

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIAS, GERÊNCIA E
SEGURANÇA DE REDES DE COMPUTADORES

MIGUEL ANGELO CORRÊA CARDOSO

Tecnologias 3G: uma visão prática

Trabalho de Conclusão apresentado como
requisito parcial para a obtenção do grau de
Especialista

Prof. Dr. Juergen Rochol
Orientador

Prof. Dr. Sérgio Luis Cechin
Prof. Dr. Luciano Paschoal Gasparly
Coordenadores do Curso

Porto Alegre, dezembro de 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Prof. Rui Vicente Oppermann

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Aldo Bolten Lucion

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Flávio Rech Wagner

Coordenadores do Curso: Profs. Sérgio Luis Cechin e Luciano Paschoal Gaspary

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

AGRADECIMENTOS

Agradeço as pessoas que sempre estão ao meu lado, a minha esposa, minhas filhas, minha mãe e todos meus familiares.

Ao meu orientador Dr. Juergen Rochol, aos coordenadores do curso Prof. Dr. Sérgio Luis Cechin e Prof. Dr. Luciano Paschoal Gaspar e a toda direção do curso.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	5
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABELAS	9
RESUMO.....	10
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DAS TECNOLOGIAS	14
2.1 Gerações Tecnológicas em Sistemas Celulares	14
2.1.1 Primeira Geração (1G).....	14
2.1.2 Segunda Geração (2G).....	15
2.1.3 Geração dois e meio (2,5G).....	15
2.1.4 Terceira Geração (3G).....	16
2.1.5 Quarta Geração (4G)	16
3 TECNOLOGIA 3G NO BRASIL.....	18
3.1 Cronologia da tecnologia 3G no Brasil	21
4 TERCEIRA GERAÇÃO (3G).....	22
4.1 CDMA2000 1xEV-DO	22
4.1.1 Características técnicas - largura de banda, taxa de dados e modulação.....	22
4.1.2 Arquitetura da rede EV-DO.....	24
4.2 UMTS/CDMA	26
4.2.1 Características do WCDMA FDD.....	26
4.2.2 Arquitetura da rede WCDMA.....	27
4.2.3 RAN no sistema UMTS.....	28
4.2.4 Arquitetura da RAN.....	29
4.2.5 RAN interfaces externas	30
4.2.6 RAN interfaces internas.....	31
4.2.7 Transferência de dados na RAN	31
4.2.8 Interface Aérea	32
4.2.8.1 Técnicas de Múltiplo Acesso.....	34
4.2.9 Vantagens do CDMA	36
4.2.10 Controle de Potência.....	36
4.2.11 Estrutura de Hardware dos equipamentos responsável pela interface aérea .	37
4.2.12 Características da DBS3800	38
4.2.12.1 Estrutura do sistema da BBU 3806.....	38
4.2.12.2 Estrutura da RRU.....	39
5 CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1XRTT	Radio Transmission Technology
3GPP	Third Generation Partnership Project
3GPP	Third Generation Partnership Project
8PSK	Octonary Phase Shift Keying
AMPS	Advanced Mobile Phone System
AMR	Adaptive Multi Rate
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
BBU	Baseband Unit
BrT	Brasil Telecom
BTS	Base Transceiver Station
CBC	Cell Broadcast Center
CDMA	Code Division Multiple Access
CN	Core Network
CS	Circuit Switched
DAMPS	Digital AMPS
DRC	Data Rate Control
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EV-DO	Evolution - Data Only
FDD	Frequency Division Duplex
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FM	Frequency Modulation
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile communications
HA	Home Agent
HLR	Home Location Register

HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access
IMT	International Mobile Telecommunications
IMT-2000	International Mobile Telephony 2.000
IP	Internet Protocol
ITU	International Telecommunication Union
LAI	Location Area Identity
LAN	Local Area Network
LCS	Location Service
LTE	Long Term Evolution
M2000	Plataforma de gestão WCDMA desenvolvido pela Huawei
Mcps	Mega Chip Per Second
ME	Mobile Equipament
MGW	Media Gate-Way
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Service Switching Center
MSRN	Mobile Station Roaming Number
NMS	Network Management System
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OFDMA	Orthogonal Frequency-Division Multiple Access
OVSF	Orthogonal Variable Spreading Factor
PCS	Personal Communication System
PDA	Personal Digital Assistent
PDSN	Packet Data Serving Node
PS	Packet Switched
QoS	Quality of Service
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase-Shift Keying
RAN	Radio Access Network
RF	Radio Frequency
RNC	Radio Network Controller
RRU	Remote Radio Unit
SF	Spreading Factor
SGSN	Serving GPRS Support Node
SMC	Serviço Móvel Celular

TDD	Time Division Duplex
TDMA	Time Division Multiple Access
TMSI	Temporary Mobile Subscriber Identity
UE	User Equipment
UHF	Ultra High Frequency
UIT	União Internacional de Telecomunicações
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
USIM	User Services Identity Module
UTRAN	Universal Terrestrial Radio Access Network
VLR	Visitor Location Register
WAP	Wireless Application Protocol
WCDMA	Wideband CDMA
WEB	World Wide Web
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WMAN	Wireless Metropolitan Area Network
WML	Wireless Markup Language
XML	eXtensible Markup Language

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Distribuição no país da área de cobertura por operadoras de tecnologia 3G (WCDMA/HDSPA). A) Brasil Telecom; B) Claro; C) CTBC; D) Oi; E) Tim; F) Vivo	20
Figura 4.1: Banda do 1xEV-DO	23
Figura 4.2: Estrutura típica de uma rede CDMA 1x Ev-DO	25
Figura 4.3: Arquitetura do sistema WCDMA	28
Figura 4.4: RAN em um sistema UMTS	28
Figura 4.5: Arquitetura da RAN	29
Figura 4.6: As interfaces externas da RAN	30
Figura 4.7: Interfaces internas da RAN	31
Figura 4.8: Ambiente de Multi-Percurso	32
Figura 4.9: Desvanecimento	33
Figura 4.10: Efeito do desvanecimento no sinal	33
Figura 4.11: Princípio do RAKE Receiver	34
Figura 4.12: FDMA	35
Figura 4.13: TDMA	35
Figura 4.14: CDMA	34
Figura 4.15: Controle de Potência	37
Figura 4.16: Overview da DBS3800	37
Figura 4.17: Estrutura do sistema BBU	38
Figura 4.18: Estrutura da RRU	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Licitação de frequências de 3G da Anatel	19
Tabela 3.2: Faixas de frequência	19
Tabela 3.3: Quantidades de celulares 3G no Brasil	20
Tabela 4.1: Tipo de modulação de acordo com a taxa oferecida	23

RESUMO

A tecnologia de terceira geração (3G) de padrões e tecnologias de telefonia móvel, baseado na família de normas da União Internacional de Telecomunicações, no âmbito do Programa Internacional de Telecomunicações Móveis International Mobile Telecommunications (IMT-2000), trazem grandes inovações tecnológicas e de comportamento humano.

As tecnologias 3G permitem às operadoras da rede oferecer a seus usuários uma ampla gama dos mais avançados serviços, já que possuem uma capacidade de rede maior, por causa de uma melhora na eficiência espectral. Entre os serviços há a telefonia por voz e a transmissão de dados a longas distâncias, tudo em um ambiente móvel.

As operadoras de telefonia celular implantaram suas redes sempre buscando uma atualização, para estarem de acordo com as grandes exigências do mercado de telecomunicações, onde o usuário busca um padrão de serviços cada vez melhor.

Por ser um campo muito competitivo a tecnologia 3G é uma evolução de outras tecnologias, faz parte da história recente do nosso país, sendo mostrado neste trabalho.

Dentro das tecnologias 3G implantadas no Brasil, temos uma descrição da tecnologia 1xEV-DO e WCDMA.

Com uma ênfase aos protocolos utilizados, suas funções e equipamentos que estão sendo utilizado hoje no mercado de telecomunicações.

Palavras-Chave: Tecnologia, 3G, 1xEV-DO, WCDMA

3G Technology: a practice vision

ABSTRACT

The technology for third generation (3G) standards and technologies for mobile telephony, based on a family of standards of the International Telecommunication Union in the framework of the International Mobile Telecommunications (IMT-2000), bring major technological innovations and human behavior.

The 3G technologies enable network operators offer to its users a wide range of advanced services, as they have a greater network capacity because of an improvement in spectral efficiency. Among the services, there is the voice telephony and data transmission over long distances, all in a mobile environment.

The operators of mobile networks deployed their always looking for an upgrade, to comply with the broad requirements of the telecommunications market, where you search a pattern of ever-better services.

Being a very competitive field 3G technology is an evolution of other technologies, is part of the recent history of our country, being shown in this work.

Within the 3G technology deployed in Brazil, we have a description of the technology 1xEV-DO and WCDMA.

With an emphasis on the protocols used, their functions and equipment that are being used today in the telecommunications market.

Keywords: Technology, 3G, 1xEV-DO, WCDMA

1 INTRODUÇÃO

O ser humano vive em sociedade e tem na comunicação um meio de sobrevivência. Desde o início de sua existência vem aperfeiçoando o modo de se comunicar. No início os sistemas telefônicos tinham como função a comunicação utilizando a voz. Atualmente as pessoas apresentam novas necessidades de comunicação, fazendo com que os sistemas telefônicos passem a suportar transmissões de dados, voz e imagens.

