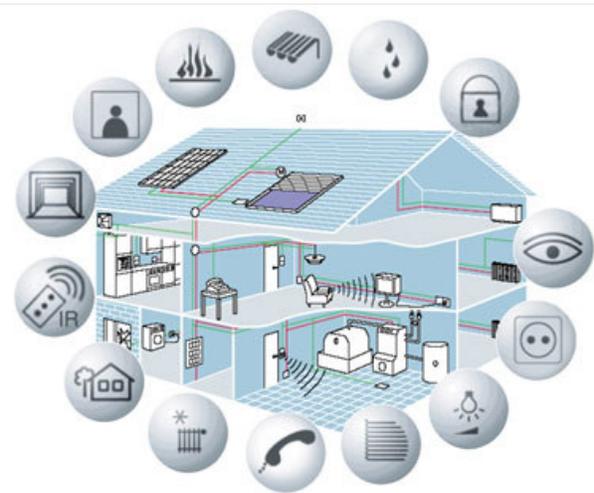


COMUNICAÇÃO SEM FIO

# Domótica, Casas Digitais, Casas Inteligentes

## e Gerenciamento através de Dispositivos Móveis

Prof. Paulo André da S. Gonçalves  
[pasg@cin.ufpe.br](mailto:pasg@cin.ufpe.br)



### About me ...

- Disciplina de Comunicação Sem Fio
- Projetos
  - Redes de Sensores e RFID
  - P2P
  - Comunicação Sem Fio e Mobilidade
    - W-Fi, WiMax, 3G, 4G, Bluetooth, Zigbee, DVB, MediaFlo, DMB, ISDB-T, etc
  - Segurança
    - Redes Cabeadas e Sem Fio
  - VoIP
  - Gerenciamento Remoto de Casas Inteligentes através de Dispositivos Móveis
  - Comunicação de Grupo (Multicast)
  - Redes Overlay
  - Multimídia
  - Diversos outros temas na área de redes ...

## Agenda

- Domótica, Casas Digitais e Casas Inteligentes
- Mercado
- Padrões de Controle
  - X-10
  - Insteon
  - EIBus
  - LonWorks
  - EHS
  - CEBus
  - Konnex
  - BatiBus
  - HomePlug
- Interações entre Ambientes Domésticos e Dispositivos Móveis
  - Gerenciamento Local
  - Gerenciamento Remoto
- Demonstração
- Conclusão



# INTRODUÇÃO



## Domótica (Definição)

### Domus (Latin -> Home) + Robótica

DOMUS quer dizer casa, DOMÓTICA quer dizer automação da casa. Por definição, automação refere-se a um **sistema ou método pelo qual é possível realizar e controlar eventos sem um pensamento consciente**. A automação doméstica, ou a DOMÓTICA, usa esses princípios aplicados à habitação particular e coletiva.

<http://www.lardocelar.com/consultorio/consubarea.jsp?area=8&subarea=46>



© 2005 Paulo A. da S. Gonçalves

◀ 5 ▶

## Domótica

### Domus (Latin -> Home) + Robótica

- Outras definições

- Tecnologia (eletrônica, informática, comunicação) que integra o controle e a supervisão de dispositivos domésticos
- Uso da Informática e de técnicas de comunicação com o intuito de obter uma **“casa inteligente”**



**Atenção !**

- Aplicações

- Segurança
- Economia
  - Gestão Energética
- Conforto
  - Automatização de tarefas domésticas
- Ecologia
- Integração
- Educação, cultura e entretenimento



