



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**INPE-10467-RPQ/248**

## **ESBOÇO HISTÓRICO DA PESQUISA ESPACIAL NO BRASIL**

Adalton Gouveia

## DADOS DO AUTOR

Concluído curso na NASA - Wallops Flight Center (Virgínia, USA), em 1965, o autor veio tripular o Centro de Lançamento de Foguetes da Barreira do Inferno, na condição de Chefe de Operações, isto quando o Campo ainda estava em construção. Após seis anos e com centenas de foguetes lançados, passou para a Reserva Remunerada da Aeronáutica, quando recebeu a incumbência de construir em Natal o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Em 1972, por efeito de um Convênio com a Universidade Federal do RN-UFRN e Govêrno do Estado, recebeu a missão de montar o primeiro computador do RN, sendo designado Diretor do Centro de Computação do RN – COMPERN. Para implantar um projeto de teleducação, via satélite, foi nomeado Diretor da primeira estação de televisão do RN, a TELEVISÃO UNIVERSITÁRIA- TV-U, e suas repetidoras de Mossoró e Serra de Santana. Também foi Coordenador do Projeto SACI, projeto de teleducação através do qual 500 escolas do Estado, foram dotadas de aparelho de TV e rádio, com material didático altamente revolucionário, e que funcionou por cinco anos com 20000 alunos efetivos e acompanhamento por processamento eletrônico. Aulas transmitidas pelo satélite ATS-F da NASA, foram recebidas em várias escolas usando antenas parabólicas. Tudo isto aconteceu entre 1972 e 1976, quando tais tecnologias eram totalmente desconhecidas no Brasil. Construiu, também, as unidades do INPE em Fortaleza-CE, Campina Grande-PB e São Luís-MA, sendo hoje o Chefe do Centro Regional do INPE, no Nordeste. Como construtor já edificou mais de sessenta casas, postos de combustíveis, hotéis,etc.

Adauto Gouveia Motta é formado em Física, em Economia, em Engenharia Elétrica e em Jornalismo. Recebeu treinamento na NASA para operar foguetes a propelente sólido e líquidos, bem como dirigir operações de lançamento com aplicações científicas e tecnológicas. Tem vários livros e muitos “papers” publicados nas mais destacadas revistas científicas nacionais e internacionais. E orgulhosamente é Cidadão Natalense, conforme desejo da Câmara de Vereadores de Natal.

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| LISTA DE FIGURAS .....  | iv |
| INTRODUÇÃO .....  | 1  |
| CAPÍTULO 1 – A PRIMEIRA INTENÇÃO .....  | 2  |
| CAPÍTULO 2 – PARTICIPAÇÃO CIVIL - GOCNAE, CNAE, INPE .....  | 3  |
| CAPÍTULO 3 – PARTICIPAÇÃO MILITAR – GTEPE, GETEPE,<br>CLFBI, IAE .....                            | 7  |
| CAPÍTULO 4 – DESENVOLVIMENTO DOS FOGUETES SONDAS ....   | 16 |
| 4.1 -- O CABULOSO SONDA I .....   | 16 |
| 4.1.1 – ARCAS .....   | 16 |
| 4.1.2 – HASP .....  | 19 |
| 4.1.3 – O FOGUETE DM-6501 .....   | 19 |
| 4.2 – OS DEMAIS FOGUETES DA FAMÍLIA SONDA .....   | 20 |
| 4.2.1 - A MISSÃO ESPACIAL COMPLETA BRASILEIRA (MECB) .....  | 30 |
| 4.2.2 – SEM MEDO DE ERRAR .....   | 36 |
| 4.2.3 – BENEFÍCIOS GERADOS PELO PROGRAMA ESPACIAL .....   | 38 |
| 4.2.4 – DIMENSÃO DA BRISTOL AEROSPACE- CANADÁ .....   | 39 |
| 4.2.5 – A EVOLUÇÃO DO PROJETO SONDA, A PARTIR DOS ANOS<br>70 .....                                | 42 |
| CAPÍTULO 5 – PROJETOS SIGNIFICATIVOS .....  | 44 |
| 5.1 – PROJETO EXAMETNET .....   | 44 |
| 5.2 – PROJETO GRANADA .....   | 48 |
| 5.3 – PROJETO ECLIPSE .....   | 50 |
| 5.4 – PROJETO AEROBEE .....   | 54 |
| 5.5 – PROJETO SATAL .....   | 58 |
| 5.6 – PROJETO POEIRA .....  | 63 |
| 5.7 – PROJETO SECOR .....   | 65 |
| 5.8 – PROJETO BAKER-NUNN .....  | 66 |
| CAPÍTULO 6 – ATIVIDADES DO INPE NO NORDESTE .....   | 68 |
| 6.1 – O CENTRO REGIONAL DE NATAL, FORTALEZA e SÃO LUÍS<br>- (CRN). .....                          | 68 |
| 6.1.1 – O INPE DE NATAL .....   | 68 |
| 6.1.1.1 – PROJETO SACI – EXPERIMENTO EDUCACIONAL DO<br>R.G.NORTE (EXERN) .....                    | 73 |
| 6.1.1.2 – PRINCIPAIS PROJETOS DESENVOLVIDOS NO<br>INPE/NATAL .....                                | 81 |
| 6.1.1.3 – PROJETOS DA NASA CONDUZIDOS NO BRASIL COM<br>COORDENAÇÃO LOGÍSTICA FEITA PELO CRN ..... | 84 |
| 6.1.1.4 – PROJETO OZÔNIO .....  | 85 |
| 6.1.2 – O INPE DE FORTALEZA .....   | 86 |
| 6.1.3 – O INPE DE SÃO LUIS. ....  | 90 |