A idéia de telefonia celular teve êxito justamente por ser dividido em células possibilitando um uso melhor do espectro de frequência com reutilização das mesmas de acordo com planos pré-estabelecidos.

A tecnologia 3G é a terceira geração de padrões e tecnologias de telefonia móvel, baseada nas normas da UIT (União Internacional de Telecomunicações), no âmbito do Programa Internacional de Telecomunicações Móveis (IMT-2000). Já é uma realidade em países da Europa, Estados Unidos, Austrália, Coréia e Japão. Na América Latina, além do Brasil, a tecnologia 3G já está disponível também na Argentina e no Chile. As tecnologias 3G permitem às operadoras da rede oferecerem a seus usuários uma ampla gama dos mais avançados serviços, já que possuem uma capacidade de rede maior por causa de uma melhora na eficiência espectral. Entre os serviços, há a telefonia por voz e a transmissão de dados a longas distâncias, tudo em um ambiente móvel. A implantação das redes 3G foi tardia em alguns países devido a enormes custos adicionais para licenciamento do espectro. Sua evolução começou no ano de 1.999, mas no Brasil esta tecnologia só chegou em 2.004 (LUZ & RIBEIRO, 2.008).

Este trabalho possui visão prática sobre esta tecnologia, descrevendo-a e direcionando-a para um melhor entendimento de maneira prática e objetiva sobre este assunto. Tomamos por base os conhecimentos que uma equipe técnica de manutenção necessita para exercer suas funções.

Atualmente está tecnologia vem sendo implantada nas operadoras de telefonia celular, sendo a Vivo S.A. uma destas empresas, como funcionário da mesma, o objetivo deste trabalho é adquirir um maior conhecimento a respeito desta tecnologia.

Esta monografia está dividida em:

- No capítulo 2 é feita uma revisão das tecnologias, traçando uma breve evolução tecnológica da telefonia celular;
- No capítulo 3 é mostrada a tecnologia 3G no Brasil, desde a possível implantação da mesma até a real situação e utilização desta no país;

- No capítulo 4 é feita uma revisão dos Sistemas Terceira Geração (3G), observando-se as duas principais tecnologias implantadas no Brasil: 1xEV-DO e WCDMA e
- No capítulo 5 é realizada uma conclusão a cerca do tema proposto nesta monografia.

2 REVISÃO DAS TECNOLOGIAS

O sistema de telefonia vem se aprimorando desde o início de sua existência. No início ficávamos preso ao um aparelho telefônico ligado a um cabo de telefone. As centrais e os aparelhos telefônicos foram evoluindo com o passar do tempo, até surgir a telefonia celular, onde não existe mais a necessidade de ficar preso a um cabo telefônico. As tecnologias dos sistemas celulares foram se aprimorando, o que antes era apenas um telefone móvel, hoje agrega inúmeras funções.

Os sistemas celulares deverão ser os responsáveis pela grande transformação em relação ao acesso à Internet e novas aplicações a serem oferecidas ao usuário. Os impactos sociais e econômicos advindos da massificação no acesso à Internet através dos terminais celulares denominados de *Personal Digital Assistant* (PDA), com taxas que variam de 144 kbit/s a 2 Mbits/s e com avançadas aplicações multimídia, deverão ser a realidade já no final desta década. Os sistemas wireless capazes de oferecer estes serviços deverão ser baseados em atualizações tecnológicas dos atuais sistemas celulares e são conhecidos na literatura especializada como sistemas PCS (*Personal Communication System*) (ROCHOL, 2007).

2.1 Gerações Tecnológicas em Sistemas Celulares

2.1.1 Primeira Geração (1G)

A primeira geração de sistemas celulares, chamada 1G, teve seu grande impacto na sociedade principalmente pela novidade: sem fio. Até então, todos os sistemas de telefonia móvel eram centralizados e, como consequência, tinham uma baixa capacidade de tráfego e alto custo. Estas características restringiam a poucos usuários a possibilidade de se comunicar em movimento com um serviço de telefonia (SVERZUT, 2005).

Uma característica, que viria a ser marcante, era o fato de os sistemas de primeira geração serem analógicos, utilizando sistemas de modulação em frequência (*Frequency Modulation – FM*), onde a voz do usuário era transmitida em radiofrequência (*Radio Frequency – RF*) na faixa UHF (*Ultra High Frequency*) (SVERZUT, 2005).

Pelo fato de ser um sistema novo pouco se sabia sobre o seu potencial e as tendências de mercado. Até por isso, na primeira geração, poucos esforços de padronização entre diferentes países são constatados. De fato, na primeira geração,

vários padrões foram propostos e implementados, mesmo que de forma isolada, em apenas um país. O Brasil seguiu a “linha” proposta pelos Estados Unidos (EUA), o padrão AMPS (*Advanced Mobile Phone System*) (SVERZUT, 2.005).

2.1.2 Segunda Geração (2G)

O aumento da capacidade demandado pelos americanos resultou na proposta de três padrões : IS-54 (AMPS digital), IS-136 (TDMA digital) e IS-95 (CDMA digital). Na Europa o esforço de uniformização criou o GSM (*Global System for Mobile Communications*). Essa união de esforços tornou o sistema GSM o principal representante mundial na segunda geração. A união permitiu o aumento da escala de produção de equipamentos e atraiu os grandes fabricantes do mundo. A presença de vários competidores no mercado fez o preço dos produtos GSM tornar-se mais competitivo (SVERZUT, 2005).

O foco principal dos padrões 2G era oferecer telefonia para o usuário e, desta forma, os protocolos de transmissão de dados de segunda geração contemplam apenas adaptações do canal de voz para a transferência de bits de dados. A consequência desse fato é que as taxas máximas de transmissão são baixas, não permitindo a implementação de novos serviços, que exigem taxas maiores (SVERZUT, 2.005).

Na segunda geração, apesar das melhorias, grande parte dos problemas da primeira esbarrou em suas próprias limitações. Com o processo de globalização, cresce a necessidade de integração entre os sistemas celulares para prover mobilidade e funcionalidade. Outra demanda de mercado foi por transmissão de dados em taxas altas para a realização de novos serviços, entre eles, principalmente, acesso à Internet (SVERZUT, 2.005).

2.1.3 Geração dois e meio (2.5G)

Através de uma implementação surgiu a tecnologia intermediária 2.5G, para suportar o padrão WAP (*Wireless Application Protocol*) de acesso a dados por comunicações GPRS (*General Packet Radio Service*) e EDGE (*Enhanced Data rates for GSM Evolution*) com taxas de transferência de dados de até 115 Kbits/s. A especificação WAP, desenvolvido para prover serviços semelhantes a um navegador web, com disposição exclusiva para sistemas móveis de celulares, no início de sua implantação foi depreciado devido a enormidade de limitações encontradas, tanto no seu uso quanto em sua interface. Com o advento do WAP 2.0, que apresenta interpretação de códigos WML para XML, houve uma expressiva melhora, mas ainda assim, seu uso continuou limitado pela largura de banda de transferência de dados e interface pouco amigável (PIVA *et. al*, 2.008).

2.1.4 Terceira Geração (3G)

Analisando a evolução dos sistemas celulares, conclui-se que os sistemas celulares de primeira geração (1G) eram puramente analógicos. A segunda geração (2G) evoluiu para os sistemas digitais, porém foram projetados para transportar sinais de voz ou dados a baixas taxas de transferência (SVERZUT, 2.005).

Com o advento e evolução da Internet, o perfil dos assinantes começou a mudar. Atualmente, o assinante não se limita somente a realizar chamadas de voz. O assinante quer trocar e-mails, acessar páginas da Internet, dentre outros serviços. Como resultado desse novo tipo de perfil, os sistemas móveis celulares estão evoluindo, visando adaptar-se a essa crescente demanda por novos serviços e aplicações (SVERZUT, 2.005).

Atualmente já estão disponíveis comercialmente sistemas móveis celulares intermediários de terceira geração, chamados de sistemas 2.5G e 2.75G, desenvolvidos para suportar a troca de mensagens, e-mails e acesso a páginas da web. Em alguns países, incluindo o Brasil, já estão disponíveis algumas tecnologias de terceira geração (3G), como por exemplo, o CDMA2000 e WCDMA (SVERZUT, 2.005).

Visando padronizar os sistemas 3G, em 1.989, a União Internacional de Telecomunicações (UIT ou *International Telecommunication Union* –ITU) divulgou a sua visão para sistemas celulares do futuro. O documento continha as características gerais do sistema. Os requisitos mínimos para a sua operação e as restrições de funcionamento e projeto (SVERZUT, 2.005).

A essa visão deu-se o nome de IMT-2.000 (*International Mobile Telephony* 2.000) e, a partir de então, empresas e órgãos reguladores do mundo inteiro passaram a estudar e a propor soluções para a criação de uma nova tecnologia que atingisse as demandas do padrão IMT-2.000 (SVERZUT, 2.005).

2.1.5 Quarta Geração (4G)

Quando se pensa em 4ª geração de sistemas celulares se pensa em uma total convergência de voz e dados. Pensa-se, também, na convergência de todas as redes sem fio (LANs, IEEE 802.11, *bluetooth*, etc.) e na integração das redes públicas fixas e celulares (AUGUSTO et. al, 2.006).

Toda esta integração e convergência dos serviços possuem basicamente uma única causa: a crescente demanda de dados e de mobilidade. Por causa disto, vem surgindo com a 4ª geração as WMAN (*Wireless Metropolitan Area Network*) e, também, padrões que garantem, além de uma cobertura metropolitana, uma maior taxa de transmissão de dados com maior qualidade (AUGUSTO et. al, 2.006).