© 2005 Paulo A. da S. Gonçalves

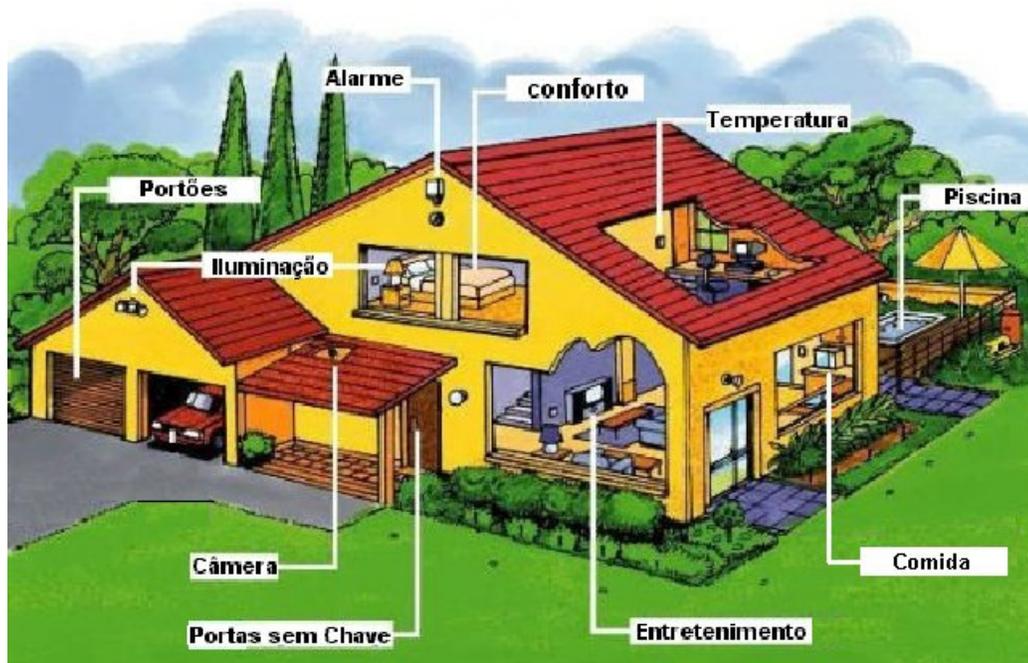
◀ 6 ▶

## Aplicações da Domótica (Exemplos)

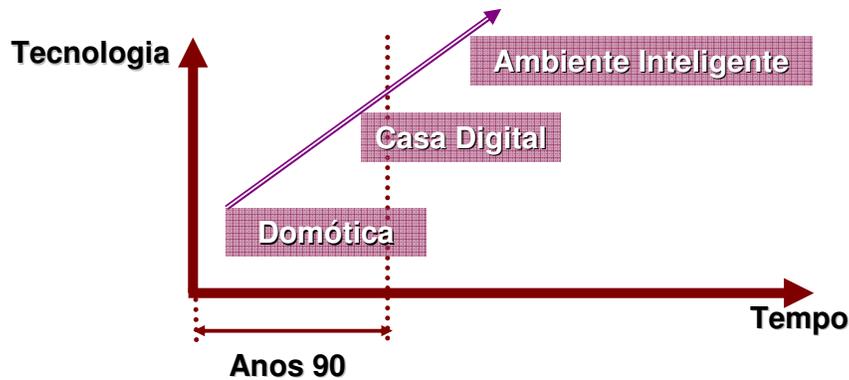
- Gestão Energética
  - Controle da climatização
  - Controle de consumo elétrico
  - Gestão de tarefas
- Conforto
  - Automatização do controle de luzes
  - Automatização de sistemas/instalações/equipamentos
  - Integração de diferentes equipamentos em um único
  - Integração de dados, áudio, vídeo e voz
- Proteção Patrimonial, Pessoal e Residencial
  - Sistemas de segurança (câmeras, alarmes, etc)
  - Emergência médica e assistência à distância
  - Abertura e fechamento de portas, janelas e cortinas



