

# Redes Sem Fio e Móveis

Geraldo Robson. Mateus

Departamento de Ciência da Computação  
Universidade Federal de Minas Gerais  
Belo Horizonte - MG



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Telecomunicação

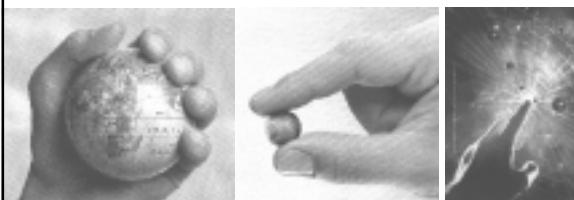
Tecnologia de comunicação à distância que possibilita a informação ser criada em qualquer lugar e utilizada em todos os lugares.



Rede de Telecomunicação

Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

Qual é o tamanho do mundo do ponto de vista da comunicação?



Ao longo do tempo, o homem tem conseguido atingir distâncias cada vez mais longas ...  
... e o mundo tem ficado cada vez "menor"



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Primórdios da Comunicação Sem Fio



Pombo Correio



Telégrafo Ótico

Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

Comunicação com fio e suas características



Meios físicos em permanente manutenção



O par telefônico tradicional tem limitações quanto a BW



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Características do Ambiente

A comunicação da rede é sempre feita por meio fio.

Ou seja, encontro entre estrutura de TV ou UTP é só



Rede Fixa

Tipos de rede



Rede Móvel

Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

The diagram illustrates the difference between fixed and mobile networks using a road metaphor. On the left, a wide highway represents a **Rede Fixa** (Fixed Network), with a single car driving on it. On the right, a narrow road with a barrier in the center represents a **Rede Móvel** (Mobile Network), with multiple cars moving in opposite directions. Above the highway, the text "Largura de Banda" (Bandwidth) is written vertically.

Características do Ambiente

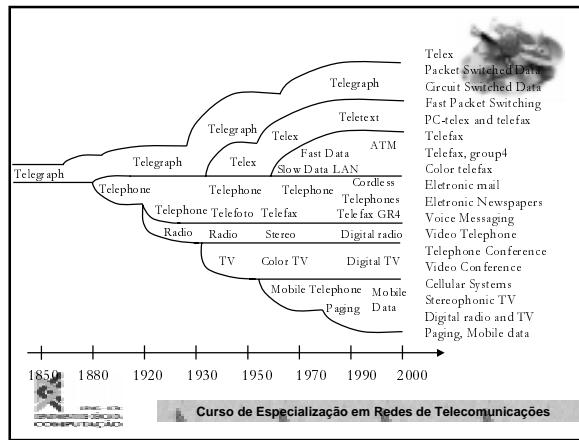
Largura de Banda

Rede Fixa

Rede Móvel

Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

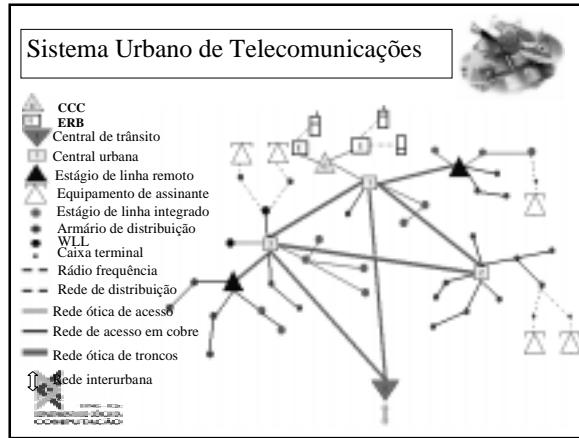
Características do Ambiente			
		Bits Errados	
$10^{-12}$ a $10^{-15}$		$10^{-3}$ a $10^{-6}$	
ou		ou	
\$0.40		\$40 000 000	
Rede Fixa		Rede Móvel	



