

RELATO DE EXPERIÊNCIA: A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NOS ÚLTIMOS DEZESSEIS ANOS NO FUNCIONAMENTO DOS SATÉLITES GEOESTACIONÁRIOS DA EMBRATEL STAR ONE

André Gomes Domingues

Graduando em Engenharia Elétrica, Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), RJ, Brasil.
agdomingues@gmail.com

Antônio José Dias da Silva

Mestre em Informática, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), RJ, Brasil.
Professor, Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), RJ, Brasil.
antoniojoseds@gmail.com

André Luís da Silva Pinheiro

Doutor em Engenharia Nuclear, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), RJ, Brasil.
apinheiro99@gmail.com

Roberto Cruz da Silva

Mestrando em Engenharia Nuclear, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), RJ, Brasil.
Professor, Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), RJ, Brasil.
robertofisica2012@hotmail.com

RESUMO

O presente relatório de experiência aborda os dezesseis anos de convivência com os satélites em órbita geoestacionária no Centro de Controle do Segmento Espacial da Embratel Star One. Tempos em que a evolução dos satélites não cessou e suas ferramentas foram melhorando gradativamente para o controle orbital. Este trabalho traça um panorama dos satélites da empresa, explicitando suas diferenças e melhorias, abordando as vantagens e desvantagens de cada *payload*, que se reverterá em benefício para os controladores de satélite.

Palavras chave: Satélite, Controle Orbital, Controlador.

EXPERIENCE REPORT: THE TECHNOLOGICAL EVOLUTION IN THE LAST SIXTEEN YEARS IN THE OPERATION OF THE GEOSTATIONARY SATELLITES OF THE EMBRATEL STAR ONE

ABSTRACT

This experiment report covers the sixteen years of coexistence with satellites in geostationary orbit at the Center for the Control of the Space Segment of Embratel Star One. Times in which the evolution of the satellites did not cease and its tools gradually improved the orbital control. This work traces a panorama of the company satellites, explaining their differences and improvements, addressing the advantages and disadvantages of each payload, which will revert to benefit the satellite controllers.

Keywords: Satellite, Orbital Control, Controller.

1 INTRODUÇÃO

1.1. A EMPRESA

Criada em dezembro de 2000, com seus 25 anos de experiência servindo o mercado brasileiro através da Embratel Star One (EMBRATEL STAR ONE, 2017), já iniciou suas atividades com uma carteira de relevantes clientes, entre eles algumas das maiores empresas do Brasil, como redes de TV, bancos, empresas de petróleo e governo. Os benefícios da Embratel Star One para seus clientes são muito claros: uma empresa leve, ágil e focada no seu negócio, com capacidade internacional e grandes possibilidades de desenvolver novas tecnologias (GRAÇAS, 1995).

Hoje conta com uma frota de oito satélites de comunicações, em órbita geoestacionária (WORDPRESS, 2010), a 36.000 km de altitude, estão localizados nas longitudes 65° W (Star One C1), 70° W (Star One C2 e Star One C4), 75° W (Star One C3) e 84° W (Brasilsat B4). Em órbita inclinada, 63° W (Brasilsat B2) e 92° W (Brasilsat B3). Isto representa um total de aproximadamente 16% dos 44 satélites (com transmissão de TV) que podem ser captados no Brasil (Tabela 1).

Tabela 1 – Lista de satélites captados no Brasil
 (continua)

| P. Orbital (Graus) | Direção | Satélite | Banda de Transmissão |
|--------------------|---------|--------------------|----------------------|
| 10 | E | Eutelsat 10A | Banda C |
| 1 | W | Intelsat 1002 | Banda C Banda Ku |
| 5 | W | Eutelsat 5 West A | Banda C Banda Ku |
| 8 | W | Eutelsat 8 West A | Banda Ku |
| 11 | W | Express AM44 | Banda C |
| 12.5 | W | Eutelsat 12 West A | Banda Ku |
| 15 | W | Telstar 12 | Banda Ku |
| 18 | W | Intelsat 901 | Banda C |
| 20 | W | NSS 7 | Banda C Banda Ku |
| 22 | W | SES 4 | Banda C Banda Ku |
| 24.5 | W | Intelsat 905 | Banda C |
| 27.5 | W | Intelsat 907 | Banda C |
| 30 | W | Hispasat 1C/1D/1E | Banda Ku |
| 34.5 | W | Intelsat 903 | Banda C Banda Ku |
| 37.5 | W | StarOne C12/NSS 10 | Banda C |
| 40.5 | W | SES 6 | Banda C Banda Ku |
| 43 | W | Intelsat 11/9 | Banda C Banda Ku |
| 45 | W | Intelsat 14 | Banda C Banda Ku |
| 45 | W | Echostar 15 | Banda Ku |
| 47.5 | W | NSS 806 | Banda C Banda Ku |
| 50 | W | Intelsat 1R | Banda C Banda Ku |
| 53 | W | Intelsat 23 | Banda C Banda Ku |