Com isto, estão sendo desenvolvidos os padrões IEEE 802. 16, o WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) e o IEEE 802.20, o Mobile-Fi. A grande similaridade das diversas tecnologias 4G é a utilização da técnica de modulação OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). Todas estas tecnologias trabalham em redes IP/OFDM. É através destas eficientes técnicas de modulação e de múltiplo acesso como OFDMA (*Orthogonal Frequency-Division Multiple Access*) que é

possível garantir a escalabilidade, alta taxa de dados e segurança da rede 4G – WiMAX (AUGUSTO et. al, 2.006).

3 TECNOLOGIA 3G NO BRASIL

No Brasil, o órgão regulador das Telecomunicações é a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), criada pela Lei Geral das Telecomunicações (Lei no. 9.472, de 16/07/97). A Anatel tem como finalidade dispor sobre as telecomunicações e sistemas de radiodifusão.

A implantação das tecnologias de terceira geração (3G), vem sendo discutida com grande interesse no Brasil, sendo que o superintendente dos Serviços Privados da Anatel, Jarbas José Valente, em uma palestra no ano de 2.002 durante o Fórum Nacional de Direito de Telecomunicações, afirmou que a Anatel pretendia utilizar a terceira geração (IMT-2.000) dos serviços móveis, com o objetivo de acabar com a exclusão digital no país.

Esta idéia inicial apresentada pela Anatel pode não se concretizar devido às condições econômicas e financeiras do país.

A primeira operadora a oferecer 3G no Brasil foi a Vivo S.A., em 2.004, com a tecnologia Evolution-Data Optimized ou CDMA 1x EV-DO que atinge velocidades de até 2Mbits/s. No final de 2.007, as operadoras Claro e Telemig Celular, lançaram suas redes 3G UMTS/HSDPA na frequência de 850 MHz antecipando-se ao leilão realizado em dezembro de 2.007.

Em dezembro de 2.007, foi realizado o leilão das faixas de frequências no Brasil. Dessa forma, as quatro principais operadoras do país Vivo, Claro, TIM e Oi, conseguiram obter cobertura nacional, além da Telemig Celular e da Brasil Telecom, que obtiveram a cobertura em suas respectivas regiões (Tabela 3.1 e Tabela 3.2). Neste mesmo leilão, a operadora CTBC também adquiriu a tecnologia para a sua área de concessão: Triângulo Mineiro e parte dos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e São Paulo (LUZ & RIBEIRO, 2.008).

No mês de setembro de 2.008, o Brasil terminou o mês com 1.952 mil celulares com a tecnologia 3G. Este crescimento, em relação ao mês anterior, foi de 48,4% e o crescimento acumulado desde junho é de 28,5%. Com estes índices, os celulares 3G já representam 1% do total de celulares no Brasil (Tabela 3.3) (TELECO, 2.008).

Tabela 3.1: Licitação de frequências de 3G da Anatel

	Área SMC	F	G	I	J
1	SP 11	Tim	Claro	Oi	Vivo
2	SP Interior Franca (1)	Claro	Tim CTBC	Oi Tim	Vivo
3	RJ/ES	Oi	Tim	Claro	Vivo
4	MG Uberaba (2)	Claro	Claro	Oi	Vivo
5	PR/SR Londrina (3)	BrT	Claro	Tim	Vivo
6	Rio G. do Sul Pelotas (4)	Brt	Claro	Tim	Vivo
7	C. Oeste (5)	Brt Claro	Claro Tim	Tim CTBC	Vivo
8	Norte	Tim	Claro	Oi	Vivo
9	BA/SE	Oi	Tim	Claro	Vivo
10	Nordeste	Claro	Tim	Oi	Vivo

Fonte: TELECO,2008

Tabela 3.2: Faixas de frequência.

Subfaixa (MHz)	Blocos (MHz)	Transmissão da	
		Estação Móvel	ERB
J	10+10	1.965 – 1.975	2.155 – 2.165
F	15+15	1.920 – 1.935	2.110 – 2.125
G	10+10	1.935 – 1.945	2.125 – 2.135
I	10+10	1.955 – 1.965	2.145 – 2.155

Fonte: TELECO, 2008

Tabela 3.3 : Quantidades de celulares 3G no Brasil

	Jun/08	Jul/08	Ago/08	Set/08	Out/08*
WCDMA	1.989	775.938	974.901	1.447.225	1.262.576
EVDO	-	539.184	517.209	505.194	466.469
Terminal de Dados	-	-	-	-	73.029
Total	-	1.315.122	1.492.110	1.952.419	1.802.074

* Em outubro de 2.008, a Tim não informou o total de celulares 3G, por isso a diferença para o mês anterior.

Fonte: TELECO,2.008

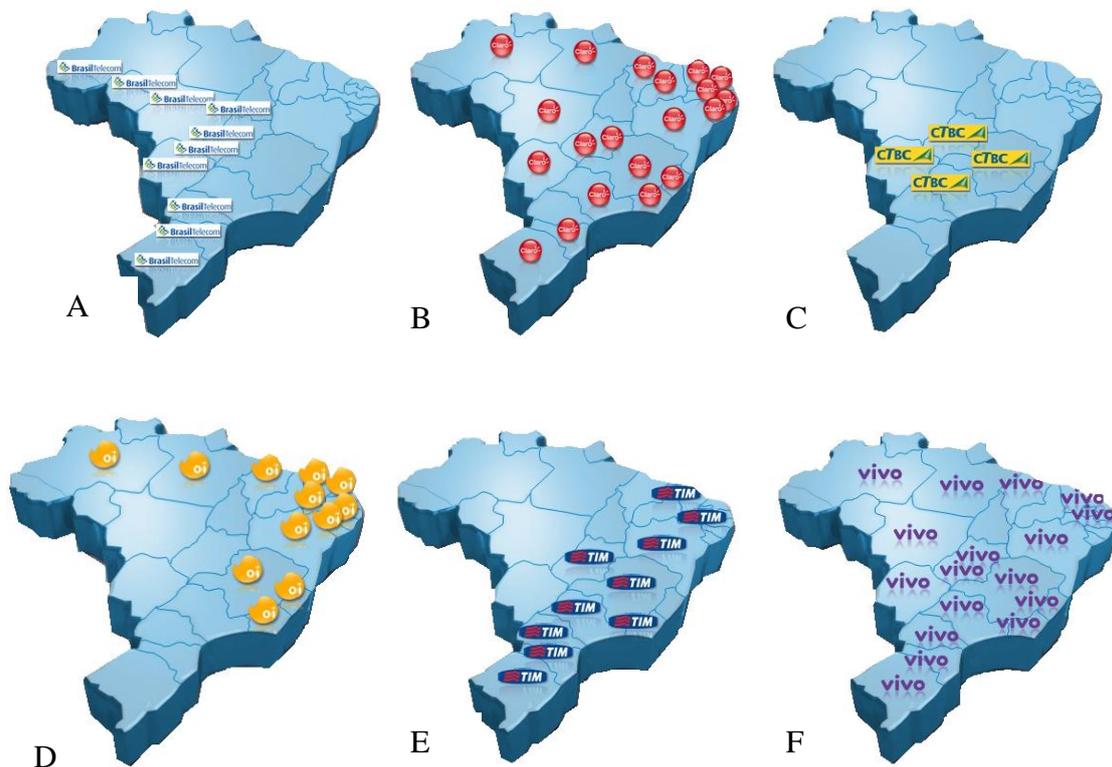


Figura 3.1: Distribuição no país da área de cobertura por operadoras de tecnologia 3G (WCDMA/HDSPA). A) Brasil Telecom; B) Claro; C) CTBC; D) Oi; E) Tim; F) Vivo.

3.1 Cronologia da Tecnologia 3G no Brasil

- Consulta pública do Edital: 17/07 à 20/08/07;
- Publicação do Edital: 23/10/07;
- Entrega de propostas: 11/12/07 ;
- Leilão (36 lotes – 4 faixas de frequência em 9 regiões): 18 à 20/12/07 ;
- Adjudicação dos vencedores: 31/12/07;
- A distribuição dos 1.836 municípios ainda não atendidos pelo celular entre os vencedores da licitação foi realizada em 11/01/08;
- A distribuição dos 2.740 municípios brasileiros com menos de 30 mil habitantes que serão atendidos pelos serviços de banda larga sem fio foi realizada em 18/01/08;
- Em 25/03/08 a Anatel homologou o resultado da licitação e
- Os termos de autorização foram assinados no dia 29/04/08. A Claro pagou a vista pelas frequências, enquanto as demais parcelaram o pagamento.

O leilão de frequências de 3G arrecadou R\$ 5,34 bilhões com ágio médio de 86,67%. Vivo (e Telemig), Claro, Tim, Oi, Brasil Telecom e CTBC adquiriram os 36 lotes em disputa. Vivo e Claro compraram frequências em todo o Brasil. A Claro foi a que gastou mais e a que pagou o maior ágio. A Vivo adquiriu a banda J, próxima às frequências de banda I que adquiriu no outro leilão, em todas as áreas (TELECO, 2.008).

A Claro arrematou o lote mais caro. A área I (RJ, ES, BA e SE) que custou R\$ 612 milhões. O lote com maior ágio foi adquirido pela Tim (370%) na área 8 (região da CTBC em São Paulo na região de Franca) (TELECO, 2.008).

