

# Internet via Satélite: as expectativas da comunicação em banda larga e as implicações tecnológicas

**Lilian Noronha Nassif<sup>1</sup>**

*Analista de sistemas da PRODABEL – Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte*

*Doutoranda em Ciência da Computação pela UFMG*

*Mestre em Administração Pública pela Escola de Governo da Fundação João Pinheiro*

*Especialista em Engenharia de Telecomunicações pelo IETEC*

## **PALAVRAS-CHAVE**

Satélite – Internet – Cable Modem – xDSL

### **RESUMO**

O artigo apresenta uma análise sobre a utilização dos satélites como um potencial meio de comunicação para o fornecimento do serviço de Internet. Situado entre uma variedade de opções para possibilitar comunicação de dados para os municípios, os satélites se destacam por total alcance e rapidez na implantação do acesso e no oferecimento de alta velocidade para a Internet em projetos de conexões com esse serviço. Motivadas pela tendência das comunicações em banda larga e pela possibilidade de acessibilidade do serviço em qualquer lugar, diversas empresas do segmento de Informática e Telecomunicações estão apostando na Internet via satélite. O trabalho apresenta as características dos satélites e as tecnologias utilizadas. Através do estudo dos projetos definidos por grandes empresas do ramo, são apresentadas as decisões de projeto de cada uma delas. Até que os projetos entrem em operação, novas tecnologias serão incorporadas para viabilizar o planejado. O trabalho faz considerações sobre a disputa em andamento, na qual agora estamos nos baseando com argumentos técnicos que provavelmente serão suplantados pelo preço e qualidade dos serviços oferecidos.

---

<sup>1</sup> lilian@pbh.gov.br

## 1. INTRODUÇÃO

Quando em 1945, Artur Clarke, renomado escritor de ficção científica, escreveu um artigo sobre a possibilidade de os homens construírem sistemas de comunicação global utilizando satélites artificiais lançados no universo, ele antecipou uma possibilidade que em poucos anos tornou-se real. Com o lançamento do primeiro satélite artificial pelos russos, o Sputnik em 1963, iniciava-se uma nova era de comunicação.

Com o advento da Internet e dos telefones celulares nos anos 80, despertou-se a interação entre as pessoas do mundo inteiro alavancando uma nova forma de comunicação e convivência. Tecnologias de comunicação como a fibra óptica e os sistemas de satélite possibilitam cada vez mais a rapidez e a acessibilidade.

É dentro deste contexto que se insere o presente trabalho, que procura contribuir na pesquisa das tendências do uso da Internet, principalmente através da tecnologia de satélite apresentando as características inerentes à tecnologia da Internet, à tecnologia de satélite e às problemáticas técnicas envolvidas.

A intenção é informar as opções de acesso com velocidades superiores aos tradicionais *modems* de 56 kbps para os usuários domésticos e possibilitar a distinção de quais tecnologias estão disponíveis para todos e quais tecnologias são restritas a algumas localidades. Dessa forma, os municípios de um modo geral poderão inferir sobre sua situação em particular e verificar como sua localidade está sendo servida por uma ou outra tecnologia.

O trabalho é ilustrado com projetos mundiais que estão investindo no segmento de Internet via satélite e apostando em tecnologias que só poderão ser confirmadas depois que tais projetos estiverem em operação, muitos deles só se iniciando em 2002. São apresentados os argumentos técnicos recheados de muita disputa mercadológica, em que o oferecimento do serviço não é apenas uma questão técnica, mas de agilidade, oportunidade e agressividade no mercado das telecomunicações e da informática, no qual o clichê em evidência é: “*Anywhere, anytime*”.

## 2. INTERNET EM BANDA LARGA PARA USUÁRIOS DOMÉSTICOS E PEQUENOS GRUPOS

Quando se apresenta um projeto de interligação de redes, diversas opções de tecnologia podem ser utilizadas para o mesmo propósito. Patamares diferentes são considerados dependendo das necessidades de velocidade, qualidade, preço, público-alvo aplicação, disponibilidade e escalabilidade. As grandes cidades são assoladas por diversas empresas de telecomunicações que repassam centenas de cabamentos de fibras ópticas nos subsolos dos passeios públicos. Há uma grande concentração de cabos em locais comerciais e uma carência enorme dessa tecnologia em locais diferentes do núcleo dos grandes centros urbanos. Essas estruturas são

construídas para atender principalmente ao mercado corporativo, daí sua proximidade dos centros comerciais.

Os usuários domésticos, por outro lado, situados em bairros residenciais, ficam geralmente distantes da infra-estrutura de fibra óptica. Para se conectar à sua aplicação, a Internet, precisam fazer uso de outras tecnologias. Dentre as tecnologias que oferecem velocidades superiores aos *modems* convencionais (56kbps), destacam-se o acesso via Cable Modem, xDSL e Satélite. A seguir descrevemos essas tecnologias dando destaque para a conexão via Satélite por ser esta a mais recente e ainda pouco difundida para esse propósito.

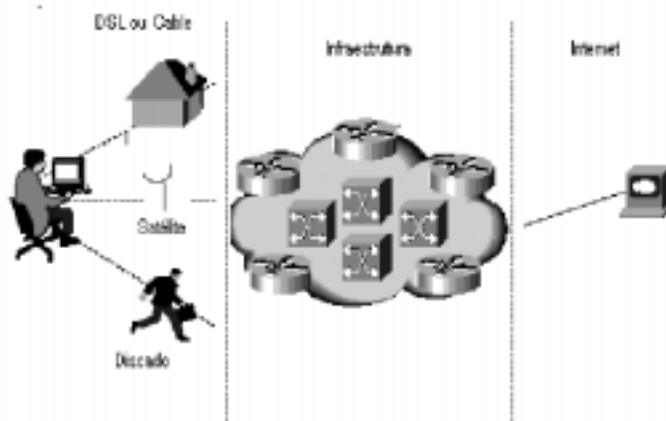


Figura 1 – Opções de conexões à Internet para o usuário doméstico

## 2.1 xDSL

DSL (*Digital Subscriber Line*) é uma tecnologia que possibilita conexão rápida com a Internet fazendo uso da infra-estrutura atual de telefonia. Diferentemente das tecnologias ISDN e conexão por *modem* analógico, a conexão DSL é um *link* dedicado disponível 24 horas por dia. O DSL pode operar concorrentemente com uma comunicação de voz via telefone.

Há vários tipos de DSL disponíveis e o serviço depende da localização. Tipos de DSL: ADSL, CDSL, G.Lite ou DSL Lite, HDSL (*High bit-rate Digital Subscriber Line*), IDSL (*ISDN Digital Subscriber Line*), RADSL (*Rate-Adaptative Digital Subscriber Line*), SDSL (*Single-line DSL*), UDSL (*Unidirectional DSL*), VDSL (*Very High DSL*), x2/DSL.

Devido a tantas variações do DSL é que chamamos essa classe de xDSL. Tais tecnologias variam quanto aos limites de velocidade permitidos, às aplicações em que devem ser utilizados e aos limites de distâncias para se alcançar a velocidade da tecnologia. Destacamos o ADSL cuja aplicação associada é a Internet, objeto de estudo neste trabalho.

ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) significa Linha Digital Assimétrica para Assinantes, foi concebido em 1989 e não se refere a uma linha, mas a *modems* que convertem o sinal padrão do fio de telefone par-trançado em um duto digital de alta velocidade. Os *modems* são chamados “assimétricos” pois transmitem dados do seu computador em uma velocidade mais alta do que pode transmitir.

O sistema ADSL atinge velocidades altas comparado aos sistemas de transmissão de dados atuais. ADSL permite transmissões de mais de 6 Mbps (*megabits* por segundo) de recepção de dados para um usuário (atingindo ao máximo, hoje, de 9 Mbps), e chegando a 640 kbps (*quilobits* por segundo) de transmissão de dados para a rede (máximo de 1 Mbps).