# Tipos de Comunicação



- Comunicação sem fio e com fio são complementares
- Os dois tipos de comunicação devem continuar a crescer
  - Com fio: fibra ótica
  - Sem fio: novos protocolos e velocidades mais altas



## Tecnologias Sem Fio

- Rede Celular
- WLL - Wireless Local Loop
- Rede de Acesso de Faixa Larga
- Rede Rádio Interurbana
- Computação Móvel



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Comunicação Móvel

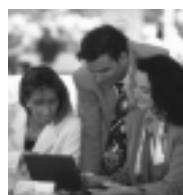
Informações e recursos em qualquer lugar e momento

NÔMADE UBÍQUA



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Computação Móvel



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

Acesso a qualquer lugar, a qualquer momento



Computação Móvel:  
Uma definição mais “técnica”

Processamento

+

Mobilidade

+

Comunicação sem fio



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Processamento



- Dispositivo de processamento portátil e tipos variados
- Pode ser levado para qualquer lugar
- Não deve depender de "energia de tomada"



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Mobilidade

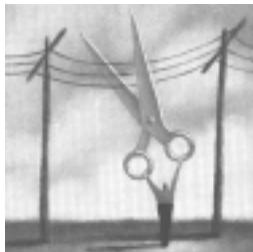
- Não importa onde você esteja



UNIVERSIDADE SÃO PAULO  
COMPUTAÇÃO



## Comunicação Sem Fio



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Evolução

- CPD - Anos 60
- Terminais - Anos 70
- Redes - Anos 80
- Mobilidade - Anos 90

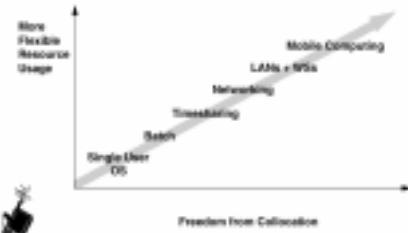


UNIVERSIDADE SÃO PAULO  
COMPUTAÇÃO

Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

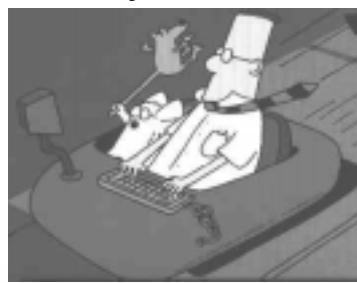
## Novo Paradigma

## Evolução



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Computação Móvel: Carro (ficção)



UNIVERSIDADE SÃO PAULO  
COMPUTAÇÃO

Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

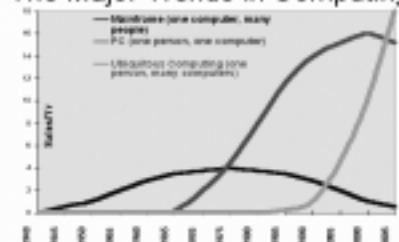
## Computação Móvel: Carro (real)



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Computação Móvel: Tendência

The Major Trends in Computing



ações

## Computação Móvel: Tendência



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Computação Móvel

Amplia o conceito de computação distribuída  
Suportada pela comunicação sem fio  
Rede Fixa + Rede Móvel

### Sem Fio x Móvel



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Objetivos

Prover aos usuários um ambiente computacional com mobilidade  
Atender necessidades de mercado  
Serviços celulares  
Redes locais sem fio  
Transmissão via satélite  
Sistemas de Navegação e Despacho  
Crescimento PDA, Laptop, Palmtop  
Novos problemas, serviços, ferramentas,...

Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Computação Móvel

- Comunicação Sem Fio
  - Indoor x Outdoor
  - Qualidade da conexão
  - Limitações de banda
  - Portabilidade
- Computação
  - Mobilidade
  - Segurança + Privacidade
  - Energia
  - Características do canal



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

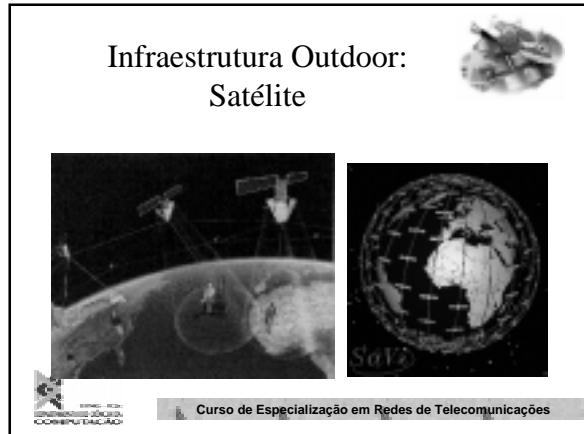
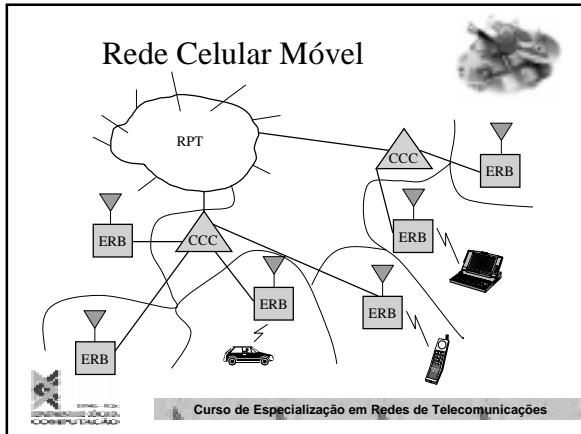
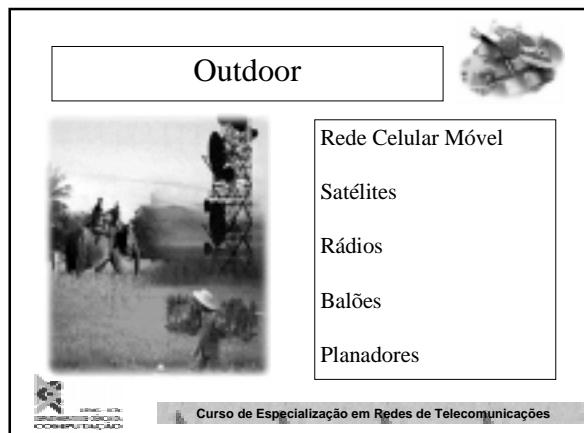
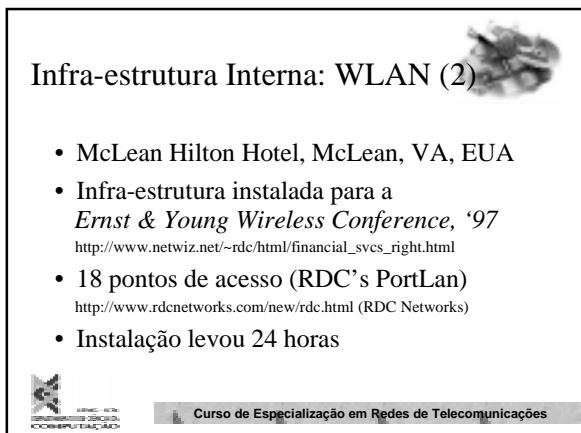
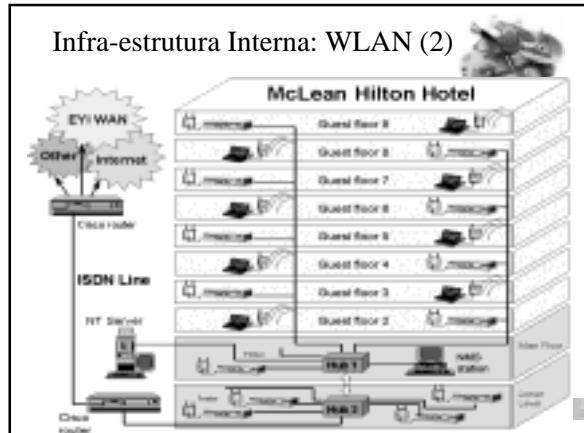
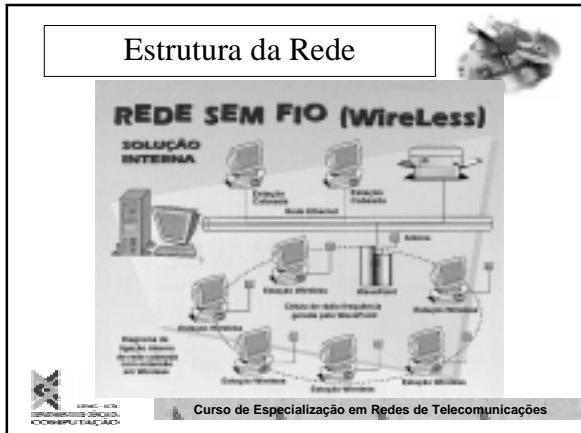
## Indoor

