
- 9 Instalação do software Mininet, principais comandos e configurações de rede.
- 10 Análise de parâmetros de desempenho no software Mininet
- 11 Análise de regras no software Mininet
- 12 Construção de topologias customizadas no software Mininet
- 13 Introdução as redes de internet das coisas (IoT)
- 14 Arquitetura de redes IoT
- 15 Tecnologias para redes IoT: CoAP
- 16 Tecnologias para redes IoT: MQTT
- 17 Tecnologias para redes IoT: 802.15.4 e Zigbee
- 18 Tecnologias para redes IoT: 6LoWPAN
- 19 Apresentações de projetos
- 20 Apresentações de projetos

As aulas vão ocorrer nas terças feiras das 19:30 -21:10, a cada duas semanas.

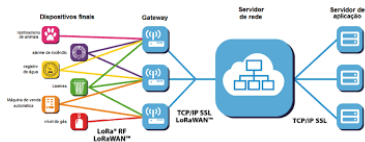
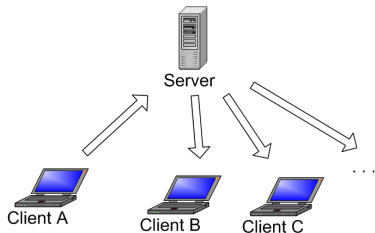
**Horário de atendimento:**

Terça-Feira 17:30 - 19:30

IoT Research Group no prédio II.



## Comunicação entre aplicações através de uma rede.



## Revisão: Camada de transporte

- A camada de transporte fornece comunicação lógica entre processos de aplicações, sendo implementados nos sistemas finais.
- São estabelecidas conexões lógicas, fim-a-fim, entre cada par de aplicações que se comunicam.

## Serviços providos pela camada de transporte

- A função básica da camada de transporte é promover uma transferência de dados fim-a-fim confiável (TCP), eficiente e econômica entre aplicações origem e destino, independente das camadas abaixo.
- São oferecidos dois tipos básicos de serviços:
  - O serviço orientado à conexão e confiável: protocolo TCP.
  - O serviço não orientado à conexão e não confiável: protocolo UDP.

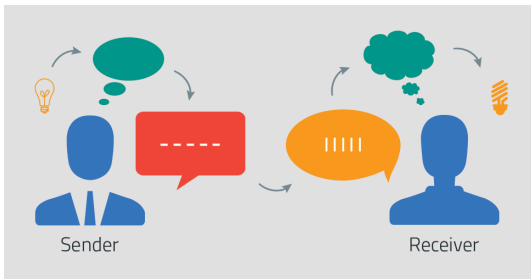
## UDP

- Datagrama;
- Não necessita de conexão;
- Não possui controle de erro;
- Mais simples e rápido.

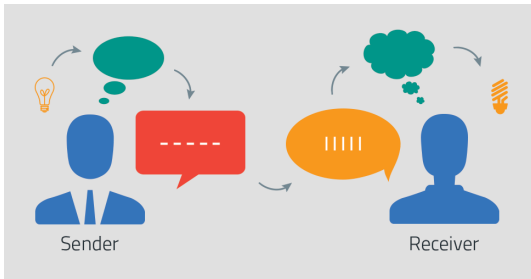
## TCP

- Stream;
- Orientado a conexão;
- Controle de erro;
- Garante entrega.
- Entrega ordenada.

- Como um programa se comunica com outro programa em uma rede?



- Como um programa se comunica com outro programa em uma rede?



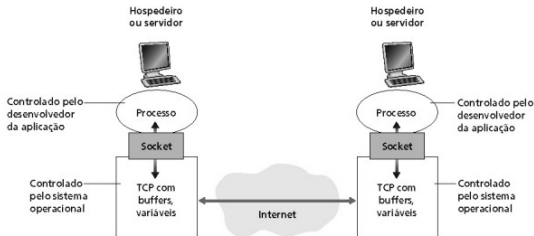
- Interface de programação de aplicativo (API) conhecida como sockets.

# Interface De Programação De Aplicações

- API é um conjunto de definições e protocolos usados no desenvolvimento e na integração de softwares de aplicações.
- Uma API permite que uma solução se comunique com outros produtos e serviços sem precisar saber como eles foram implementados.
- Os APIs de sockets abstraem a camada de rede para que uma aplicação possa se comunicar com outra sem ter que se preocupar com detalhes da pilha TCP/IP que gere a rede abaixo dessa aplicação.