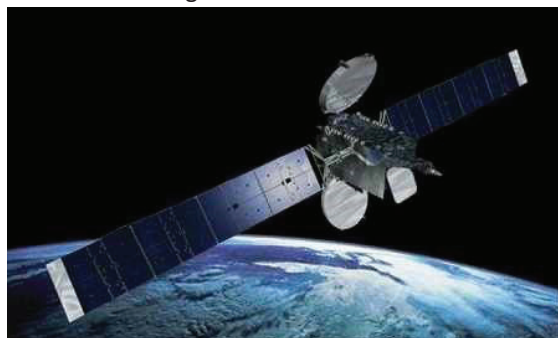
Tabela 1 – Lista de satélites captados no Brasil
(conclusão)

| P. Orbital (Graus) | Direção | Satélite | Banda de Transmissão |
|--------------------|---------|------------------------------|---------------------------|
| 55.5 | W | Intelsat 805 | Banda C |
| 55.5 | W | Galaxy 11 | Banda Ku |
| 55.5 | W | Amazonas 1 | Banda C Banda Ku |
| 58 | W | Intelsat 21 | Banda C Banda Ku |
| 61 | W | Amazonas 2, 3 e 4A | Banda C Banda Ku |
| 63 | W | Telstar 14R/Estrela do Sul 2 | Banda Ku |
| 65 | W | StarOne C1 | Banda C Banda Ku |
| 67 | W | AMC 4 | Banda Ku |
| 70 | W | StarOne C2 | Banda C Banda Ku |
| 72 | W | AMC 6 | Banda Ku |
| 75 | W | StarOne C3 | Banda C Banda Ku |
| 78 | W | Venesat/Simón Bolívar | Banda C Banda Ku Banda Ka |
| 84 | W | Brasilsat B4 | Banda C |
| 87.2 | W | Túpac Katari | Banda C Banda Ku Banda Ka |
| 89 | W | Galaxy 28 | Banda C Banda Ku |
| 92 | W | Brasilsat B3 | Banda C |
| 95 | W | Galaxy 3C | Banda C Banda Ku |
| 97 | W | Galaxy 19 | Banda C Banda Ku |
| 107.3 | W | Anik F1 | Banda C Banda Ku |
| 113 | W | Satmex 6 | Banda C Banda Ku |
| 114.9 | W | Satmex 5 | Banda C Banda Ku |
| 116.8 | W | Satmex 8 | Banda C Banda Ku |

Fonte: Adaptado de gps.pezquisa.com.

Desta forma a Embratel Star One, tornou-se a maior empresa de satélite do Brasil e da América Latina. Adicionalmente, o Star One C12 (Figura 1), adquirido em 2005, sendo constituído da maior parte do feixe sul-americano do satélite NSS-10 da SES, localizado a 37,5° W.

Figura 1 – Star One C2



Fonte: Adaptado de gps.pezquisa.com.

Visando atender às novas demandas de infraestrutura do Brasil e os grandes eventos esportivos, a empresa teve a necessidade de adquirir um novo satélite, o Star One D1 (Figura 2), iniciando a família “D”, a quarta geração de satélites da Embratel Star One. O satélite Star One D1 é o maior já construído pela empresa equipado com as Bandas C, Ku e Ka e teve seu lançamento realizado em dezembro de 2016, na base de Kourou, na Guiana Francesa, por um foguete Ariane V da Arianespace.