Um *modem* é colocado no cliente casa do usuário e outro *modem* é colocado na central telefônica. Estes dois *modems* estão permanentemente conectados. O *modem* divide digitalmente a linha telefônica em três canais separados: 1. utilizado para transmissão de voz; 2. utilizado para o fluxo de informações no sentido usuário para rede; 3. utilizado *para o fluxo de dados no sentido rede para usuário*. A exata velocidade de dados obtida ao se utilizar ADSL é relativa à distância. O Velox, produto da Telemar, é baseado nessa tecnologia.

## 2.2. Cable Modem

“Cable Modem” permite acesso a dados (por exemplo, acesso à Internet) através de uma rede de TV a cabo. O *cable modem* tem tipicamente duas conexões: uma para a saída de TV a cabo e outra para o computador (PC). A conexão com o PC se dá geralmente através de placa Ethernet.

Tipicamente, um *cable modem* envia e recebe dados em dois sentidos diferentes. Na direção *downstream* (Internet para o usuário), o dado é modulado e colocado em um canal de televisão típico de 6 MHz. Na direção de *upstream* (usuário para a Internet), o dado é transmitido entre 5 e 42 MHz.

Através do *Cable Modem Termination System* (CMTS), localizado na rede da operadora de TV a cabo local, o tráfego é roteado para o *backbone* Internet através de um *Internet Service Provider* (ISP).

O serviço de Televisão a cabo a princípio deve ser um serviço de preço mais acessível que o DSL pois a rede é compartilhada com a vizinhança que possui esse mesmo serviço. O preço tende a ser mais barato pois os gastos são menores. O cabeamento de uma rede de TV a cabo é compartilhado passando de casa em casa diferentemente de como ocorre para as redes DSL, onde a companhia telefônica precisa instalar um *modem* DSL especial em cada casa que solicita o serviço e conectar com a central telefônica.

Os mesmos motivos que fazem com que o *Cable Modem* seja mais barato, fazem também com que ele tenha menos segurança e *bandwidth* em alguns casos. Como foi dito, usa-se tecnologia Ethernet para se conectar os PCs. A Ethernet

funciona de forma a compartilhar o meio de comunicação. Portanto, se no segmento onde estiver determinada conexão com a Internet houver muitos assinantes desse serviço, a banda estará sendo compartilhada da mesma forma como ocorre em uma rede local. Na verdade, é como se fosse uma grande rede local. Esse número pode ser insignificante se houver grande banda disponível. Outro detalhe se refere à segurança. Os equipamentos da rede de TV a cabo filtram os pacotes para que somente o usuário destino os receba. Portanto, colocar um *sniffer* em determinado equipamento para buscar dados que estão circulando na rede pode não funcionar. Como é uma rede Ethernet, o *broadcast* funciona, e, portanto, de determinado equipamento pode-se enviar mensagens para todos e dessa forma conseguir verificar toda a vizinhança.

### **2.3 Satélites**

De acordo com as leis de Kepler, pode-se dividir a órbita dos satélites em dois grupos, sendo elas circulares e não-circulares (elípticas). Outra caracterização é feita levando-se em consideração a altitude das órbitas, muito usada pelos engenheiros de comunicação. De acordo com a categorização apresentada em [OWK97], são circulares a órbita GEO (*Geosynchronous Earth Orbit*) cuja altitude é de 35.786Km; a órbita MEO (*Medium Earth Orbit*), que varia entre 10.000Km e 20.000Km de altitude; e a órbita LEO (*Low Earth Orbit*), associada a altitudes menores que 1.500km. Categoriza-se ainda como órbita não-circular a HEO (*Highly Elliptical Orbit*).

#### ***Órbita Geoestacionária***

O raio da órbita geoestacionária considera um ponto onde o objeto deve se situar apresentando equilíbrio dinâmico entre as forças que atuam sobre ele, sendo elas a força gravitacional e a força centrífuga.

Assim, aplicando-se as leis da mecânica e gravitacional de Newton, esse ponto de equilíbrio estaria situado a uma altitude de cerca de 22.000 milhas (36.000 km). Para se chegar a este valor, deve-se procurar o ponto onde  $F_g$  (força gravitacional) =  $F_c$  (Força centrífuga).

#### ***Média e Baixa Órbita***

Nos primeiros estágios das comunicações via satélite (entre 1960 e meados de 1970), os satélites eram pequenos e era necessário haver grandes antenas terrestres para capturar o sinal emitido. Órbitas não-geoestacionárias foram pesquisadas para utilização de aplicações variadas que demandavam antenas menores, cobertura polar, entre outras necessidades. Atualmente, órbitas menores que as geoestacionárias são chamadas de MEO e LEO. Essa última é ainda subdividida nas categorias, *little LEO* (que utiliza frequência de 800 MHz), *big LEO* (que utiliza frequência de 2 GHz) e *broadband LEO* (que utiliza frequência de 20 a 30 GHz) [Gare 97].

Essas subdivisões de LEO levam em consideração o *payload* do satélite, suas bandas de frequência e a variedade de serviços que fornecem [Jama97]. Os sistemas de satélite *littleLEO* não oferecem serviços de voz que podem ser oferecidos pelos sistemas *bigLEO*.

### ***Órbita Elíptica***

Um sistema HEO típico é o Molniya, que foi lançado em 1965 pela União Soviética principalmente para comunicações domésticas. Molniya foi inicialmente um nome de um satélite, porém, mais recentemente Molniya tem sido o nome para a primeira órbita elíptica usada pelo sistema Molniya [OWK97].

Sendo as órbitas HEO não-circulares, existe um ponto da órbita onde o satélite está mais próximo da Terra que é chamado *perigeu* e um ponto onde o satélite encontra-se mais distante, denominado *apogeu*.

A Tabela 1 apresenta uma comparação entre as órbitas aqui apresentadas.

Tabela 1 – Principais características das órbitas GEO, LEO e HEO

		GEO	LEO	HEO
<b>Sistema típico</b>		Inmarsat	Iridium	Molniya
<b>Órbita</b>	<b>Tipo</b>	Circular	Circular	Oval
	Número de órbitas	36.000Km	780 km	
	Altitude			500Km
	Apogeu			40.000Km
	Perigeu	8 graus	8 graus	
	Período	24 horas	1 hora 40 minutos	12 horas
Satélite	Peso	Cerca de 1.500Kg	Cerca de 700Kg	Cerca de 1.000Kg
	Número	3	66 (11/órbita)	12 (3/órbita)
	Mínimo ângulo de elevação	5 graus	8 graus	80 graus
	Tempo de visibilidade	24 horas	10 minutos	8 horas

Fonte: Mobile Satellite Communications

#### ***2.3.1 Anatomia***

Os satélites compõem-se de muitas partes, mas duas são essencialmente comuns a todos e são chamadas de *payload* e *bus*.

O *payload* é formado por todos os equipamentos que o satélite necessita para realizar o seu trabalho, tais como antenas, câmeras, radar e eletrônicos. Ele é diferente para cada satélite. Por exemplo, os satélites usados para meteorologia incluem câmeras para fotografar a formação das nuvens e os satélites de comunicação de TV incluem grandes antenas.

O *bus* é a parte do satélite que sustenta todo o *payload*, mantendo-o no espaço. Ele fornece energia, computadores e equipamentos que permitem a comunicação do satélite com a Terra.