### WLAN - Wireless LAN

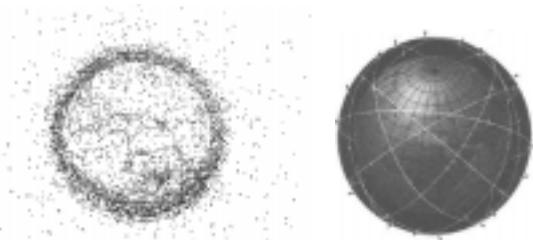
Infravermelho

Laser

Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações



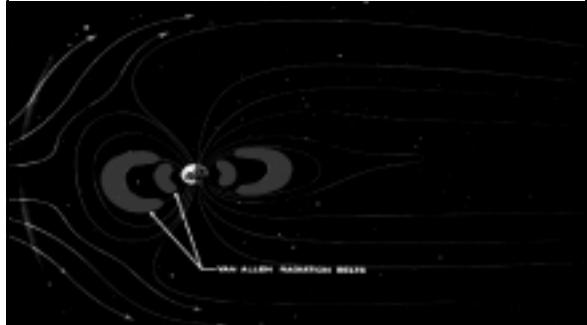
## Infra-estrutura Externa: Satélite



O número de órbitas é finito

Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Infra-estrutura Externa: Satélite



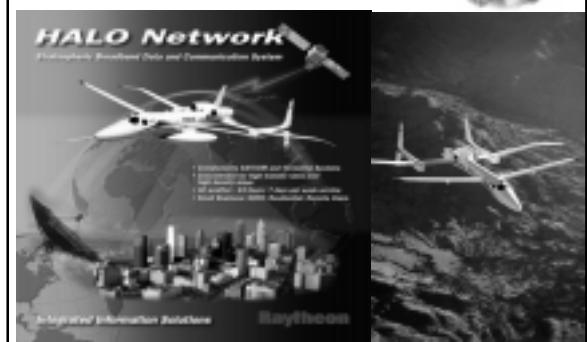
## O Problema da Cobertura

- Independente da infra-estrutura de comunicação
- Satélites tendem a ter uma cobertura maior
- Celulares restritos a regiões metropolitanas



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Aviões Não Tripulados



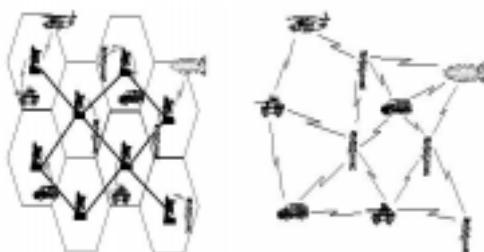
## Projeto HALO High Altitude Long Operation

- Características:
  - Voa numa altitude de 51 a 60000 pés
  - Projetado para comunicação *broadband*
  - Área de cobertura:
    - 50 a 75 milhas de diâmetro, em áreas metropolitanas
    - Capacidade inicial de 16 Mbps
- Info: [www.angelcorp.com](http://www.angelcorp.com)



