

# História da Comunicação via Satélite

Gustavo Efeiche

**Abstract**—Em 1945, Arthur C. Clarke publicou um artigo descrevendo o uso de satélites para comunicação global. Foi apenas em 1955 que John R. Pierce, engenheiro do Bell Labs, acreditou no trabalho de Clarke e estudou a fundo a prospecção financeira e a dificuldade técnica para desenvolver este sistema. Enquanto EUA e URSS disputam para se tornar potências mundiais, os dois países estudam novas tecnologias de comunicação baseados nas descrições de Pierce, levando a criação do primeiros satélites passivos (TELSTAR). Com o avanço tecnológico da União Soviética, logo surgem os satélites artificiais, utilizados para comunicação entre duas bases terrestres. Visando a Corrida Espacial, os Estados Unidos financiam o desenvolvimento de sistemas de comunicação utilizando satélites, chegando à construção de satélite geosíncronos (Syncoms), conseguindo televisionar a chegada do homem à Lua globalmente. A partir daí começa a era do desenvolvimento de comunicações móveis (Inmarsat), para aparelhos pessoais, resultando nos sistemas que existem nos dias atuais.

**Index Terms**—guerra fria, intelsat, satélites, sputnik, syncom, telecomunicações

## I. INTRODUÇÃO

EM 2016 as pessoas usam seus aparelhos eletrônicos como televisões, rádios, celulares e computadores sem se dar conta de que esta tecnologia é muito recente. A segunda metade do século 20 foi um período de avanço tecnológico extremo para as telecomunicações. Em especial, os satélites começaram a surgir na década de 40 como um projeto militar e hoje proporcionam uma rede de comunicação global que cresce cada vez mais e diminui distâncias, aproximando pessoas. Atualmente os sistemas de comunicação via satélite geram bilhões de dólares em vendas de serviços e produtos – como o GPS – e são distribuídos às nações por um custo mais baixo graças ao desenvolvimento de novas tecnologias e padronização de procedimentos e redes de comunicação.

## II. SATÉLITES PASSIVOS

Logo após o término da Segunda Guerra Mundial era notável que o mundo estava dividido. Grande parte das nações havia passado por grandes destruições e a população necessitava de algo que reacendesse a esperança de prosperidade e riqueza. Sendo assim, os países mais influentes, como EUA e URSS, procuravam uma maneira de levar informação e inovação tecnológica às pessoas, como um meio de propagar um sentimento de vitória. Existia também o medo do ataque iminente pelo inimigo e por isso era importante a preparação

bélica. Todas as áreas do planeta estavam dominadas e só restava um lugar a ser conquistado: o espaço. É neste contexto da Guerra Fria que Sir Arthur C. Clarke, britânico tenente da Royal Air Force (aeronáutica inglesa) e escritor de ficção científica, propôs pela primeira vez a criação de um meio de transmissão de sinais entre duas bases terrestres, utilizando um satélite passivo geoestacionário como refletidor. Este equipamento seria manuseado por um humano na Terra.

Em seu artigo “*Extra-terrestrial Relays: Can Rocket Stations Give Worldwide Radio Coverage?*” para a revista *Wireless World* (Vol. 51, Outubro 1945) [6] Clarke descreveu como o míssil guiado alemão V2 poderia ser usado pacificamente como uma combinação de foguete e rádio-transmissão para a operação de estações de transmissão no espaço, em vez de ser uma opção para destruição em massa. Com o avanço da balística alemã logo após o Tratado de Versalhes (1919) e o trabalho de cientistas da Áustria, Tchecoslováquia, França, Itália, Rússia, e Estados Unidos o foguete já havia se mostrado eficiente e a adaptação para uma módulo de transmissão exigiria apenas algumas configurações adicionais, como a adição de um gerador de sinais. O artigo provavelmente não fez muito sucesso, dado que Clarke teve de repeti-lo em 1951 em seu livro “*The Exploration of Space*”. Novamente, poucos acreditaram no trabalho de Sir Arthur. Dois anos depois, em 1953, um engenheiro estadunidense, John R. Pierce, diretor executivo do *Bell's Research-Communications Principles Division* no *Bell Labs*, ficou responsável por retomar os projetos de Clarke e estudar suas possíveis aplicações militares e financeiras. Então entre 1955 e 1956, Pierce descreveu em seu artigo “*Orbital Radio Relays*” como os satélites passivos de fato deveriam funcionar e quais seriam os custos e receitas para a criação de um novo sistema de comunicação. Comparando um satélite – que havia estimado com capacidade para “transportar” até 1000 ligações telefônicas de uma vez – com o TAT-1 (Transatlantic No. 1), o primeiro cabo telefônico submarino – construído em 1956, capaz de transmitir apenas 36 ligações – Pierce estimou que a criação deste novo sistema valeria alguns bilhões de dólares [5].