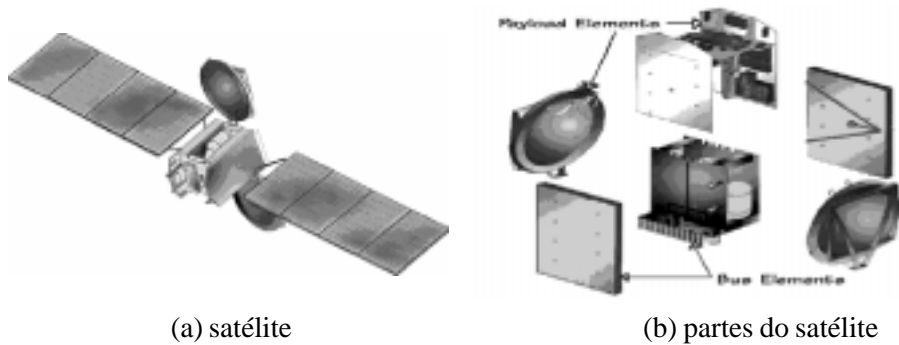


Figura 2 - Anatomia do satélite. (a) satélite (b) partes do satélite

### 2.3.2 Funcionamento

Um satélite nada mais é do que um repetidor de microondas no espaço. Circuitos eletrônicos no satélite recebem sinais transmitidos da estação terrena. Os sinais são fracos e precisam ser ampliados por LNAs (*low-noise amplifiers*) contidos no satélite. Os sinais são alterados para uma nova frequência e são retransmitidos de volta à Terra. O satélite recebe um sinal debilitado devido à distância, amplifica-o e o transmite de volta à Terra. Ao conjunto receptor, translador de frequência e transmissor é dado o nome de *transponder*. As bandas de frequência são divididas em um número de canais de rádio. Sinais de rádio são enviados em cada canal, assim como ocorre nas transmissões de microondas terrestres. Cada canal de rádio precisa ter seu próprio *transponder*. O satélite precisa ter um número de transponders suficientes para cobrir toda a frequência de banda designada para ele. Tipicamente, os modernos satélites de comunicação possuem 24 *transponders* [Noll91].

A energia é obtida através de painéis solares que captam e armazenam energia em baterias para períodos de eclipses. O satélite é monitorado da Terra e através de sinais de telemetria enviam informações de como os seus circuitos estão funcionando. Essas informações serão usadas para diagnosticar a situação, e em consequência o controle terrestre enviará comandos para reposicionar o satélite, ligando e desligando circuitos dos *transponders* [Card90].

### 2.3.3 Bandas de frequência

Os nomes das bandas, tais como L, S, X, foram designados de forma aleatória. Na II Guerra Mundial, os EUA e a Inglaterra escolhiam as letras sem nenhum sentido para que o inimigo não soubesse do que se tratava [Dorn 99].

As principais bandas comerciais para satélites de telecomunicações são as bandas C, ku e ka. A banda C foi a primeira a ser atribuída para satélites comerciais, porém essa banda já está sobrecarregada uma vez que é utilizada por concessionárias de comunicações para microondas terrestres. A banda ku não está congestionada e possibilita que os satélites GEO fiquem a uma distância inferior a 2 graus de espaçamento, porém como o comprimento de onda diminui devido ao aumento da frequência, a onda enfrenta o problema de ser absorvida pela chuva. A banda ka também pode ser utilizada para telecomunicações, porém os equipamentos necessários para utilizá-la são bem caros [Tane 94].

### 2.3.4 Técnicas de multiplexação e métodos de múltiplo acesso

Segundo Chevitaese [Chev99], multiplexação é a técnica de se agrupar sinais oriundos de diversas fontes em um mesmo sinal para compartilhar os meios de transmissão. As principais técnicas de multiplexação são FDM (*Frequency Division Multiplexing*) e TDM (*Time Division Multiplexing*). Múltiplo acesso pode ser entendido como a técnica para usar um canal de comunicação eficientemente compartilhado, no caso dos satélites, compartilhar seus recursos tais como banda de frequência, potência, tempo e espaço para um grande número de usuários [HA96]. As três principais técnicas de múltiplo acesso utilizadas são: FDMA (*Frequency Division Multiple Access*), TDMA (*Time Division Multiple Access*) e CDMA (*Code Division Multiple Access*).

Na TDMA os usuários revezam a utilização do meio e cada um obtém, por um determinado período de tempo, a largura de banda inteira. Na FDMA, o espectro de frequência é dividido em canais lógicos, para que cada usuário possa utilizar uma das faixas para transmitir o tempo todo.

Nos métodos FDMA E TDMA são compartilhados a largura de banda da frequência e o tempo dos *transponders* dos satélites, respectivamente. No CDMA, os usuários compartilham ambos os recursos, frequência e tempo, usando mutuamente um conjunto de códigos ortogonais.

A melhor escolha para os esquemas de múltiplos acessos depende das características do tráfego a ser transmitido, tais como a duração das chamadas, a regularidade do tráfego e da taxa de dados requerida.

FDMA possui um sistema simples de configuração e controle de rede. VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) ainda usam esse método.

TDMA requer sistemas complexos para sincronização e alta EIRP (Energia Isotrópica Efetivamente Irradiada) para transmissores móveis. É um método que tem alta eficiência e flexibilidade e será usado em comunicações pessoais via satélites através de LEO e GEO.

CDMA tem a vantagem de não interferência e compartilhamento com outras redes de rádio, reusando a frequência em sistemas de satélite de múltipla cobertura, além da capacidade de acesso randômico. Será este um método candidato para os sistemas de comunicação pessoal via satélite no futuro [OWK97].

### 3. INTERNET VIA SATÉLITE

Há vários projetos de comunicação de Internet via satélite. É necessário observar os detalhes para verificar os tipos de serviços oferecidos e os mercados que esses projetos pretendem abranger. Verificando a Tabela 2, observa-se que há seis projetos que possibilitam (ou possibilitarão) o serviço de Internet de banda larga em âmbito global. Há uma disputa acirrada para o mercado de banda larga, uma vez que pesquisas de mercado apontam um faturamento grande nesse segmento. Estudos realizados por empresas de consultoria confirmam que no mundo inteiro haverá entre 250 milhões e 500 milhões de usuários na Internet em 2005. Até 72 milhões de usuários residenciais estarão contratando serviços de banda larga e o ramo dos negócios estará gastando até US\$100 bilhões em tais serviços até 2005 [Skyb].

Tabela 2 - Sistemas de comunicação que oferecerão serviços de dados em banda larga

Sistema	Tipo de sistema de satélite	Cobertura	Inicia operação em
Astrolink	Broadband GEO	Global	2003
Celestri	Broadband LEO	Global	Cancelado
M-Star	Broadband LEO	Global	Cancelado
Skybridge	Broadband LEO	Global	2002
Teledesic	Broadband LEO	Global	2004
WEST	Broadband LEO	Global	2002
Cyberstar	Broadband GEO	USA	1999
EuroSkyWay	Broadband GEO	Europa, Mediterrâneo, África, Ásia, Leste europeu	2002
ExpressWay	Broadband GEO	Global	Sem previsão
GE*Star	Broadband GEO	Américas, Europa, Ásia, Pacífico oeste e Caribe	Sem previsão
Halo	Outros (aircraft)	Los Anteles e costa oeste EUA	2000
KaStar	Broadband GEO	EUA, América Central e do Sul, parte da Europa e México	2001
M2A	Broadband GEO	Região da Ásia (Indonésia)	Sem previsão
Millenium	Broadband GEO	Américas	Cancelado
Rostelesat	Broadband GEO	Global	Sem previsão
SkyStation	Outros (estação espacial)	Algumas áreas metropolitanas	2002
SpaceWay	Broadband GEO	América do Norte	2003

Fonte: Analysis consultancy

Há também uma disputa sobre a melhor tecnologia a ser usada para oferecer esse tipo de serviço. Alguns projetos se baseiam em órbitas geostacionárias e outros em baixa órbita, havendo argumentos técnicos para os dois lados, o que deixa os usuários na dúvida sobre a melhor solução, uma vez que esses projetos ainda não entraram em operação e portanto a comprovação do melhor desempenho entre eles é apenas uma análise especulativa.