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Estruturada x Ad hoc



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Redes Ad hoc

### Principais problemas

- Localização
- Movimentação dos nodos
- Desligamento sem aviso dos nodos
- Qualidade do canal
- Baixa banda passante
- Consumo de energia



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações



## Dispositivos Computacionais

- Laptop, palmtop
- PDAs (Personal Digital Assistants)
- Telefones celulares

► Três segmentos com características diferentes



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações



## Características desses segmentos

### Laptops:

- CPUs ≈ desktops
- Memória ≈ desktops
- Telas de até 10-12"
- E/S padrão
- Energia é problema

### PDAs e celulares:

- CPUs mais "lentas"
- ↓ Mem ROM/RAM
- Telas pequenas
- E/S extremamente restrito
- Energia é mais restrita ainda



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações



## Laptops e Palmtops



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações



## PDAs



The advertisement features a PDA displaying a news website. To the left of the PDA, there's a vertical list of news sources: The New York Times, USA Today, CNN.com, Fox News, FOX, MSN, Mercury News, and Weather24. The PDA screen shows the text "AvantGo delivers the Web To Go".



## PDAs

### Palm VII



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações



**PDA**  
**PalmVII**




Cobertura Interna/Externa  
Cobertura Externa

Ref: Jul 2000

### PDA Paldio

(Mitsubishi)

- Baseado no Personal Handyphone System
- Arquitetura:
  - VxWorks (SO) 32 bits
  - 4 MB DRAM/4 MB flash ROM
  - display monocromático "half VGA"
- Permite acesso a email e Internet

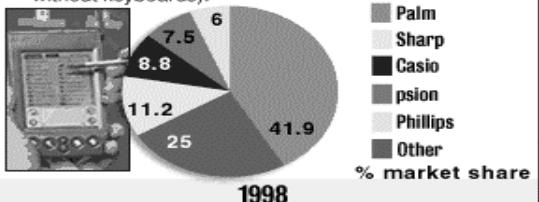


Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

**PDAs**

**Quite a handful**

3Com's Palm dominates the worldwide market for handheld companions (includes systems with and without keyboards).



Brand	% market share
Palm	41.9
Sharp	25
Casio	11.2
psion	8.8
Phillips	7.5
Other	6

SOURCE: International Data Corp.

**Telefones Celulares**



- Motorola L+ Series
- Ericsson R320
- Nokia 7110
- Alcatel One Touch View
- NeoPoint 1000
- outros

Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

**Pager**

WHY PAY SKY-HIGH PRICES WHEN YOU CAN GO BEYOND PAGING® FOR LESS?



Lowest function needed to receive or transmit messages  
Lowest message retention  
Most cost effective messaging  
50,000 characters for just \$29.95  
Lowest message retention  
Lowest message cost per message  
Highest message quality  
High message availability  
Low message latency

**Tecnologias de Acesso**

- FDMA - Frequency Division Multiplexing Access
  - AMPS - Advanced Mobile Phone Service
- TDMA - Time Division Multiplexing Access
  - GSM - Global System for Mobile communication
  - D-AMPS - Digital AMPS
- CDMA - Code Division Multiplexing Access
- Gerações 2G, 2.5G, 3G e 4G

Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Como ligar esses dispositivos a Internet?

- Laptops
  - Similar a um PC
  - ... mas similaridade depende da infra-estrutura de comunicação
- PDAs e Celulares
  - Nova arquitetura
  - Fazendo adaptação



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## E a arquitetura TCP/IP para PDAs e Celulares?