|  |     |
|--|-----|
| 6.1.4 - LABORATÓRIO DE SENSORIAMENTO REMOTO DE<br>CAMPINA GRANDE-PB .....                      | 91  |
| CAPÍTULO 7 - QUEM INICIOU O PROGRAMA ESPACIAL<br>BRASILEIRO .....                              | 94  |
| 7.1 – OS PIONEIROS .....   | 94  |
| 7.2 – OS REALIZADORES (ATÉ 1970) .....   | 95  |
| 7.3 – PARTICIPANTES NA CONSTRUÇÃO DO CLFBI .....   | 96  |
| 8 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....   | 98  |
| APÊNDICE 1 - EVENTOS MAIS SIGNIFICATIVOS NO ESFORÇO<br>BRASILEIRO DE PESQUISAS ESPACIAIS ..... | 99  |
| APÊNDICE 2 - PRINCIPAIS LANÇAMENTOS COM CARGAS-ÚTEIS<br>CIENTÍFICAS .....                      | 101 |
| APÊNDICE 3 – QUADRO DOS LANÇAMENTOS ATÉ 1970 .....   | 108 |
| APÊNDICE 4 - CURIOSIDADE HISTÓRICA .....   | 110 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1 – O primeiro foguete lançado no CLFBI já colocado no lançador e pronto para disparo. Dia 15.12.1965 .....   | 9  |
| FIGURA 2 - O primeiro foguete lançado no CLFBI saindo do prédio da preparação. Dia 15.12.1965. ....  | 10 |
| FIGURA 3 – Segundo lançamento feito no CLFBI, e primeiro lançamento noturno. Dia 18.12.1965. ....  | 11 |
| FIGURA 4 – O grupo diretivo do GTEPE, no centro de controle do CLFBI por ocasião de uma contagem regressiva. O autor é o primeiro à esquerda. Foto de 1968. ....         | 11 |
| FIGURA 5 – Plataformas de lançamentos construídas no CLFBI, num total de seis e mais a casamata (círculo branco) de onde eram disparados os foguetes. Foto de 1966. .... | 12 |
| FIGURA 6 – O autor dentro da casamata observando os indicadores de vento, para poder autorizar o lançamento. Foto de 1967. ....  | 13 |
| FIGURA 7 – Casamata, local de onde são procedidos todos os testes de carga-útil e verificação das condições do foguete, e efetuado o disparo. Foto de 1966. ....         | 14 |
| FIGURA 8 – O sistema ARCAS era constituído de um conjunto inseparável: foguete com carga-útil e o lançador com mais alguns complementos. ....                            | 17 |
| FIGURA 9 – Lançamento de um ARCAS, notando-se a ejeção do pistão de lançamento e as quatro peças de isopor. Foto de 1967 .....   | 18 |
| FIGURA 10 – Distribuição geográfica do pessoal do GETEPE .....   | 22 |
| FIGURA 11 – A carga-útil passando por processo de calibração dos sensores, verificação de emissão e estabilidade da alimentação elétrica .....                           | 24 |
| FIGURA 12 – Mostra o foguete BB-IV, ao centro, com seus dois estágios, e lateralmente os foguetes que o compõem, isto é, o BB-III e o BB-V .....                         | 25 |
| FIGURA 13 – Foguete BB-IV no lançador pronto para ser lançado, dentro de um dos períodos de alerta. ....   | 26 |
| FIGURA 14 – Foguete BB-IV pronto para lançamento. Aparecem na foto o Cap. JACOBS e o autor. ....   | 27 |
| FIGURA 15 – Foguete BB-III, tal como era constituído em 1969/1970 .....  | 28 |
| FIGURA 16 – Vista do CLA .....   | 32 |
| FIGURA 17 – O VLS na plataforma de preparação e lançamento instalada no Centro de Lançamento de Alcântara – CLA, no Maranhão. ....                                       | 34 |
| FIGURA 18 – O SCD-1 orbitando, na altura de 700 quilômetros. ....  | 36 |