Figura 2 – Star One D1



Fonte: Adaptado de panorama.estacial.blogspot.com.br

No último trimestre de 2016, sendo a primeira empresa no mundo a receber o certificado ISO 9001:2000 pelo serviço de controle de satélites e associados, com o seu centro de operações situado em Guaratiba no Rio de Janeiro (Figura 3), tendo sido inaugurado em 1984, e abrigando o maior centro de controle e operação de satélites da América Latina, onde funcionam o Centro de Controle de Segmento Espacial (CCSE), responsável pelo monitoramento dos satélites, e o Centro de Operações e Controle das Comunicações (COCC), que acompanha a transmissão de sinais com aproximadamente 120 funcionários e um extenso parque de antenas que, cresce a cada dia.

Figura 3 - Centro de Operações em Guaratiba



Fonte: Adaptado de Embratel Star One.

Dessa forma, a empresa controla, monitora e gerencia sua frota de satélites através de suas antenas situadas no próprio centro de operações. Com uma equipe de engenheiros e técnicos brasileiros altamente especializados, o local tem um dos maiores parques de antenas da América Latina e tecnologia de última geração (Figura 4). Com seus sistemas modernos e equipamentos de alta tecnologia, o Teleporto de Guaratiba monitora e controla todas as atividades e manobras dos satélites bem como o desempenho das comunicações e transmissões de todos os clientes da empresa.

Figura 4 – Parque de Antenas

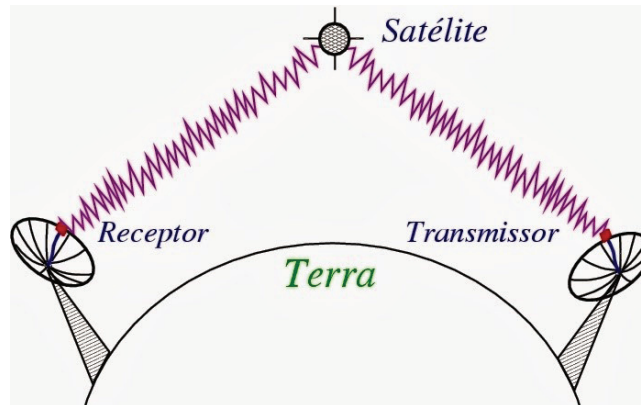


Fonte: Adaptado de Embratel Star One.

2 CARACTERÍSTICAS DOS SATÉLITES DE COMUNICAÇÃO

A carga útil de um satélite é o conjunto de unidades que desempenham a função para a qual ele foi projetado, que no caso dos satélites de comunicações (FLORENZANO, 2008) é a de um repetidor. Um repetidor de micro-ondas é usualmente formado por uma antena receptora, um amplificador e uma antena transmissora. Um satélite muito simples, que tivesse somente um canal, poderia ser formado com somente estas unidades. Como, no entanto, hoje em dia trafegam nos satélites, dezenas de canais de comunicações, cada um ocupando um pedaço do espectro de frequências, é necessário instalar a bordo um amplificador para cada um destes canais. Como o sinal que chega ao satélite é muito fraco, é necessário um pré-amplificador de Banda larga para amplificá-lo assim que ele sai da antena receptora, para que em seguida este sinal passe por filtros que o separam dentre os canais do satélite, que são individualmente amplificados. Após a amplificação, os sinais são novamente filtrados para eliminar espúrios introduzidos pelo amplificador e recombinados para saírem pela antena transmissora (Figura 5).

Figura 5 – Transmissões de sinais de TV e telefonia via satélite. (Figura fora de escala)



Fonte: Adaptado de reflexoesnoensino.blogspot.com.br.

O satélite possui várias unidades ativas, necessárias para seu funcionamento e com o aumento da sofisticação e da durabilidade do satélite, foi preciso aumentar a complexidade e o número de unidades que o compõe, introduzindo redundâncias para aumentar sua confiabilidade. Com isto, tornou-se necessário que eles fossem equipados com a capacidade de receber comandos de uma estação de controle, para mudar a configuração de suas unidades e seus modos de funcionamento. Concomitantemente, o satélite teve que ser equipado com um sistema de coleta de dados que permitisse ao controle na Terra saber como suas unidades estão operando, quais estão ligadas etc. Estas necessidades levaram à criação de complexos sistemas de telemetria (ROZAS, 2004). Por estes sistemas, pode-se por exemplo, ligar remotamente um amplificador do satélite, e receber a informação vinda do satélite de que o amplificador foi ligado.