Antes mesmo das publicações de John Pierce, a Lua foi utilizada como meio de teste de transmissão a longa distância. Diversos experimentos utilizando reflexão de ondas de rádio no satélite natural foram realizados e algumas perguntas introduzidas por Clarke foram finalmente respondidas, dentre elas a mais importante: em qual frequência deveriam estar as ondas ao passar pela Ionosfera, camada mais propensa a atenuação de ondas eletromagnéticas. Concluiu-se que a frequência deveria estar dentro de um intervalo entre 1 e 10

GHz [2], para que a atenuação eletromagnética fosse a menor possível. Esta seria a frequência que todo tipo de comunicação via satélite deveria utilizar, tornando a transmissão possível. Sendo assim, em julho de 1954 a marinha estadunidense realizou com sucesso a transmissão de mensagens de voz entre duas de suas bases e em 1956 um serviço permanente de transmissão foi estabelecido entre Washington e o Havaí. No entanto, esta comunicação só funcionava quando a Lua estava exatamente acima do horizonte nos dois lados do globo. Para eliminar este problema, balões passaram a ser utilizados como refletidores de sinal. Era definitivo que a comunicação via satélite funcionava. Os balões, produzidos pela NASA (National Advisory Committee for Aeronautics, na época), pesando 30Kg, ficavam situados a cerca de 1600Km de altura e eram feitos de plástico aluminizado para que a reflexão se desse maneira eficaz [1].

### III. SPUTNIK-I: O PRIMEIRO SATÉLITE ARTIFICIAL

Entre 1º de julho de 1957 e 31 de dezembro de 1958 aconteceria o International Geophysical Year, projeto científico mundial para estudos das auroras, luminescências atmosféricas, gravidade, raios cósmicos, geomagnetismo, atividades solares, entre outros. Ainda neste escopo, era esperada maior quantidade de radiação solar do que os níveis normais, devido ao 19º Ciclo Solar [1]. Neste âmbito, em 1955, Dwight Eisenhower, 34º presidente dos Estados Unidos, anunciou que um satélite para uso de qualquer nação em estudos científicos seria lançado em janeiro de 1958. Ao mesmo tempo, na URSS, o governo temia a liderança americana em plena Guerra Fria. Sendo assim, a Academia de Ciências da URSS, em conjunto com o escritório de design do Ministério da Indústria de Defesa (OKB-1) determinou um plano para construção e lançamento de um satélite leve, portátil e simples de construir, a fim de surpreender o inimigo. Em 4 de outubro de 1957, 3 meses antes do previsto para o lançamento do satélite americano, o mundo pode captar um sinal de um satélite até então desconhecido. Estava em órbita o Sputnik-I, primeiro satélite artificial.

Em órbita baixa durante aproximadamente dois meses, o projeto chocou cientistas, engenheiros e políticos americanos, que finalmente viram a importância deste tipo de comunicação e concordaram em abrir um fundo para investimento nesta tecnologia, visando ganhar a Corrida Espacial. Os Estados Unidos decidiram então colocar em prática o projeto *Vanguard* [9], em que um foguete de mesmo nome levaria um pequeno satélite de 50 centímetros de diâmetro à órbita. No dia 6 de dezembro de 1957, após um voo de 12 metros, o foguete explodiu, derrubando a imagem vitoriosa do governo americano. Enquanto isso, um segundo satélite soviético, Sputnik-II já estava em órbita há mais de um mês, transportando a cadela Laika, dramatizando ainda mais a situação para os americanos.