- Não é adequada
- Não é leve



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Solução: Arquitetura WAP

- Solução para ligar PDAs e celulares a Internet
- O padrão WAP especifica um ambiente de aplicação e uma pilha de protocolos para dispositivos sem fio, como telefones celulares, pagers e PDAs



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Arquitetura WAP: Interoperabilidade

- Aplicações desenvolvidas para um dispositivo devem poder operar em outros dispositivos
  - Não devem existir versões diferentes para dispositivos diferentes
  - Um componente compatível com a especificação WAP deve poder interoperar com qualquer outro componente WAP



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Telefones Celulares e Infra-estrutura



Banda bilionária				
As licitações para as concessões de rádio que permitem acesso de alta velocidade à Internet podem arrecadar 180 bilhões de euros na Europa.				
Países	Número de licenças	Duração (anos)	População (em milhões)	Valor das concessões (em bilhões de euros)
Reino Unido	05	20	59,1	42
Alemanha	04	20	81,2	50
Fráncia	04	—	58,5	40
Itália	05	—	57,5	30
Espanha	04	20	39,3	1,5
Holanda	05	15	15,5	10
Bélgica	04	—	10,2	7
Finlândia	04	20	5,1	—

Fonte: J. R. Gómez  
Estado de Minas Economia, No. 26, Junho de 2000

## Outros Celulares



Nokia Communicator



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Perspectivas

- Terceira Geração de Celulares
  - Por enquanto, os aparelhos WAP que estão chegando trafegam dados em 9,6 kbps ou 14,4 kbps
  - A próxima geração de celulares transmitirá dados até 2 Mbps

Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Exemplo Celular WAP



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Celulares de 3<sup>a</sup> Geração



## Meio Sem Fio

### Baixa Bandwidth

- Ordens de magnitude entre redes fixas, móvel outdoor, móvel indoor
- Variabilidade de bandwidth
- Alta Taxa de Erros
- Efeito *Multipath*
- Sensibilidade a Obstáculos

Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Meio Sem Fio

- Desconexão
- Desempenho
- QoS
- Roteamento
- Gerenciamento de Energia
- Redes Heterogêneas
- Handoff vertical

Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Bandwidths and Latencies

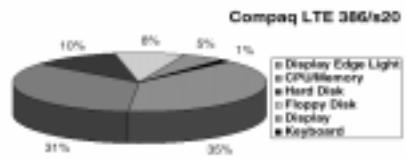
Type of Network	Bandwidth	Latency	Mobility	Type Video Performance	Type Audio Performance
In-Building	< 1 Mbps Common: 1 Mbps Research: 20-50 Mbps	< 10 ms	Stationary	2-Way Interactive Full Frame Rate (Compo)	High Quality 30-bit Samples 22 KHz Rate
Campus-Area Packet Radio Network	~ 64 Kbps	~ 100 ms	Stationary	Med. Quality Slow Scan	Med. Quality Reduced Rate
Wide-Area	10-2 Kbps	> 100 ms	Vehicular	Frozen Frame	Asynchronous "Voice Mail"
Regional-Area (GSM/HIPERLAN)	0.8 Mbps - 10+ Mbps (asymmetrical)	> 100 ms	Vehicular Stationary	Second-Frame Frozen Frame	Asynchronous "Voice Mail"

Connect with 100 mbps Fast Ethernet or 155 mbps ATM  
Plus these bandwidths are SHARED among colocated users!

Immediate Future: 20 mbps wireless In-building (European HiperLAN)  
64 kbps wide area (European GSM)  
InterPad: 200 mbps CDMA radio/2 mbps per user

Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Consumo Energia Laptop



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Questão Central em Computação Móvel

### ADAPTAÇÃO

- Deve levar em consideração:
  - Mobilidade
  - Características do ambiente de comunicação sem fio
  - Energia



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações

## Alguns Problemas

- Localização de estações
- Propagação de sinais
- Alocação de frequências
- Localização de unidades móveis
- Alocação de servidores e serviços
- Serviços que dependem da localização
- Gerência de informação
- Gerência de energia
- Protocolos para suporte
- Projetos de hardware e software
- Dispositivos vestíveis
- Roteamento



Curso de Especialização em Redes de Telecomunicações