A seguir, apresentamos os principais projetos que têm previsão de oferecer serviços de Internet de banda larga, com abrangência global. São eles: Cyberstar, Astrolink, Teledesic, Spaceway e Skybridge. Através da Tabela 3, pode-se verificar resumidamente as diferenças de implementação de cada um.

Tabela 3 – Características dos projetos de serviço via-satélite

	Cyberstar	Celestri (*)	Astrolink	Teledesic	Spaceway	Skybridge
Empresas	Loral	Motorola	Lockheed	Bill. Gates, Craig McCaw, Boeing, Motorola	GM-Hughes	Alcatel e Loral
Utilização	Dado, vídeo	Voz, Dado, videocon-ferência	Dado, vídeo, telefonia rural	Voz, Dado, videocon-ferência	Dado, multimídia	Voz, Dado, videoconferência
Altitude (milhas)	22.300	875 e 22.300	22.300	435	22.300	911
Espectro	Ku (inicial) e Ka	Ka e 40-50 GHz	Ka	Ka	Ka	Ku
Tamanho da antena	16 polegadas (inicial Ku)	24 polegadas	33-47 polegadas	10 polegadas	26 polegadas	TBD
Throughput de dados	400 kbps (inical Ku); até 30 Mbps (Ka)	Até 155 Mbps (transmissão e recepção)	Até 9.6 Mbps	16 Kbps - 64 Mbps (até 2 Mbps em links simétricos)	Até 6 Mbps	16 Kbps - 2 Mbps p/ satélite; 16 Kbps- 60 Mbps p/ usuário; Qq múltiplo desse para empresas
Custo do terminal do usuário	US\$800 (inicial Ku) e US\$ 1000 (Ka)	A partir de US\$750	Abaixo de US\$1000 a US\$2500	N/A	Abaixo de US\$1000	\$500 (consumi-dor)
Custo do Sistema (US\$bilhões)	US\$1.05	US\$13	US\$4	US\$9	US\$3.5	US\$3.5
Inicia operação em (**)	1998(1999)	2002	Final 2000(2003)	2002(2004)	2000(2003)	2001(2002)
Número de satélites	TBD para Ku; 3 likely for Ka	63 LEOS, 9 GEOs	9	288	8 inicialmente	64
Método de acesso	FDMA, TDMA	FDMA, TDMA	FDMA, TDMA	MF-TDMA, ATDM	FDMA, TDMA	CDMA, FDMA, TDMA, WDMA
Comunica-ção inter-satélite	Não definido	Sim	Sim	Sim	Sim	Não

Fonte: Byte Magazine, Novembro 1997

(\*) A Celestri se incorporou à Teledesic em 1998.

(\*\*) As previsões de entrada em operação já foram todas alteradas desde 1997. A estimativa mais atual encontra-se entre parênteses, alterando a tabela original publicada pela Byte em 97.

### 3.1 Cyberstar

O Cyberstar é um dos segmentos de negócios da Loral Space & Communication. A Loral tem atividades de manufatura e operações de sistemas de satélites GEO e

LEO e no desenvolvimento de redes baseadas em satélites para provisionar um conjunto de comunicações e serviços.

A Loral é organizada em quatro segmentos de negócios:

- Manufatura e tecnologia de satélite (*Space System/Loral*);
- Serviços fixos de satélite (*Loral Skynet, Satmex, EuropStar e Loral Global Alliance*);
- Serviços de dados de banda larga (*Cyberstar e Loral Orion*);
- Telefonia Global (*Globalstar*).

A *Space System/ Loral* projeta e constrói avançados satélites para colocação em órbitas GEO e LEO, oferecendo nesses artefatos possibilidades de aplicações comerciais e governamentais. Desde 1957 ela já construiu 196 satélites.

A Loral entrou no negócio de serviços de satélite ao adquirir, em 1997, a Loral Skynet. Posteriormente ela comprou 75% da *Satmex* (Satélites Mexicanos S. A.) e em 1998 adquiriu a *Orion Network System*, assegurando à Loral licenças de cobertura na Europa, América Latina e Ásia. Dessa forma, a Loral totaliza 10 satélites em órbita. Em 2002 a Loral pretende ter 16 satélites com 711 *transponders*. Através desses satélites ela oferece serviços fixos de satélites, tais como distribuição de programação de TV a cabo, vídeos ao vivo para reportagens e eventos esportivos, programação *direct-to-home* (DTH), ensino a distância e outros serviços específicos de televisão.

No segmento de serviços de dados de banda larga, a Loral é líder no fornecimento, baseado em satélite, de serviços de dados de rede privada na Europa e também líder no fornecimento de acesso aos provedores de Internet. A maioria dos ISPs (*Internet Service Provider*) quer alta *bandwidth* para os EUA, onde estão 70 a 80% do conteúdo da Internet. Para complementar os seus serviços, em 1998 a Loral introduziu o Cyberstar que oferece soluções de rede de negócios usando comunicações de banda larga. O Cyberstar faz transferência de arquivos em alta velocidade, ensino a distância, vídeo e áudio e ultimamente comércio eletrônico. Através de um conjunto de serviços que a Loral chama de WordCast, pode-se obter soluções Internet incluindo IP *multicast*, distribuição multimídia e conexão Internet dedicada. A Loral combina as vantagens da infra-estrutura terrestre em fibra óptica com as comunicações via satélite para criar redes *multicast* globais.

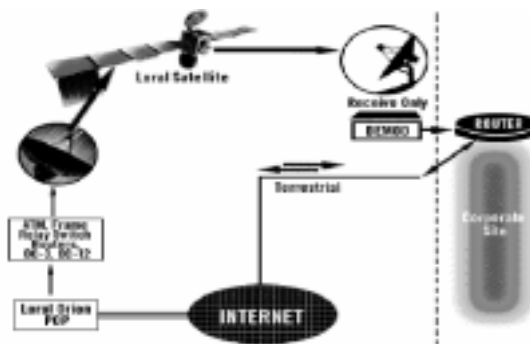


Figura 3 - Esquema de comunicação híbrida do Cyberstar

A Figura 3 mostra uma solução híbrida de comunicação oferecida pela Loral. O *download* intenso de páginas Web é feito pelas redes de satélite, enquanto as pequenas requisições Web são transportadas através de fibras ópticas terrestres existentes.

Os serviços de telefonia global oferecido pela Loral está sedimentado no *Globalstar*, que é um serviço simples e confiável de telefonia, que permite aos usuários estarem em qualquer lugar do mundo com o mesmo telefone, o mesmo número e a mesma conta telefônica. É um consórcio internacional de companhias telefônicas, lideradas pela Loral. O *Globalstar* irá oferecer não somente voz, mas também transmissão de dados, *paging*, fax e localização de posição através de 48 satélites de baixa órbita [Lora].

### **3.2 Astrolink**

As empresas parceiras e co-proprietárias são: Liberty Media, Lockheed Martin Global Telecommunications, Telespazio (uma companhia da Telecom Italia Group) e TRW Space& Electronics Group.

A Astrolink recebeu licença da FCC em maio/97 e pretende oferecer serviços de banda larga com velocidades de *download* de até 110 Mbps.

A arquitetura da Astrolink se baseia em satélites dispostos em órbitas geoestacionárias e em alguns artigos da empresa [Astr] defende essa decisão de projeto, inclusive atacando fortemente os projetos que utilizam LEO para prover serviços de banda larga. Serão usados até nove satélites geoestacionários de 2ª geração em cinco posições orbitais. Estima-se que o mercado da Astrolink será voltado para clientes corporativos de empresas multinacionais, para pequenas e médias empresas e eventualmente clientes individuais [Astr].