## Aplicações da Domótica (Exemplos)



## Evolução da Domótica



## Casa Digital (Definição)

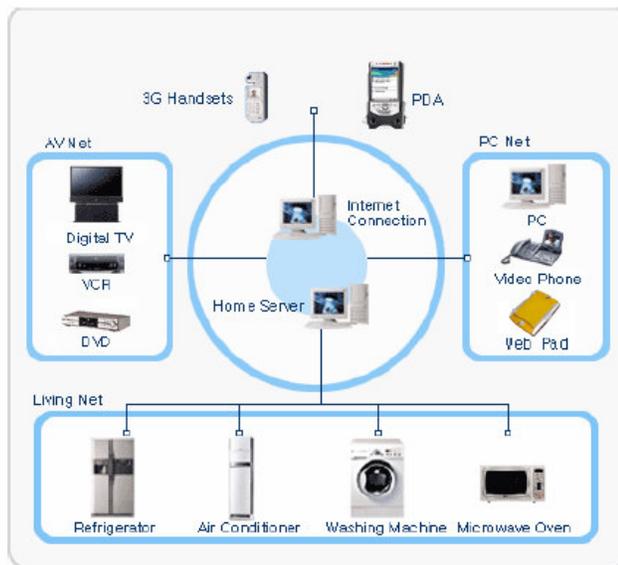
**Standards Enable the Vision** Intel's commitment to computing standards has enabled innovations like the digital home. **Intel's digital home vision consists of interoperable devices in the home that are capable of sharing digital media across a home network.** This allows, for example, the easy transfer of pictures from a digital camera to a PC for editing, and then to a large-screen TV for viewing. It means you can use a PC to download a movie from an online vendor, and then play it through your DVD player or TV, or download music and play it on your home stereo. **The ultimate goal is to enable consumers to access digital content from any device, anytime and anywhere, both inside the home and on-the-go.**

[http://www.intel.com/standards/case/case\\_dh.htm](http://www.intel.com/standards/case/case_dh.htm)



## Casa Digital

- Características
  - Controle remoto dentro e fora da casa
  - Sistemas programáveis
- Serviços
  - Comunicação
    - Acesso compartilhado à Internet
    - Teletrabalho, educação à distância, teleco
    - Vídeo-Telefonia, Vídeo-Conferência
  - Entretenimento
    - Difusão de áudio e vídeo
    - Aplicações multimídia
  - Gestão do Lar
    - Televigilância, telemedicina
    - Controle doméstico



Fuente: LG Electronics



## Ambiente Inteligente

Este tipo de ambiente tem como base um novo paradigma da tecnologia dentro do qual as pessoas são assistidas por uma inteligência ambiente que é suportada através de uma alta gama de dispositivos computacionais. **O ambiente se mantém informado sobre contexto e presença de pessoas, podendo se adaptar as suas necessidades, hábitos, movimentos e emoções.** Este paradigma é em si uma combinação de visões futurísticas e de tendências atuais: a onipresença da capacidade de tratamento de informações e o uso de interfaces homem-máquina que permitem interações mais naturais e intuitivas.



## Ambiente Inteligente

Um ambiente inteligente envolve a convergência de várias áreas da computação. **A computação ubíqua** contribui com inúmeros dispositivos, móveis ou não, miniaturizados ou não, capazes de realizar tratamento de dados e de se comunicar; **os sistemas inteligentes** contribuem com algoritmos de aprendizagem, de identificação de padrões, de reconhecimento vocal e de imagens, de tradução de linguagens, de classificação de movimentos e de avaliação de situações; **a análise de contexto** contribui com pesquisas sobre o posicionamento ao longo do tempo de todos os tipos de objetos assim como a interação destes com o ambiente que os cerca. A interação social entre os próprios objetos do ambiente também é um ponto de suma importância.



## Ambiente Inteligente



# MERCADO

## Mercado

### Casas Inteligentes são a última tendência

- Automatização de Residências
  - Tendência Mundial
  - Crescimento observado de 20% ao ano
  - Grande disputa de empresas de tecnologia
    - Mercado nos próximos 7 anos
      - Movimentação de US\$ 250 bilhões nos EUA
      - Movimentação de US\$ 1 trilhão em todo o mundo
  - Grandes Dificuldades
    - Definição da casa do futuro (o que o consumidor quer ?)
    - Historicamente pouca atenção foi dada ao mercado doméstico
    - Fornecedores de tecnologia ainda não estão preparados para a demanda
    - Qual será a real demanda ?
  - Possíveis vencedores
    - Uma empresa ou um pequeno grupo de empresas impoanto um padrão
    - Quem oferecer sistemas abertos capazes de dialogar com a concorrência

