LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO DO RN
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÕES

REDES SEM FIO: TECNOLOGIAS E DESENVOLVIMENTO

Clezio Lima Azevedo

NATAL
2003

LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO DO RN
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÕES

REDES SEM FIO: TECNOLOGIAS E DESENVOLVIMENTO

Clezio Lima Azevedo

NATAL
2003

CLEZIO LIMA AZEVEDO

REDES SEM FIO: TECNOLOGIAS E DESENVOLVIMENTO

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Sistemas de Informação da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte para obtenção do grau de Bacharelado em Sistemas de Informação.

Orientador:

Aluízio Ferreira da Rocha Neto

NATAL

2003

CLEZIO LIMA AZEVEDO

REDES SEM FIO: TECNOLOGIAS E DESENVOLVIMENTO

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Sistemas de Informação da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte para obtenção do grau de Bacharelado em Sistemas de Informação.

Orientador:

Aluízio Ferreira da Rocha Neto

NATAL

2003

Azevedo, Clezio Lima

Redes sem Fio: Tecnologias e Desenvolvimento / Clezio Lima Azevedo. ____Natal: FARN 2003.

60 p.

Monografia (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte.

Orientador: Aluízio Ferreira da Rocha Neto

1. Rede de acesso remoto – Monografia 2. Telefonia móvel – monografia 3. Conexões wireless – Monografia. I. Título

RN/FARN/BC CDU 004.771

LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE

FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO DO RN

BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÕES

REDES SEM FIO: TECNOLOGIAS E DESENVOLVIMENTO

Clezio Lima Azevedo

Monografia apresentada e aprovada em 06 de dezembro de 2003 pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Aluízio Ferreira da Rocha Neto, M. Sc.

Orientador

Luiz Augusto Machado Mendes Filho, M. Sc.

Examinador

Maristela Terto de Holanda, M. Sc.

Examinadora

Natal, 06 de dezembro de 2003.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Zairo Mariano de Azevedo e Cleia Maria de Lima Azevedo e aos meu irmãos Cléziano e Clézimo dedico este trabalho, como resultado do meu esforço e também do apoio que deles recebi em todas as decisões da minha vida.

A minha namorada Jandeygiza Cunegundes Moreira e sua Família pela paciência e compreensão na trajetória desse trabalho.

A todos os meus familiares em nome dos meus avós Expedito Bolão e Izaura (*in memorian*) e Severino e Fernandina.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi constituído com o apoio de várias pessoas e instituições. Por isso venho agradecer a todos com as mais sinceras palavras, esperando ter atingido os fins pretendidos nesse empenho conjunto e atendido as expectativas de todos que contribuíram para a sua construção.

Assim, agradeço a todos os meus professores. Pelos ensinamentos ministrados e pelo estimulo aos desafios profissionais e acadêmicos que deles recebi.

Ao meu orientador, Aluízio Ferreira da Rocha Neto, que incondicialmente me prestou com sua atenção e soube perceber os meus erros e acertos deste trabalho, fazendo-o sempre melhor.

A Deus que fez com que nos momentos que aparentava escuridão ele nos mostrou a luz. A Nossa Senhora, pelo exemplo de vida seguindo e obedecendo a Deus. E a Gabriel, Rafael e Miguel pela suas intersessões.

Aos meus pais Cleia Maria de Lima Azevedo e Zairo Mariano de Azevedo, pelos ensinamentos que nunca me negou. Aos meus irmãos, Cleziano e Clézimo (Zimó) por tudo que fizemos juntos e aos meus avós Expedito Mariano de Azevedo e Izaura (*in memorian*) e a Severino Olinto de Lima e Fernandina Gomes de Lima pela experiência e fé que sempre passou.

A minha namorada, Jandeygiza (Gizinha), pela paciência, compreensão e carinho a mim depositado e a sua família pelo apoio que me deste.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram na elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15

1.1 Problema de Pesquisa 16

1.2 Objetivos 17

1.3 Justificativa 18

1.4 Organização do Trabalho **19**

2 REFERENCIAL TEÓRICO 19

2.1 Computação Móvel 19

2.2 Comunicação sem Fio 23

2.3 Dispositivos Móveis 23

2.3.1 Dimensões 23

2.3.2 Consumo de Energia 23

2.3.3 Ligar e Trabalhar 24

2.3.4 Custos Operacionais 25

2.4 Redes Móveis 25

2.5 Sistemas Embarcados **27**

3 TECNOLOGIAS WIRELESS DE LONGA DISTÂNCIA – WWAN 27

3.1 GSM 30

3.2 GPRS 33

3.3 EDGE 34

3.4 CDMA 36

3.5 WAP **42**

4 TECNOLOGIAS WIRELESS DE REDES LOCAIS – WLAN 43

4.1 IEEE 802.11b .....

4.2 IEEE 802.11g 44
4.3 IEEE 802.11a 44
4.4 HiperLAN/2 46
5 TECNOLOGIAS WIRELESS DE USO PESSOAL - WPAN 47
5.1 Bluetooth – 802.15.1 47
5.2 High-Rate – 802.15.3 48
5.3 Low-Rate – 802.15.4 (ZigBee) 48
6 DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES MÓVEIS 49
6.1 WML 49
6.2 Windows MObile .NET 50
6.3 BREW 53
6.4 Symbian 54
7 CONCLUSÃO 56
8 REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICAS 57
9 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA 58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Categorias de dispositivos móveis 24

Figura 2: Arquitetura do GMS 28

Figura 3: Transmissão e Recepção CDMA 35

Figura 4: Modelo de Programação WAP 37

Figura 5: Rede WAP 38

Figura 6: Arquitetura WAP 40

Figura 7: Windows Smartphone 53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparativo entre as Tecnologias 802.11 45

LISTAS DE ABREVIATURAS

AM	Amplitude Modulada
AMPS	Advanced Mobile Phone System
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
BREW	Binary Runtime Evironment for Wireless
BSC	Base Statition Control
BTS	Base Transmission Station
CDMA	Code Division Multiplexing Access
CEPT	Conference of European Posts and Telegraphs
CSD	Circuit Switched Data
EDGE	Enhanced Data Rates for Global Evolution
ERB	Estação Radio Base
ETSI	European Telecommunication Stands Institute
IEEE	Institute of Eletrical and Electronis Engenieers
IMEI	International Mobile Equipment Identity
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
IMTS	Improved Mobile Telephones Service
ISP	Internet Service Provider
FM	Freqüência Modulada
FCC	Federal Communication Commission
FTP	File Transfer Protocol
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Group Special Mobile

HLR	Home Location Register
MAC	Medium Access Control
MSC	Mobile Services Switching Center
NAMTS	Nippon Advanced Mobile Telephone System
NMT	Nordic Mobile Telephone System
OFDM	Orthogonal Frequancy Division Multiplexing
PDA	Personal Digital Assistant
SIM	Subscreiber Identity Module
SMC	Serviço Móvel Celular
SMP	Serviço Móvel Pessoal
SMS	Short Message Service
TACS	Total Access Communications System
TDMA	Time Division Multiplexing Access
UNI	Unçicensed National Information Infrastructure
URL	Universal Resource Locator
URI	Universal Resource Identifier
VLR	Visitor Location Register
WAE	Wireless Application Evironment
WAP	Wireless Applications Protocol
WDP	Wireless Datagram Protocol
WECA	Wireless Etherbet Compatibility Alliance
WLAN	Wireless Local Area Network
WML	Wireless Market Language
WPAN	Wireless Personal Area Network

WTLS	Wireless Transport Layer Security
WSP	Wireless Session Protocol
WTA	Wireless Telephony Application
WTP	Wireless Transaction Protocol
WWAN	Wireless Wide Area Network
WWW	World Wide Web

RESUMO

A comunicação é, sem dúvida, um dos alicerces das sociedades modernas. A necessidade que temos para obtermos qualquer tipo de informação a qualquer momento e em qualquer lugar tem motivado o desenvolvimento de sistemas computacionais móveis. Tais sistemas utilizam redes sem fio como infra-estrutura de comunicação e dispositivos portáteis para interação com os usuários. Este trabalho tem como objetivo apresentar o conceito de computação móvel, as diversas tecnologias de redes sem fio e como desenvolver aplicativos para tal plataforma.

ABSTRACT

The communication is, without doubt, one of the foundations for the modern societies. The need that we have to get any kind of information at any time and anywhere, has motivated the development of mobile computer systems. Such systems use wireless networks as infrastructure communication and portable devices for interaction with the users. This work has for purpose present the concept of mobile computing, the several technologies of wireless networks and how to develop applications for such platform.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento extraordinário que tem ocorrido nesta década nas áreas de comunicação celular, redes locais sem fio e serviços via satélite permitiram que informações e recursos possam ser acessados e utilizados em qualquer lugar e em qualquer momento. Dado o atual crescimento do segmento de computadores pessoais e PDA's (*Personal Digital Assitants*), estima-se que em poucos anos, milhares de pessoas terão um laptop, palmtop ou algum tipo de PDA. Independente do tipo de dispositivo portátil, a maior parte desses equipamentos deverá ter capacidade de se comunicar com a parte fixa da rede e, possivelmente, com outros computadores móveis.

Computação móvel representa um novo paradigma computacional permitindo que usuários desse ambiente tenham acesso a serviços independentes de onde estão localizados, e o mais importante, de mudanças de localização, ou seja, mobilidade. Dessa forma, a computação móvel amplia o conceito tradicional de computação distribuída. Isso é possível graças à comunicação sem fio que elimina a necessidade do usuário manter-se conectado a uma infraestrutura fixa e, em geral estática.

A computação móvel tem como princípio mobilidade. E tendo esse princípio, pensar em telefonia móvel é indispensável, a fim de completar nossa visão sobre o conceito comunicação sem fio.

A telefonia móvel surgiu da necessidade de promover a comunicação entre pessoas e não apenas lugares como a alguns anos. A telefonia móvel permite ao usuário usufruir serviços como a Internet e envio de transmissão de dados com mobilidade e boa qualidade de serviço.

Tendo em vista a mobilidade de ambas tecnologias, há uma necessidade de uma convergência entre a WLAN (*Wrireless LAN*) e a Telefonia Móvel, ou seja, mesmo dispositivo (notebook, handheld ou aparelho celular) se conecta mutuamente a uma rede WLAN como também a uma rede de telefonia móvel, será uma nova visão das tecnologias e seu benefício em nossas vidas.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

As tecnologias wireless a cada dia vêm se tornando mais usuais. Desde o uso de telefones celulares, passando pela Internet em locais fechados usando PocketPC até o controle remoto de sua TV. Todas essas tecnologias aos poucos vem se tornando indispensáveis em nossas vidas.

Despertar no quadro acadêmico a usabilidade, a viabilidade, os recursos de cada tecnologia e a sua importância, a fim de que seja introduzido a pesquisa e o desenvolvimento de produtos e serviços no mundo sem fio, é um dos pontos que motivou o desenvolvimento desse trabalho.

A falta de interesse ou até mesmo a falta de incentivo em estudo na área de tecnologia sem fio faz com que uma tecnologia que está em expansão constante não tenha sua devida importância na comunidade acadêmica de graduação.

A pergunta feita por esse trabalho é porque as tecnologias de redes sem fio, com suas tecnologias e desenvolvimento, não tem a importância que é para ser dada em uma comunidade acadêmica? Pois bem sabemos que, a partir do momento que a pesquisa nesta tecnologia for inserida no meio acadêmico, os custos com o desenvolvimento irão cair sem haver perda qualidade.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal dessa monografia é desenvolver um estudo e mostrar quão usual está a tecnologia sem fio, no intuito de despertar na comunidade acadêmica o interesse de desenvolver soluções e estudos sobre o assunto.

Serão mostrados conceitos de telefonia desde o início da comunicação, com o telégrafo, até a computação móvel, enfatizando a fusão das tecnologias que está acontecendo com o lançamento do SmartPhone.