### **3.3 Teledesic**

Os gurus da Telecomunicação e da Informática, respectivamente Graig McCaw e Bill Gates, se uniram para realizar um grande projeto global, “Internet in the sky”. Em 1990, a Teledesic (‘tele’ de telecomunicações - ‘desic’, uma rede com muitos pontos iguais de comunicação) foi fundada com o capital pessoal desses dois grandes nomes da área tecnológica.

A Teledesic tem como finalidade construir e lançar uma rede de satélites de comunicação de baixa órbita com possibilidade de acessar a Internet com larga banda de comunicação para todo o mundo. Isso implica em um investimento de US\$ 9 bilhões.

#### ***Histórico dos Parceiros da Teledesic***

A Teledesic iniciou-se com o capital de MacCaw, Bill Gates e AT&T Wireless, uma empresa do segmento de celulares da AT&T. MacCaw havia vendido sua

empresa MacCaw Cellular Communications Inc. para a AT&T por U\$11 bilhões em 94. Ele é considerado o pioneiro nos EUA no ramo de celulares. Participam também como acionistas da empresa, a Boeing, o príncipe saudita Alwaleed Bin Talal, a Matra Marconi Space e a Motorola.

A Boeing se uniu à Teledesic em 1997, com uma participação de U\$100 milhões. Ela seria a *primary contractor* no projeto Teledesic, responsável por alistar os fornecedores, os fabricantes de satélite e os lançadores de foguetes. A entrada da Boeing também fez com que algumas partes do projeto técnico inicial fossem alteradas, como veremos a seguir no texto em “Características Técnicas do Projeto Teledesic”. A entrada da Boeing contribuiu para atrair outros investidores [Hala 97].

A Motorola tinha um projeto similar ao da Teledesic, o Celestri, que seria uma rede de combinação de satélites de baixa órbita e órbitas geoestacionárias, além de pontos fixos na Terra. O projeto era orçado em U\$13 bilhões. A entrada da Motorola no projeto teve um significado muito especial: além de passar a ser a *primary contractor*, eliminou a concorrência para o mesmo tipo de serviço proposto pela Teledesic. Calcula-se que o investimento da Motorola será de U\$750 milhões. A Motorola, por ter feito o projeto Iridium, é a mais capacitada nesse grupo, uma vez que provou ser capaz de executar todo o projeto do início ao fim. O trabalho e o esforço que a Motorola estava dedicando ao Celestri será todo convertido para a Teledesic. A Motorola entrou oficialmente para o projeto em 1998 [Wils98].

A Matra Marconi é uma empresa européia, construtora de satélites e vem agregar ao projeto a experiência em comunicação de satélites.

A Microsoft, como muitos pensam, não é uma investidora do projeto, mas sim a personalidade Bill Gates [Tele].

### *Características Técnicas do Projeto Teledesic*

O projeto inicial previa o lançamento de 840 satélites em baixa órbita (LEO), a 435 milhas (cerca de 700km). O custo estimado de cada satélite era de U\$6 milhões. Com a entrada da Boeing no projeto, algumas alterações foram feitas e de acordo com os novos técnicos que se incorporaram, o número de satélite passou para 288, a serem lançados a uma altura de 850 milhas (cerca de 1.375km). Os satélites estarão dispostos em 12 planos, contendo 24 satélites cada [Tele]. A diminuição do número de artefatos faz com que caia o investimento para se realizar o lançamento dos mesmos. Em compensação, os satélites precisam estar a uma altitude mais elevada e serem mais potentes.

Os satélites farão uma volta na Terra em 113 minutos, a uma velocidade de 117.000 milhas por hora. A longevidade dos satélites é de 10 anos. Como alguns satélites serão lançados em 2 a 3 anos antes da constelação toda entrar em operação, estima-se que alguns satélites deverão ser repostos antes de se completarem 10 anos de utilização da rede.

Os satélites serão construídos com materiais de metal, grafite epoxy e baterias de lítio. Algumas inovações tecnológicas em grande escala também serão usadas, como os lasers ópticos que conectam os satélites [Tele].

Será utilizada a banda Ka de alta frequência de rádio, de 28.6 a 29.1 GHz para *uplink* e de 18.8 a 19.3 GHz para *downlink*. Para evitar o efeito “rain fade”, deve-se ter uma visibilidade de 40 graus do satélite.

As velocidades de conexão para a Internet poderão chegar a 64Mbps para *downlink* e 2 Mbps para *uplink*, o que equivale a um acesso 2000 vezes maior do que os atualmente oferecidos pelos *modems* analógicos [Tele].

Os usuários utilizarão o serviço através de uma antena a ser colocada no telhado de suas casas e pagarão pela utilização e não por uma linha dedicada. Isso significa que não há uma última milha diferente utilizando-se de outro recurso terrestre de comunicação, do tipo fibra ou rádio.

Será utilizado o TDMA (Time Division Multiplex Access), uma vez que para se usar altas larguras de banda o CDMA não é apropriado [Gild 94]. Já para os serviços específicos de telefonia, o CDMA é mais adequado pois espalha o espectro de comunicação diferenciando sinais por código.

### 3.4 Spaceway

A empresa que tem como projeto o Spaceway é a Hughes Electronics Corporation. O interesse da Hughes é tamanho com relação à comunicação de banda larga via satélite que em janeiro/2000 a corporação anunciou a maior mudança em sua estrutura. A Hughes venderá à Boeing o seu segmento de operações de sistemas de satélite, se concentrando, com as operações remanescentes, em dois focos distintos: entretenimento do consumidor e comunicação de empresas.

A Hughes tem unidades que são líderes de mercado, destacando-se a DIRECTV, a PanAmSat e a Hughes Network Systems (HNS). A DIRECTV é a maior fornecedora do mundo de *direct-to-home*, com mais de 9 milhões de assinantes no mundo todo [Hugh]. A PanAmSat, empresa na qual a Hughes é proprietária com 81%, é uma das maiores operadoras comerciais de comunicação de satélite e a HNS oferece serviços de rede de comunicação privada baseada em satélite.

Com relação ao serviço Internet, a Hughes oferece o DIRECPC, que possibilita acesso a 400kbps, o que corresponde a três vezes a velocidade oferecida pelo ISDN que é de 144Kbps. A Hughes negociou com a Compaq para que os micros Presário sejam oferecidos ao consumidor, já com o pacote DIRECPC contendo antena e *modem* satélite [Hugh]. O DIRECPC se comunica com um Hub e este com os satélites. O serviço está em operação desde 1995 nos EUA, tendo sido lançado em 1996 no Japão e na Europa, e vem expandindo o seu mercado desde então, mas não oferece cobertura global [Hugh].

A Hughes pretende investir no Spaceway para oferecer serviços de banda sob demanda, utilizando-se de um sistema de satélites combinado com infra-estrutura terrestre. As intranets corporativas poderão realizar *downlink* de até 6Mbps, sem utilizar Hub [Hugh].

O sistema tem previsão de se iniciar em 2002 nos EUA com dois satélites geoestacionários da Hughes (HS702). O acesso se dará através de terminais de 26 polegadas. O sistema já recebeu a designação das frequências Ka que irá operar [Hugh].

No segmento de banda larga, a Hughes tem ainda investido em equipamentos, como o *modem* de alta velocidade, modelo CS2500, que pode ser acoplado às redes de TV a cabo, possibilitando velocidades de até 45Mbps para a Internet.