A CTBC adquiriu lotes em toda a sua área de atuação deixando a Tim de fora do triângulo mineiro (área VII) , a Brasil Telecom dos municípios de Goiás e Mato Grosso do Sul (área IX) e a Oi de municípios próximos a Franca, em São Paulo (Área VIII). A Tim pode atender o triângulo mineiro com 3G em 850 MHz. O mesmo não vale para Oi e BrT (TELECO, 2.008).

4 TERCEIRA GERAÇÃO (3G)

Atualmente no Brasil temos duas tecnologias de 3G em funcionamento. A rede 1xEV-DO e a rede WCDMA/HSDPA. A maior cobertura é encontrada na rede WCDMA/HSDPA com um maior número de operadoras, que já operavam na rede GSM o que facilita a implementação desta tecnologia.

A operadora Vivo S.A, traz como legado da época da implantação de sua planta do CDMA2000, a tecnologia 1xEV-DO, que também é considerada uma tecnologia de terceira geração.

Por esse motivo podemos afirmar, que embora a Vivo não seja a primeira empresa a operar com a rede WCDMA/HSDPA, foi a primeira empresa a implantar a tecnologia 3G no Brasil devido a sua rede 1xEV-DO.

4.1 CDMA2000 1xEV-DO

O 1xEV-DO (1xRTT EVolution - Data Only) é uma tecnologia de rede wireless para transmissão de dados em pacotes, que atinge taxas de até 2.4 Mbits/s no link direto e até 153 kbits/s no link reverso. Esta tecnologia é uma evolução da rede celular 1xRTT, porém otimizada para o tráfego de dados em pacotes, e sem suporte para o tráfego de voz ou dados comutados por circuitos. A camada física de transmissão da rede EV-DO é descrita na norma IS-856, e utiliza uma portadora de 1,25 MHz.

4.1.1 Características técnicas - largura de banda, taxa de dados e modulação

O sistema EV-DO ocupa uma banda de 1,25 MHz, de forma similar ao 1xRTT e IS-95. Assim, uma operadora poderá adotar uma configuração em que oferece uma portadora EV-DO para tráfego de dados em alta velocidade, e outras portadoras 1xRTT/IS-95 para tráfego de voz (TELECO, 2.006).



Figura 4.1: Banda do 1xEV-DO

Em relação ao 1xRTT, o EV-DO utiliza técnicas de modulação bastante diferenciadas, como QPSK, 8PSK e 16-QAM.

Tabela 4.1: Tipo de modulação de acordo com a taxa oferecida.

Taxa de Dados (kbps)	Modulação	DRC
38.4	QPSK	1
76.8	QPSK	2
153.6	QPSK	3
307.2	QPSK	4
307.2	QPSK	5
614.4	QPSK	6
614.4	QPSK	7
921.6	8PSK	8
1228.8	QPSK	9
1228.8	16-QAM	10
1843.2	8PSK	11
2457.6	16-QAM	12

Modulação QPSK (*Quadrature Phase-Shift Keying*) é uma técnica derivada do PSK (*Phase Shift Keying*), onde são utilizados parâmetros de fase e quadratura da onda portadora para modular o sinal de informação.

QPSK - dois bits por símbolo.

8PSK (*Octonary Phase Shift Keying*) - 3 bits por símbolo

QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*) - modulação de amplitude em quadratura, modulação 16-QAM 4 bits por símbolo.

O sistema adapta a modulação a ser utilizada de acordo com a potência recebida pelo terminal do usuário. Em áreas com alta potência de sinal recebido, é possível utilizar um esquema de modulação mais alto, com mais bits por símbolo, e corretores de erro mais fracos, mantendo aceitável o nível de erros de pacotes e obtendo altas taxas de dados. Inversamente, em uma situação de sinal mais fraco, um esquema mais robusto de modulação e uma melhor codificação devem ser utilizados, permitindo velocidades mais baixas. Desta forma, o terminal informa a condição do sinal para a rede de acesso através do chamado DRC (*Data Rate Control*). Esta informação pode ser enviada até 600 vezes por segundo, e indica que taxa de transmissão deve ser utilizada, o tipo de modulação, o corretor de erros e o número de slots que deve ser utilizado (TELECO, 2.006).

Na tecnologia EV-DO, um único setor da *Base Transceiver Station* (BTS) suporta o terminal EV-DO, diferentemente de outros sistemas CDMA que utilizam soft-handoff, no qual mais de um setor suporta um mesmo terminal, a fim de se diminuir a queda de chamadas. Desta forma, o 1x EV-DO baseia-se na rápida seleção de qual setor irá lhe atender de acordo com a potência do sinal que o terminal observa de cada um dos setores.

Os valores de pico de vazão somente são observados em ambientes de RF ideais, sem interferência ou compartilhamento de recursos com outros usuários. Desta forma, em ambientes reais é possível obter uma taxa média de 600 kbits/s a 800 kbits/s (AWARD, 2.005).

4.1.2 Arquitetura da rede EV-DO

A rede EV-DO tem uma arquitetura que aproveita a infra-estrutura da rede 1xRTT, como BTS, AAA e PDSN, e com a inclusão de um elemento responsável pelo controle dos terminais EV-DO (figura 4.2) (NORTEL, 2.005).

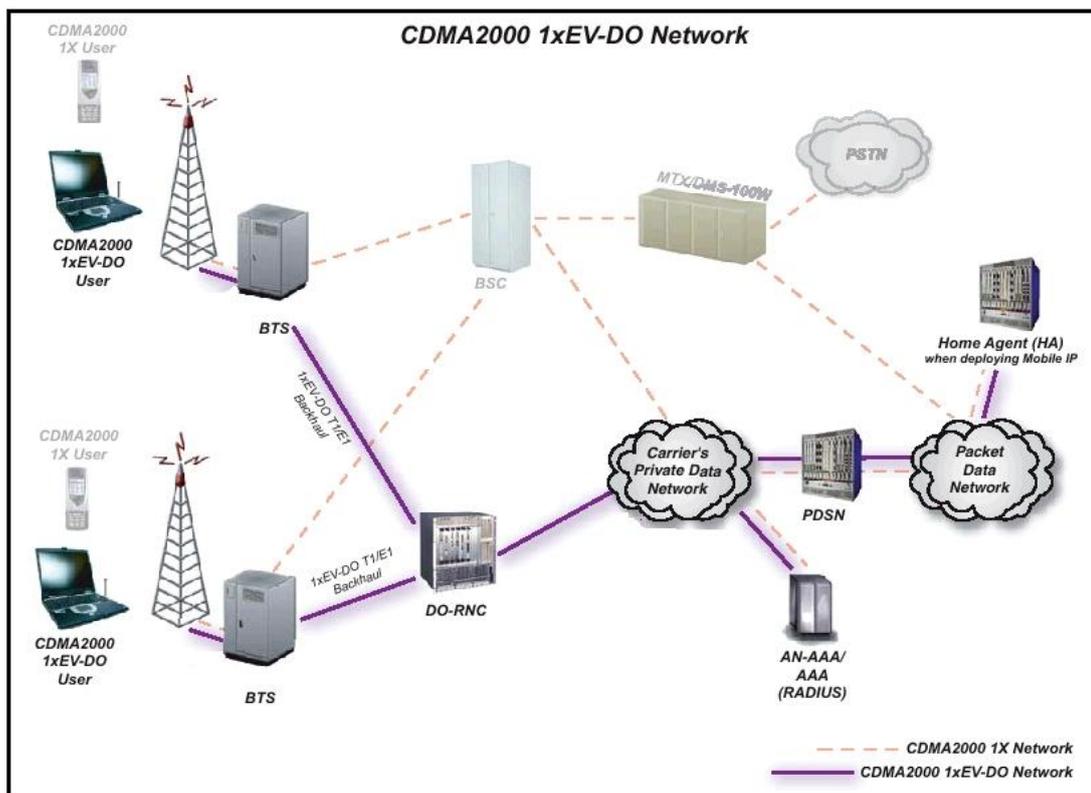


Figura 4.2: Estrutura típica de uma rede CDMA 1x EV-DO

- Terminal EV-DO: Telefone ou placa de dados EV-DO, utilizada pelos usuários.
- BTS (*Base Transceiver Station*): Estação Base, utilizada para 1x e EV-DO, tem finalidade de realizar o link de RF entre o terminal e a rede da operadora. Para utilização com EV-DO, é necessária inclusão de algumas placas na estação base.
- RNC (*Radio Network Controller*): Controladora da rede EV-DO, responsável pelo controle das chamadas e do link de RF EV-DO, conexão de dados e interface com PDSN.
- AN-AAA: Responsável pela autenticação e autorização de acesso dos usuários e terminais EV-DO.
- PDSN (*Packet Data Serving Node*): Realiza o controle das sessões de dados dos terminais.
- HA (*Home Agent*): Equipamento que permite o uso de mobile IP, a fim de manter a sessão IP entre redes diferentes.

Esta arquitetura compartilhada da rede permite que um terminal realize, de forma transparente, a migração de uma chamada da rede EV-DO para a rede 1xRTT, sem perda da sessão de dados, nos locais onde ocorram bordas da cobertura EV-DO.

4.2 UMTS / WCDMA

Na prática, o padrão UMTS genérico do *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI), está diretamente relacionado com a tecnologia WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) (SVERZUT, 2.005).