A pesquisa será realizada nas seguintes etapas:

1. **Levantar** informações das tecnologias hoje usadas, a fim de que se possa mostrar a grande variedade das mesmas.
2. **Estudar** o histórico de algumas tecnologias, citadas neste trabalho, no intuito de mostrar o crescimento e a aceitação delas no mercado.
3. **Apresentar** as vantagens de desenvolver soluções em cada tecnologia.

1.3 JUSTIFICATIVA

Milhões de pessoas hoje faz uso das tecnologias de telefonia móvel, usufruindo facilidade da mobilidade de comunicar-se em qualquer lugar. Do mesmo modo, utilizam tecnologia da computação móvel com o objetivo de poderem acessar seu dados em qualquer lugar e a qualquer momento. A utilidade das duas tecnologias no intuito de prover a comunicação e o acesso a dados em qualquer lugar e a qualquer momento, é um dos motivos que está levando a fusão de tecnologias, com a finalidade de facilitar a comunicação do usuário. Este capítulo descreve, abaixo, a importância dessas tecnologias:

– Facilidade de comunicação: as tecnologias *wireless* a cada dia que passa vem transformando a vida dos usuários, pois, hoje é indispensável resolver problemas sem perda de tempo, e as tecnologias *wireless* com a computação móvel e a telefonia móvel, permitem resoluções de problemas remotamente.

– Liberdade de movimento: é o maior trunfo das tecnologias *wireless*. Quando se trata de mobilidade do usuário, todos os caminhos se voltam para as tecnologias de redes sem fio. Desde o controle remoto da TV, acesso a Internet com liberdade de movimento, através de palmtop ou laptops, passando telefonia móvel celular/pessoal, até o Iridium (Projeto de telefonia de satélite em baixa órbita) que dá a liberdade de comunicação em qualquer lugar do mundo.

– Usabilidade: hoje em dia milhões de usuários já dispõe de algum dispositivo móvel. No início, quando a tecnologia era nova, e ainda não tinha uma demanda de mercado, os dispositivos móveis tinha pouca funcionalidade. Tinha tão pouca função que

PDA's era comparado com agendas eletrônicas. Hoje, os dispositivos móveis tem um poder de processamento tão alto que suas funcionalidades são quase as mesmas do Computador Pessoal.

– Viabilidade: com o crescimento da demanda de dispositivos móveis, como uma mercadoria, o seu custo diminuiu consideravelmente, fazendo com que a relação investimento/benefício aumentasse.

Com o desenvolvimento da tecnologia, todos esses tópicos supracitados estão ao alcance do usuário final. Mas com a finalidade de inserir o estudo e o desenvolvimento de soluções para essas tecnologias na comunidade acadêmica, o custo com o desenvolvimento diminuirá ainda mais viabilizando a utilização dessas tecnologias em empresas, instituições ou até mesmo no usuário pessoa física.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Até o presente momento, iniciamos um estudo dos conceitos sobre computação móvel e telefonia móvel, buscando mostrar uma visão geral dos dispositivos móveis e redes móveis.

Nos capítulos seguintes, mostraremos alguns padrões das tecnologias WWAN, WLAN e WPAN e suas importâncias.

No final mostraremos as plataformas que dão sustentação às tecnologias de rede sem fio e as plataformas de desenvolvimento para soluções, culminando com o resultado do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 COMPUTAÇÃO MÓVEL

A computação móvel vem surgindo como uma nova proposta de paradigma computacional advinda da tecnologia de rede sem fio e dos sistemas distribuídos. Nela o usuário, portando dispositivos móveis, como palmtops, celulares e notebooks, tem acesso a uma infra-estrutura compartilhada, independente da sua localização física. Isto fornece uma comunicação flexível entre as pessoas e um acesso contínuo aos serviços de rede.

É esperado que a computação móvel revolucione o modo como os computadores são usados hoje. A evolução conjunta da comunicação sem fio e da tecnologia da Informática busca atender muitas das necessidades do mercado. Serviços celulares, redes locais sem fio, transmissão de dados via satélite, radio modems, etc. A comunicação sem fio é um suporte para computação móvel, que pode ser vista como uma área da comunicação sem fio, que por sua vez explora diferentes tecnologias de comunicação que são inseridas em ambientes computacionais fixos e móveis.

Computação móvel é a computação onde todos os elementos do sistema têm a propriedade de mobilidade.

2.2 COMUNICAÇÃO SEM FIO

A comunicação sem fio, na sua maioria, é baseada na comunicação via rádio e na alocação de freqüências, fazendo com que dispositivos se comuniquem sem contato físico. Nela o usuário, portando dispositivos móveis, como celulares, palmtops, notebooks, tem acesso a uma infra-estrutura compartilhada independente da sua localização física. Isto fornece uma comunicação flexível entre as pessoas e um acesso contínuo aos serviços de rede.

A evolução da comunicação passa por várias etapas. É interessante observar pontos marcantes dessa trajetória que começa com Hans Christian Oerted em 1820, quando descobre experimentalmente que a corrente elétrica produz um campo magnético. O

primeiro sistema de comunicação foi o telégrafo, que já na metade do século XIX, permitia a transferência de palavras a longa distância pelo código Morse. Esse sistema era baseado na comunicação com fio. As equações de Maxwell, descrevendo a programação de ondas eletromagnéticas, e os experimentos de Heinrich Hertz, foram de suma importância para a descoberta de Marconi da radiotelegrafia no fim do século XIX. Em 1901, o Oceano Atlântico era atravessado por sinais de rádio. Este foi o início dos sistemas de comunicação sem fio.

O segundo sistema de comunicação foi o telefone inventado por Alexander Granham Bell, que teve uma rápida evolução e tornou-se uma tecnologia complementar ao telégrafo. E durante anos foram surgindo outros meios de comunicação.

Abaixo, uma forma mais detalhada da evolução tecnológica mostrado por Mateus e Loureiro (1998, p. 4):

> 1820 Hans Christian Oerted (1777-1851) descobre experimentalmente que a corrente elétrica produz um campo magnético. André Marie Ampère (1775-1836) quantifica essa observação na Lei de Ampère.
>
> 1830 Joseph Henry (1799-1878) descobre que a variação do campo magnético induz uma corrente elétrica mas não publica o resultado.
>
> 1864 James Clark Maxwell (1831 - 1879) modifica a lei de Ampère, amplia a Lei de Faraday e desenvolve as quatro equações de Maxwell sobre campos magnéticos.
>
> 1876 Alexander Graham Bell (1847 - 1922) invevta o telenone.
>
> 1887 Henrich Rudolph Hertz (1874 - 1937) detecta as ondas eletromagnéticas previstas pelas equações de Maxwell.
>
> 1896 Guglielmo Marconi (1874 - 1937) inventa o primeiro receptor sem fio prático: o telégrafo sem fio.
>
> 1907 Início dos serviços de radio difusão comercial transatlântico (estações terrestres imensas: antenas de 30 m x 100 m).

1914 Início da Primeira Guerra Mundial. Rápido desenvolvimento das comunicações e sua interceptação.

1921 Radiodifusão comercial entra em operação nos EUA.

1928 A polícia de Detroit introduz em sistema de acionamento de carros baseado em radiodifusão (unidirecional) na faixa de 2 MHz.

1933 A FCC (*Federal Communication Commission*) autoriza o uso de quatro canais na faixa de 2 MHz.

1935 Modulação em Freqüência – FM (*Frequency Modulation*) surge como alternativa para a Modulação em Amplitude – AM (*Amplitude Modulation*), reduzindo os problemas de ruídos na transmissão, ou melhor desempenho com relação a perda de sinal.

1939 Pesquisa e uso da comunicação via rádio expande imensamente durante a segunda Guerra Mundial.

1945 AT&T Bell Labs inicia experimentos no uso de freqüências mais altas com o objetivo de melhorar os serviços móveis.

1946 AT&T lança o IMTS (*Inproved Mobile Telephone Service*), um sistema de transmissão onde apenas uma torre de alta potência atendia uma grande área ou cidade. Em seguida, AT&T Bell Labs propõe o conceito celular.

50's Os sistemas requerem uma elevada banda para transmissão, uma faixa de 120 KHz para transmitir um circuito de voz de apenas 3KHz. Esta faixa é reduzida pela metade. Com os transmissores os equipamentos reduzem de tamanho e já são transportáveis. Nessa época os primeiros sistemas de *paging* comessaram a surgir.

60's Um novo receptor FM permite reduzir a banda para 30KHz, abrindo espaço para um maior número de canais de comunicação com o mesmo espectro. Bell Labs já testa as técnicas de comunicação celular e surgem os primeiros aparelhos portáteis.

70's A FCC aloca um espectro de freqüência para os sistemas celulares. Nesse período AT&T lança o sistema celular conhecido por AMPS (*Advanced Mobile Phone System*). Inicialmente era um serviço de luxo. Destinado para uso em automóveis e de aplicação limitada, tendo em vista a baixa durabilidade das baterias. Atendiam uma capacidade limitada de tráfego e um número reduzido de usuários.A primeira rede celular no mundo foi lançada no Japão em 1979.

1983 O sistema AMPS evoluiu para os padrões atuais com a primeira rede celular americana lançada em 1983, em Chicago e Baltimore. Outros sistemas similares entram em operação no mundo: TACS (*Total Access Communications System*) no Reino Unido (1985), NMT (*Nordic Mobile Telephone Service*) na Escandinávia (1981), NAMTS (*Nippon Advanced Mobile Telephone System*) no Japão. O AMPS ainda em uso nos EUA, Brasil e grande parte do mundo, é considerado um sistema de primeira geração. A transmissão em FM, reduzida a 25KHz nos anos 70, entra no anos 90 na faixa de 10KHz. Também surgem os sistemas de transmissão digital. Pelas técnicas de processamento digital de sinais foi possível reduzir a banda necessária, viabilizando os sistemas móveis digitais.

1991 Validação inicial dos padrões TDMA (*Time Division Multiplexing Access*) e CDMA (*Code Division Multiplexing Access*) nos EUA. Introdução da tecnologia microcelular.

1992 Introdução do sistema celular Pan-Europeu GSM (*Groupe Speciale Mobile*)

1994 Introdução do sistema CDPD (*Cellular Digital Pocket Data*). Inicio dos serviços PCS (*Personal Communication Services*) CDMA e TDMA.

1995 Inicio dos projetos para cobertura terrestre de satélite de baixa órbita, como o projeto Iridium.

A partir daí a comunicação sem fio vem evoluindo e destacando várias sub-áreas entre elas a comunicação celular, comunicação móvel, serviços de comunicação pessoal, comunicação via satélite, redes locais sem fio.

2.3 DISPOSITIVOS MÓVEIS

São dispositivos eletrônicos digitais que possuem capacidade de processamento e sistema de comunicação que permite a mobilidade do usuário, pois se baseia na comunicação sem fio. Exemplos de tais dispositivos são os telefones celulares, pagers, laptops, palmtops e TabletPCs.. Muito mais do que assistentes pessoais ou agendas eletrônicas, estes dispositivos são computadores que podem ser facilmente levados a qualquer lugar, criados para atender profissionais em movimento que necessitem de rapidez, facilidade e segurança no acesso a informações corporativas e pessoais. A escolha do equipamento adequado depende de fatores como tipo de atividade, modelo de captura e apresentação das informações e volumes de dados esperados. Estes aparelhos também representam vantagens em relação a outros computadores que podem ser envolvidos em processos da computação móvel:

2.3.1 DIMENSÕES

Além de mais leves e simples de manusear, podem ser transportados em qualquer espaço vago devido aos tamanhos reduzidos.

2.3.2 CONSUMO DE ENERGIA

Por serem dispositivos mais compactos e econômicos, o consumo de energia e tempo de recarga são menores, e a autonomia em campo é maior, sem contar a inteligência do Sistema Operacional que desliga automaticamente o equipamento após intervalos de tempo sem uso efetivo.

2.3.3 LIGAR E TRABALHAR

O tempo de carga de aplicações embutidas nestes dispositivos é inferior quando comparado a outros equipamentos. Com base nisso, podemos citar o exemplo de um vendedor, que durante o tempo de deslocamento de um cliente para outro, pode preparar as informações básicas de um pedido de venda e deixar disponível a tela de negociação de

preços. Ao chegar no cliente, basta ligar o equipamento e a tela de negociação estará disponível imediatamente, liberando assim tempo para visitar novos clientes.