### IV. A REVANCHE AMERICANA

O primeiro triunfo dos EUA veio com o lançamento do foguete *Explorer* em 31 de janeiro de 1958. O satélite *Explorer* I, pesando 14kg, foi responsável por transmitir informações de

telemetria durante 5 meses, sendo essencial em uma das mais importantes descobertas para a eletrônica espacial: o Cinturão de Van Allen, acúmulo de prótons, elétrons e íons pesados emitidos pelo Sol que podem causar danos à aparelhos eletroeletrônicos. Em 18 de dezembro de 1958, os EUA tomaram a frente novamente na corrida contra os soviéticos. O Score (Signal Communication Orbit Repeater Experiment) foi lançado com sucesso e se tornou o primeiro satélite ativo de comunicações. Seu funcionamento era simples porém revolucionário: recebia sinais vindos da Terra em uma frequência de 150MHz, os guardava em uma espécie de fita e finalmente os retransmitia à Terra. O equipamento possui dois conjuntos de transmissores e receptores e um gravador, alimentado por uma bateria [1]. Como um ato de vitória, o satélite foi utilizado para transmitir a mensagem de natal de Eisenhower à população.

Com o avanço recente nos estudos de transistores, células solares e TWTs (travelling-wave tubes, amplificadores de ondas de rádio) dentro do Bell Labs, em 1960, a AT&T em conjunto com o laboratório solicitou uma permissão da FCC (*Federal Communications Commission*) para a construção de um satélite de comunicações, visando a criação de um sistema. O TELSTAR, satélite de órbita média (20.000Km de altura), veio à órbita em 1962 [9]. No mesmo ano, o objetivo principal do projeto foi alcançado: uma comunicação transatlântica – entre os EUA e a estação de Pleumeur-Bodou na França – foi efetivamente realizada, transmitindo sinais de televisão entre os dois continentes. Após 10 dias de teste, um discurso do presidente Kennedy e um jogo de baseball foram transmitidos, dando início à era da comunicação comercial via satélite. Durante 1962 e 1963, o TELSTAR foi utilizado para diversos testes de transmissão de imagem e telefonia, sendo o primeiro satélite a transmitir um programa de televisão com cores: uma cirurgia médica.

Ao mesmo tempo, a Nasa construía mais um de seus satélites, o RELAY. Sem fazer muito sucesso, o RELAY foi utilizado apenas para testes, levando à algumas descobertas secundárias. Ambos o TELSTAR e RELAY [8], assim como todos os outros satélites de órbita baixa ou média (não geosíncronos) necessitavam de constante ajuste de posição, o que tornava a operação custosa e causava desgaste de peças por manuseio incorreto.

Com o intuito de controlar as operações com satélites, bem como a venda de serviços comerciais, o governo americano criou, em 1962, o *Communications Satellite Act of 1962*. O ato definiria uma banca de diretores para controle das empresas privadas e públicas envolvidas com comunicação: 3 membros escolhidos pelo presidente, 6 membros escolhidos pelo público e 6 membros escolhidos pelas operadoras autorizadas pelo FCC. As empresas deveriam manter o capital aberto e cada ação deveria valer US\$100,00 [9].

Agora que todos já sabiam que a comunicação por satélite era possível, restava criar sistemas cada vez mais automatizados e acessíveis, além de terem fácil utilização, o que resultou em estudos que concluíam o que Sir Arthur havia projetado há anos: satélites geosíncronos.

## V. OS SATÉLITES GEOSÍNCRONOS E O INÍCIO DAS TRANSMISSÕES GLOBAIS

Em meados do ano de 1962, a Nasa havia concedido à Hughes Aircraft Company a permissão de construção de um satélite geosíncrono. Diferentemente dos outros tipos, um satélite geosíncrono permanece em órbita à exatidão 35.786km de altura, viajando com velocidade de 3.075km/s [3], para que do ponto de vista terrestre o equipamento esteja parado, eliminando a necessidade de alguns cálculos e ajustes de ângulos. A ideia inicial de Clarke era simples: colocar três satélites geosíncronos equidistantes em órbita para que o globo inteiro estivesse “encoberto”. Em 4 de fevereiro de 1963, o Syncom-I foi lançado, sendo a primeira tentativa de uso de um satélite deste tipo.