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 19 – A preparação final de um foguete LOKIDART, ao lado do lançador. ....   | 46 |
| FIGURA 20 – A saída de um LOKIDART do lançador. ....   | 47 |
| FIGURA 21 – O foguete NIKE-CAJUN já devidamente instalado no lançador recebendo os ajustes finais. ....  | 49 |
| FIGURA 22 – Foguete NIKE-CAJUN no lançador, já totalmente preparado. ....  | 50 |
| FIGURA 23 – Um foguete NIKE-TOMAHAWK no lançador, já pronto para o disparo. ....   | 52 |
| FIGURA 24 – O Campo de Lançamento de Cassino na manhã de 12 de novembro de 1966, dia do eclipse total, com visão dos lançadores para Nike-Tomahawk, alguns já com o foguete devidamente instalado. ....            | 53 |
| FIGURA 25 – Foguete AEROBEE após o disparo, onde nota-se a combustão simultânea do AEROBEE, (queimando os propolentes líquidos) e a queima do “booster”, com propelente sólido. ....                               | 54 |
| FIGURA 26 – Foguete AEROBEE todo montado no carrinho de transporte e pronto para ser verticalizado no lançador. ....   | 56 |
| FIGURA 27 – O complexo de facilidades montadas no CLFBI para atender o lançamento dos foguetes AEROBEE, compreendendo a torre de lançamento, o depósito dos propelentes e meios de movimentação dos foguetes. .... | 57 |
| FIGURA 28 – Na foto aparece o foguete HONEST JOHN (1º estágio) e o NIKE (2º estágio), recebendo a montagem dentro do prédio da PREPARAÇÃO. ....  | 58 |
| FIGURA 29 – Momento em que o JAVELIN era instalado no lançador, estágio após estágio. ....   | 59 |
| FIGURA 30 – A ignição inicial do HONEST JOHN, proporcionando um belo espetáculo de decolagem. ....   | 61 |
| FIGURA 31 – Foguete BLACK BRANT-VC, no lançador, em condições de disparo. ....   | 62 |
| FIGURA 32 – Foguete BLACK BRANT-VC, lançado em 08.03.1972 dentro do programa do DFVLR, já pronto para lançamento.  | 62 |
| FIGURA 33 – Parte da carga-útil, após recuperada, sendo examinada pelo Cientista do Projeto. ....  | 64 |
| FIGURA 34 – Um foguete NIKE-IROQUOIS, de dois estágios, parte do Projeto POEIRA, recebendo o ajuste final de inclinação do lançador, feito pelo autor. ....  | 64 |