2.3.4 CUSTOS OPERACIONAIS

Por serem mais compactos e voltados para atividades empresariais específicas, estes dispositivos não contam com vários circuitos e periféricos internos como por exemplo disco rígido e discos flexíveis, diminuindo de forma evidente custos com manutenção, helpdesk, programas desnecessários e até mesmo vírus de computador.

Na Figura 1 podemos ver algumas outras categorias de dispositivos móveis.

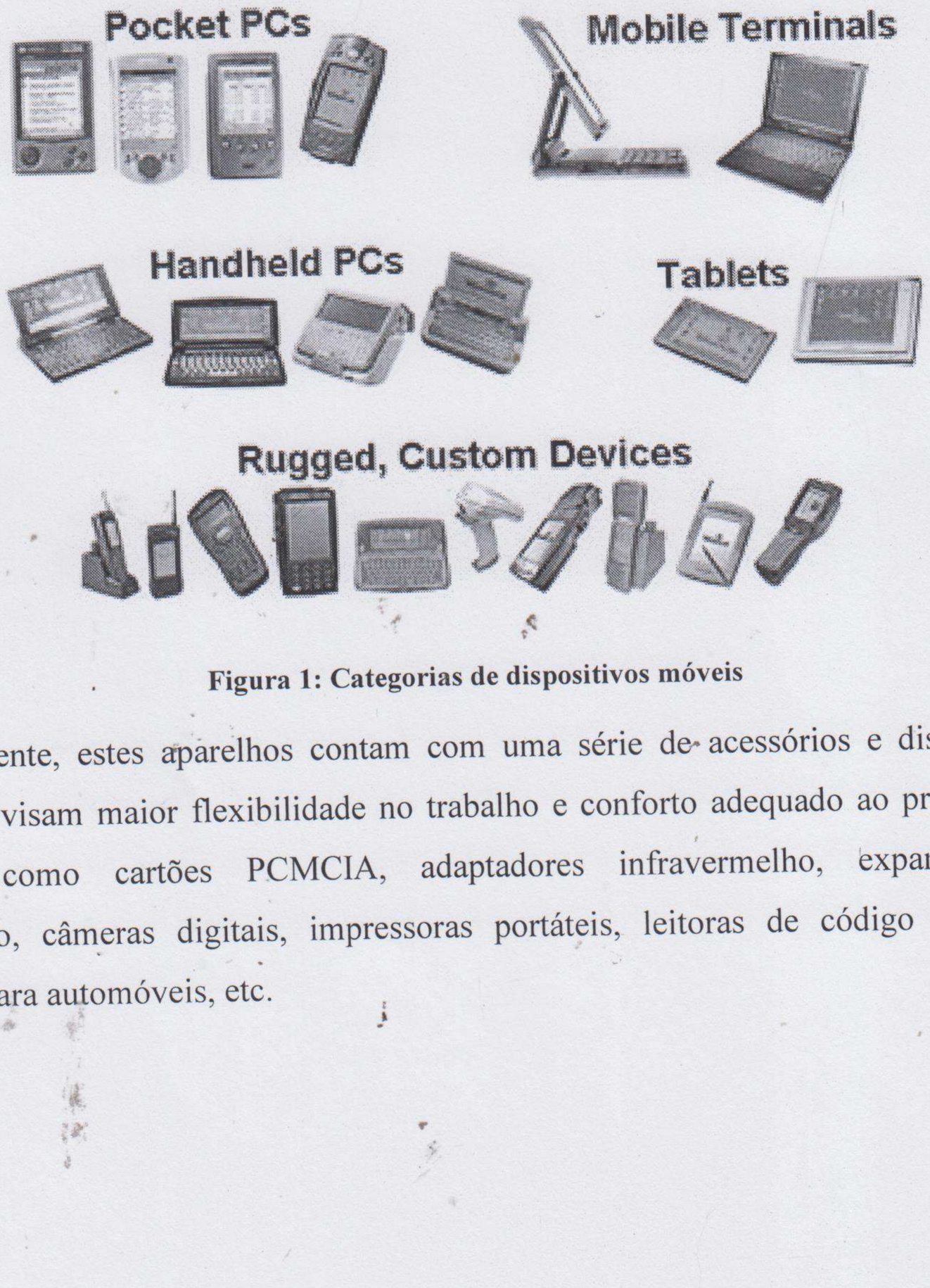


Figura 1: Categorias de dispositivos móveis

Atualmente, estes aparelhos contam com uma série de acessórios e dispositivos auxiliares que visam maior flexibilidade no trabalho e conforto adequado ao profissional em campo, como cartões PCMCIA, adaptadores infravermelho, expansões de armazenamento, câmeras digitais, impressoras portáteis, leitoras de código de barra, carregadores para automóveis, etc.

2.4 REDES MÓVEIS

Paradigma de computação no qual dispositivos provêem acesso a uma infraestrutura de comunicação compartilhada, baseada na comunicação sem fio e independente da localização física do usuário, permitindo acesso a serviços e informações em qualquer lugar e a qualquer momento.

Um outro conceito apresentado pela ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) voltado para a área de telecomunicações, diz que Rede Móvel é o conjunto de instalações, centros de comutação e meios de telecomunicações e transmissão da concessionária de SMC (Serviço Móvel Celular) ou SMP (Serviço Móvel Pessoal), além do suporte à prestação do serviço móvel dessa entidade. Ou seja, são todos os equipamentos e instalações que dão suporte a telefonia móvel.

Cenários de Uso

Um conjunto de dispositivos móveis são capazes de trocar informações e compartilhar recursos, e tem uma boa usabilidade como sendo:

- Pondo de acesso de dados e voz, facilitando a conexão às redes fixas e ao sistema de telefonia;
- Substituição de cabeamento, simplificando a instalação de redes locais; e,
- Redes independentes, permitindo criação de redes pessoais.

2.5 SISTEMAS EMBARCADOS

Sistemas embarcados ou embutidos são sistemas que rodam em dispositivos (normalmente móveis) com uma finalidade específica e que não possui uma independência completa.Um sistema embarcado é um sistema de computação especializado, que faz parte

de uma maquina ou sistema mais amplo, de acordo cm Wellington João da Silva (2001). Geralmente, são sistemas microprocessados com os programas armazenados em ROM.

Dispositivos que podem usar sistemas embarcados são os coletores de dados, relógios digitais, calculadora e outros dispositivos que tenham alguma função específica.

3 TECNOLOGIAS WIRELESS DE LONGA DISTÂNCIA – WWAN

Wireless Wide Area Network, ou simplesmente WWAN, é a tecnologia para comunicação de longa distância para dispositivos móveis, como no caso dos celulares, as tecnologias GSM e CDMA que serão descritas neste capítulo, assim como a tecnologia GPRS para transmissão de dados. Tais tecnologias abrangem dimensões continentais e permitem uma maior mobilidade de seus usuários, pois os mesmos não terão preocupação na cobertura de sua rede.

3.1 GSM

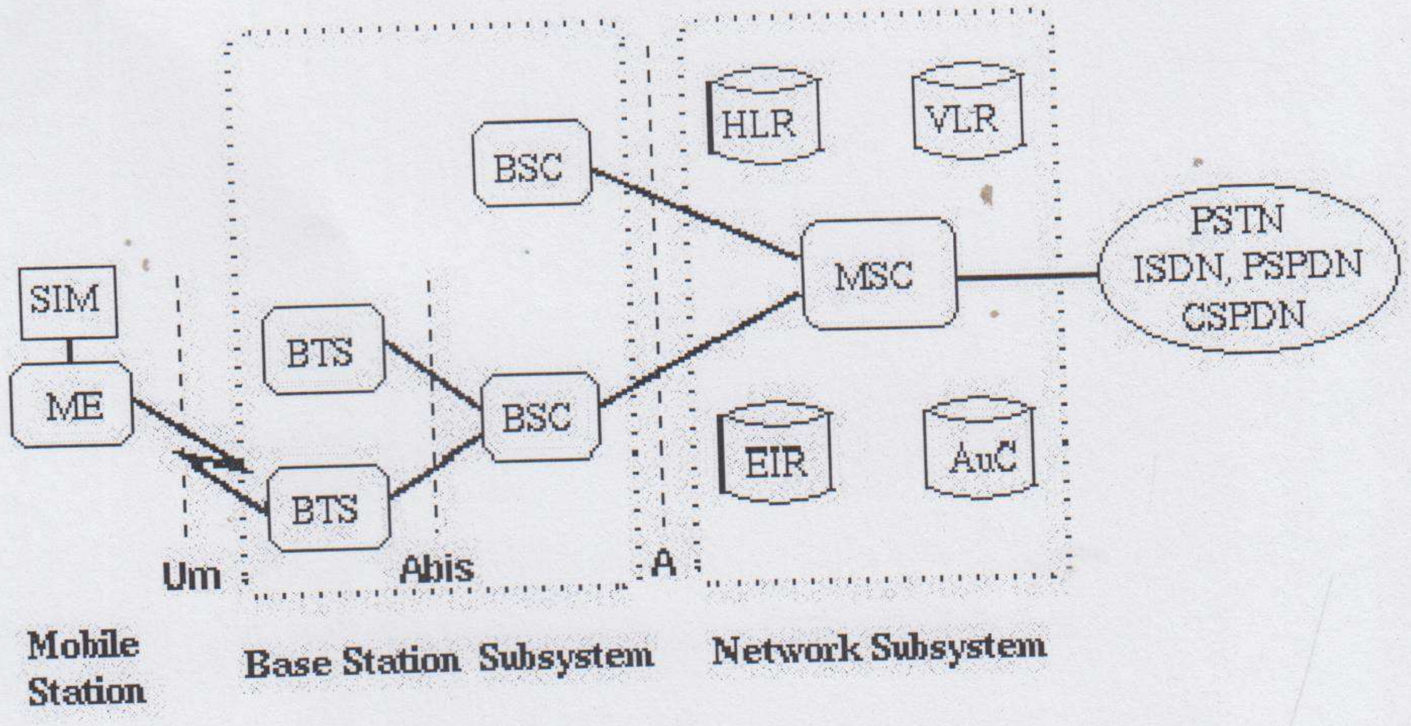
Na década de 80, sistemas de telefones celulares analógicos, foram desenvolvidos na Europa, especialmente na Escandinávia, Reino Unido, França e Alemanha. Foram desenvolvidos diversos sistemas, o que levou a incompatibilidades entre eles, devido a forma de envio de dados, protocolos e freqüência de comunicação. Em 1982 foi realizada a "*Conference of European Posts and Telegraphs* (CEPT)" onde se formou um grupo denominado "*Group Special Mobile* (GSM)", com o objetivo de estudar e desenvolver um sistema móvel que obedecesse alguns padrões:

- Boa qualidade de voz;
- Eficiência espectral;
- Terminais pequenos e com baixos custos;
- Suporte para "*roaming*" internacional;
- Capacidade para suportar terminais de dispositivos de mão;
- Suportar uma larga área de novos serviços e utilidades.

Segundo Planeta Celular (2003), em 1989 a responsabilidade da padronização da tecnologia passou para o "*European Telecomunication Standards Institute* (ETSI)" onde em

1990 foram publicadas as especificações do GSM. Tal padrão generalizou-se então pelo resto do mundo.

Uma rede GSM é composta por várias entidades com funções e interfaces específicas. A rede GSM pode ser dividida em três partes: a estação móvel, a estação de subsistema base, e o subsistema demonstrado na figura seguinte.



SIM Subscriber Identity Module
ME Mobile Equipment
BTS Base Transceiver Station
BSC Base Station Controller
HLR Home Location Register
VLR Visitor Location Register
MSC Mobile services Switching Center
EIR Equipment Identity Register
AuC Authentication Center

Figura 2: Arquitetura do GMS

A Estação Móvel

É composta por equipamento móvel (terminal) e um cartão inteligente designado de SIM (*Subscriber Identity Module*). O cartão providencia mobilidade pessoal, de tal forma que o assinante consegue ter acesso aos serviços subscritos independentemente do terminal utilizado, isto é, ao inserir o cartão SIM num terminal diferente, o assinante pode usufruir dos serviços a partir desse terminal. O cartão SIM tem uma identificação única mundial IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*), assim como o terminal também possui o IMEI (*International Mobile Equipment Identity*). Estes códigos são independentes permitindo uma maior mobilidade e uma segurança pessoal contra o uso não autorizado.