# PADRÕES

## (X10 e HomePlug)



### X10

**O primeiro padrão industrial para automação residencial e ainda o mais utilizado ...**

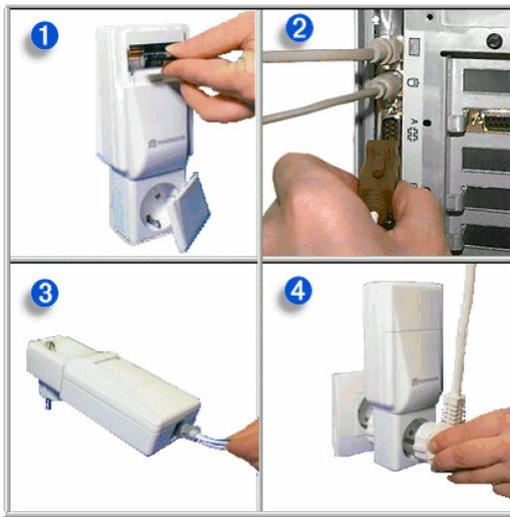


- Uso da Rede Elétrica para sinalização controle
- Desenvolvido em 1975 pela Pico Electronics of Glenroths (Escócia)
  - Intuito: permitir o controle remoto de dispositivos em residências
- Nível Físico
  - Informação é codificada em portadoras de 120 KHz transmitidas em rajadas na corrente alternada de 50 ou 60 Hz
  - 20 bits/s
  - Transmissão de ordem completa em 11 ciclos de corrente divididos em
    - 1. Código de início
    - 2. Código de casa (letras de A-P)
    - 3. Código de numérico (1-16) do dispositivo ou função
      - Acender, apagar, aumentar intensidade, etc



# X10

O primeiro padrão industrial para automação residencial e ainda o mais utilizado ...



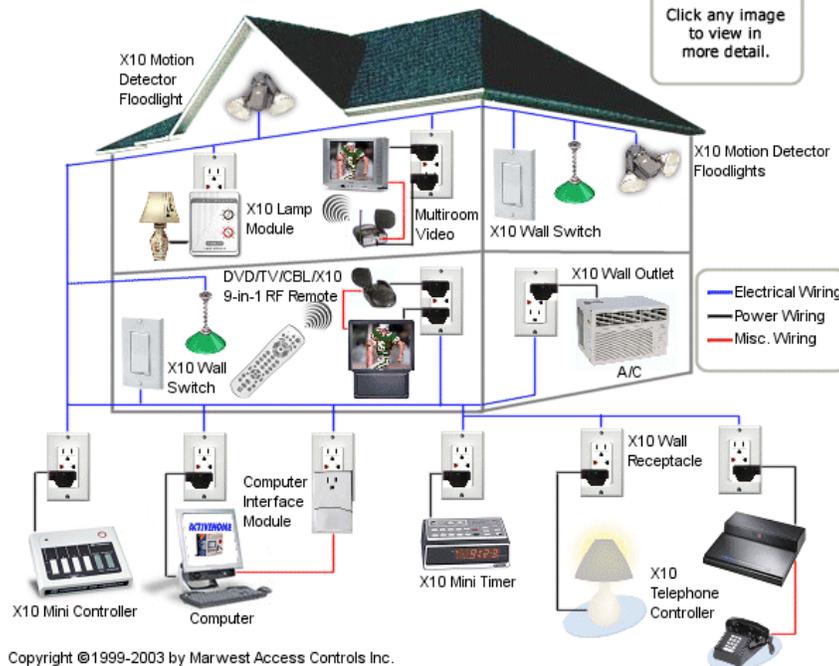
Sistema de controle através de um PC



Configuração do controle de iluminação



# Casa X10



Copyright ©1999-2003 by Marwest Access Controls Inc.  
Pictures used with written consent from Smarthome.com and X10Pro.com



## HomePlug

### Evolução do controle residencial via rede elétrica



- Uso da Rede Elétrica para sinalização controle
- Desenvolvido em 2001 pela HomePlug Powerline Alliance
- Se basea nos avanços das redes de computadores para melhoria de desempenho
  - FEC (Forward Error Correction)
  - ARQ (Automatic Repeat Request)
  - OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
    - 84 subportadoras na faixa de frequência de 4.5 MHz à 21 MHz
  - Diferentes técnicas de modulação
    - DBPSK (Digital Binary Phase Shift Keying)
    - DQPSK (Digital Quadrature Phase Shift Keying)
  - Camada MAC (Medium Access Control)
    - Modelo baseado no formato dos frames IEEE 802.3
    - Simplifica integração com o Ethernet