Carregado de equipamentos ativos, o satélite precisa de uma fonte de energia que os mantenha ligados, existe no entanto, uma grande fonte de energia disponível no espaço, que é o Sol (DANTAS, CARVALHO e NETO, 2012). Por esta razão, a maior parte dos satélites de comunicações opera levando em sua superfície uma grande quantidade de células fotoelétricas, que absorvem a energia solar e a transformam em energia elétrica para alimentar os amplificadores e demais unidades em seu interior. Devido as grandes perdas na conversão da energia solar em energia elétrica (ARAUJO, RANK e ARAUJO, 2016), os painéis solares dos satélites na grande maioria das vezes possuem tamanho superior ao próprio satélite (Figura 6).

Figura 6 – Painéis fotovoltaicos em satélites



Fonte: Adaptado de atverdebrasil.com.br e greenbras.com

As células fotoelétricas (DANTAS, CARVALHO e NETO, 2012) contidas nos painéis solares, resolvem o problema da geração de energia durante a maior parte do tempo, porém existem períodos em que a Terra se interpõe entre o satélite e o Sol, interrompendo o fluxo de iluminação: são os eclipses do satélite. Durante os eclipses, as células fotoelétricas deixam de gerar energia, o que obriga a instalação de baterias a bordo do satélite, estas baterias devem ser recarregadas durante os períodos em que o satélite recebe a energia solar e nos períodos de eclipse, estas baterias devem substituir as células fotoelétricas na alimentação das unidades do satélite (MAGALHÃES, KUGA e LOPES, 2008).

Devido às forças naturais que tendem a tirar o satélite de sua posição, se faz necessário, a existência de um mecanismo a bordo para contrabalançar estas forças e manter a antena apontando para direção correta (ALMEIDA, VIEGAS e WALDMANN, 2010). Para isto, existem dois subsistemas, o de controle de altitude e o de propulsão, o objetivo do sistema de controle de atitude é manter estável o direcionamento do satélite, de modo a garantir o correto apontamento de suas antenas. O projeto dos subsistemas de controle varia muito de acordo com a forma do satélite, mas normalmente é composto por servomecanismos que usam como referência para o apontamento o sinal gerado por um sensor de posição (apontado para a Terra), e atua em dois eixos da antena (usualmente se o E-W e o N-S) para manter o apontamento correto.

Além deste, outros servomecanismos do subsistema destinam-se a estabilizar o corpo do satélite, que usam sensores de aceleração e acionam jatos em mecanismos giratórios para reduzir instabilidades. Os sistemas de controle de atitude atuais são autônomos, isto é, operam sem necessidade da interferência da estação de controle e já existem pesquisas nesta área, para a utilização de redes neurais no controle da altitude conforme visto em (CARRARA, 1997). Alguns componentes dos satélites, utilizados sobretudo pelo subsistema de controle de altitudes para abrir antenas e movimentar painéis, são compostos por diferentes tipos de rolamentos, motores, eixos e engrenagens que são altamente sofisticados e precisos, e sua lubrificação deve ser suficiente para que eles operem corretamente durante toda a vida útil do satélite.

A propulsão é o subsistema encarregado de manter o satélite em sua posição, é constituído por jatos, que disparam, geralmente por comando da estação, para alterar a posição orbital ou o direcionamento do corpo do satélite. Naturalmente, os jatos precisam de combustível, que é embarcado em tanques, e vai sendo consumido até o fim, após o que é decretada a aposentadoria do satélite. O controle térmico (LEITE e MURAOKA, 2001) do satélite, é formado pelo conjunto de unidades e materiais que são instalados no satélite com a finalidade de manter as temperaturas das unidades o mais constante possível, abrandando a interferência do meio espacial sobre o satélite. Este controle pode ser feito instalando-se no satélite uma geladeira para os períodos quentes, e um aquecedor para os frios, porém, como estes equipamentos consomem preciosa energia elétrica, procura-se resolver o problema por meio da seleção de materiais e da distribuição de unidades no satélite, instalando um mínimo de resistências elétricas a bordo.