Subsistema Rádio Base

Este subsistema encarrega-se do controle de ligação rádio com a estação móvel. É dividido em duas partes: a estação rádio base de transmissão (BTS) e a estação rádio base

de controle (BSC). A comunicação entre estas duas estações é realizada através da interface padrão Abis, permitindo (como no resto do sistema) a operação entre componentes realizada por diferentes fornecedores. A BTS aloja os receptores-transmissores rádio que definem a célula e suportam os protocolos de ligação rádio com a estação móvel. Numa grande área urbana a quantidade de BTS's deverá existir em maior número. A BSC gerência os recursos para uma ou mais BTS's, tais como, configuração dos canais rádio, saltos de freqüência e transição entre células (*hand-off*). A BSC realiza a conexão entre as estações móveis (celulares) e o centro de comutação móvel (MSC).

O Subsistema Rede

O seu principal componente é o MSC, que se encarrega de fazer a comutação de chamadas entre estações móveis ou entre uma estação móvel e um terminal fixo. Providenciando toda a funcionalidade necessária para o tratamento de um assinante móvel, realizando o registro, autenticação, atualização da localização, transição entre células (*Hand-off*) e gerenciando um assinante em *roaming*. Estes serviços são providenciados em conjunto com várias entidades funcionais que juntas formam o subsistema rede: MSC, HLR, VLR, EIR, AuC. O HLR, o VLR e o MSC, em conjunto providenciam as capacidades de *roaming* do GSM.

De acordo com o Planeta Celular (2003b), o HLR (*Home Location Registrer*) contém toda a informação administrativa de todo o assinante registrado na correspondente rede de GSM, juntamente com a localização da estação móvel. A localização da estação móvel está geralmente na forma do endereçamento do VLR (*Visitior Locantion Registrer*). As informações fornecidas pelo VLR são necessárias para controlar a chamada e providenciar os serviços de cada assinante, situada dentro de uma determinada área de controle. Outros dois registros são usados para segurança e autenticação. O EIR é uma base de dados que contém listagens de todos os equipamentos móveis válidos na rede, onde todas as estações móveis são identificadas pelo IMEI. Um IMEI é considerado como inválido se declarado como roubado ou incompatível com a rede. O AuC é uma base de dados protegida que guarda uma cópia do código de cada SIM, que é usado para autenticar e encriptar através do canal de rádio.

Codificação de canal e voz

A voz em GSM é codificada digitalmente a uma taxa de 13 Kbps (260 bits cada 20 ms). Com a adição posterior de código para a correção de erros, passamos a ter uma taxa de 22.8 Kbps (456 bits cada 20 ms). Estes 456 bits são divididos em 8 blocos de 57 bits, e o resultado é envio de 8 slots de tempo sucessivos, para proteção contra erros de transmissão. Cada envio tem 156.25 bits e contém 2 blocos de 57 bits, e uma seqüência de treinamento de 26 bits usada para equalização. Cada envio é transmitido em 0.577 ms para uma taxa total de 270.8 Kbps, e é modulada usando GMSK numa portadora de 200 kHz. O controle de erro e equalização contribuem para a robustez do sinal rádio contra interferência e atenuação na transmissão. A natureza digital do sinal TDMA permite a utilização de vários processos para melhorar a qualidade de transmissão, o tempo de vida útil da bateria, e a eficiência espectral.

Outra característica do GSM é o controle de potência, que minimiza a potência de transmissão das estações móveis e da BTS, e assim minimiza a interferência gerada nos canais e o consumo.

O sistema GSM e os sistemas nele baseados, DCS1800 (operando a 1.8 GHz) e PCS1900 (operando a 1.9 GHz), são uma primeira aproximação para um sistema de comunicação verdadeiramente pessoal. O cartão SIM trouxe mobilidade pessoal e mobilidade para o terminal. Junto com o *roaming* internacional e o suporte a uma grande variedade de serviços tais como voz, transferência de dados, fax, SMS, e outros, o GSM chega próximo de uma satisfação total das necessidades de comunicação pessoal.

3.2 GPRS

O GPRS (*General Packet Radio Service*) é um novo serviço de valor agregado não baseado em voz que permite o envio e recepção de informações através de uma rede telefônica móvel. Ele suplementa as tecnologias atuais de CSD (*Circuit Switched Data*) e SMS (*Short Message Service*). GPRS NÃO É relacionado ao GPS (o Sistema de Posicionamento Global), um acrônimo semelhante que é freqüentemente utilizado em

contextos móveis. GPRS tem várias características específicas que podem ser resumidas em:

Velocidade: Taxas de transferência teóricas de até 171,2 kbps (kilobits por segundo) são possíveis com GPRS usando todos os oito timeslots ao mesmo tempo. Isso é uma taxa de transferência próxima de três vezes mais rápida do que as possíveis nas redes de telecomunicações fixas e dez vezes mais que os atuais serviços de CSD nas redes GSM.

Disponibilidade Imediata: GPRS facilita conexões instantâneas, pois a informação pode ser enviada ou recebida imediatamente conforme a necessidade do usuário. Não há necessidade de conexões dial-up através de modems. Disponibilidade imediata é uma das vantagens de GPRS (e SMS) quando comparado com CSD. Alta disponibilidade imediata é uma característica muito importante para aplicações críticas como autorização remota de lançamento em cartões de crédito, quando é inaceitável que o cliente seja mantido em estado de espera por mais de 30 segundos além do necessário.

Novas e Melhores Aplicações: GPRS facilita muitas novas aplicações não disponíveis através das redes GSM, dadas as limitações na taxa de transferência dos CSDs (9,6 kbps) e do tamanho da mensagem no SMS (160 caracteres). Essas aplicações vão desde navegação na Web até transferência de arquivos para automação de residências - a habilidade de acessar e controlar remotamente os equipamentos e recursos disponíveis em uma casa.

Comutação de Pacotes

Com o GPRS, a informação é dividida em "pacotes" relacionados entre si antes de ser transmitida e remontada no destinatário. A comutação de pacotes é semelhante a um jogo de quebra-cabeças - a imagem que o quebra-cabeças representa é dividida em pequenas peças pelo fabricante e colocada em um saco plástico. Durante o transporte do quebra-cabeças entre a fábrica e o comprador, as peças são misturadas. Quando o comprador do jogo retira as peças da embalagem ele as remonta, formando a imagem original. Todas as peças são relacionadas entre si e se encaixam, mas a forma como são

transportadas e remontadas varia. A Internet é um outro exemplo de rede de dados baseada em comutação de pacotes.

Eficiência do Espectro

Usar a comutação de pacotes no GPRS significa que os recursos de rádio serão utilizados apenas quando os usuários estiverem enviando ou recebendo dados. Ao invés de dedicar um canal para um usuário por um determinado período de tempo, o recurso pode ser compartilhado concorrentemente entre vários usuários. Esse uso eficiente de recursos significa que um grande número de usuários GPRS pode potencialmente compartilhar a mesma largura de banda e serem servidos de uma única célula. O número atual de usuários suportados depende da aplicação em uso e de quanta informação está sendo transferida. Dada a eficiência do GPRS, há menor necessidade de investir em recursos que serão somente utilizados em horários de pico. Portanto, GPRS permite que as operadoras maximizem o uso de seus recursos de rede de uma forma dinâmica e flexível. GPRS pode melhorar a capacidade de uma rede GSM pois, simultaneamente:

- Aloca recursos de rádio pouco abundantes de forma mais eficiente por suportar conectividade virtual;
- Migra tráfego anteriormente enviado através de CSDs para GPRS, e
- Reduz o uso de canais de sinalização através da migração de tráfego que anteriormente era enviado via SMS para GPRS ao invés de usar a conectividade GPRS / SMS suportada pelo padrão GPRS.

Compatibilidade com a Internet

A princípio, GPRS permite uma funcionalidade completa no que se refere a Internet Móvel por disponibilizar interoperabilidade entre a Internet existente e as novas redes GPRS. Qualquer serviço atualmente utilizado na Internet – FTP (*File Trnsafer Protocol*), navegação na Web, chat, email, telnet - estará disponível através da rede móvel com o GPRS. Na verdade, muitas operadoras estão considerando a oportunidade de usar GPRS

como forma de ajudar a se tornarem Provedores de Serviço Internet (ISP – *Internet Service Provider*). A World Wide Web está se tornando a primeira escolha das pessoas que desejam acessar a Internet para entretenimento e coleta de informações, a intranet para acessar informações da companhia e conexão com colegas de trabalho e a extranet para acessar clientes e fornecedores. Tudo isso deriva da World Wide Web com o intuito de conectar comunidades com interesses diversos. Há uma tendência em se armazenar informações localmente por meio de pacotes de software específicos e acessar essas informações remotamente, via Internet. Assim, navegação na Web é uma aplicação importante para GPRS. Como os protocolos em uso são os mesmos, as redes GPRS podem ser encaradas como sub-redes da Internet e os telefones GPRS - compatíveis podem ser vistos como nós móveis dessa rede. Isso significa que cada terminal GPRS pode potencialmente ter seu próprio endereço IP e ser endereçável por isso.

Suporte a TDMA e GSM

Seria importante notar que o GPRS não é um serviço projetado para ser utilizado exclusivamente em redes móveis baseadas no padrão GSM. O padrão IS-136 TDMA (*Time Division Multiple Access*), popular nas Américas do Norte e do Sul, também suporta GPRS. Essa aceitação permite seguir um caminho evolutivo em direção às redes móveis de terceira geração, conforme acordado em 1999 pelas associações da indústria que suportam esses dois tipos de redes.

3.3 EDGE

O setor de telefonia móvel oferece sistemas e aparelhos compatíveis com a classificação 2,5G – geração de celulares 2,5 – mas está preparando um novo salto tecnológico rumo ao terceiro estágio. De acordo com dados da Sony Ericsson (2003), fabricante de aparelhos e equipamentos para o setor, o desenvolvimento de novos equipamentos já está em franca expansão. Surgem novas siglas para definir meios mais

avançados de transmissão: o *Enhanced Data Rates for Global Evolution* – EDGE, tecnologias 3G complementares que, juntas, permitirão atualizar as redes 2,5 em operação.

O EDGE representará a fase final na transição dos sistemas GSM para a implementação da terceira geração, e poderá oferecer uma solução em si mesma para operadores que não obtenham uma licença de terceira geração. Permitirá a transmissão de dados a velocidades até 384kbps, usando a infra-estrutura GSM existente.

EDGE usa o mesmo conceito da tecnologia TDMA (*Time Division Multiple Access*), no que se refere à estrutura dos quadros, canais lógicos e largura de banda de 200kHz, assim como as redes GSM atuais. Desta forma, o EDGE permite a coexistência das redes atuais e de 3G, dentro do mesmo espectro de freqüência.

3.4 CDMA

Acesso Múltiplo por Divisão de Código (CDMA) é o nome da tecnologia usada para comunicação sem fio em que o transporte das informações ocorre por meio de ondas de rádio. O CDMA foi desenvolvido inicialmente para uso militar. O sistema gasta pouca energia; usa as freqüências disponíveis de forma eficiente; simplifica o planejamento, pois todos os equipamentos transmitem e recebem na mesma frequência; usa exclusivo sistema de códigos que permite receber o sinal desejado mesmo em condições adversas. O CDMA difere muito dos demais sistemas. No modo analógico AMPS (*Advanced Mobile Phone System*), cada telefone usa um par de freqüências de rádio (canal) quando se quer falar, sendo um para transmissão (Tx) e outro para recepção (Rx). Cada assinante utiliza um só canal. No sistema CDMA, todos os assinantes transmitem e recebem informações usando o mesmo canal, ao mesmo tempo. A cada assinante, é atribuído um código exclusivo. Para receber informações de um assinante específico, só conhecendo o seu código.