## HomePlug

### Evolução do controle residencial via rede elétrica



- Se basea nos avanços das redes de computadores para melhoria de desempenho
  - Segmentação e remontagem de frames
  - Segurança
    - 56-bit Data Encryption Standard (56-bit DES)
  - Compatibilidade
    - X10, CEBus e LonWorks
  - Esquema de Prioridade (0 à 3)



# HomePlug

## Evolução do controle residencial via rede elétrica



- Prioridade

Powerline Channel Access Priority	Application Class
Priority 3	"Voice" - characterized by less than 10 msec delay and jitter (example: VoIP)
Priority 2	"Video" or "Audio" - characterized by less than 100 msec delay
Priority 1	Bulk transfers and other back ground traffic
Priority 0	Best effort traffic



# HomePlug

## Evolução do controle residencial via rede elétrica



- Vazão (Taxa de transferência de dados)

	Modulation	FEC	Physical Layer Throughput (Mbps)
DQPSK 3/4	DQPSK	3/4 Convolution Code and Reed-Solomon Code	13.78
DQPSK 1/2	DQPSK	1/2 Convolution Code and Reed-Solomon Code	9.19
DBPSK 1/2	DBPSK	Convolution Code and Reed-Solomon Code	4.59 Code and Reed-Solomon Code
ROBO	DBPSK	1/2 Convolution Code, Reed-Solomon Code and each bit is repeated four time	1.02

Table 4: Throughput at various layers

	Throughput (Mbps)
Physical layer throughput	13.78
MAC layer throughput	8.2
TCP layer throughput	6.2

Table 5: Comparison of HomePlug with other technologies

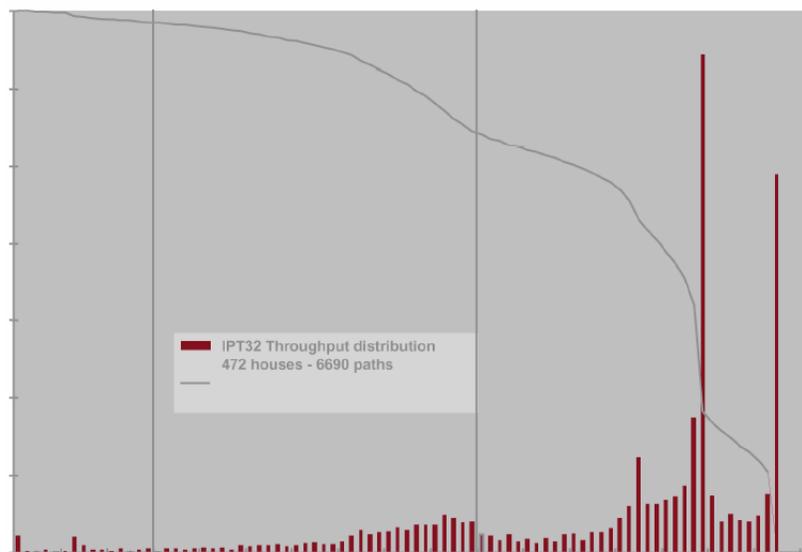
	HomePlug	10 Mbps Ethernet	IEEE 802.11b
Physical Layer	13.78	10	11
MAC Layer	8.2	9.8	7.48



## HomePlug

### Evolução do controle residencial via rede elétrica

- Vazão (Taxa de transferência de dados) na prática
- 77% de links oferecem pelo menos 5Mbps (MAC)
- 98% de links oferecem pelo menos 1.5Mbps (MAC)



# Gerenciamento através de dispositivos móveis

## Possibilidades

- Gerenciamento Local (PDA ou Celular)

- InfraRed
- Bluetooth
- Zigbee
- Wi-Fi



- Gerenciamento Remoto

- Internet (cabos, ADSL, etc)
- WiMax
- Redes 3G



# Gerenciamento Remoto via Celular

## De Geração à Geração

- A evolução dos sistemas celulares é descrita em termos de “gerações”
  - 1G (analógica)
  - 2G (digital)
  - 3G (digital + banda larga)



1G Analog



2G Digital



3G Digital

## De Geração à Geração: Primeira Geração (1G)

- Sistemas analógicos (anos 80)
- AMPS (Advanced Mobile Telephone System)
  - EUA (1983)
  -
- NTT (Nippon Telephone & Telegraph)
  - Japão (1979)
- Os europeus
  - TACS (Total Access Communication Systems)
    - Inglaterra, Áustria, Espanha e Irlanda
  - NMT (Nordic Mobile Telephone Systems)
    - Países Nórdicos
  - C450
    - Alemanha e Portugal
  - Radiocom 2000
    - França