### **3.5 Skybridge**

O sistema de satélite projetado para o projeto Skybridge prevê 80 satélites em baixa órbita (até junho de 1998 a constelação era de 64 satélites), oferecendo serviços de banda larga para empresas e usuários finais, sendo uma opção para as limitações do *loop* local do sistema de telefonia, além de oferecer alta conexão para a Internet e para um *backbone* global. Os segmentos de mercado que pretende atingir são, além dos usuários domésticos, as empresas no geral, hospitais e escolas.

Além dos serviços de banda larga, o Skybridge poderá oferecer posteriormente os serviços de faixa estreita como voz e fax, uma vez que será possível entregar esse serviço em zonas rurais e onde o mercado demandar.

O sistema será composto de dois sub-sistemas principais, sendo eles: 1. O segmento espacial, que é de propriedade da Skybridge Limited Partnership e operado por ela; 2. O segmento terrestre, que será composto de estações terrenas (*gateways*) de propriedade e operacionalização dos fornecedores de serviços regionais, e os terminais dos usuários finais, que serão comprados ou alugados pelos clientes.

Será utilizada a banda Ku, e a constelação de satélites estará a uma altitude de 1.469 Km. Para cobertura global espera-se a utilização de 200 *gateways* que estarão interfaceados com redes terrestres através de switch ATM. O preço dos terminais residenciais será de U\$700.

“Em novembro de 1997 a Skybridge L P anunciou novos parceiros no projeto, sendo eles Mitsubishi Electric Corporation, Sharp Corporation of Japan, SPAR Aerospace Limited of Canada, Aerospatiale of France, The Société Régionale d’Investissements de Wallonie, Toshiba Corporation e Loral Space & Communications Corporation. O projeto Skybridge    liderado pela gigante do ramo das telecomunica  es mundial, a Alcatel Alsthom. A Alcatel e a Loral fizeram um acordo de parceria nos projetos de satélites Skybridge e Cyberstar. Os projetos são gerenciados separadamente, porém ambas as empresas participarão do de-

envolvimento dos dois projetos facilitando uma aproximação das redes, inclusive estratégia de marketing. Em janeiro de 1998, outro parceiro se juntou ao projeto, o

CNES (Centre National d'Études Spatiales - France). Em setembro de 1998, a COM DEV International Ltd., em conjunto com sua filial COM DEV Satellite Communications Ltd., do Canadá, uniu-se ao consórcio Skybridge, como parceiro industrial.

## 4. CONSIDERAÇÕES SOBRE A INTERNET VIA SATÉLITE

O uso da Internet via satélite necessita da análise de diversos fatores que podem influenciar nas decisões de projeto. Destacam-se os problemas de ordem física e os das tecnologias atualmente existentes que estariam sendo adaptadas para disponibilização nesse meio de comunicação. Verificamos neste trabalho alguns desses detalhes técnicos que analisamos a seguir.

### 4.1 *LEO x GEO - Considerações sobre Latência, Quantidade de Satélites e Tamanho da Antena*

Até 1980, os satélites eram colocados em órbitas equatoriais, no “Belt Clark”, situado a 35.000 km de distância da Terra. Nessa distância são necessários apenas três satélites para cobrir todo o globo, porém, um dos grandes dificultadores para se fazer uso dessa órbita para a Internet e telefonia, deve-se ao retardo causado pela propagação do sinal no espaço livre. O atraso do sinal é da ordem de 1/4 do segundo. Uma conversação via telefone com esse atraso torna-se impraticável.

Para se diminuir o atraso causado pela propagação do sinal e também para proporcionar serviços móveis, que preferencialmente precisam usar terminais pequenos com antenas pequenas, seria necessário o uso de satélites mais próximos da Terra. Quanto mais próximos da Terra, menor a potência requerida pelos satélites e pelos terminais. Isso se deve ao fato de a perda do sinal estar relacionada com a distância. A potência do sinal eletromagnético é atenuada pelo quadrado da distância que o sinal propaga [Jama 97]. Por exemplo, se a distância entre o transmissor e o receptor duplica, é necessário quadruplicar a potência no transmissor para se ter o mesmo nível de potência no receptor.

Os satélites que estão situados em baixa órbitas (LEOs), estão 60 vezes mais próximos da Terra do que os satélites GEO. A altitude de LEO varia entre 400 e 1.600 milhas de altitude. O problema de se utilizar LEO é que a quantidade de satélites para cobrir toda a Terra é muito maior do que quando se utiliza GEO. No exemplo da Teledesic, que fará uso dessa órbita, serão necessários 288 artefatos. As aplicações de *broadcast* e *muticasting*, que é o caso das TVs via satélites, ou seja, distribuição de vídeo, são comprovadamente boas para serem usadas nas órbitas

GEO, uma vez que o atraso para comunicações de apenas um sentido não causa grandes perturbações no sistema.

Os satélites GEO têm muitas vantagens, tais como ampla cobertura, alta qualidade de comunicação e eficiência econômica. Como ele está sincronizado com o movimento da Terra, o processo de *tracking* torna-se mais simples do que as órbitas não-geoestacionárias.

Ao se utilizarem órbitas LEO, o tempo em que o satélite se torna visível da Terra varia de 20 a 30 minutos até sumir no horizonte. Um *link* de comunicação deve ser transferido para outro satélite antes do primeiro sumir. Dessa forma, o problema é sanado tendo-se sempre pelo menos dois satélites visíveis em qualquer ponto da Terra. O roteamento entre os satélites requer mais inteligência nos equipamentos [Mont97].

Tabela 4 – Comparação entre LEO, MEO e GEO

	LEO	MEO	GEO
Custo do satélite	Máximo	Mínimo	Médio
Tempo de vida do satélite (anos)	3-7	10-15	10-15
Terminal hand-held	Possível	Possível	Muito difícil
Atraso de propagação	Pequeno	Médio	Grande
Perda de Propagation	Baixa	Média	Alta
Complexidade da rede	Complexa	Média	Simple
Hand off	Muito	Médio	Nenhum
Período de desenvolvimento	Longo	Curto	Longo
Visibilidade do satélite	Curta	Média	Sempre

Fontes: Low Earth Orbital Satellites for Personal  
Communication Networks Mobile Satellite  
Communications

Os argumentos a favor dos sistemas LEO se qualificam com as limitações dos sistemas GEO. Entre elas, [Jama97] acrescenta que os sistemas GEO não cobrem as latitudes polares, além de que o cinturão de Clark tem um limite para comportar um número de satélites à mesma distância da Terra, fato esse teoricamente sem limite para as órbitas LEO, dando aos projetistas de sistemas de satélite muito mais flexibilidade na arquitetura de rede. Essa escolha teoricamente infinita não é totalmente verdade, pois os satélites LEO e MEO devem se situar entre os cinturões de Van Allen, que são regiões altamente radioativas. Para se minimizarem os danos de radiação aos componentes dos satélites, comprometendo o tempo de vida dos mesmo e evitando materiais mais sofisticados e blindagem, colocam-se os satélites fora desses cintos.

## 4.2 Fibra Óptica X Satélite

Satélite e fibra óptica não são necessariamente tecnologias concorrentes, mas sim complementares. Segundo [Tele], 15% da superfície da Terra é servida por redes de telefone celular e metade da população está a 2 horas do telefone mais próximo. Nos EUA, para se disponibilizar uma linha T1 (1,5Mbps) leva 30 dias. O lançamento de fibras ópticas é na taxa de 4000 milhas/dia nos EUA. A essa velocidade levaria 139 anos para atingir todas as casas e empresas. Em [Mont97], o grande argumento de que satélite de banda larga e fibra óptica são complementares baseia-se na lógica de que os satélites irão fornecer serviços de alta velocidade onde a infra-estrutura terrestre ainda não existe.