Tecnologia

No sistema AMPS, quando o usuário conversa, ocupa duas posições fixas no espectro de freqüências: as portadoras para Tx e Rx. No sistema TDMA, ele divide o mesmo canal com dois outros assinantes, cada um a seu tempo. Numa ERB (Estação Rádio

Base) CDMA os sinais de 60 assinantes são transmitidos na mesma freqüência da portadora, todos ao mesmo tempo. É uma portadora mais larga de 1,25Mhz, que ocupa o espectro de seis canais AMPS, nesta ERB, em grupos de sete células. Os assinantes são distinguidos por um código atribuído a cada um.

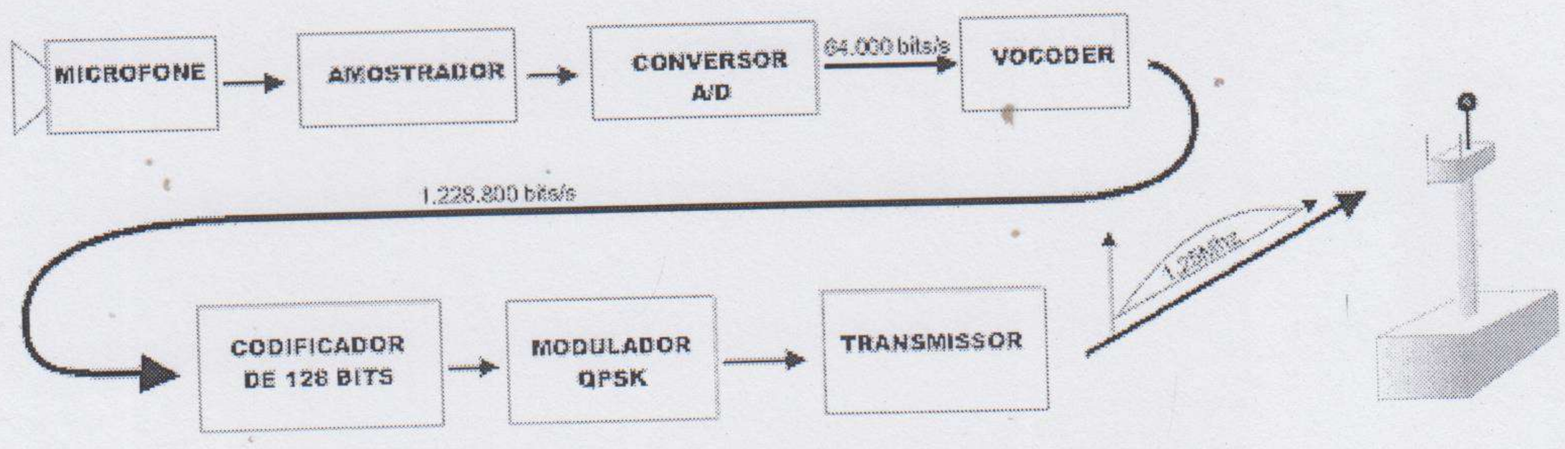


Figura 3: Transmissão e Recepção CDMA

O sistema CDMA é digital, isto é, inicialmente a voz do assinante é convertida em bits. O processo é feito através do método de conversão PCM (*Pulso Code Modulation*), a digitalização de 1 segundo de conversa resulta em 64.000 bits. No padrão CDMA IS-95 (*International Standart*), o sinal PCM de 64 kps é comprimido para um sinal de velocidade menor. Esta compressão é feita pelo VOCODER ou codificador de voz. A seqüência digital na saída do VOCODER é transformada em outra seqüência de taxa maior. Isso se consegue somando-se o sinal digital de voz através de um circuito "OU-EXCLUSIVO" com uma seqüência pseudo-aleatória gerada por meio de um código específico de 128 bits (no caso do IS-95), ou seja, cada bit de informação será substituído por este código. A seqüência resultante do sinal codificado modula uma portadora produzindo um sinal que é transmitido. No meio de transmissão, este sinal se junta a outros sinais modulados na mesma freqüência, porém utilizam sinais pseudo-aleatórios diferentes em sua formação. A recepção se faz utilizando a mesma seqüência pseudo-aleatória que foi utilizada na transmissão. No meio de transmissão, o canal desejado fica mergulhado sob os canais compartilhantes da mesma faixa espectral. Após a correlação com a seqüência local correta, o canal desejado agrega-se tornando estreito e fica muito mais intenso. Com isso ele emerge acima do nível de conjunto de canais compartilhantes, que continuam espalhados.

Em seguida, este canal desejado estreito passa por um filtro adequado à sua largura de faixa estreita e a seguir é demodulado.

3.5 WAP

Wireless Aplication Protocol – WAP é o protocolo para aplicação sem fio e foi criado pelas empresas Ericson, Motorola, Nokia e Unwired Planet (hoje Phone.com) para ser um padrão e para fazer dos serviços avançados dentro do mercado sem fio uma realidade

Modelo de programação WAP

O modelo de programação WAP é similar ao modelo de programação WWW. Isto significa que ele provê vários benefícios para a comunidade desenvolvedora de aplicações, incluindo um modelo de programação familiar e a capacidade de reutilização das ferramentas atuais, como os servidores w*eb*. Entretanto, otimizações e extensões foram feitas de maneira que a característica do mundo *web* fosse ao encontro do ambiente sem fio. Sempre que possível, os padrões existentes foram plenamente adotados ou foram usados como ponto de partida para a tecnologia WAP.

Conteúdo e as aplicações WAP

O conteúdo e as aplicações WAP são especificados em um conjunto de formatos de conteúdo bastante conhecido baseado no modelo de formato de conteúdo WWW. O conteúdo é transportado usando um conjunto de protocolos padrões de comunicação baseados nos protocolos de comunicação WWW. Um *microbrowser* em terminais sem fio coordena a interface de maneira similar aos *browsers* padrões. Todo o processo é ilustrado na Figura , extraída de W*ireless B*rasil (2003).

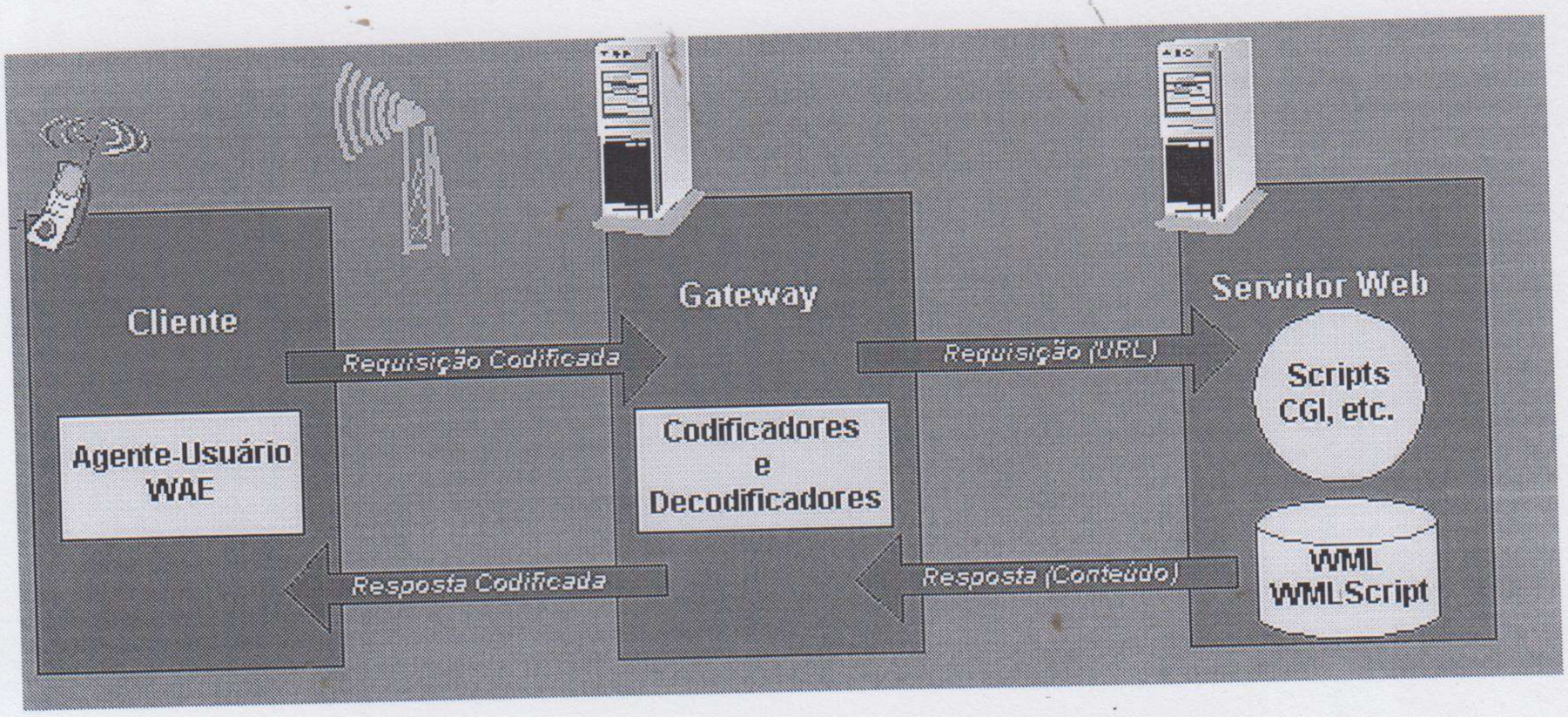


Figura 4: Modelo de Programação WAP

O WAP define um conjunto de componentes padrões que permitem a comunicação entre terminais móveis e servidores de rede, incluindo:

Modelo de Nomeação Padrão

O padrão WWW de URL é usado para identificar o conteúdo WAP nos servidores originais, enquanto o padrão WWW de URI (*Universal Resource Identifier* – Identificador Universal de Recursos) é usado para identificar recursos locais em um dispositivo.

Tipificação de Conteúdo

Todo o conteúdo WAP tem um tipo específico consistente com a tipificação da WWW, o que permite aos agentes-usuários WAP processarem corretamente um conteúdo baseado em seu tipo.

Formatos de Conteúdo Padrões

Todos os formatos de conteúdo WAP são baseados na tecnologia WWW e inclui marcação para *display*, informações de calendário, objetos de cartões de negócios eletrônicos, imagens e linguagem de *script*.

Protocolos de Comunicação Padrões

O protocolo de comunicação WAP possibilita a comunicação das requisições do browser do terminal móvel com o servidor *web*. Os tipos de conteúdo e protocolos WAP foram otimizados para dispositivos de mão sem fio. O WAP utiliza a tecnologia de *proxy*

para conectar um domínio sem fio à Internet. O *proxy* WAP é tipicamente comprometido com a seguinte *Gateway* de Protocolo e dos Codificadores e Decodificadores de Conteúdo.

Gateway de Protocolo

O *gateway* de protocolo traduz as requisições da pilha do protocolo WAP, a saber: WSP (*Wireless Session Protocol* - Protocolo de Sessão Sem Fio), WTP (*Wireless Transaction Protocol* - Protocolo de Transação Sem Fio), WTLS (*Wireless Transport Layer Security* - Camada de Segurança de Transporte Sem Fio) e WDP (*Wireless Datagram Protocol* - Protocolo de Datagrama Sem Fio), para a pilha do protocolo WWW, a saber: HTTP e TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol* - Protocolo de Controle de Transmissão/Protocolo Internet).

Codificadores e Decodificadores de Conteúdo

Os codificadores de conteúdo traduzem o conteúdo WAP em um formato codificado compacto para reduzir o tamanho dos dados que trafegam pela rede. Os decodificadores traduzem o conteúdo codificado compacto para o conteúdo WAP. A infra-estrutura assegura que os usuários de terminais móveis possam navegar por uma grande variedade de conteúdos e aplicações WAP . O *proxy* WAP permite que conteúdo e aplicações sejam hospedados em servidores WWW padrões e sejam desenvolvidos usando tecnologias WWW como, por exemplo, *scripts* CGI (*Common Gateway Interface* - Interface Comum de *Gateway*).