## De Geração à Geração: Segunda Geração (2G)

- Sistemas completamente digitais (anos 90)
- Exemplos
  - GSM (Global System for Mobile Communications)
  - TDMA (Time Division Multiplex Access)
  - CDMA (Code Division Multiplex Access) (cdmaOne)
  - PDC (Personal Digital Cellular)



## De Geração à Geração: Terceira Geração (3G)

- Fatos
  - Crescente mobilidade de usuários
  - Diversidade dos sistemas de 2G
  - Sucesso da Internet
- Necessidade
  - Padronização global dos serviços de comunicação móveis
- ITU (International Telecommunications Union)
- IMT-2000 (International Mobile Telecommunications for the year 2000)



## De Geração à Geração: IMT-2000

- **Requisitos**
  - Serviços de transferência de dados (taxas mínimas)
    - 2 Mbps para locais fixos
    - 384 kbps para pedestres
    - 144 kbps para usuários móveis (veículo)
  - Coberturas através de pico, micro e macro células sem perda de sinal, suportando várias densidades de usuário
  - Roaming
  - Eficiência no uso do espectro para o aumento da capacidade
  - Qualidade de Serviço
  - Alta segurança na comunicação

## De Geração à Geração: IMT-2000

- **Necessidades dos usuários**

- Serviços básicos de dados e voz, incluindo aplicações como áudio-conferência
- Transmissão de dados com baixas taxas como textos, e-mails e Fax (opção econômica)
- Transmissão de dados com taxas médias, oferecendo transmissão de arquivos e acesso à Internet
- Transmissão de dados com altas taxas, suportando transmissão de dados em alta velocidade para vídeo-conferência
- Alta segurança na comunicação



## De Geração à Geração: IMT-2000

- **Necessidades das operadoras**

- Maximizar o aproveitamento do espectro para maximizar a capacidade da rede
- Aproveitamento da infra-estrutura existente
- Maior capacidade de transmissão de voz e velocidade de dados em uma só atualização que possa ser implementada no espectro da segunda geração
- Fácil implementação
- Compatibilidade com o sistema já existente



## Contudo, a 3G não poderia desembarcar logo pois ...

- **Necessidades**

- Operadora

- Rentabilizar investimentos feitos em infra-estrutura de 2G
- Aquisição de licença para operar em 3G

- Fabricantes

- Rentabilizar investimentos feitos em pesquisa para 2G
- Tempo e dinheiro para realizar pesquisas para 3G
- Tempo para aperfeiçoar os dispositivos 3G



## A solução foi o desenvolvimento de uma geração intermediária : Geração Dois e Meio (2,5G)

- GSM

- GPRS (General Packet Radio Service)
- EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution)

- CDMA

- CDMA2000 1xRTT (One Carrier Radio Transmission Technology)