A estrutura do satélite deve ser construída a mais leve possível e que seja capaz de abrigar todos os equipamentos, resistir ao impacto do lançamento e suportar o ambiente espacial com um mínimo de deformações. Hoje em dia, com avanço da área de materiais compostos (REZENDE e BOTELHO, 2000), pode-se construir estruturas cada vez maiores, mais leves e resistentes. A linha de satélites Brasilsat B era a linha de satélites mais moderna que a Embratel detinha, esta linha, possuía os novos satélites Brasilsat B3 e o ainda em construção Brasilsat B4. Entretanto, estes

satélites necessitavam de mudanças operacionais de controle sendo necessário treinamentos de qualidade para que a equipe estivesse apta ao exercício do controle destes satélites. Com a introdução do padrão ISO 9001:2000, o controle dos satélites ficou sob a tutela da Embratel, acarretando, em treinamentos para buscar os conhecimentos necessários para o mais novo satélite da Embratel Star One, o StarOne C1, da Alcatel, hoje conhecida por Thales Alenia.

Desta forma, a Embratel ofereceu treinamentos com duração de sessenta dias em regime comercial, onde nestes treinamentos, foram dadas oportunidades de analisar as vantagens do satélite StarOne C1 em relação aos antigos Brasilsat. Sua estrutura era completamente diferente do que era conhecido, neste satélite, existia uma caixa com atuadores de “momento de inércia” para o seu controle orbital, dois grandes painéis solares continuamente virados para o sol e as manobras N-S e E-W eram por disparos para a chegada do corpo do satélite em uma posição e quatro manobras por ciclo. Além dos painéis solares haviam os *Power Conditioning Unit* (PCU) 1 e 2, duas baterias para o período de eclipse e as *PlatForm Distribution Unit* (PFDU) que são conectadas nos equipamentos que são gerenciados pela energia do satélite, além de 2 *House Keeping Unit* (HKU) que são conectadas em todo o satélite.

A descrição dos modos de controle eram completamente diferentes, com vários tipos de controle para cada período de órbita (FONSECA, PRADO e ZANARDI, 2010). NM, SKM, PEAM, EAM, SAM, entre outros eram os modos de apontamento que na sua normalidade são feitos em normal mode (NM). Os satélites da geração C, tiveram um grande avanço no controle automático de estabilização, pois possuíam wheel drivers que controlam a órbita fina, com o acréscimo da velocidade dos wheels até o momento em que fazem o ‘unloading wheel’, acarretando uma economia de combustível sem a necessidade da manutenção de manobras de atitude para o satélite.

O controle automático *Fault detection isolation and recovery* (FDIR) era outra interface nova e muito útil, com um sistema que detecta a falha, isola o componente com problemas e restabelece o controle pelo seu espelho que está em backup. O sistema de controle de software totalmente diferente, como as workstations que são computadores comuns e de muita flexibilidade podendo desta forma, controlar os satélites StarOne C1 ou C2, somente com um PC.

Figura 7 – Star One C3

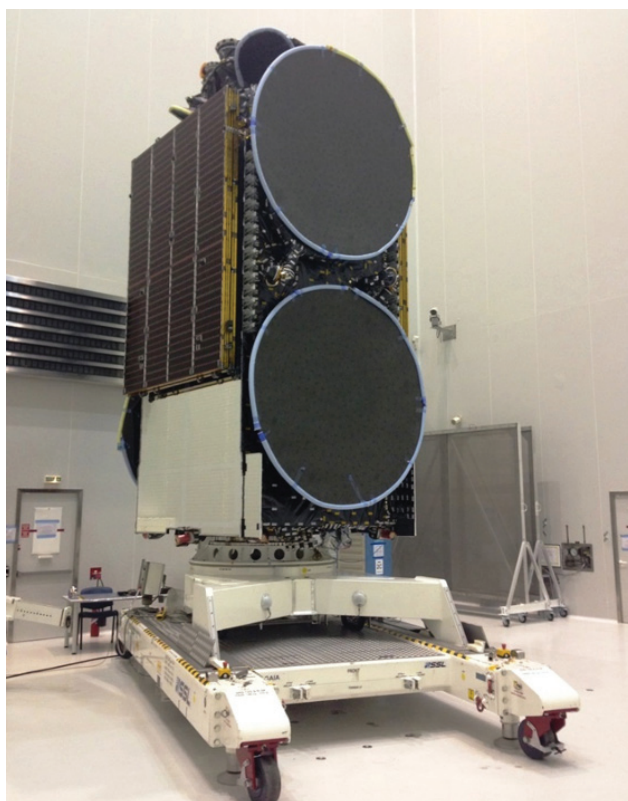


Fonte: Adaptado de Embratel Star One.