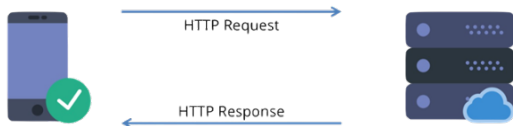
## O que é um socket?

- Socket é um ponto final de um fluxo de comunicação entre processos através de uma rede de computadores.
- Socket é a interface entre a camada de aplicação e a de transporte dentro de uma máquina.
- Socket provê a comunicação entre dois processos que estejam na mesma máquina (Unix Socket) ou na rede (TCP/IP Sockets).





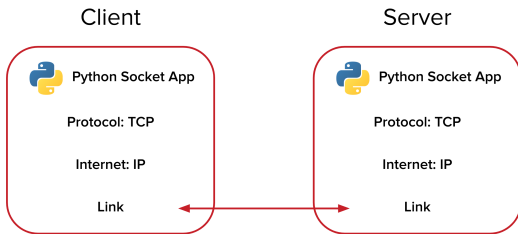
- Cliente - Servidor
- No padrão Request-Response há dois atores: Cliente e Servidor. Nesse protocolo o servidor fica o tempo todo ouvindo requisições que podem chegar dos seus cliente, porém ele estabelece uma conexão apenas temporária com o servidor, a medida que for realizando as requisições e obtendo as respostas, após isso a conexão é quebrada e o cliente não será notificado de nenhuma modificação.



- Um processo envia/recebe mensagens para/de seu socket;
- O socket é análogo a uma porta/ porteiro de um prédio:
  - O processo de envio empurra a mensagem para fora da porta;
  - O processo de envio confia na infra-estrutura de transporte no outro lado da porta que leva a mensagem para o socket no processo de recepção.
  - Um processo é identificado pelo endereço IP e porta.
  - Os sockets para Unix e internet são baseados na API Berkeley sockets. No windows há o Winsock.

- O uso de portas permite que computadores / dispositivos executem vários serviços / aplicativos.
- Analogia apartamentos
  - Todos os apartamentos compartilham o mesmo endereço.
  - No entanto, cada apartamento também possui um número de apartamento que corresponde ao número da porta.
- Portas até 1024 são reservadas.
- Exemplos de portas:
  - Porta 80- Servidor HTTP;
  - Porta 21- Servidor FTP;
  - Portas 25,587- Servidor Simple Mail Transfer Protocol (SMTP);
  - Porta 995- Porta SSL / TLS (POP3),
  - Porta 993 - Porta SSL / TLS (IMAP).

# Programação de sockets em Python:



## Linguagens disponíveis

- Java;
- C;
- Python.

- Biblioteca Socket;
- `socket(familia, tipo)`; Cria um socket de determinada família e tipo.

Onde a familia é dada por:

- `AF_INET`: IPV4;
- `AF_INET6`: IPv6 e IPV4;
- `AF_UNIX`, `AF_LOCAL`;
- `AF_BLUETOOTH`.

Já o tipo:

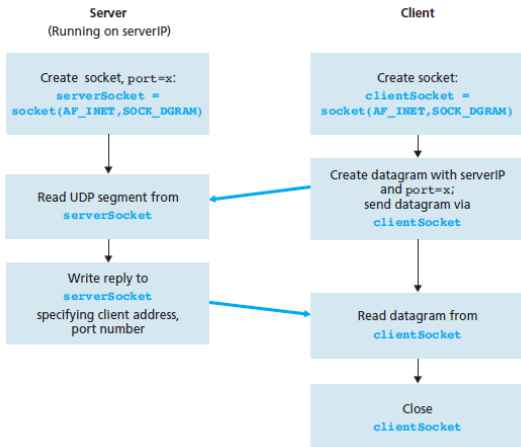
- `SOCK_STREAM` (TCP);
- `SOCK_DGRAM` (UDP);

- `bind((host,porta))`: Associa o servidor a determinado endereço e porta.
- `listen()`: Este método configura e inicia o ouvinte TCP. Estabelece o numero de clientes na fila para se conectar ao servidor;
- `accept()`: Aceitar a conexão;

- `connect((host,porta))`: Estabelece uma conexão com o servidor e inicie o handshake de três vias.
- `connect_ex()`
- `send()`: Enviar uma mensagem TCP;
- `recv()`: Receber uma mensagem TCP;
- `sendto()`: Enviar uma mensagem UDP;
- `recvfrom()`: Receber uma mensagem UDP;
- `close()`: Finalizar a conexão.



# Socket UDP



# UDP-server

Programa servidor que recebe uma frase de tamanho 1024 bytes e coloca em letras maiúsculas.