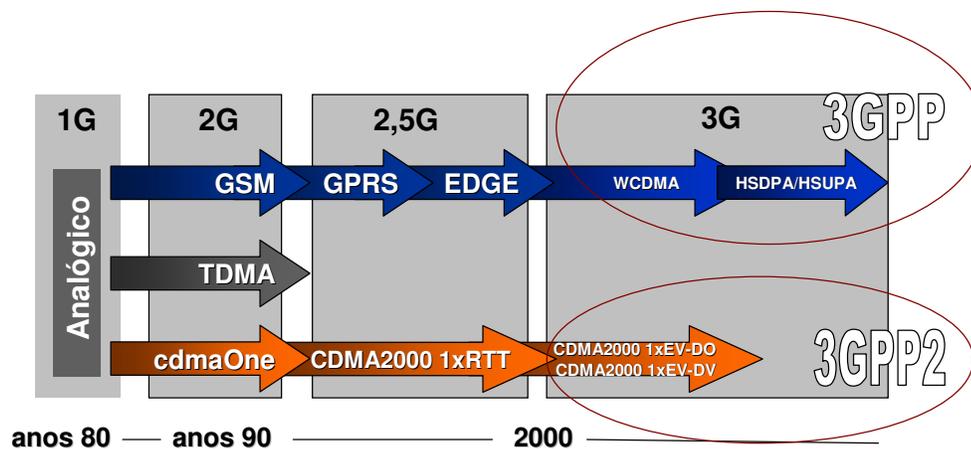


## De Geração à Geração: Terceira Geração (3G)

- Evolução do GSM **UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)**
  - WCDMA (Wideband CDMA)
  - HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)
  - HSUPA (High Speed Uplink Packet Access)
- Evolução do CDMA
  - CDMA2000 1xEV-DO (Evolved, Data Optimized)
  - CDMA2000 1xEV-DV (Evolved Data, Data Voice)



## As Gerações de Sistemas Celulares e as Tecnologias



■ Redes da Família GSM

■ Redes da Família CDMA



## A Evolução da Tecnologia GSM

Espectro	Atual: 900 e 1800 MHz (Europa) 1900 MHz (EUA)			Novo: 1900 a 2100 MHz	
	2G	2,5G	2,5G/3G <sup>1</sup>	3G	
Tecnologia	GSM	GPRS	EDGE	WCDMA (UMTS)	HSDPA (UMTS)
Características	--	--	Equipamentos mantêm compatibilidade com GSM/GPRS	Voz e dados simultâneos, maior segurança, QoS, suporte multimídia, baixa latência	Equipamentos mantêm compatibilidade com o WCDMA
Taxa de dados máxima teórica (kbps)	14,4	115-171,2	473,6	2.000	14.000
Taxa de dados média (kbps)	--	30-40	100-130	220-320	550-1100
Largura do canal (kHz)	200	200	200	5.000	5.000

**HSUPA**

**Uplink até**

**5,76 Mbps**

Ainda está em desenvolvimento !