Os controles de estação são todos feitos para a plataforma Windows e de fácil entendimento, pois existem várias abas de controle, gráficos otimizados, páginas especiais e mímicos feitos pelos controladores de satélite. Com a evolução tecnológica foram proferidos novos treinamentos, agora, para o StarOne C3 (Figura 7), que é muito parecido com o StarOne C1 e C2. Este satélite substituiu o Brasilsat B3, atualmente operando na posição 75° W e foi construído pela empresa estadunidense Orbital Sciences Corporation, atualmente Orbital ATK (ORBITAL ATK), e foi lançado ao espaço por um foguete da empresa francesa Arianespace (ARIANEGROUP), pesa cerca de 3 toneladas e possui configuração de 28 transponders (receptores e transmissores de sinais) em Banda C e 16, em Banda Ku. A Banda C garante a oferta de sinais de voz, TV, rádio e dados, incluindo Internet (NASSIF, 2001). A Banda Ku permite a oferta de serviços de transmissão de vídeo diretamente aos usuários, além de Internet e telefonia para localidades remotas.

O StarOne C4 (Figura 8), satélite da Space Systems Loral (SSL), que a Embratel Star One adquiriu em 2012 e foi lançado em 2015 e não possui faixa de frequência banda C sendo assim, todos os seus clientes operam nos 48 transponders banda Ku. Ocupa a posição orbital de 70 W, a mais importante para o mercado de Broadcasters no Brasil. Essa posição é considerada hot position por transmitir os sinais das maiores emissoras de televisão do País e, ainda, possuir um parque de 22 a 25 milhões de antenas parabólicas apontadas. Está localizado com o C2 em 70° W, fazendo com que a maior cobertura esteja sendo transmitida por esses dois satélites.

Figura 8 – Star One C4



Fonte: Adaptado de Embratel Star One.

O StarOne D1 está sendo fabricado pela SSL, nos Estados Unidos, baseado na plataforma 1300E, terá potência de 16.602 W, massa total de 6.340 kg e expectativa de vida útil de 15 anos. Além disso, possui configuração de 28 transponders em Banda C, 24 em Banda Ku e cerca de 300 em Banda Ka, equivalentes a 36 MHz.

3 RELATO DE EXPERIÊNCIA

Com vistas a atender as responsabilidades e complexidades no âmbito das telecomunicações, a Empresa proporciona cursos de capacitação e treinamento com o objetivo de mostrar todos os setores da empresa, além de ambientar o profissional e relaciona-lo com a tecnologia dos satélites. Após este período de ambientação, os profissionais se encontram aptos a fazer o curso de controlador de satélites da empresa, possibilitando a estes profissionais, conhecimento e habilidades ou seja, tornando-os aptos a comandar os satélites de forma mais direta possível, com a Operation Instruction (OI) correspondente associada e todos os equipamentos relacionados com o comando disponibilizados.

A Empresa Brasileira de Telecomunicações possuía 4 (quatro) satélites em órbita geoestacionária, Brasilsat A2, B1, B2 e B3, a operação é metódica e organizada pois para comandar um satélite, é necessário que todos os setores que trabalham com os respectivos satélites comandados, soubessem e fornecessem todo o aparato tecnológico, para que o comando fosse enviado com a maior eficiência possível. Em março de 2000, foi iniciado o curso onde primeiramente foi abordado o satélite Brasilsat A, a primeira geração de satélites do fabricante Hughes da Embratel, toda a tecnologia e seus livros deveriam ser assimilados pelos integrantes do curso. Em seguida, foram realizados treinamentos nos satélites Brasilsat B, o qual eram muito parecidos com a geração anterior, com apenas algumas mudanças operacionais.

Com o lançamento do Brasilsat B4, que seria o substituto do Brasilsat A2 e possuía tecnologia idêntica aos Brasilsat B1, B2 e B3, o autor ficou designado até o ano de 2005 no controle de satélites, fazendo com que a carga útil destes, estivesse disponível para a empresa de modo integral, realizando controle de manobras nos satélites A e B, gerenciamento das baterias nos períodos de eclipse e chaveando sensores quando era necessário. Em 2006 foram feitos novos treinamentos especializados para o satélite Star One C1, com duração de um mês de curso. Este satélite era totalmente diferente dos satélites que a empresa possuía, com sistemas de controle e atitude novos, sistema de manobras totalmente novos e sistemas de energia muito maiores.