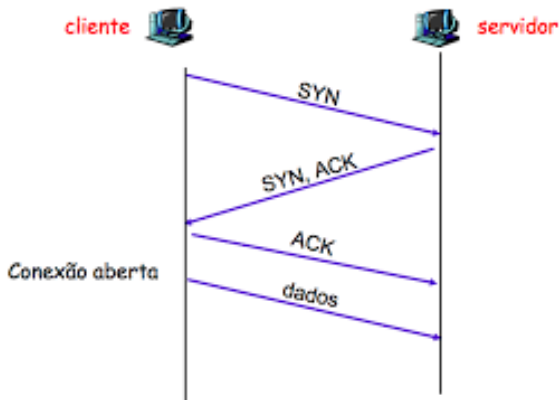
```
1 from socket import *
2 #Porta do servidor
3 PortaServidor= 12000
4
5 SocketServidor = socket(AF_INET,SOCK_DGRAM)
6 SocketServidor.bind(('',PortaServidor))
7 SocketServidor.settimeout(1000)
8
9 print("Server Ready")
10 while 1:
11
12     Palavra,EnderecoCliente = SocketServidor.recvfrom
13         (1024)
14     PalavraModificada =Palavra.decode('utf-8').upper()
15     print("Enviando para o cliente: ",PalavraModificada)
16     SocketServidor.sendto(PalavraModificada.encode('utf
17         -8'),EnderecoCliente)
```

Programa cliente que envia uma frase de tamanho 1024 bytes.

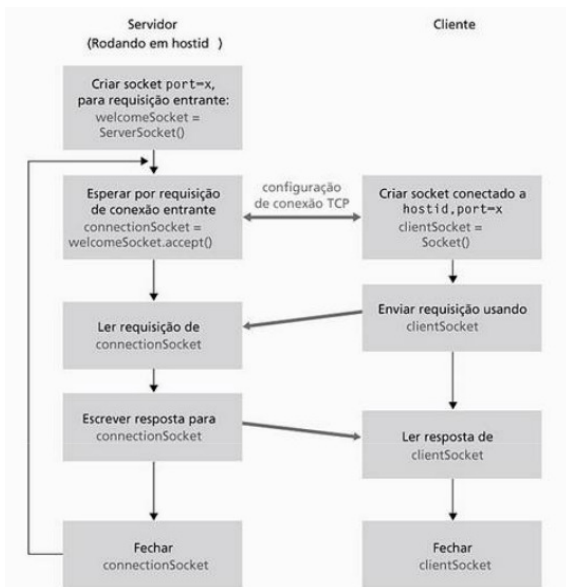
```
1 from socket import *
2 #Server Address.
3 servername = 'localhost'
4 serverPort = 12000
5 #Create an INET , STREAM socket (UDP).
6 clientSocket = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM)
7 clientSocket.connect((servername, serverPort))
8 clientSocket.settimeout(10)
9 sentence = input('Input text: ')
10 #sendto server address + server port.
11 clientSocket.sendto(sentence.encode('utf-8'), (
    servername, serverPort))
12 modifiedSentence= clientSocket.recv(1024)
13 print("From server: ", modifiedSentence.decode('utf-8'))
14 clientSocket.close()
```

# Socket TCP

## Three way handshake



# Socket TCP



# TCP-server

Programa servidor que recebe uma frase de tamanho 1024 bytes e coloca em letras maiúsculas.

```
1 from socket import *
2
3 serverPort = 3000
4 serverSocket = socket(AF_INET, SOCK_STREAM)
5 #atribui a porta ao socket criado
6 serverSocket.bind(('', serverPort))
7 #aceita conexoes
8 #com no maximo um cliente na fila
9 serverSocket.listen(1)
10 print('The server is ready to receive')
11 while True:
12     connectionSocket, addr = serverSocket.accept()
13     #recebe a mensagem do cliente em bytes
14     mensagem = connectionSocket.recv(1024)
15     #envio tbm deve ser em bytes
16     mensagem = mensagem.upper()
17     connectionSocket.send(mensagem)
18     connectionSocket.close()
```

Programa cliente que envia uma frase de tamanho 1024 bytes.

```
1 from socket import *
2 serverName = 'localhost'
3 mensagem = "conceitos e tecnologias para dispositivos
   conectados"
4 serverPort = 3000
5 clientSocket = socket(AF_INET, SOCK_STREAM)
6 clientSocket.connect((serverName, serverPort))
7 #a mensagem deve estar em bytes antes de ser enviada
   ao buffer de transmissao
8 clientSocket.send(mensagem.encode())
9 #recebe a resposta do servidor
10 msg = clientSocket.recv(1024).decode()
11 #devemos converter a mensagem de volta para string
   antes de imprimi-la
12 print('Resposta:' , msg)
13 #fecha a conexao
14 clientSocket.close()
```