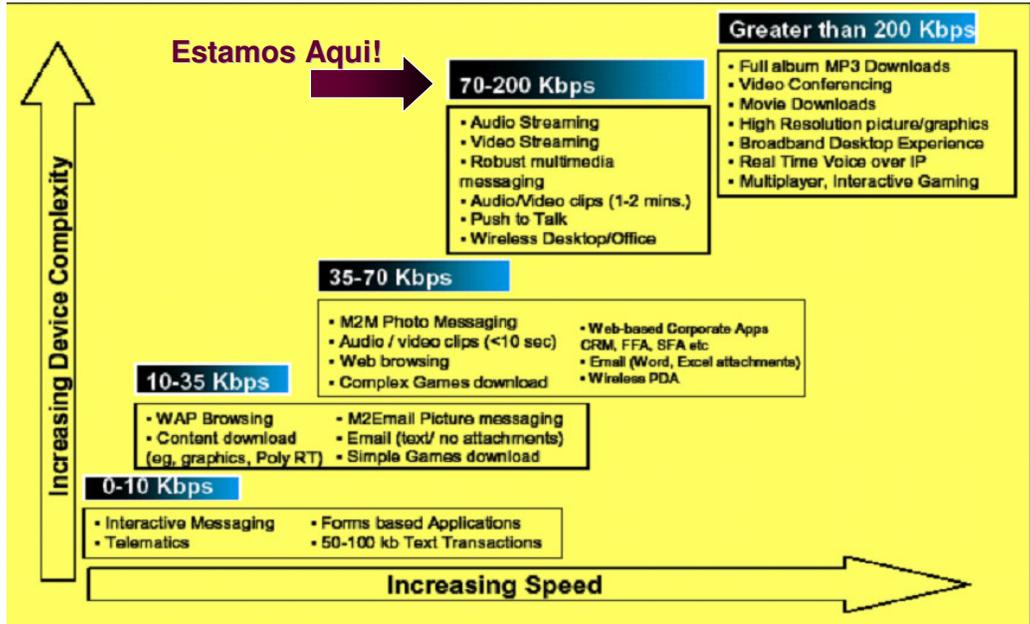


## A Evolução da Tecnologia CDMA

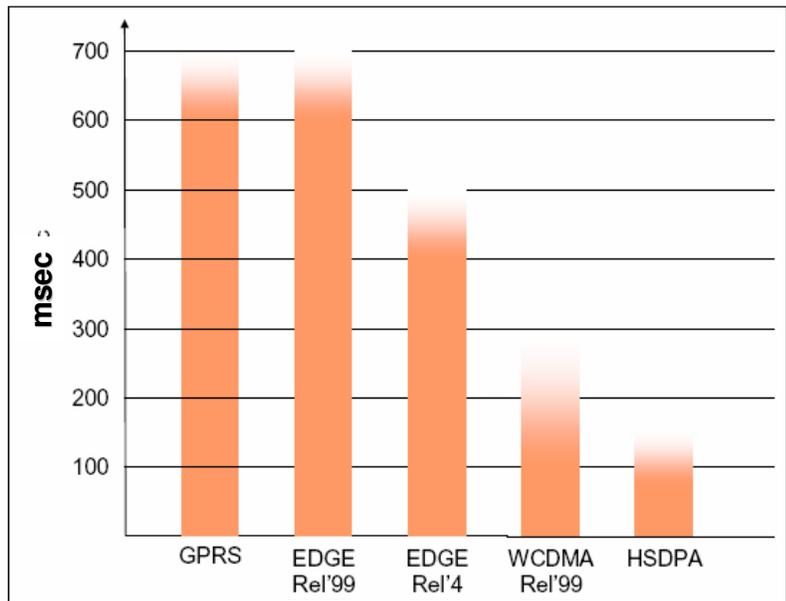
Espectro	Atual: 800 MHz e 1900 MHz			
	2G	2,5G	3G	
Tecnologia	cdmaOne (IS-95-A) / (IS-95-B)	CDMA2000 1xRTT (V "0" / V "1")	CDMA2000 1xEV-DO (V "0" / V "A")	CDMA2000 1xEV-DV
Características	Voz e Dados	2x capacidade de voz	Otimizado, Dados de alta velocidade	Voz e Dados Integrados
Taxa de dados máxima teórica (kbps)	14,4 / 115	153,6 / 307	2.400 / 3.100	4.800
Taxa de dados média (kbps)	--	40-70 / --	300-500 / 300-600	--
Largura do Canal (MHz)	1,25	1,25	1,25	1,25



# Aplicações e Requisitos



# Latência para a família GSM



**Importante para a interatividade:  
jogos distribuídos multiplayer**

## O que esperar da família GSM no futuro



	Peak Network Downlink Speed	Average User Throughputs for File Downloads	Capacity/Spectral Efficiency	Other Features
GPRS <sup>11</sup>	115 kbps	30 - 40 kbps		
EDGE	473 kbps	100 - 130 kbps	Double that of GPRS	Backward compatible with GPRS
UMTS - WCDMA	2 Mbps <sup>12</sup>	220 - 320 kbps	Increased over EDGE for high-bandwidth applications	Simultaneous voice and data operation, enhanced security, QoS, multimedia support, and reduced latency
UMTS - HSDPA	14 Mbps <sup>13</sup>	550-1100 kbps <sup>14</sup>	Two and a half to three and a half times that of WCDMA	Backward compatible with WCDMA
3GPP Long Term Evolution	100 Mbps (Target goal)	10 Mbps (Target goal)	Two to four times higher than HSDPA (Target goal)	Goal of radio interface latency of less than 10 msec. (Target goal)

Fonte: [www.rysavy.com](http://www.rysavy.com)



© 2005 Paulo A. da S. Gonçalves

◀ 45 ▶

# Gerenciamento Remoto via Celular

## Demonstração



© 2005 Paulo A. da S. Gonçalves

◀ 46 ▶

## Projeto: Gerenciamento Remoto de Casas Inteligentes através de Dispositivos Móveis

- Vídeo 1 ([www.cin.ufpe.br/~pasg/3gihome/IHouseHQ.wmv](http://www.cin.ufpe.br/~pasg/3gihome/IHouseHQ.wmv))
- Vídeo 2 ([www.cin.ufpe.br/~pasg/3gihome/ihouse.avi](http://www.cin.ufpe.br/~pasg/3gihome/ihouse.avi))



## Conclusão

- Mercado de automatização residencial (predial) entrará em ebulição
- Negócios de US\$ 1 trilhão nos próximos 7 anos
- Diversidade de Padrões
- Foco em aplicações e serviços
- Integração Wired/Wireless
- Rumo ao Ambiente Inteligente