Esse satélite iria substituir o Brasilsat B2 e desta forma surgiu a necessidade da equipe fazer um treinamento “on the job”, onde a mesma teve que aprender a utilizar as ferramentas de planejamento e execução dos procedimentos da Thales Alenia Space. Com a evolução dos satélites, já no ano seguinte, foi necessário se fazer o curso do Star One C2, com duração de uma semana, onde foram mostradas as diferenças entre os dois satélites, este satélite iria substituir o Brasilsat B1. Já no período de 2007 a 2011, foi possível controlar os satélites de forma mais organizada e contínua, para disponibilizar a carga útil para a Embratel. Com a chegada do novo satélite em 2012, o Brasilsat C3, que chegava para substituir o Brasilsat B3 e era basicamente igual ao Star One C1 e C2, foi necessário novamente executar um curso de operações com duração de duas semanas e depois, um treinamento “on the job” com duração de uma semana.

Visando acompanhar as evoluções tecnológicas, em 2014 a Embratel, lança o satélite Star One C4 onde, mais uma vez, foram proferidos treinamentos quanto a operação do novo satélite. Este foi considerado, na opinião do autor, o melhor treinamento que foi oferecido em todos os anos em que o autor esteve na empresa. Instrutores eficientes e bem treinados, preocupados principalmente em transmitir as informações do novo satélite, com a preocupação de que os controladores estivessem assimilando todo o conteúdo, ficava perfeitamente claro para os integrantes do curso, a superioridade do satélite Star One C4 quando comparado com os satélites anteriores. O curso “OJT” foi completamente novo, com um sistema de procedimentos em árvore, com todos os passos descritos no próprio documento. No ano seguinte, 2015, foi proferido o curso do Star One D1 e logo em seguida, o “OJT” do Star One D1.

3.1 VANTAGENS QUE OCORRERAM EM CADA CICLO DE MUDANÇAS

A cada satélite construído pela Embratel Star One sempre surgiam alterações que privilegiavam a evolução tecnológica. Podendo ser citadas como as mais importantes:

- Satélite de dois eixos para o de três eixos: Aumento da carga útil do satélite contemplando as frequências de banda *C*, *Ku*, *Ka* e *X*. Antenas maiores com mais capacidade de transmissão e recepção satelital e as opções de coberturas para os EUA, Andina e Mercosul.
- Satélite com painel solar sempre apontado para o sol: Essa foi a mais expressiva vantagem, saindo de um satélite com a geração de 6.000 Watts de energia para um com 15.000 Watts podendo desta forma, acoplar diversos outros subsistemas em seu corpo.
- Satélite com wheel driver: Permitiu aos satélites, fazerem as manobras de altitude de forma automática e sem gasto de combustível, somente girando seus wheels até alcançar o ‘unloading wheels’, resultando em um maior equilíbrio.

3.2 DESVANTAGENS QUE OCORRERAM EM CADA CICLO DE MUDANÇAS

Em termos tecnológicos o autor acredita que não ocorreram desvantagens em cada ciclo de mudanças na linha de satélites da Embratel Star One.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente a importância das tecnologias de telecomunicações na sociedade moderna, internet, videoconferência, telefonia, tudo isso fez com que os usuários se aproximassem. Toda essa infraestrutura, única no mercado brasileiro, é utilizada pelas maiores empresas do Brasil, por bancos, órgãos do Governo Brasileiro, emissoras de TV e clientes dos mais diversos segmentos que precisam de uma comunicação diferenciada de dados, vídeo e de banda larga.