A evolução natural das operadoras GSM, GPRS ou EDGE, rumo aos sistemas de terceira geração, é o padrão UMTS que mantém total compatibilidade com as tecnologias GPRS e EDGE (SVERZUT, 2.005).

WCDMA pertence à terceira geração de sistemas de comunicação móvel permitindo a transferência de maior quantidade de dados (ERICSSON, 2.007).

4.2.1 Características do WCDMA FDD

O WCDMA tem dois modos de operação:

Frequency Division Duplex (FDD), no qual os enlaces de subida e descida utilizam canais de 5 MHz diferentes e separados por uma frequência de 190 MHz (TELECO, 2.008) e

Time Division Duplex (TDD), no qual o link de subida e descida compartilham a mesma banda de 5 MHz (TELECO, 2.008).

O sistema mais utilizado nas redes WCDMA é o FDD, com as seguintes características:

- Largura de Banda do Canal: 5MHz;
- Taxa de Chip: 3.84 Mcps;
- Comprimento de Frame: 10ms;
- Codificação de Voz: AMR (*Adaptative Multi-Rate*);
- Modulação Uplink e Downlink: QPSK (R99);
- Utilização do Rake Receiver;
- Fast closed loop controle de potência: 1500 vezes por segundo;
- Handover: Soft/hard handover;
- Suporta operação síncrona e assíncrona na NodeB (estação base do sistema UMTS) e
- Suporta controle de potência tanto open loop como closed loop (HUAWEI, 2008).

4.2.2 Arquitetura de rede WCDMA

A arquitetura de rede WCDMA pertence ao modelo de referência do 3GPP (*Third Generation Partnership Project*).

Tendo como referência o modelo 3GPP, a rede WCDMA consiste em quatro componentes principais: Equipamento do Usuário (*User Equipment - UE*); Rede Universal de Acesso de RF Terrestre (*Universal Terrestrial Radio Access Network - UTRAN*); Centro da Rede (*Core Network - CN*); Redes Externas ao WCDMA (*External Networks*) como se observa na figura 4.3 (HUAWEI, 2.007).

- UE (User Equipment) - formado por:

ME - *Mobile Equipment* - responsável pela interligação do assinante a rede.

USIM - *User Services Identity Module* - módulo de identificação dos serviços do usuário.

- UTRAN (*Universal Terrestrial Radio Access Network*) – formado por:

NodeB - Um nó lógico responsável pelo rádio transmissor/receptor em uma ou mais células.

RNC - *Radio Network Controller* - controlar a alocação e a liberação de recursos específicos de rádio, encarregado de controlar o uso e a integridade dos recursos de rádio.

- CN – formado por:

VLR – *Visitor Location Register* – responsável pela manutenção dos principais dados do perfil do assinante armazenado no HLR, exemplo:

Estado da estação móvel (livre, ocupado, não responde...)

Identidade da área de localização (*Location Area Identity - LAI*)

Identidade temporária do assinante móvel (*Temporary Mobile Subscriber Identity - TMSI*)

Número da estação móvel visitante (*Mobile Station Roaming Number - MSRN*)

HLR – *Home Location Register* – responsável pela administração e controle da base de dados dos assinantes locais. Administrando e controlando a base de dados dos assinantes.

SGSN – *Serving GPRS Support Node* – Nó de suporte de serviço GPRS - mantém registro da localização de um MS (*Mobile Station*) e executa funções de segurança e controle de acesso.

GGSN - *Gateway GPRS Support Node* – Nó de suporte de Gateway GPRS - apóia o encaminhamento da rede GPRS para as redes de pacote de dados externos, tem função de um roteador IP. Funcionalidade de firewall e filtragem, também está associada com a função de bilhetagem.

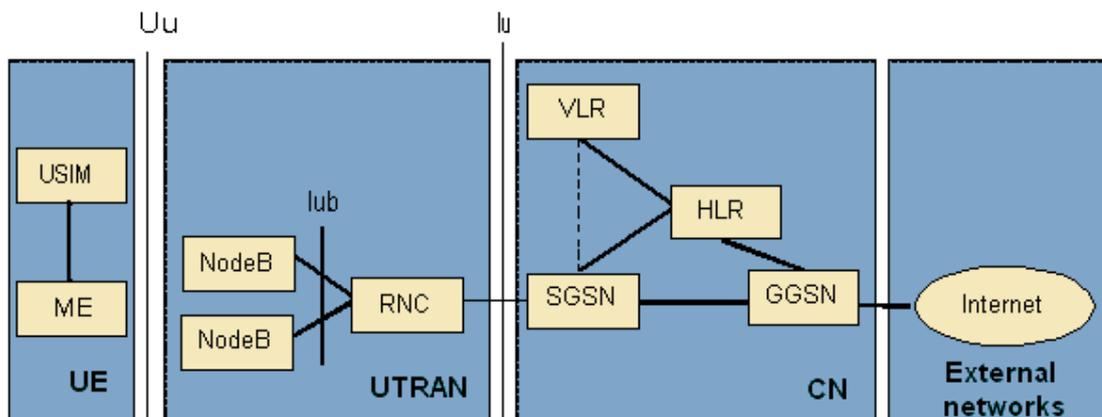


Figura 4.3: Arquitetura do sistema WCDMA.

Uu interface de rádio entre o equipamento do usuário (UE) e sua rede terrestre de acesso rádio (UTRAN).

Iu interface entre a UTRAN e *Core Network* (CN).

GGSN atua como uma interface com a rede externa de pacotes (Internet).

4.2.3 RAN no sistema UMTS

A RAN (*Radio Access Network*) é o responsável pelo acesso via rádio da rede UMTS, formada pelos elementos de rede NodeB e RNC conforme mostra a figura 4.4 (HUAWEI, 2.007).

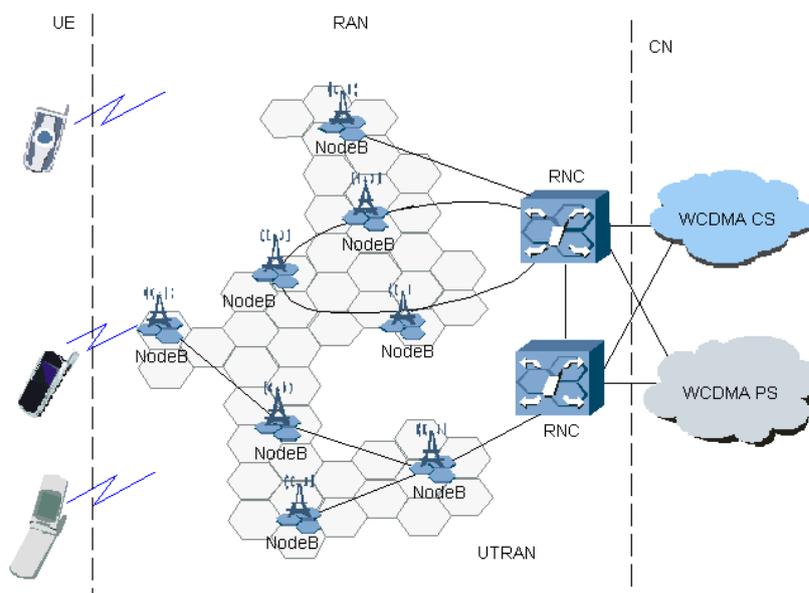


Figura 4.4.: RAN em um sistema UMTS.

- **User Equipment (UE):** fornece serviços de comunicação e interfaces para usuários.
- **Radio Access Network (RAN):** fornece as funções de rádio, incluindo a cobertura da rede de rádio.
- **Core Network (CN):** fornece comutação por circuito (WCDMA CS), comutação por pacote (WCDMA PS), e interligação das funções das redes.

4.2.4 Arquitetura da RAN

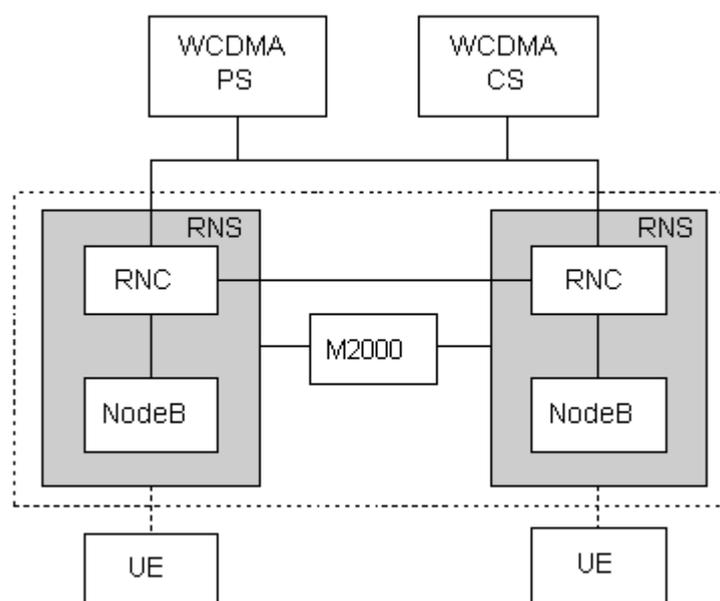


Figura 4.5: Arquitetura da RAN.

O sistema RAN consiste de RNC, NodeB, e M2000 (uma plataforma de gestão WCDMA desenvolvido pela Huawei). O RNC e NodeB são os elementos da rede e o M2000 gerencia os alarmes da RAN. Esta implementa suas funções através da interligação entre o RNC, NodeB, e M2000 (HUAWEI, 2.007).