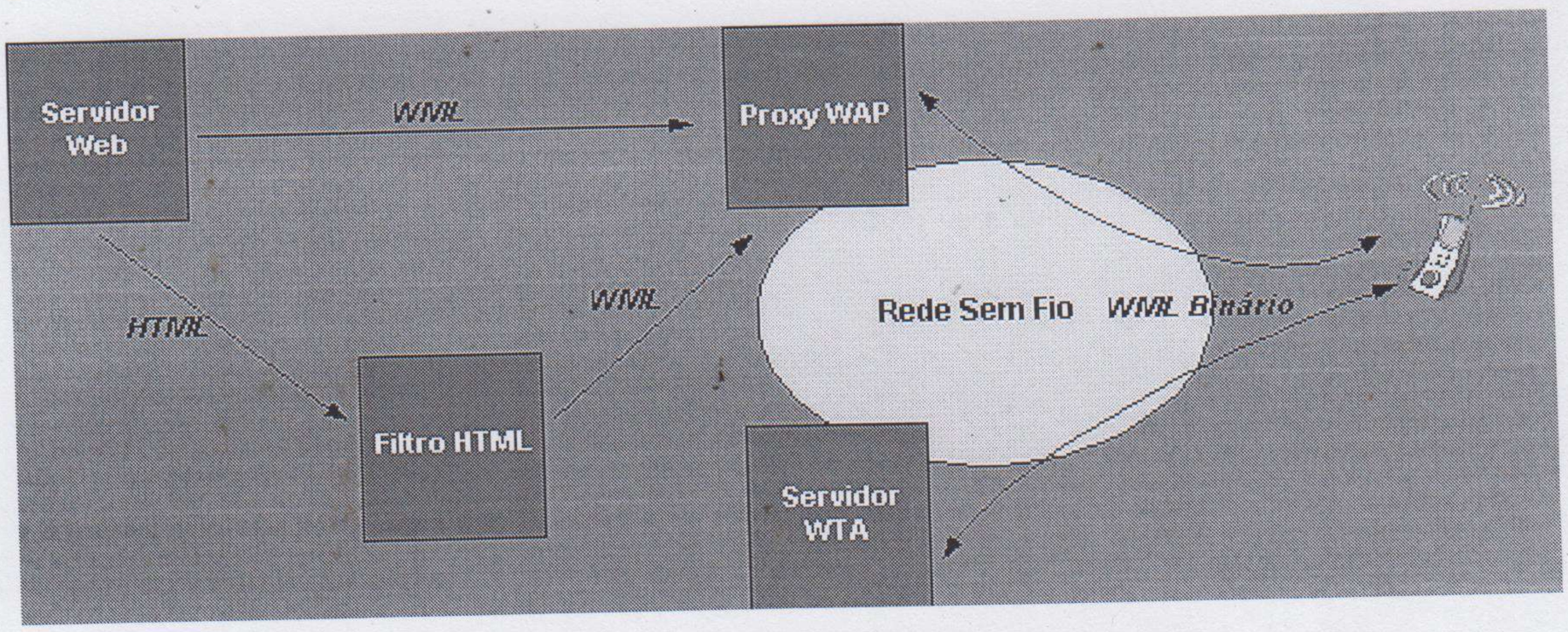


Figura 5: Rede WAP

Na Figura 5, o cliente WAP se comunica com dois servidores da rede sem fio. O *proxy* WAP traduz as requisições WAP para as WWW, permitindo, assim, que o cliente WAP possa enviá-las para o servidor *web*. O *proxy* também codifica as respostas do servidor *web* em um formato binário compacto, que é entendido pelo cliente. Se o servidor *web* provê conteúdo WAP, o *proxy* o recupera diretamente do servidor, caso contrário um filtro é usado para traduzir o conteúdo WWW para o WAP. Por exemplo, este filtro traduziria todo conteúdo HTML para o WML. Já o servidor WTA (*Wireless* Telephony Application – Aplicação para Telefonia Sem Fio) é um exemplo de servidor de origem ou *gateway* que responde às requisições do cliente diretamente. O servidor WTA é usado para prover acesso WAP às capacidades da infraestrutura de telecomunicações do provedor da rede sem fio.

Modelo de Segurança

O WAP disponibiliza uma infra-estrutura de segurança flexível que enfoca a provisão de segurança na conexão entre um cliente WAP e o servidor.

O WAP pode prover segurança entre os pontos finais do protocolo WAP, mas tanto o navegador quanto o servidor de origem devem comunicar-se diretamente usando os protocolos WAP.

Os Componentes da Arquitetura WAP

A arquitetura WAP provê um ambiente escalável e extensível para desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis de comunicação. Tal ambiente é alcançado por meio de uma estrutura em camadas de toda a pilha do protocolo, conforme a Figura 6. Cada camada da arquitetura é acessível pelas camadas abaixo, assim como por outros serviços e aplicações. A arquitetura em camadas do WAP possibilita outros serviços e aplicações que utilizam as capacidades da pilha WAP através de um conjunto de interfaces bem definidas. Aplicações externas podem acessar as camadas de sessão, transação, segurança e transporte diretamente.

WDP (*Wireless Datagram Protocol* – Protocolo de Datagrama Sem Fio) – É a camada de transporte da arquitetura WAP e opera sobre os serviços portadores de dados suportados por vários tipos de redes.

WTLS (*Wireless Transport Layer Security* – Segurança da Camada de Transporte Sem Fio) – É um protocolo de segurança baseado no protocolo padrão da indústria.

O **TLS** (*Transport Layer Security* - Camada de Segurança de Transporte), formalmente conhecido como SSL (*Secure Sockets Layer* - Camada de Sockets Seguros).

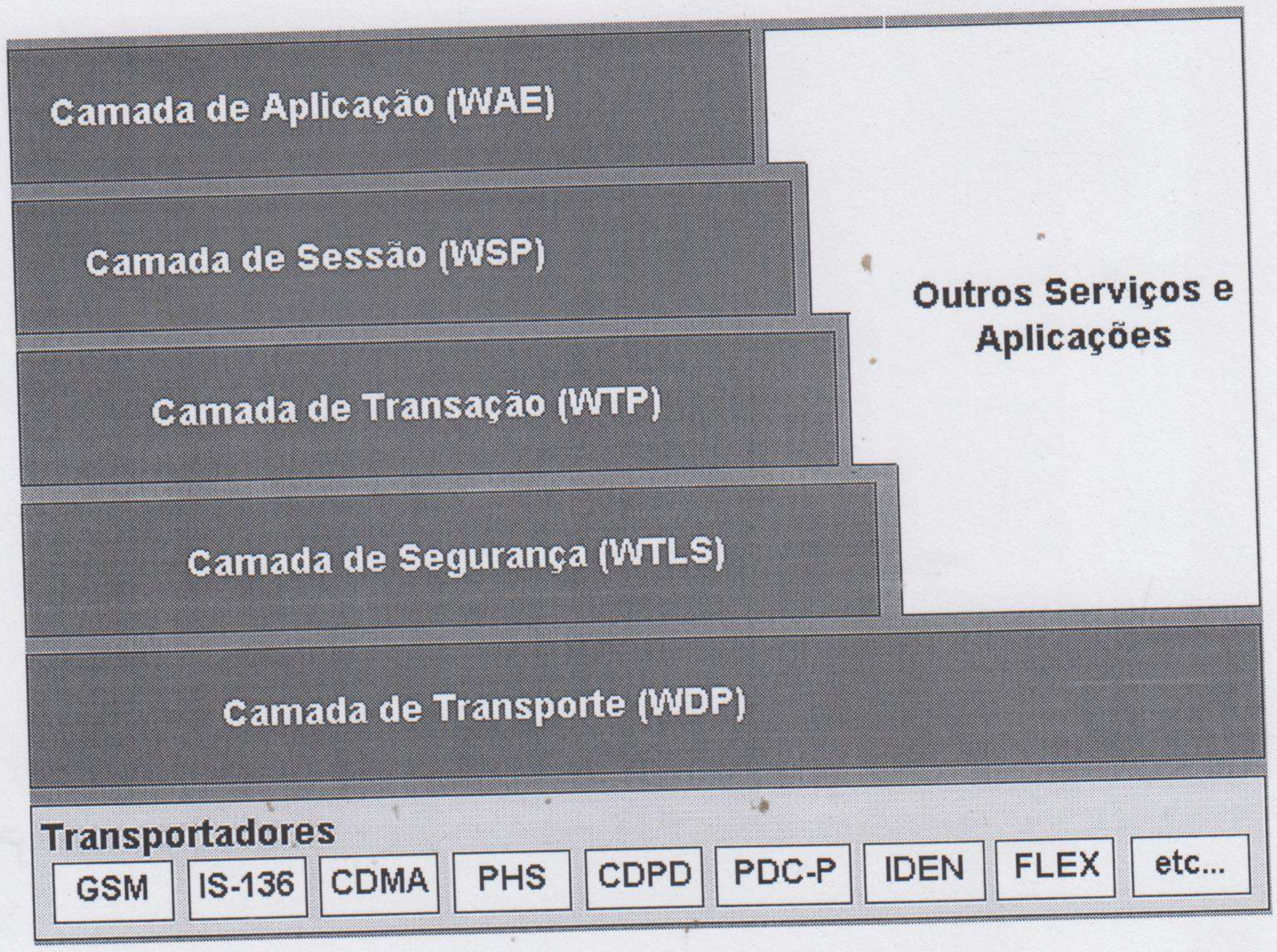


Figura 6: Arquitetura WAP

WTP (*Wireless Transaction Protocol* – Protocolo de Transação Sem Fio) – Provê um protocolo leve orientado à transação, que é otimizado para implementação em clientes com poucos recursos (estações móveis).

WSP (*Wireless Session Protocol* – Protocolo de Sessão Sem Fio) – Provê à camada de aplicação uma interface consistente entre duas sessões de serviço, onde a primeira é um serviço orientado à conexão acima do protocolo da camada de transação (WTP) e a segunda é um serviço sem conexão que opera acima de um serviço de datagrama seguro ou não-seguro (WDP).

WAE (*Wireless Application Environment* – Ambiente de Aplicação Sem Fio) – É um ambiente de aplicação de propósito geral baseado na combinação das tecnologias da *web* e de telefonia móvel, com o objetivo primário de estabelecer um meio de

interoperabilidade que permita operadores e provedores de serviços construir aplicações e serviços que alcancem uma grande variedade de plataformas sem fio de maneira útil e eficiente.

Além das camadas do protocolo, a Figura apresenta ainda dois componentes que não fazem parte da pilha do WAP. São eles:

Transportadores – Os protocolos WAP foram projetados para operar sobre uma variedade de transportadores de serviços, que oferecem níveis diferentes de qualidade no que diz respeito a rendimento, taxa de erro e atraso, que devem ser compensados ou tolerados pelo WAP.

Outros serviços e aplicações – A arquitetura baseada em camadas do WAP possibilita outros serviços e aplicações utilizarem as capacidades da pilha WAP através de um conjunto de interfaces bem definidas. Aplicações externas podem acessar as camadas de sessão, transação, segurança e transporte diretamente, permitindo que a pilha WAP seja usada por aplicações e serviços para os quais o WAP não foi inicialmente projetado, mas que são demandados pelo mercado sem fio.

4 TECNOLOGIAS WIRELESS DE REDES LOCAIS – WLAN

Wireless Local Area Network é a tecnologia que abrange áreas de média distância. Surgiu da necessidade de uma LAN com possibilidade de se ter acesso em qualquer local, fazendo com que usuários tenha conexão em qualquer parte de um prédio.

A tecnologia Wireless LAN tem sido muito utilizada em depósitos, companhias aéreas, e aplicações de aluguel de carros. Através dos esforços do IEEE (*Institute of Electrical and Electronis Engineers*) e dos esforços de certificação da WECA (*Wireless Ethernet Compatibility Alliance*) as redes sem fio estão deixando de ser uma alternativa para se tornarem a principal opção onde o cabeamento estruturado se torna inviável. Atualmente, podemos encontrar WLAN em casas, escritórios, chão de fábrica, hotéis e centros de convenção. Os *access points* (pontos de conexão para as redes sem fio) tem sido utilizados na conexão de todos os tipos de equipamentos moveis, tais como: notebooks e computadores de mão.