A Embratel Star One, através de seus satélites fazem parte da história e do processo de integração nacional, contribuindo para o fortalecimento dos laços culturais, a difusão de informações e o desenvolvimento socioeconômico de todas as regiões, dos centros mais cosmopolitas aos locais mais remotos do Brasil. São 16 anos de controle de satélites, fazendo com que a carga útil de cada satélite fique disponível para todos de maneira ordenada e contínua.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, P. D. S. L.; VIEGAS, W. D. V. C.; WALDMANN, J. **Controle de Atitude do Satélite Universitário Itasat Estabilizado por Rotação Dual para Avaliação de Amortecimento Mecânico de Nutação**. XVIII Congresso Brasileiro de Automática. Bonito, MS: [s.n.]. 2010.
- ARAUJO, A. J. N.; RANK, N. I.; ARAUJO, T. B. D. B. **Análise dos Fatores de Perdas nos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica em Curitiba**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2016.
- ARIANEGROUP. Arianespace - Mission to Success. **Arianespace**. Disponível em: <<http://www.arianespace.com/>>. Acesso em: 25 jun. 2017.
- ATVERDE BRASIL. **Um Painel Solar em forma de Origami**. Disponível em: <<http://atverdebrasil.com.br>>. Acesso em 23 jun. 2017.
- CARRARA, V. **Redes Neurais Aplicadas ao Controle de Atitude de Satélites com Geometria Variável**. Tese de Doutorado em Mecânica Espacial e Controle. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 1997.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G. D.; NETO, P. C. **Radiação Solar**. Universidade Federal de Lavras. Lavras, p. 21. 2012.
- EMBRATEL STAR ONE. Uma Empresa Embratel. **Embratel Star One**, 2017. Disponível em: <<http://www.starone.com.br>>. Acesso em: 16 jun. 2017.
- FLORENZANO, T. G. **Os satélites e suas aplicações, 1. ed.**: Jac, 2008. 1. ed. São José dos Campos, SP: SindCT, 2008.
- FONSECA, J. B. D. S. D.; PRADO, A. F. B. D. A.; ZANARDI, M. C. F. P. S. **Manobras de órbita e atitude de satélites artificiais**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. [S.l.], p. 51. 2010.
- GOMES, Marciel. **A Energia Solar na Conquista do Espaço**. Disponível em: <<http://atverdebrasil.com.br>>. Acesso em: 23 jun. 2017.
- GRAÇAS, M. T. D. Novas tecnologias de comunicação: mitos, ritos ou ditos? **Ciência da Informação**, v. 24, n. 2, 1995.
- LEITE, R. M.; MURAOKA, I. Controle Térmico. In: LEITE, R. M.; MURAOKA, I. **Fundamentos de Tecnologia Espacial**. [S.l.]: [s.n.], 2001. Cap. 8.

LIMA, Richard. **24 milhões de parabólicas estão apontadas para o Starone C2**. Disponível em: <<http://gps.pezquiza.com>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

LIMA, Richard. **Lista dos 44 satélites que podem ser captados no Brasil**. Disponível em: <<http://gps.pezquiza.com>>. Acesso em: 27 jun. 2017.

LUCINDA, Jair. **Microondas**. Disponível em: <<http://reflexoesnoensino.blogspot.com.br>>. Acesso em: 16 jun. 2017.

MAGALHÃES, R. O. D.; KUGA, H. K.; LOPES, R. V. F. **Estimação em Tempo Real do Estado de Carga de Bateria Níquel Cádmio em Satélites de Órbita Baixa**. V Congresso Nacional de Engenharia Mecânica. Salvador: CNEM. 2008.

MILESKI, Andre. **Space Systems/Loral fabricará Star One D1**. Disponível em: <<http://panoramaespacial.blogspot.com.br>>. Acesso em 21 jun. 2017.

MILESKI, Andre. **Star One D1: lançamento este mês**. Disponível em: <<http://panoramaespacial.blogspot.com.br>>. Acesso em 21 jun. 2017.

NASSIF, L. N. Internet via Satélite: as expectativas da comunicação em banda larga e as implicações tecnológicas. **Revista IP**, v. 3, p. 2, 2001.

ORBITAL ATK. Orbital ATK. **Orbital ATK**. Disponível em: <<https://www.orbitalatk.com/>>. Acesso em: 25 jun. 2017.

REZENDE, M. C.; BOTELHO, E. C. O uso de compósitos estruturais na indústria aeroespacial. **Polímeros**, v. 10, p. e4-e10, 2000.

ROZAS, N. O que é Telemetria. **Revista Gás Brasil**, p. 13-15, 2004.

WORDPRESS. Vantagens, desvantagens, aplicações e importância. **Satélites Geostacionários**, 2010. Disponível em: <<https://satelitesgeo.wordpress.com/>>. Acesso em: 01 jun. 2016.