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 35 – A TV-U por ser a única estação de TV do RN, tomou para si a obrigação de produzir programas locais de entretenimento e informação. Locutor gravando um programa chamado ACONTECEU, sumário semanal que ia ao ar aos domingos à noite. Era o Fantástico da época. .... | 71 |
| FIGURA 36 – PCD que estava instalada no INPE/NATAL, e servia para testar desenvolvimentos de partes operacionais do equipamento. ....   | 72 |
| FIGURA 37 – Logotipo do Projeto SACI, usado para identificação das aulas, isto em 1972. ....  | 74 |
| FIGURA 38 – O Centro de Computação (denominado COMPERN) após a instalação do computador B-500. ....   | 75 |
| FIGURA 39 – O Centro de Controle da TV-U, após instalado. ....  | 76 |
| FIGURA 40 – Esquema do Convênio entre Governo Estadual, UFRN e INPE onde são caracterizadas as obrigações e implicações de cada convenente. ....  | 77 |
| FIGURA 41 – Reunião de algumas das supervisoras educacionais, do quadro de servidores do estado, e que faziam o acompanhamento junto às escolas.....  | 78 |
| FIGURA 42 – Mapa do Estado do Rio Grande do Norte, mostrando a localização das estações e repetidoras de Rádio e TV. ....   | 79 |
| FIGURA 43 – Escola isolada, no interior do RN, onde se vê a bancada do Projeto SACI com aparelho de TV e a bateria alimentadora (esta devidamente protegida). Nos horários de aula, a professora conduzia a classe com o acompanhamento pela TV. ....                             | 79 |
| FIGURA 44 – Antena parabólica usada para recepção de imagens diretamente do satélite ATS-6, e que foram usadas pela primeira vez no Brasil, dentro do Projeto SACI (EXERN). A foto é de 1973. ....  | 80 |
| FIGURA 45 – Os equipamentos que constituíam a Estação de Rastreamento de Fortaleza, montados nos bastidores.....  | 87 |
| FIGURA 46 – Equipamentos que compõem a Estação rastreadora MARK III. ....   | 89 |
| FIGURA 47 – Antena parabólica de 14,2 metros de diâmetro, que opera o VLBI .....  | 90 |

## INTRODUÇÃO

Em agosto de 1986, o autor publicou uma primeira edição deste livro chamado *ESBOÇO HISTÓRICO DA PESQUISA ESPACIAL NO BRASIL*. Não era um compêndio na acepção plena do termo, mas apenas o desejo de resgatar as informações mais importantes do que vinha acontecendo na área de pesquisas espaciais, desde as primeiras iniciativas.

De lá até os tempos de hoje, muita coisa tem acontecido, inclusive a situação da MECB - Missão Espacial Completa Brasileira, que fora criada em 1980 visando colocar o Brasil no fechadíssimo clube das nações que são capazes de fazer orbitar um satélite com os próprios meios, isto é, com disponibilidade de um foguete orbitador, um satélite nacional e um campo de lançamentos próprio. Um sem número de fatores fez com que não chegássemos ao desiderato, principalmente, orçamentos prejudicados, ano-a-ano. Hoje, ainda estamos dependendo de um Veículo Lançador de Satélites -VLS que seja operacional.

Nesta nova edição do livro, mexemos um pouco na parte de desenvolvimento dos foguetes brasileiros, dando ênfase ao VLS, justamente a peça que está faltando para a consecução da MECB... e a alegria de todos que fazem pesquisa espacial no Brasil.

Aqui vale ressaltar a participação competente do Eng. Jean Paul Dubut, da Chefe de Secretaria Marise Délia Carvalho Teixeira e do artista gráfico Antonio Medeiros Filho, responsável pela montagem das ilustrações.

## CAPÍTULO 1

### A PRIMEIRA INTENÇÃO

O primeiro contato de técnicos brasileiros com alguma forma de atividade espacial foi feito através da Estação de Rastreo, montada no Arquipélago de Fernando de Noronha, por efeito de acordo entre o Brasil e os Estados Unidos, visando estabelecer a chamada CORRIDA DO ATLÂNTICO. Começando em 1956, os foguetes eram lançados do então Cabo Canaveral, na Flórida, dotados de cargas-úteis com transmissões débeis, carecendo postos de escuta ao longo de sua trajetória. E um desses postos foi montado na Ilha de Fernando de Noronha principal do Arquipélago, onde um pequeno contingente de técnicos norte-americanos, tendo alguns brasileiros como ligação, gravavam os fracos sinais dos foguetes durante os poucos minutos de sua passagem próxima.