Vários Sistemas de Rede de Rádio (RNS) constituem a RAN. Sendo que a RNC controla um grupo de NodeB (HUAWEI, 2.007).

NodeB, uma estação base controlada pelo RNC no UMTS, implementa as funções de rádio e de cobertura de rede e fornece interfaces aérea para UEs (HUAWEI, 2.007).

M2000 prevê a manutenção concentrada para o conjunto do sistema de RAN. Pode manter o RNC e fornecer manutenção para a NodeB através do RNC (HUAWEI, 2.007).

4.2.5 RAN interfaces externas

As interfaces externas, em conformidade com os protocolos 3GPP, incluindo a Uu, Iu, são interfaces abertas, podem ser utilizadas para a interconexão entre dispositivos de diferentes fornecedores. A Itf-N é uma interface privada (HUAWEI, 2.007).

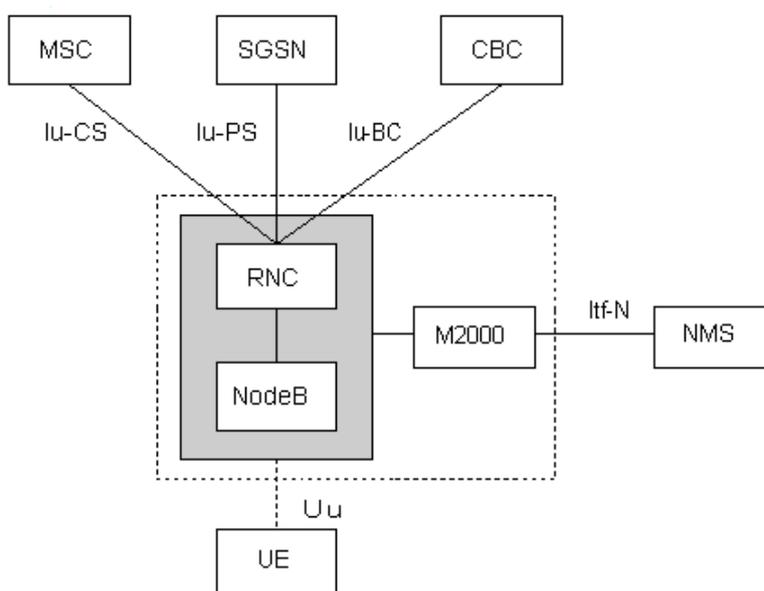


Figura 4.6 : As interfaces externas da RAN.

Iu é uma interface entre a RAN e CN. As interfaces Iu são constituídas pelas seguintes interfaces:

- Iu-CS : conecta a RAN com MSC (*Mobile Service Switching Center*)
- Iu-PS: conecta a RAN com SGSN.
- Iu-BC: conecta a RAN com a CBC (*Cell Broadcast Center*).
- Uu é uma interface entre a RAN e a UE.
- A Itf-N é uma interface entre a RAN e a NMS (*Network Management System – Sistema de Gerenciamento da Rede*).

4.2.6 RAN interfaces internas

O sistema RAN fornece interfaces com os equipamentos internos, em conformidade com os protocolos 3GPP, incluindo interfaces Iub, Iur, e a Itf-S e com interfaces abertas, como o Iub e Iur. As interfaces podem ser utilizadas para a interconexão entre dispositivos de diferentes fornecedores. A Itf-S interface é uma interface privada (HUAWEI, 2.007).

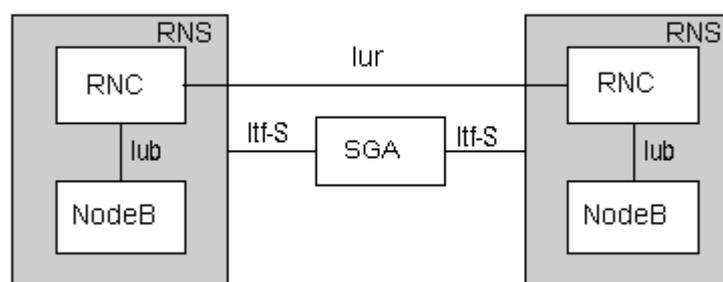


Figura 4.7 : Interfaces internas da RAN.

- Iub é uma interface entre o NodeB e o RNC. Um RNC controla o NodeB através desta interface.
- Iur é uma interface entre RNCs de diferentes RNS.
- Itf-s é a interface através do qual o M2000 pode oferecer manutenção a os RNCs e NodeB.

4.2.7 Transferência de dados na RAN

A transferência de dados da RAN é realizada através das interfaces Uu e Iu.

De acordo com os protocolos definidos pela 3GPP, os serviços são classificados nas seguintes categorias para satisfazer diferentes requisitos de QoS (Qualidade de Serviço):

- Sessão de serviços de voz: exige alta transmissão de dados em tempo real, permitindo baixa taxa de erros, tais como serviços de voz e videofone.
- Serviços de streaming: exige alta transmissão de dados em tempo real, com fluxo de transmissão de dados estável e contínuo, por exemplo, serviço multimídia.

- Serviços interativos: exige relativamente baixa transmissão de dados em tempo real, mas alta integridade e dados precisos. Por exemplo, páginas da web, serviços baseados em localização.
- Serviços não interativos: não têm qualquer obrigação de transmissão em tempo real, mas altamente integrados e dados precisos, como enviar e receber e-mails (HUAWEL, 2.007).

4.2.8 Interface Aérea

A interface área do sistema UMTS (Uu) é responsável pela comunicação entre a NodeB e UE (Equipamento do usuário). Está sujeito a inúmeros efeitos de interferência e ambientes de Multi-Percurso (figura 4.8). Causando um efeito de desvanecimento. Para amenizar esse problema é utilizado o princípio do RAKE Receiver (figura 4.11).

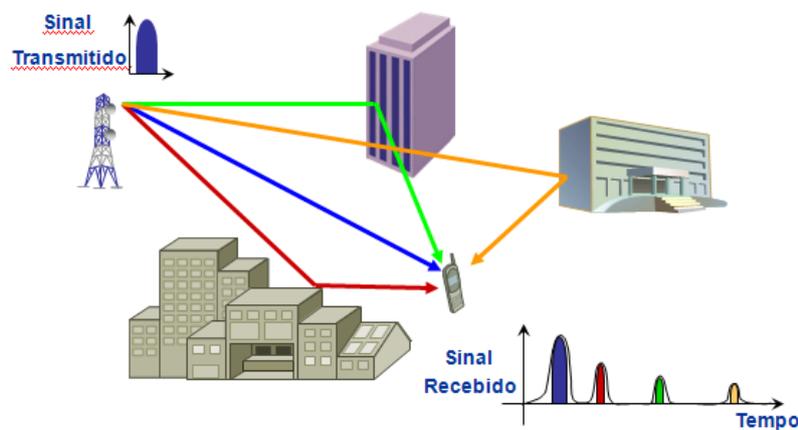


Figura 4.8 : Ambiente de Multi-Percurso

No fenômeno designado desvanecimento (figura 4.9), ou pelo termo em inglês fading, faz o sinal recebido variar aleatoriamente conforme a área da célula onde o equipamento do usuário se encontra. As ondas de rádio ao se propagarem sofrem influências devido reflexões no solo, obstáculos, atmosfera, etc. Com isto provocando alterações na sua intensidade e fase, devido ao caminho percorrido, chegando ao receptor em diferentes percursos e diferentes tempos.

Nas comunicações móveis as variações também são causadas por perdas devido a movimentação do terminal. Tendo como características a dependência da frequência de trabalho e da localização das antenas de emissão e recepção.

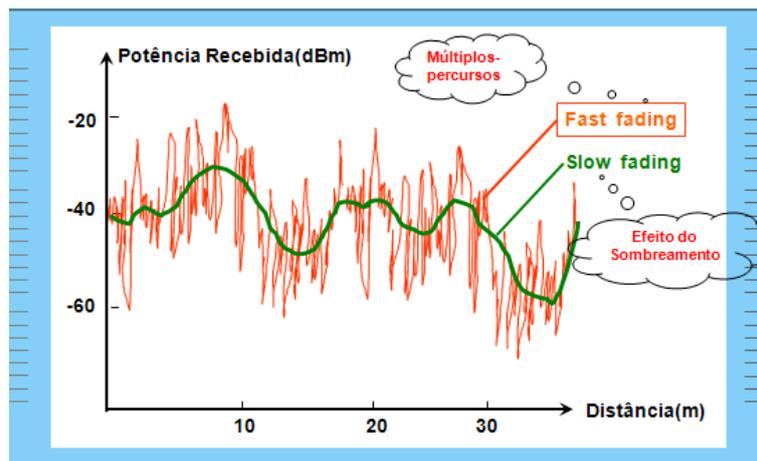


Figura 4.9: Desvanecimento - Fading

Desvanecimento do sinal por múltiplos percursos causam perdas no sinal (figura 4.10), estão sendo colocados como exemplos dois sistemas: um de banda estreita como o GSM que usa TDMA, o que permite oito chamadas simultâneas na mesma frequência de rádio e um sistema de banda larga, como exemplo, o WCDMA.