As primeiras redes sem fio tinham um conjunto de problemas: eram muito caras, eram lentas, tinham uma série de problemas de interferências e eram baseadas em tecnologias proprietárias. Um dos motivos que leva as redes sem fio para o topo é a tendência da sociedade ter mais mobilidade.

Antes de 1998, instalar uma rede sem fio significava uso de uma ou mais soluções proprietárias. As conexões eram feitas através de redes pouco confiáveis, com baixas taxas de transmissão e com um mínimo de segurança. O resultado do esforço de padronização levou a criação dos padrões HiperLAN/2, IEEE 802.11b e *Bluetooth*. Esse esforço de especificação assegurou que todos os equipamentos pudessem se comunicar utilizando os mesmos protocolos e interfaces de comunicação.

No esforço de resolver os problemas de incompatibilidade das WLANs, a WECA certifica todas as versões do IEEE 802.11 para os equipamentos do mercado, removendo todas as barreiras de dúvidas. Todos equipamentos certificados têm o selo de *Wireless Fidelity* (Wi-Fi).

Em resposta aos requerimentos de mobilidade e com a interoperacionalidade assegurada pelos padrões da indústria, os fornecedores estão construindo cartões e estações base para as redes sem fio. Estão integrando os adaptadores wireless dentro de placas mães de notebooks e computadores de mão. Esta integração é simples e permite a liberação dos *slots* de expansão.

A interferência entre produtos competidores baseados nas tecnologias IEEE 802.11b e *Bluetooth* serão chave para a aceitação ou rejeição da nova tecnologia. Em certas condições de operação o *Bluetooth* e o IEEE 802.11b têm interferência e podem comprometer as aplicações. Reconhecendo a necessidade da coexistência dos dois padrões, vários fornecedores têm tomado algumas iniciativas para desenvolver tecnologias complementares que permitam que o *Bluetooth* e o IEEE 802.11b convivam harmoniosamente.

O *Bluetooth*, diferente das redes WLAN, tem o objetivo de eliminar os cabos em uma área limitada formando uma *Personal Área Network* (PAN). Essas redes terão a principal funcionalidade de substituir os periféricos ligados ao computador. Por exemplo, com uma função complementar a conexão do computador a uma rede IEEE 802.11, as conexões aos periféricos usando *Bluetooth* irão conectar os scanners, as impressoras, os headset para reconhecimento de voz ou voz sobre IP (VoIP).

Fundamentalmente as WLAN's têm dois componentes principais que são: o *Access Point* que tem função de rádio base e conecta a rede sem fio, e as estações de rádio dos clientes (CRs) localizadas nos equipamentos móveis

4.1 IEEE 802.11B

O IEEE 802.11b é especificado para operar em 2,4-GHz utilizando a banda ISM (*Industrial, Scientific and Medical band*). Os canais de rádio freqüência usam a modulação DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*), permitido altas taxas de velocidade em distâncias de até 50 metros em escritórios. O padrão permite taxas de transferência de até 11-Mbps, que são até cinco vezes maiores do que a especificação original do IEEE 802.11

e próxima ao padrão Ethernet. Tipicamente, o padrão IEEE 802.11b é utilizado em pequenos escritórios, em hospitais, em depósitos e em chão de fábrica. Seu principal uso deverá ser em grandes campi para prover conectividade em salas de conferências, áreas de trabalhos, e qualquer outro ambiente inconveniente ou perigoso para se instalar cabos. No curto prazo, em qualquer ambiente onde exista a necessidade de mobilidade será aceitável a instalação de rede sem fios.

4.2 IEEE 802.11G

O IEEE 802.11g prevê a especificação do MAC (*Médium Access Control*) e da camada física (PHY). A camada física será uma extensão do IEEE 802.11b com uma taxa de transmissão de 54-Mbps usando a modulação OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). A especificação IEEE 802.11g é compatível com a especificação IEEE 802.11b. Usando um protocolo estendido, o 802.11g permite o uso misto da rede. Esta característica de uso misto permite que equipamentos que usam o 802.11b operando em 11-Mbps possam compartilhar a mesma rede com os novos equipamentos operando em 54-Mbps. Isso permitirá a migração sem impacto das redes de 11-Mbps para as redes de 54-Mbps.

4.3 IEEE 802.11A

O IEEE 802.11a é o equivalente Fast-Ethernet do padrão IEEE 802.11b. Ela especifica uma rede cinco vezes mais rápida do que o 802.11b. O IEEE 802.11a é desenhada para operar numa banda de freqüência de 5-GHz-UNII (*Unlicensed National Information Infrastructure*). A potência máxima especificada é de 50mW para produtos operando em 5,15-GHz até 5,25-GHz, 250mW para produtos operando em 5,25-GHz até 5,35-GHz e de 800mW para 5,725-GHz até 5,82-GHz (tipicamente para aplicações em áreas abertas). Diferente dos padrões IEEE 802.11b/g, o IEEE 802.11a não usa o padrão

DSSS. Ao contrário, utiliza o OFDM que opera mais facilmente em ambientes de escritórios.

Um quadro comparativo com as três tecnologias IEEE 802.11 é visto na Tabela 1: Comparativo entre as Tecnologias 802.11

Tabela 1: Comparativo entre as Tecnologias 802.11

Comparativo entre as Tecnologias 802.11b - 802.11a - 802.11g						
PADRÃO WRILESS	**802.11B**		**802.11A**		**802.11G**	
Popularidade	🎖 🎖 🎖	Larga adaptação e leitura disponível em todo lugar	🎖	Nova Tecnologia	🎖 🎖	Nova Tecnologia com rápido crescimento esperado
Velocidade	11Mbps	Velocidade até 11Mbps	54 Mbps	Velocidade até 54Mbps. 5x melhor que 802.11b	54 Mbps	Velocidade até 54Mbps. 5x melhor que 802.11b
Custo	💰	Custo Baixo	💰 💰 💰	Relativamente mais caro	💰 💰	Relativamente mais barato
Freqüência	2.4 GHz	Utiliza uma banda de 2.4GHz. Pode ocorre alguns conflitos com outros dispositivos como Cordless, Microondas, etc.	5 GHZ	Utiliza banda de 5 GHz.	2.4 GHz	Utiliza uma banda de 2.4GHz. Pode ocorre alguns conflitos com outros dispositivos como Cordless, Microondas, etc.
Cobertura	30m – 45m	Boa Cobertura. Pode atingir uma área de 30m a 45m dependendo da construção e do material do prédio.	7m – 22m	Menor Cobertura que 802.11b e 802.11g. Pode atingir 7m a 22m interno a um prédio.	30m - 45m	Boa Cobertura. Pode atingir uma área de 30m a 45m dependendo da construção e do material do prédio.
Publico	👪	O número do publico de acesso está com o crescimento rápido, permitindo a conectividade sem fio em muitos aeroportos, hotéis,	X	Até o momento não houve publico de acesso.	👪	A compatibilidade com o 802.11b faz com que também tenha um crescimento rápido.

		campus universitário, etc.				
Compati-bilidade	**OK** 802.11b	Larga adaptação	OK 802.11a	Incompatível com o 802.11b ou 802.11g	**Ok** 802.11g	Interoperabilidade com a rede 802.11b a uma velocidade de 11Mbps.

4.4 HIPERLAN/2

Desenvolvido pelo Instituto Europeu de Padrões de Telecomunicações (ETSI – *European Telecommunications Standards Institute*), o HiperLAN/2 é uma especificação de *wireless* LAN para operar até 54-Mbps, que pode ser utilizada em várias redes, incluindo as redes 3G, redes ATM e redes baseadas em IP. O padrão prevê o uso de dados, voz e vídeo. A especificação inclui o QoS (Quality of Service), fundamental para o transporte em redes determinísticas. Similar ao 802.11a o HiperLAN/2 opera em 5-GHz utilizando a modulação OFDM. Sua sub-camada MAC é diferente do padrão 802.11a.

5 TECNOLOGIAS WIRELESS DE USO PESSOAL - WPAN

Wireless Personal Area Networks (WPANs) apresenta um conceito de rede centrada na pessoa, que permite que um individuo se mova cercado por seus dispositivos dentro do seu espaço pessoal, comunicando-se com eles e através deles com o mundo.

A comunicação sem fio de curto alcance é uma classe complementar as tecnologias sem fio emergentes, sendo para uso interno apenas. O paradigma de conectividade para redes WPAN deve cobrir uma área que corresponde a área de interação pessoal de um individuo (até 10m), e deve suportar aplicações que irão trabalhar a taxas de alguns bps até dezenas de Mbps. O WPAN tem como padrão o 802.15 que tem como tópicos o 802.15.1 (*Bluetooth*), 802.15.3 (High-rate) e 802.15.4 (Low-rate) que serão abordadas a seguir.

5.1 BLUETOOTH – 802.15.1

Diferentemente dos objetivos das WLANs que são desenhadas para serem extensão das redes locais, o *Bluetooth* tem o objetivo de substituir os cabos que conectam os periféricos das estações de trabalho: O *Bluetooth* provê as seguintes funcionalidades:

- Ponto de acesso para voz e dados
- Redes pessoais
- Substituição de cabos entre a estação de trabalho e os periféricos

A topologia de rede suporta até sete conexões simultâneas dentro de uma *piconet*, com uma taxa de transmissão de 1-Mbps. Seus canais assíncronos podem suportar um link assimétrico com um *downlink* de 721-Kbps e um *uplink* de 56-Kbps e um link simétrico com 432,6-Kbps em ambas direções. Esta diferença de velocidade é devida ao *overhead* do protocolo. A potência de transmissão é de até 0,1 Watts permitindo uma distância de até 10 metros. Usa a banda de freqüência de 2,4-GHz, a mesma utilizada pelo padrão IEEE 802.11b/g.

Nas seções seguintes, falaremos de duas tecnologias WPAN em desenvolvimento, isto é, estão sendo especificadas nos fóruns competentes a fim de se tornarem padrões de mercado.

5.2 HIGH-RATE – 802.15.3

O padrão 802.15.3 suporta conectar 245 dispositivos móveis a uma velocidade de 55Mbps e a uma distância de 100 metros. O padrão 802.15.3 como o padrão 802.11b /g operam em uma freqüência de 2.4GHz. Ele especifica uma taxa de transmissão de dados em 11Mbps, 22Mbps, 33Mbps, 44Mbps e 55Mbps. A velocidade de 55Mbps suporta conexão multimídia e uma alta transferência de arquivo, enquanto as velocidades 11Mbps e 22Mbps cobrirá uma maior área para conectividade de dispositivos de áudio. Para o QoS, o padrão especifica o uso de TDMA (Time Division Multiple Access).

5.3 LOW-RATE – 802.15.4 (ZIGBEE)

O padrão 802.15.4/*ZigBee* está destinado como uma especificação para redes que utilizam pouca energia, tal como monitoramento sem fio de controle de luz, alarmes de segurança, monitoramento por sensor, termostatos e detectores de fumaça. As redes *ZigBee* utilizam uma freqüência de 2.4GHz - UNII (*Unlicensed National Information Infrastructure*) e uma velocidade de transmissão de 250Kbps.

6 DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES MÓVEIS

O contínuo e rápido crescimento das capacidades de comunicação e processamento levou ao surgimento de ambientes computacionais maciçamente distribuídos. Esse mercado hoje divido em Palmtops, Smartphones, handhelds tem a necessidade de suporte, no que diz respeito a aplicativos e plataforma.

A partir desse crescimento, começou uma corrida entre empresas para o desenvolvimento de tais aplicativos. Iremos abordar algumas dessas plataformas nesse capítulo e mostrar exemplos de seu desenvolvimento.

6.1 WML

É uma linguagem, similar a HTML. A *Wireless* Markup Language (WML) é uma linguagem de programação que é baseada no padrão XML, lido e interpretado por um Microbrowser (micro-navegador) instalado em algum dispositivo (um celular) WAP.