# Obter IP de um site

- Função gethostname retorna o host
- Função gethostbyname retorna o endereço IPV4 local.

```
1 import socket
2 Meu_host_name = socket.gethostname()
3 print("Nome do host local e {}".format(Meu_host_name))
4 Meu_IP = socket.gethostbyname(Meu_host_name)
5 print(" Endereco IP do local host e {}".format(Meu_IP)
   )
```

arquivo: gethost.py



# Obter IP de um site

- Função `gethostbyname` retorna o endereço IPV4 do site.

```
1 #!/usr/bin/env python
2 import socket
3 ip = socket.gethostbyname('uol.com.br')
4 print(ip)
```

arquivo: `getipsite.py`

Não funciona para todos os sites devido a redirecionamentos.

# Obter IP de um site

- Função `getaddrinfo` lista os endereços IP e números de porta para host `hostname` e serviço `servname`.

```
1 import socket
2 from pprint import pprint
3
4
5 addrinfo = socket.getaddrinfo('uol.com.br', 'www')
6
7 print(addrinfo)
```

arquivo: site.py

```
1  #!/usr/bin/python
2  import socket
3  sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_DGRAM)
4  udp_host = socket.gethostname()
5  udp_port = 12345
6  sock.bind((udp_host, udp_port))
7  while True:
8      print("Esperando pelo cliente...")
9      data, addr = sock.recvfrom(1024)
10     Data=data.decode()
11     print("Mensagem recebida:", Data, " from", addr)
```

arquivo: udpserver2.py

```
1 import socket
2 sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_DGRAM)
3 udp_host = socket.gethostname()
4 udp_port = 12345
5 msg = "Bom dia!"
6 print("UDP host:", udp_host)
7 print("UDP Porta:", udp_port)
8 sock.sendto(msg.encode(), (udp_host, udp_port))
```

arquivo: udpclient2.py

# Transferir arquivos pelo computador

```
1 import socket
2 print("Clinte")
3 HOST='localhost'
4 PORT=57000
5 s=socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_STREAM)
6 print("conectando com servidor...")
7 s.connect((HOST,PORT))
8 print("abrindo arquivo...")
9 arq=open('oi.txt','rb')
10 print("enviado arquivo")
11 for i in arq:
12     #print i
13     s.send(i)
14 print("saindo...")
15 arq.close()
16 s.close()
```

arquivo: *clientsock.py*

# Transferir arquivos pelo computador arquivo: *servsock.py*

```
1 import socket
2 print("Servidor")
3 HOST = "localhost"
4 PORT = 57000
5 s=socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
6 print("Escutando a porta...")
7 s.bind((HOST,PORT))
8 s.listen(1)
9 print("Aceitando a conexao...")
10 conn,addr= s.accept()
11 print("recebendo o arquivo...")
12 arq = open('oi.txt','wb')
13 while 1:
14
15     dados=conn.recv(1024)
16     if not dados:
17         break
18     arq.write(dados)
19 print("saindo...")
20 arq.close()
21 conn.close()
```

# UDP ping

```
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2
3 import random
4 from socket import *
5
6 serverSocket = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM)
7 serverSocket.bind(('', 12345))
8
9 while True:
10
11     rand = random.randint(0, 10)
12
13     message, address = serverSocket.recvfrom(1024)
14
15
16     if rand < 4: # taxa de perdas de 40 por cento
17         continue
18
19     serverSocket.sendto(message, address)
```

arquivo: UDPPingerServer.py

# UDP ping: arquivo: UDPPingerClient.py

```
1 import time
2 from socket import *
3 clientSocket = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM)
4 clientSocket.settimeout(1)
5 remoteAddr = (gethostname(), 12345)
6 for i in range(10):
7     sendTime = time.time()
8     message = 'PING ' + str(i + 1) + " " + str(time.
9         strftime("%H:%M:%S"))
10    clientSocket.sendto(message.encode(), remoteAddr)
11    try:
12        data, server = clientSocket.recvfrom(1024)
13        Data=data.decode()
14        recdTime = time.time()
15        rtt = recdTime - sendTime
16        print("Message Received", Data)
17        print("Round Trip Time", rtt)
18        print()
19    except timeout:
20        print('REQUEST TIMED OUT')
21 clientSocket.close()
```