Não se sabe se o problema foi causado por erros de cálculo ou erros de construção, mas o Syncom-I não alcançou a velocidade necessária e não estava pronto para transmissão geoestacionária. O sucesso veio em julho de 1964, com o Syncom-II, que alcançou a velocidade e altura necessárias para pleno funcionamento e se tornou o primeiro satélite geoestacionário a realizar uma comunicação entre dois continentes. Em 23 de agosto de 1963 o presidente Kennedy ligou para o então primeiro ministro nigeriano, Sir Abubakar Tafawa Balewa, dando início às cooperações políticas e financeiras entre os Estados Unidos e a África. Neste ano, a COMSAT (Communications Satellite Corporation), companhia formada como resultado do *Communications Satellite Act of 1962* estava lançando um projeto com financiamento de US\$200 milhões [9] para a construção de pelo menos uma dúzia de satélites geosíncronos, com o objetivo de criar uma rede de comunicação global. Entre as propostas da AT&T com o TELSTAR, da Nasa com o RELAY e da Hughes Aircraft com o Syncom-II, a COMSAT optou pelo terceiro. Em 1964 o Syncom-III foi lançado e fez mais uma vez uma grande demonstração: a abertura das Olimpíadas de Tóquio daquele ano foi televisionada ao vivo. Como a tecnologia da época não permitia satélites pesados, o Syncom-III não conseguia transmitir áudio e vídeo ao mesmo tempo, então o áudio foi enviado por cabos coaxiais submarinos até a Califórnia, acoplado ao vídeo e enviado até Seattle [3].

Com o sucesso da Hughes Aircraft e o financiamento da COMSAT, o EARLY BIRD foi lançado em 1965 do cabo Canaveral, Flórida. Mesmo com a maioria dos lançamentos e satélites sendo de propriedade Americana, diversos países como Reino Unido, França, Alemanha, Itália, Brasil, e Japão já possuíam estações para recepção e transmissão de sinais via satélite. Ficou decidido então que operações relacionadas a este tipo de comunicação seriam de âmbito internacional. Sendo assim, entre o final de 1964 e o começo de 1965 foi criada a INTELSAT (International Telecommunications by Satellite), corporação global que seria regularizadora e controladora de todos os sistemas envolvendo satélites. Em abril de 1965 foi lançado o EARLY BIRD (ou Intelsat-I), cobrindo as regiões da América do Norte e Europa. Em 26 de outubro de 1967 o

Intelsat-II foi lançado, cobrindo a região de Oceano Pacífico. No início de 1969 o terceiro satélite (Intelsat-III) foi à órbita, dando cobertura à região do Oceano Índico. A estratégia dos EUA para vencer de vez a Corrida Espacial estava completa. Em 20 de julho de 1969 mais de 500 milhões de pessoas pelo mundo assistiam ao vivo a transmissão do lançamento da aeronave Saturn-V, para dar início à missão Apollo 11, que levaria Neil Armstrong, Buzz Aldrin e Michael Collins à Lua.

Observando a prosperidade do ocidente e como uma tentativa de se reerguer como potência, a URSS lançou em 1971 um segundo sistema global, o InterSputnik, que contava com a presença dos países até então comunistas: Afeganistão, Bulgária, Cuba, Tchecoslováquia, Alemanha Oriental, Hungria, Laos, Mongólia, Polônia, Romênia, Iêmen do Sul, e Vietnã, além da própria URSS [1]. Como todos estes países estão localizados no hemisfério norte, a órbita utilizada pelos satélites do sistema InterSputnik se situavam mais alto, a 40.000km de altura.

Com a transmissão global concretizada, os dois lados do planeta passavam a encarar um novo desafio, a transmissão de sinais de aparelho móveis. Durante 5 anos, entre 1971 e 1976, a COMSAT investiu e testou diversas tecnologias, culminando em um tipo de satélite utilizado ainda nos dias atuais.

## VI. O INÍCIO DA ERA DOS DISPOSITIVOS MÓVEIS

Em 1976, a marinha Americana pensava em uma maneira de realizar comunicações com as bases militares terrestres. Em fevereiro do mesmo ano, a marinha em conjunto com a COMSAT lançou o *Marisat*, novo tipo de satélite que forneceria comunicação móvel aos navios estadunidenses. A primeira ligação de um navio para uma base no continente foi realizada em 6 de julho pelo *Deep Sea Explorer*. Em julho de 1979, a então existente Inter-Governmental Maritime Consultative Organisation (IMCO) decidiu criar a *Inmarsat* (*International Maritime Satellite Organisation*) que funcionaria da mesma maneira que a Intelsat porém para operações marítimas. Inicialmente a Inmarsat trabalhava com satélites produzidos por Estados Unidos e Europa independentemente, em 1982 e 1984 respectivamente. No entanto, após um acordo entre o EUA e a União Europeia, foi lançado o INM2-F, primeiro satélite próprio da Inmarsat como organização. Durante a década de 1990, os satélites Inmarsat também se tornaram o padrão para a comunicação móvel terrestre, em sistemas disponíveis até hoje.