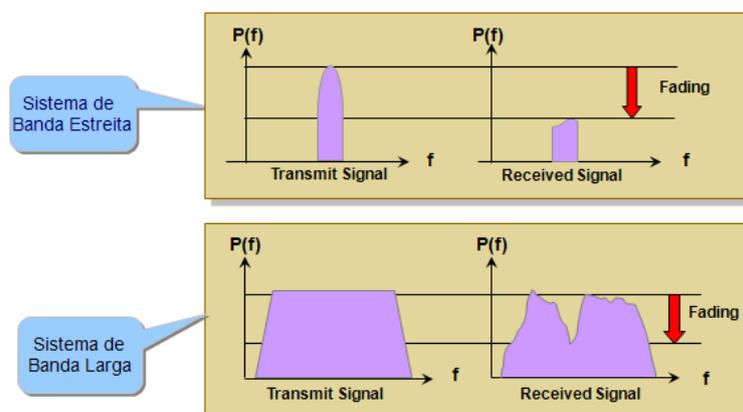


Figura 4.10: Efeito do desvanecimento no sinal.

O Rake Receiver é o receptor, utilizado em sistemas celulares para combinar os sinais recebidos por multi percursos, com o objetivo de melhorar a relação sinal/ruído.

Os tempos para os sinais alcançarem a UE são diferentes. Quando os sinais chegam em fase eles serão combinados e produzirão um sinal resultante mais forte. No entanto, se eles estiverem fora de fase, serão subtraídos uns dos outros e o sinal resultante será mais fraco. Em casos extremos, a interferência destrutiva por múltiplos percursos, pode cancelar completamente o sinal.

O Rake Receiver trabalha colocando o sinal recebido em uma série de diferentes correlacionadores ajustados no tempo e correlacionando cada um com o *scrambling code* (código embaralhado) desejado. Um processo conhecido como “Máxima Taxa de Combinação” é, então, utilizado para produzir o sinal de saída. Cada um destes ajustes no tempo podem ser vistos como diferentes receptores, separados em fase uns dos outros. Cada um destes vários receptores são chamados de “*finger*”. O número de *fingers* que cada receptor possui é específico de cada fabricante. Se, por exemplo, um receptor tivesse cinco *fingers*, quatro deles seriam utilizados para rastrear os componentes de múltiplos percursos e o quinto seria para identificar sinais de outras células, que potencialmente poderão ser utilizadas em caso de handover. Este último *finger* é chamado de “*searcher finger*” (figura 4.11). (ERICSSON, 2.007).

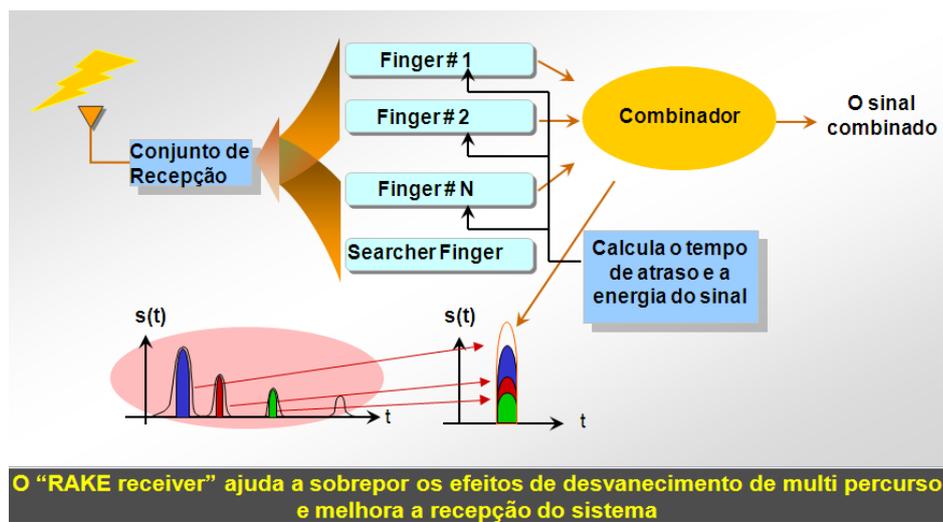


Figura 4.11 : Princípio do RAKE Receiver.

4.2.8.1 Técnicas de Múltiplo Acesso

As técnicas de múltiplo acesso utilizada em sistemas de telefonia celular são basicamente três: FDMA, TDMA e CDMA.

Os canais de tráfego na técnica FDMA são alocados para diferentes usuários em diferentes frequências (Figura 4.12).

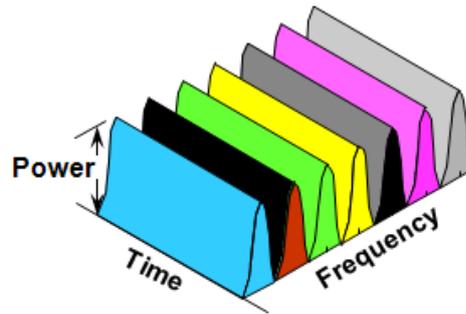


Figura 4.12: FDMA

Os canais de tráfego na técnica TDMA fazem com que diferentes usuários sejam alocados em diferentes *time slots* por exemplo DAMPS e GSM (figura 4.13).

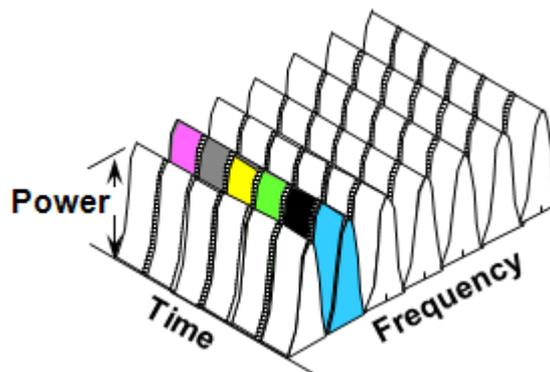


Figura 4.13: TDMA

Os canais de tráfego na técnica CDMA fazem com que usuários diferentes recebam códigos diferentes e transmitam sobre a mesma banda de frequência. Podemos utilizar como exemplo o WCDMA e CDMA2000 (Figura 4.14).

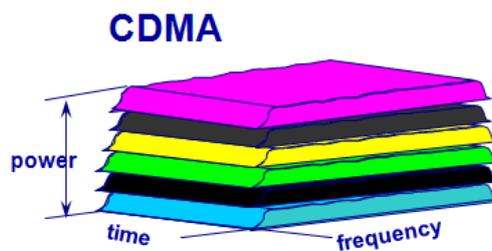


Figura 4.14: CDMA

4.2.9 Vantagens do CDMA

- Utilização de RAKE receiver.
O efeito de diversidade no tempo.
- Diversidade em Frequência.
Espectro de Frequência de Banda Larga.
- Alta tolerância a interferência e performance de segurança.
Baixa potência de transmissão de sinal.
- Grande flexibilidade para suportar múltiplos serviços com diferentes taxas de bit e QoS.

Diferentes fatores de dispersão (*spreading factors* - SF) para diferentes serviços com diferentes taxas de dados.

- Alta eficiência espectral.

Todos os usuários podem dividir o mesmo espectro de frequência simultaneamente.

- Suporta soft handover e softer handover.

4.2.10 Controle de Potência

Em um sistema que usa técnicas CDMA/WCDMA com divisão de códigos dentro da mesma banda de frequência, sofrem muitos problemas relacionados a interferências, inclusive de outros usuários, para minimizar este problema é utilizado o controle de potência. Outra característica do controle de potencia é reduzir o gasto de bateria do equipamento do usuário (figura 4.15).

O processo de controle de potencia visa garantir:

Uplink: Os sinais dos usuários que chegam às radio bases devem ter a mesma potência para que nenhum deles prevaleça sobre os outros.

Downlink: Garantir que o sinal que sai da rádio-base chegue com a mesma potência em todos os móveis.

No sistema WCDMA este controle de potência utiliza atualizações 1500 vezes por segundo.

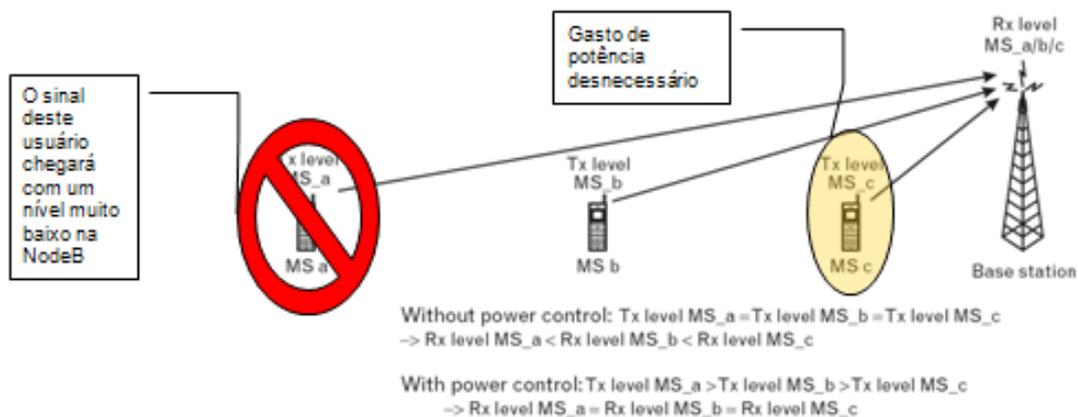


Figura 4.15: Controle de Potência

4.2.11 Estrutura de Hardware dos equipamentos responsável pela interface aérea

Existem diversos fabricantes de equipamentos para implementar a tecnologia WCDMA/HSDPA, utilizaremos como exemplo os equipamentos da empresa Huawei.

A solução da Huawei é chamada de DBS3800 é uma solução de NodeB distribuída.