Uma das desvantagens dos satélites em relação às fibras ópticas é que eles não são facilmente reparados e o meio utilizado está sujeito a muitas interferências. As vantagens desses sistemas se consolidam na natural capacidade de realizar *broadcast*, alcançar áreas geograficamente remotas que têm pouca infra-estrutura terrestre e a habilidade de atingir os usuários móveis [AGLS99].

Atualmente, o sistema de telefonia possui em seu *loop* local a utilização de fios de cobre. Isso significa que para um usuário doméstico acessar a Internet, ele deverá utilizar modems cuja velocidade maior é de 56Kbps. Quando muito, algumas empresas de telecomunicações chegam a disponibilizar o serviço ISDN com possibilidade de uso da banda básica de 144Kbps. Portanto, Internet via fibra óptica para um usuário doméstico ainda é um plano distante. Vale saber que o que se tem de cobre nos *loops* locais de todo o mundo corresponde à distância de se ir da Terra à Lua e voltar à Terra na ordem de 1.000 vezes. Houve uma época em que 80% do capital da AT&T estavam concentrados nesses fios de cobre [Tane94]. Outras alternativas de acesso de usuários domésticos à Internet são portanto uma realidade. Esse serviço vem se traduzindo em meios físicos guiados das redes de TV a cabo e na conexão via satélite.

No passado, o satélite era o único capaz de transferir dados de telecomunicações e possibilitar o *broadcast* de televisão que alcançassem longas distâncias. Recentemente, com o advento da tecnologia de fibra óptica, várias empresas e países estão optando por utilizar fibra óptica para conectar seus sistemas de telefonia.

As fibras ópticas oferecem melhor qualidade e confiabilidade em comparação aos canais de satélite, além de que, pelo fato de poder incluir milhares de canais de comunicação em uma mesma instalação, o custo pode ser bem reduzido. O questionamento que se faz à fibra óptica é que para aplicações móveis ou mesmo fixas em áreas remotas, ela ainda não está disponível e portanto os sistemas de satélite, nessas situações, serão a opção mais viável por um longo período [Jama97].

### 4.3 TCP

O TCP (*Transport Control Protocol*), protocolo da camada de transporte da pilha de protocolos TCP/IP utilizada na Internet, não exige um serviço de rede confiável, sendo ele o responsável pela recuperação de dados perdidos, duplicados, corrompidos ou entregues fora de ordem.

Os mecanismos de funções de controle de fluxo e de controle de erros exigem que o TCP tenha informações sobre cada conexão.

Quando dois processos quiserem se comunicar, o TCP irá estabelecer a conexão, alocando os recursos para tal e utilizando o algoritmo *three-way handshake*. Este procedimento certifica que um pacote e sua confirmação não torne uma operação duplicada para situações de repetição de envio de dados. Para um mesmo período T não pode haver duas unidades do protocolo TCP (T-PDU) com numerações idênticas [SLC95].

O que faz com que pacotes sejam retransmitidos é a finalização do tempo no transmissor para receber confirmação do pacote enviado. Em situações de congestionamento da rede, o pacote de ack vai atrasar e portanto será reenviado, podendo gerar a execução da mesma tarefa duas vezes caso o protocolo de transporte não identifique esse problema.

O TCP fornece confiabilidade de entrega de dados através do caminho de rede incluindo redes de satélite. Há vários mecanismos do IETF que possibilitam ao TCP ser mais efetivo para utilizar a capacidade disponível na rede [AGLS99].

A eficiência do TCP não é a única consideração ao se utilizar rede de satélite. Deve-se levar em conta também o protocolo de enlace, a aplicação, o tamanho do *buffer* do roteador, o enfileiramento de pacotes, etc. Focalizamos a seguir as melhorias que podem ser feitas considerando o protocolo TCP.

O atraso de propagação para uma mensagem (estação terrestre-satélite-estação terrestre) e sua confirmação correspondente é chamado de RTT (*Round Trip Time*). Para estações GEO, o RTT é de 558 ms. Para os sistemas LEO, o atraso de propagação é da ordem de no máximo 80ms na pior das hipóteses, quando o satélite está no horizonte, sendo esse tempo menor se o satélite está sobre o ponto de comunicação.

Como em sistemas LEO se usa uma constelação grande de satélites para manter uma cobertura constante, é necessário utilizar comunicação inter-satélite, o que tornará o atraso de propagação muito variável dependendo do roteamento feito através da rede.

Segundo [AGLS99], as características dos sistemas de satélite que degradam o desempenho do TCP são:

1. Longo retorno das confirmações. Devido ao atraso de propagação em sistemas GEO, o TCP leva tempo para determinar se o pacote chegou ou não ao destino final, o que pode atrapalhar aplicações interativas.

2. Resultado alto de DBP = atraso\*largura de banda. O DBP (*Delay Bandwidth Product*) define a quantidade de dados que um protocolo deve ter *in flight* (dados enviados, mas sem receber ack - *acknowledge*) a qualquer tempo para utilizar completamente a capacidade disponível do canal. O TCP deve manter muitos pacotes “*in flight*” porque o RTT é alto.
3. Erros de transmissão. O BER (*Bit Error Rate*) é maior para os canais de satélite do que para redes terrestres. O TCP usa todos os pacotes descartados como sinal de congestionamento e dessa forma reduz seu tamanho de janela na tentativa de aliviar o congestionamento. Na falta de conhecimento de como um pacote foi descartado, o TCP assume que o descarte foi devido ao congestionamento, diminuindo assim sua janela deslizante.
4. Uso assimétrico. Devido ao alto custo dos equipamentos usados para enviar dados para satélites, utilizam-se frequentemente redes assimétricas onde a estação recebe dados de satélite e envia por *modem* uma vez que o *uplink* tem menos capacidade que o *downlink*.
5. RTT variável. Para os sistemas LEO, devido ao uso dos *links* inter-satélites, o atraso de propagação varia de acordo com o roteamento escolhido e com a capacidade de processamento dos satélites. Logo, o RTT ainda é uma questão em discussão.
6. Conectividade intermitente. O *handoff* muito intenso em órbitas que não sejam geostacionárias pode gerar perda de pacotes.

## 5. CONCLUSÕES

Os tradicionais acessos a 56Kbps estão se tornando insuportáveis frente às novas aplicações da Internet. Três tecnologias são concorrentes para prover um acesso de mais alta velocidade para usuários domésticos e pequenos grupos de equipamentos, sendo elas *Cable Modem*, *DSL* e *Satélite*. O acesso à Internet via *Cable Modem* é provido pelas operadoras de TV a cabo e os serviços xDSL são providos pelas companhias telefônicas. Um novo provedor desse serviço está em via de entrar na disputa desse segmento de usuários que são os provedores de serviços de Internet via Satélite. Para os municípios brasileiros, que desejam implantar projetos de acesso democrático e popular à informação, concretizando esse acesso através do uso da Internet, é necessário conhecer um pouco sobre estes serviços, benefícios e principalmente abrangência geográfica, pois nem todas as tecnologias estão disponíveis em todos os lugares. Outra visão que se pode inferir é sobre a capacidade do município de estar conectado à grande rede com alta velocidade, ou seja, quais as opções de acesso para os municípios.

Destaque especial foi dado à Internet via satélite por ser um serviço ainda pouco conhecido e que ainda não está em operação em todo o mundo. A emergência de novas formas de comunicação para cobrir uma tendência que já vem se configurando desde a década de 80, seja com a Internet, seja com a telefonia móvel, vem ampliando a necessidade de prover novas tecnologias e infra-estrutura para suportar a evolução dessas tecnologias agora traduzidas em aplicações de banda larga e acesso global.

Do ponto de vista dos investidores da tecnologia de Internet via satélite, viu-se que uma considerável parte das empresas de telecomunicações e de informática tem se movido para disponibilizar serviços de banda larga via satélite, a exemplo dos projetos Teledesic, Skybridge, Spaceway, Cyberstar e Astrolink.