A linguagem WML foi concebida para trabalhar com aparelhos de comunicação sem fios, com displays de dimensão e resolução reduzidas, de pouca memória e capacidade limitada de processamento. As características especais do WML permitem combater as limitações de redes com pouca largura de banda e alta latência.

Com o WML é possível se ter sub-páginas que são chamadas de 'cards' sendo que uma página WML é chamada de 'deck'. Cada card funciona como uma página web e seu conteúdo são exibidos ao usuário. Assim como o HTML o WML é para construção de páginas estáticas, mas com possibilidade de incluir linguagens de script para torna-las dinâmicas.

O WML usa o WMLScript (Wireless Markup Language Script) , como uma linguagem de script cliente que é usada com o WML. Nas páginas HTML, você pode usar o JavaScript para criar páginas mais dinâmicas, e realizar operações matemáticas.

Existe ainda o HDML, que é uma linguagem para handhelds. De acordo com Wapsite.com.br, HDML significa *Handheld Device Markup Language*, e foi a primeira linguagem utilizada em dispositivos WAP. Alguns browsers WAP antigos só aceitam HDML. Os novos browsers da Phone.com são compatíveis tanto com WML como HDML.

6.2 WINDOWS MOBILE .NET

A Microsoft, como uma das maiores empresas desenvolvedoras de software, tem despertado interesse de investir no ramo de pequenos dispositivos como palmtops, handhelds e celulares inteligentes, e para mais, vem lançando uma linha de plataforma específicas para esses dispositivos, os quais iremos externar alguns como: WindosCE, PocketPC e SmartPhone.

Na área de desenvolvimento existem 2 opções para estas plataformas:

- MS. eMbedded Visual C++ + SDK (para escrever código nativo);
- MS Visual Studio .Net (para ter suporte a XML e Web Service com C# e VB .Net).

Utiliza como linguagem nativa o C++, mas alternativamente pode usar C#, MS VB .NET, Java.

WindowsCE

O Windows CE é um sistema operacional que tem a mesma aparência e características do Windows 95, e é utilizado pelos Handhelds e Palmtops . Ele é fornecido gratuitamente nos equipamentos e é dividido em três categorias:

Windows CE P/PC - Utilizado nos Palmtops

Este é o sistema operacional dos Palmtops. Ele roda diretamente na memória ROM e possui características real time, que garante velocidade . O sistema não necessita carregar drivers e quando o Palmtop é ativado, o Windows CE é inicializado automaticamente. Não há demora. Pode-se desligar o Palmtop a qualquer momento, independente da aplicação que está em uso. Não há função de desligar o Palmtop via software como ocorre com o

Windows. A vantagem de rodar o sistema operacional diretamente sob o hardware é puramente velocidade. O Windows CE é um sistema operacional embutido e, portanto, não há como fazer upgrade sem a troca do chip-mãe . Atualmente dois chips podem ser encontrados rodando nos Palmtops : SH3 da Hitachi e o Mips .

Windows CE H/PC - Utilizados nos Handhelds

Os **Handhelds PC** possuem o tamanho de uma fita de vídeo e sua tela geralmente não excede os 17 cm de diagonal . São recomendados para anotações rápidas e leitura e envio de e-mail. Pode possuir saída para VGA, slots compact Flash, fax modem interno e etc. Utilizam o sistema operacional Windows CE H/PC que tem as mesmas especificações do Windows CE P/PC utilizado nos Palmtop

Windows CE H/PC Pro

Utilizado nos Handhelds profissionais e tem as mesmas funcionalidades do Windows CE H/PC.

PocketPC

O Microsoft® Windows Mobile® 2003 baseado em Pocket PC é um marco importante para os usuários e desenvolvedores de Pocket PC. Pocket PC é baseado no sistema operacional, Microsoft® Windows® CE.NET 4.2, e é o primeiro dispositivo que tem o Microsoft Windows .NET Compact Framework integrado na ROM. Este aperfeiçoamento e muito mais, forma um novo fundamento para o desenvolvimento de aplicações móveis.

O sistema operacional utilizado em PocketPC tem a facilidade de ter uma interface amigável e muito parecido com o windows para desktop. Já existe em 2 versões: a Windows PocketPC 2000 e o Windows PocketPC 2003.

Os novos Palmtops terão uma versão do Excel e Word, muito simples e com a interface tradicional da Microsoft. Os softwares irão gerar arquivos em .doc e .xls , sem a necessidade de softwares de conversão .

Haverá um browser para palmtops que irá suportar frames, JavaScript, Avantgo, Mobile Channels , logo a navegação será muito similar a de um desktop .

No campo multimídia, o novo Windows Media Player irá possibilitar que os palmtops possam executar arquivos .MP3 e .WMA nas taxas 64k e 128k . A qualidade do som deverá ser muito boa, pois atualmente o Cassiopeia E-100 já executa som com excelente qualidade. No futuro tudo tende a melhorar ainda mais.

O novo Microsoft Reader permite que sejam lidos livros diretamente pela tela do Palm. Uma nova forma de comercialização de arquivos para os Palms irá ter início, pois pode-se disponibilizar uma biblioteca inteira para download . Este novo software pode acessar arquivos no padrão e-book também.

SmartPhone

SmartPhone é um super celular com muito mais funções que os nossos atuais. Fazer chamadas com comando de voz não é uma tecnologia tão avançada assim para que estes tipos de celulares sejam denominados SmartPhones. Aparelhos que possuam aplicativos de gerenciamento de calendário, de contatos/endereços, sincronismo com computador, telas grandes de boa definição são algumas das características de um legítimo SmartPhone.

É sabido que estes celulares serão conectados 100% do tempo com a Internet através de redes 2.5G, fornecendo informações em tempo real e em alta velocidade. Os novos aparelhos serão uma mescla entre palmtop e celular. A especificação técnica tende a ser:

- Processador ARM rodando a mais de 100 Mhz (A Intel e Texas já estão trabalhando em processadores para estes dispositivos);
- Memória RAM de 32 MB;
- Tela de 160x160 pixels com suporte a 65k de cores;
- Conexão com o PC via USB e Bluetooth;
- Bateria de Íon-Lítio recarregável;
- Entrada para cartões SIM-CARDs e MMC/SD;

– Sistema operacional rodando em memória RAM Flash

Acompanhe nas figuras abaixo a interface do Smartphone 2002:



Figura 7: Windows Smartphone

6.3 BREW

Ambiente binário de tempo de execução para aplicativos sem fio, o BREW (Binary Runtime Environment for *Wireless*) é um sistema aberto e completo com produtos e negócios para o desenvolvimento e distribuição pelo ar de serviços de dados a dispositivos de comunicação móvel. A QUALCOMM, fabricante do BREW, fornece 3 produtos e serviços:

BREW SDK para desenvolvedores, kit de desenvolvimento que inclui ferramentas de desenvolvimento, suporte técnico, gerenciamento da distribuição de aplicativos e suporte ao desenvolvimento comercial;

BREW OS para fabricantes de dispositivos, ambiente binário de tempo de execução para aplicativos sem fio, é o próprio sistema operacional que permite aos desenvolvedores codificar programa na linguagem favorita.

BREW BDS para operadoras de telefones móveis, o BREW Distribrution System, sistema de distribuição que permite que as operadoras de telefones móveis forneçam aos

seus assinantes a utilização de aplicativos em seus aparelhos, como se fossem páginas na Web.

Segundo a QUALCOMM (2003), o BREW vem com a proposta de ser um sistema operacional "fino", rápido, aberto e extensível.

"Fino" - por não ser apenas uma versão reduzida de produtos desenvolvidos para PC's e PDA's. A QUALCOMM desenvolveu o BREW a fim de que a plataforma executasse a partir de um chip;

Rápido – como o BREW executa a partir de um chip, permite aplicativos nativos C/C++ rápidos, e a fácil integração com navegadores e máquinas virtuais baseadas na tecnologia Java;

Aberto – além de C/C++ que são nativos do BREW permite integração com Java, XML (*Extensible Markup Language*, linguagem de marcação extensível), Flash e etc. Podendo trabalhar em um telefone inteligente com qualquer sistema operacional (SO) móvel, como o Palm, aplicativos escritos para esse SO podem ser obtidos via download "pelo ar", usando-se o BREW Distribution System (BDS, sistema de distribuição do BREW), bem como ser cobrados exatamente como aplicativos BREW;

Extensível - Terceiros podem escrever extensões à plataforma BREW, disponibilizando funcionalidade adicional aos aplicativos.

6.4 SYMBIAN

Nome dado a um projeto integrado pelos maiores fabricantes mundiais de telefones celulares, Symbian procura desenvolver um padrão comum para o futuro dos sistemas operacionais de celulares. Segundo TELEMOVEIS.COM (2003) o Symbian é um sistema operacional 32bits multitarefa robusto, desenhado especialmente para o ambiente *Wireless* e para restrições dos telefones celulares. Ele foi baseado em 5 pontos chaves:

Pequenos dispositivos móveis;

- Mercado de massa;

- Conexão *wireless* ocasional;
- Variedade de produtos; e,
- Plataforma aberta para desenvolvimento de terceiros.

É uma plataforma aberta dirigida para desenvolvimento de aplicações com compromisso com os padrões abertos; Suporta desenvolvimento em C++ e Java, facilitado pelo uso de SDK's.

7 CONCLUSÃO

É difícil dizer que uma plataforma é melhor ou pior do que outra. Este trabalho conclui que o desenvolvimento de soluções para as plataformas que dão sustentação as tecnologias de rede sem fio, não está restrita aos grandes fabricantes de software. Os produtores de hardware como os próprios fabricantes de software estão incentivando o desenvolvimento de soluções para dispositivos móveis muitas vezes disponibilizando os kits de desenvolvimento de forma gratuita, por exemplo o Web Matrix da Microsoft.

Cada tecnologia tem suas características. Cabe ao desenvolvedor achar a plataforma que se enquadra mais na solução que deseja desenvolver. Podemos levar em consideração fatores como facilidade de aprendizado, eficiência, portabilidade e tendências de mercado pode e deve maximizar as chances de sucesso.

As tecnologias WWAN, WLAN e WPAN já estão em uso, com padrões ainda em desenvolvimento, oferecendo suas facilidades a vida do usuário e é nós, desenvolvedores de soluções, que daremos subsídio a essas tecnologias oferecendo produtos e serviço de forma customizadas ao cliente final.

8 REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICAS

MATEUS, G. R.; Loureiro, A. A. F. **Introdução à computação móvel.** Rio de Janeiro: DCC/IM, COPPES, 1998.

9 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALLIANCE RESOURCE, INC. Disponível em: <http://www.gopc.com/Homex.html>. Acesso em nov. 2003.

DIMAP. Disponível em: <http://www.dimap.ufrn.br/~gold/CMovel.html>. Acesso em nov. 2003.

EDUARDO FAGUNDES. Disponível em: <http://www.efagundes.com/>. Acesso em nov. 2003

FOLHA ONLINE. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/publicidade/gsm/>. Acesso em nov. 2003.

HIPERPAN. Disponível em: <http://www.gta.ufrj.br/~rezende/cursos/eel879/trabalhos/hiperpan/index.htm>. Acesso em nov. 2003.

ISAM. Disponível em: <http://www.inf.ufrgs.br/~isam/paginaDefComputacaoMovel.html>. Acesso em: out. 2003.

JBONLINE. Disponível em: <http://jbonline.terra.com.br/inter/internet/anteriores/wap/index.html>. Acesso em nov. 2003.

NETWORLD WORK FUSION. Disponível em: <http://www.nwfusion.com/links/>. Acesso em nov. 2003.

Nokia. Disponível em: <http://www.nokia.com.br>. Acesso em: out. 2003.

Palmland. <http://www.palmland.com.br>. Acesso em: out. 2003.

PEKUS. Disponível em: <http://www.pekus.com.br/windowsce.htm> Acesso em: out. 2003.

PLANETA CELULAR. Disponível em: <Http://www.planetacelular.com.br>. Acesso em out. 2003