O sistema da DBS3800 é composto por :

- BBU3806
- RRU3801C
- Sistema de Antena e feeder

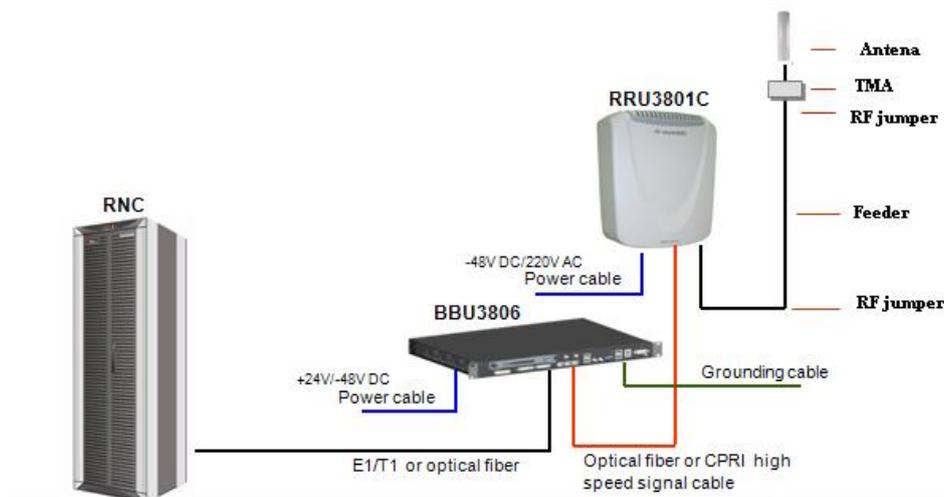


Figura 4.16: Overview da DBS3800.

4.2.12 Características da DBS3800

- Suporta serviços de Circuit Domain (CS) e Packet Domain (PS).
- Suporta serviços de posicionamento (LCS).
- Suporta Softer handover, Soft handover e Hard handover.
- Suporta a tecnologia High Speed Downlink Packet Access (HSDPA).

HSDPA permite um tráfego de até 14.4 Mbps para uma única célula.

HDSPA suporta até 15 códigos OVFS por célula.

- Suporta cascadeamento de RRU:

A máxima distância entre duas RRUs é de 40km. E a distância entre a primeira RRU e a última não deve exceder 100Km.

Os itens 4.2.13.1 Estrutura do sistema da BBU3806 e 4.2.13.2 Estrutura da RRU, mostram um overview desta solução como forma de ilustração da mesma.

4.2.12.1 Estrutura do sistema da BBU3806

A BBU (Unidade de Banda Base) é composta pelos subsistemas de transmissão e o subsistema de banda base.

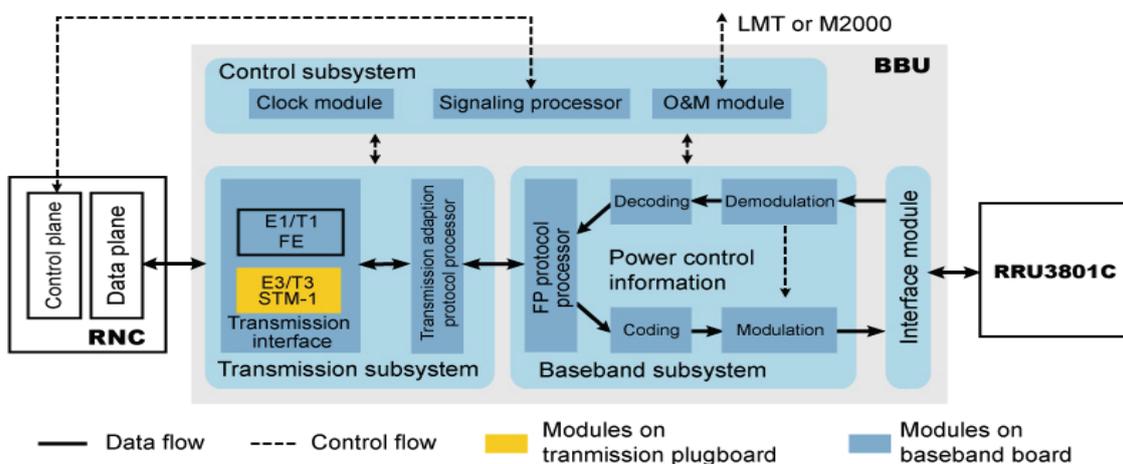


Figura 4.17: Estrutura do sistema BBU

4.2.12.2 Estrutura da RRU

A RRU (Unidade de rádio remoto) pode ser instalada próxima a antena atenuando perdas, a ligação entre a BBU e RRU é realizada através da utilização de fibras ópticas.

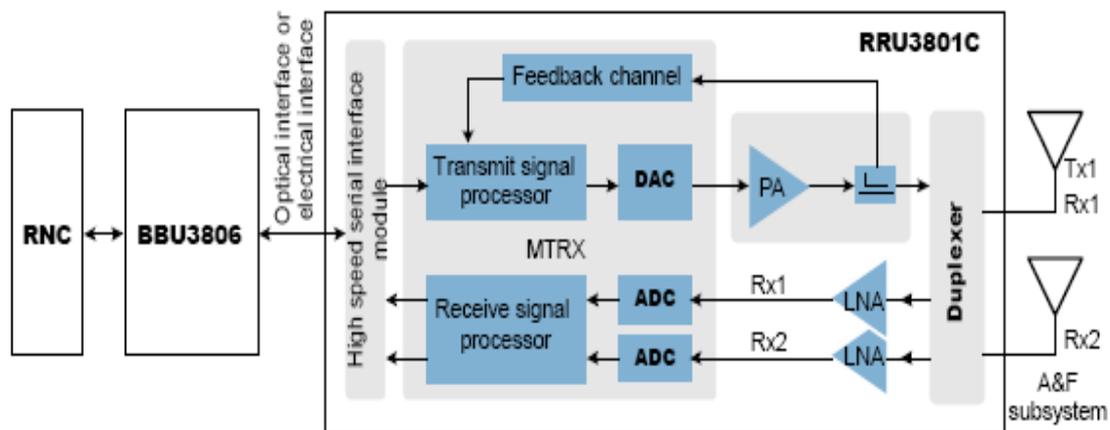


Figura 4.18: Estrutura da RRU

5 CONCLUSÃO

A tecnologia sem fio está evoluindo rapidamente e, com isso, aproximando e conectando as pessoas em qualquer parte do mundo, com taxas de conexão cada vez maiores.

Podemos dizer que é possível carregar a Internet no bolso e estar conectado em qualquer lugar, a qualquer momento, em qualquer hora não existindo mais fronteiras geográficas.

Esta crescente evolução da tecnologia ocorre de uma maneira muito rápida, exigindo um constante aperfeiçoamento tecnológico de quem trabalha nessa área. A tecnologia WCDMA permite altas taxas de transmissão de dados. Hoje encontramos no mercado aparelhos que suportam comunicações com uma rede HSDPA com alta taxa de downlink.

Com evolução natural do HSDPA já existe a tecnologia HSUPA que fornecerá taxas de upload ainda maiores.

Companhias telefônicas estão implementando ainda a tecnologia WCDMA/HSDPA e, com uma perspectiva futura de mercado, estão visando a tecnologia WiMAX considerada de quarta geração (4G).

O órgão 3GPP está comandando um projeto chamado Long Term Evolution (LTE) visando a integração das redes 3G com as redes 4G.

Sendo assim, tecnologias que, no passado recente, pareciam coisas de ficção científica, muitas vezes mostradas em filmes, hoje se mostram natural no convívio das pessoas, como: vídeos chamadas, televisão no celular, etc.

Com o avanço das novas tecnologias que surgem a todo o momento, as pessoas da área técnica têm que estar preparadas para novos desafios, aperfeiçoando-se constantemente. Este trabalho é apenas o início de um estudo que estou planejando, afim de um maior conhecimento deste assunto amplo.

REFERÊNCIAS

ERICSSON. **Ericsson WCDMA System Overview**. [S.l.], 2007.

HUAWEI TECHNOLOGIES. **NodeB Operation and Maintenance and NodeB Advanced Training**. [S.l.], 2008.

HUAWEI TECHNOLOGIES . **Huawei RAN6.0**. [S.l.], 2008.

HUAWEI TECHNOLOGIES. **WCDMA Product Training**. [S.l.], 2008.

LUZ, J.F.; RIBEIRO, G. **Tecnologia da Terceira Geração, 3G**. Canoas RS: Engenharia das Telecomunicações, Centro Universitário La Salle, 2008.

NORTEL . **EV-DO**. Disponível em: <http://www.nortel.com/corporate/global/cala/brazil/overview_pt.html>. Acesso em 2005.

PIVA, D. et al. **Evolução para a tecnologia 3G**. Passo Fundo: Faculdade de Sistemas de Informação. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/2413867/TECNOLOGIA-3G>> . Acesso em: 09 nov. de 2008.

ROCHOL, J. **Sistemas Celulares e Redes Sem-Fio**. Porto Alegre: Instituto de Informática UFRGS, 2007.

TELECO: Conhecimento em Telecomunicações. **3G: 3ª Geração de celular no Brasil**. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/3g_brasil.asp>. Acesso em: 15 nov. de 2008.

SVERZUT, J.U. **Redes GSM, GPRS, EDGE e UMTS, Evolução a Caminho da Terceira Geração (3G)**. São Paulo: Ed. Érica, 2003.