A ideia de que pessoas deveriam poder se comunicar globalmente por meio de dispositivos móveis já havia surgido na década de 1980, mas a implementação desta comunicação não se concretizou até a criação das tecnologias da Inmarsat.

Em 1996 a ITU-T (*ITU Telecommunication Standardization Sector*) criou duas divisões para controlar a comunicação móvel global: *International Mobile Telecommunication System* para controlar as ondas de rádio terrestres e *Global Mobile Personal Communication by Satellite* (GMPCS) para controlar as operações com satélites. Os satélites complementaríamos os sistemas já existentes provendo cobertura em todo o globo. Para isso as redes criadas para o programa de defesa dos Estados Unidos sob comando do presidente Ronald Reagan (Aries, Celsat, Ellipso, Globalstar, ICO, Iridium, Odyssey, Planet 1,

Spaceway, e Tritium) sofreriam modificações para responder a comunicação móvel. Dentre estas a que mais se destacou foi a Iridium, companhia criada por três engenheiros da *Motorolla Satellite Communications*, que desenvolveria a tecnologia de transmissão de dados sem fio utilizando uma rede com 77 satélites [9]. Os equipamentos, que ficariam em órbita baixa espalhados ao redor do globo, se comunicariam entre si transportando dados de um satélite para o outro até chegarem ao destino correto. O primeiro lançamento se deu em 1997, porém a empresa não fez sucesso no mercado. Mesmo sem lucrar com seus projetos, a Iridium deu início ao movimento das comunicações sem fio, culminando com as tecnologias que vemos hoje.

## VII. ATUALMENTE

Em 2016 a tecnologia utilizada nos satélites que orbitam nosso planeta já é extremamente evoluída em relação aos primeiros protótipos. Isso permite uma cobertura global eficiente e completa e ainda hoje a Intelsat é uma das maiores empresas responsáveis por essa cobertura. Abaixo está uma imagem mostrando a distribuição dos satélites construídos e controlados pela Intelsat:



Fig. 1. Distribuição dos satélites da Intelsat [10].

## REFERÊNCIAS

- [1] A. A. Huuderman, "Satellite Transmission" in *The Worldwide History of Telecommunications*, 1<sup>st</sup> ed. John Wiley & Sons, 2003, pp. 407–439.
- [2] J. R. Koster, "Studies Of The Equatorial Ionosphere Using Transmissions from Active Satellites" Ghana Univ Legon Dept Of Physics, Legon, Accra, Ghana, 1967.
- [3] D. Minoli, "Overview" in *Innovations in Satellite Communication and Satellite Technology*, 1<sup>st</sup> ed. John Wiley & Sons, 2015, pp. 15-42.
- [4] M. J. George (1970, Jul.). New Data on the Absolute Cosmic Ray Ionization in the Lower Atmosphere. *IEEE Trans. Plasma Sci.* [Online]. 21(3), pp. 876–880. Available: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/JA075i019p03693/pdf>
- [5] Pierce, John Robinson. *The Beginnings of Satellite Communications*. History of Technology Monograph. Berkeley, CA: San Francisco Press, 1968.
- [6] A. C. Clarke, "Extra-Terrestrial Relays" in *Wireless World*. vol 51 Outubro 1945, pp. 305-308.
- [7] J. R. Pierce, "ECHO" in *Vintage Electrics*, vol 2, 1955. Available: [http://www.smecc.org/john\\_pierce\\_\\_\\_echored.htm](http://www.smecc.org/john_pierce___echored.htm)
- [8] A. B. Crawford, The research background of the Telstar experiment, *Bell System Technical Journal*, vol. 42, July 1963, pp. 747–764. Available: [ieeexplore.ieee.org/iel7/6731005/6779715/06779717.pdf](http://ieeexplore.ieee.org/iel7/6731005/6779715/06779717.pdf)
- [9] D. J. Whalen. (2010, November). Communications Satellites: Making the Global Village Possible. Available: <http://history.nasa.gov/satcomhistory.html>
- [10] Intelsat Coverage Map. Available: <http://www.intelsat.com/fleetmaps/>. Accessed: 11 Nov. 2016