Percebe-se, portanto, que todos estão convencidos de que a motivação para banda larga e acessibilidade é inexorável, por isso mesmo as empresas do ramo que estão investindo em comunicações por satélite têm bancado projetos de longa duração sem retorno financeiro até sua operacionalização. A diferença entre tais investidores está nas formas tecnológicas de oferecer o serviço. Deslizes de cálculos financeiros e erros técnicos podem trazer insucesso para os projetos que são de risco, já que a tecnologia é emergente e há necessidade de parcerias com empresas especializadas de diversos segmentos, como de construção de satélites, programação de protocolos, lançamento de foguetes, etc.

As diferenças técnicas de projeto serão refletidas na qualidade e preço dos serviços. Por enquanto, verificamos que as decisões sobre Internet via satélite possuem alguns dilemas, que apresentamos a seguir, fazendo algumas considerações.

### ***Quanto ao Uso de Órbitas GEO ou LEO***

Estando prevista a Internet via satélite como uma opção aos *loops* locais, e portanto sendo ela um acesso fixo, não há que se preocupar com o tamanho da antena e portanto o uso de GEO ou LEO é adequado.

O atraso de propagação para GEO é maior que o atraso de propagação para LEO por ser esta uma característica associada à distância, porém devido ao fato de o LEO precisar fazer muito *handoff* e muito roteamento, o tempo final, onde consideramos o RTT (*Round Trip Time*), é ainda uma incógnita para os sistemas LEO. Isso irá depender da boa ou má implementação de inteligência nos satélites.

Sendo os sistemas baseados em GEO desenvolvidos em menor espaço de tempo e com menor custo (devido à: necessidade de menor quantidade de satélites para cobrir todo o globo e portanto menor custo de lançamento dos satélites; maior tempo de vida dos artefatos; menos implementações de sistemas nos satélites para fazer *handoff*; menor custo para as antenas que não precisam realizar *tracking*), estima-se que sistemas GEO devem ficar mais baratos que os sistemas LEO para que o usuário obtenha o serviço.

O cinturão de Clark só comporta 180 satélites, pois nessa distância os satélites devem estar espaçados de 2 graus. Sendo assim, em breve ele estará saturado, o que torna necessário pensar em outras órbitas para prover o serviço de comunicação de banda larga.

### ***Quanto ao Uso da Internet via Satélite ou Via Fibra Óptica***

Sendo a fibra óptica um meio guiado, ela não estará implantada rapidamente em todos os lugares no mesmo espaço de tempo em que os sistemas baseados em ondas eletromagnéticas podem alcançar. Portanto, o uso de satélite para Internet é mais rápido para alguns tipos de clientes do que para outros. Por exemplo, o usuário doméstico dificilmente fará uso da fibra óptica para utilizar esse serviço. Ele precisará utilizar cabos das TVs a cabo, DSL ou satélite, se quiser um serviço desse porte com alta velocidade. Já os usuários corporativos situados nas metrópoles deverão usar fibra óptica, uma vez que as concessionárias têm estabelecido redes de fibra onde estão as grandes concentrações das empresas, preferencialmente nos centros urbanos.

As redes puras de satélite ou de fibra óptica são a minoria das tendências para prover o serviço de Internet. Muitas soluções são híbridas. A qualidade dos sistemas de satélites puros ainda não está comprovada.

O trabalho agrupou informações sobre as tendências atuais para a comunicação em banda larga em âmbito global e dessa forma vislumbrou um assunto que se concretizará apenas por volta de 2003, conforme previsão dos sistemas. Até lá haverá muitas expectativas, dúvidas e desenvolvimento de muita tecnologia. Em busca da grande “cosmópolis”, onde todos estarão virtualmente acessíveis, teremos vencido esse momento atual e como é típico da cultura informática, estaremos usando nosso “conhecimento por simulação” para atingir outros “espaços”.

### ***KEYWORDS***

*Satellite – Internet – Cable modem – xDSL*

### ***ABSTRACT***

*The paper presents a analysis about the satellite as a potential way to provide Internet service. It is one option between many others that can offer the Internet service to the cities with the differential that satellites can have a global and fast accessibility besides high access velocity. Many enterprises of Telecommunication and computer science branch in the world are involved in projects about Internet through satellite. The paper presents the satellite features and the technologies used. Through the analysis of the mainly current projects there are present the projects' decisions based in different technologies. Until the projects became*

*operational new technologies will appear. The paper do considerations about the dispute between the projects and the probability of technology applied reflect in the price and quality of the service offered.*

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [ADGG99] ALLMAN, Mark, DAWKINS, Spencer, GLOVER, Dan, GRINER, Jim. *et.al. Ongoing TCP Research Related to Satellites*. Internet Draft. RFC 2026.1999
- [AGLS99] ALLMAN, Mark, GLOVER, D., LEWIS, N., SANCHEZ, L. *Enhancing TCP Over Satellite Channels using Standard Mechanisms*. Internet Society, jan. 1999.
- [Astr] ASTROLINK. [http:// www.astrolink.com](http://www.astrolink.com)
- [Card99] CARDOSO, Guilherme Costa. *Estações terrenas para TV via satélite*. São Paulo: Érica, 1990.133p.
- [Chev 99] CHEVITARESE, Amadeu Ângelo. *Comunicação via satélite*. Belo Horizonte, IETEC, 1999.
- [Dorn 99] DORNAN, Andrew. *Satellite services: Internet in the sky*. International Report. Datacommunication, Jul, 1999.
- [Gare 97] GAREISS, Robin. *Satellite services: Down to Earth and Ready for Business*: Forget their far-out reputation. Satellite services these days are strictly business. And thanks to new offerings and orbits, corporate networkers have good reason to watch the friendly skies. Datacommunication. Dec.1997.
- [Gild94] GILDER, George. *ETHERSPHERE*. Forbes ASAP, Oct, 1994.
- [HA96] HÁ, Tri T. *Digital satellite communications*. Mc Graw Hill Communications series, 1996
- [Hala97] HAINES, Thomas W. LANE, Polly. *Why Tledesic Turned to Boeing*. Seattle Times Business, Apr. 1997
- [Hugh] Hughes. <http://www.Hughes.com>
- [Jama97] JAMALIPOUR, Abbas. *Low Earth Orbital Satellites for Personal communication Networks*. Artech House Publishers, 1997.
- [Lora] Loral. <http://www.loral.com>
- [Mont97] MONTGOMERY, John. *The Orbiting Internet: Fiber in the Sky*. BYTE Magazine, Nov. 1997.
- [Mull95] MULLER, Nathan J. *Wireless Data Networking*. Artech House. Jan. 1995.
- [Noll 91] NOLL, A. Michael. *Introduction to Telephones & Telephone Systems*. Artech House Publishers.1991.
- [OWK 97] OHMORI, Shigo, WAKANA, Hiomitsu, KAWASE, Seüchiro. *Mobile Satellite Communications*. Artech House Publishers, 1997.
- [SLC95] SOARES, Luiz Fernando G., LEMOS, Guido, COLCHER, Sérgio. *Redes de computadores: das LAN's, MAN's e WAN's às redes ATM*. 2.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

[Skyb] Skybridge. *http://skybridgespace.com*

[Tane 94] TANENBAUM, Andrew S. *Redes de computadores*. 2.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1994

[Tele] Teledesic. *http://www.teledesic.com*

[Wills 98] WILSON, Warren. *Teledesic team gets two new partners: Motorola, not Boeing, to be prime contractor*. Seattle Post-Intelligencer. 1998.

[Wolk 98] WOLK, Martin. *Saudi Prince Alwaleed invests \$ 200mln in Teledesic*. Reuters. Apr. 1998.