Com a criação da NASA e, paralelamente, o aumento vertiginoso na potência de transmissão dos engenhos espaciais, após quatro anos de vida, a Estação insular tornou-se obsoleta e o programa foi encerrado.

Dessa primeira vontade de ingressar no esforço espacial, quase nada ficou para o Brasil, a não ser as instalações físicas montadas na Ilha.

Mas, valores individuais lutavam pela implantação de um programa. Desde o início da década de sessenta, dois pequenos grupos articulavam os primeiros ensaios: um mais voltado para uma programação militar e outro visando atividades civis. Daí a abordagem que daremos a este breve histórico da pesquisa espacial no Brasil. Os dois grupos trabalhavam e vêm trabalhando, ora articulado, ou singularmente, buscando atender os objetivos básicos de suas organizações. A equipe militar, com maior empenho na determinação dos parâmetros, fabricação e operação de veículos, e a civil, montando programas de utilização de satélites, cargas-úteis e manipulação de dados.

## CAPÍTULO 2

### **PARTICIPAÇÃO CIVIL – GOCNAE, CNAE, INPE**

No ano de 1957, a imprensa internacional divulgava com bastante antecedência que, durante o Ano Geofísico Internacional (IGY-1958), os russos e os norte-americanos iriam orbitar com satélites artificiais. Embora muito anunciado, o povo, de um modo geral, foi surpreendido com o lançamento do SPUTNIK I, no dia 4 de outubro de 1957, data em que, podemos dizer, começou a era espacial. Em 31 de janeiro de 1958, os EE.UU. lançavam seu primeiro satélite EXPLORER I, o qual permitiu a descoberta dos hoje famosos “cinturões de radiação de Van Allen”.

De então para os dias do SHUTTLE BUS, tem-se vivido uma verdadeira revolução, com repercussão na ciência, tecnologia, indústria, educação, governo, lei, ética e religião dos países avançados. Para fazer idéia, basta lembrar que nos anos que precederam o lançamento do homem à lua (1967 a 1969), a indústria aeroespacial norte-americano ultrapassou a automobilística, com o orçamento total do Projeto APOLLO da ordem dos 40 bilhões de dólares. Foi o maior empreendimento da humanidade, seja em recursos técnicos, humanos ou financeiros.

O número de projetos, cientistas e meios espaciais vêm aumentando rapidamente em quase todos os países avançados e até em alguns dos chamados “em desenvolvimento”. Claro que cada nação participa ou começa atividades espaciais dentro de sua realidade econômica. Um fato, entretanto, é indiscutível: país algum poderá ficar à margem no presente, e ter esperanças de participar do primeiro plano na comunidade das nações evoluídas do porvir. Nações que não podem empregar vultosas importâncias em aplicações espaciais, hoje têm, pelo menos, a obrigação de formar grupos de cientistas e tecnólogos que possam, no futuro, determinar a conveniência ou não, da participação do país em certos programas nacionais ou internacionais, dentre o elenco de investigações espaciais. Não seria exagero afirmar que até a soberania nacional entraria em questão.

Daí ter surgido a pergunta: seria lúcido esperar que o Brasil viesse a se tornar, ainda neste século, um país com real projeção internacional, sem ter um número adequado de cientistas e, particularmente, sem um esforço espacial, embora modesto?

Por não poder o Brasil ficar à margem das atividades espaciais, é que o Governo, a 17 de maio de 1961, nomeou uma Comissão para estudar e sugerir a

política e o programa de pesquisas espaciais, propondo as medidas elementares de sua implementação. E como consequência do relatório apresentado pela Comissão, através do Decreto Presidencial nº 51122, de 3 de agosto de 1961, foi criado o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais – GOCNAE, que, no cotidiano, foi simplificado para Comissão Nacional de Atividades Espaciais – CNAE, subordinada diretamente ao Conselho Nacional de Pesquisas. O espírito do Decreto de criação era dotar o país de uma organização que pudesse iniciar atividades relacionadas com a utilização do espaço e constituir um núcleo de pesquisadores capaz de tratar dos problemas espaciais, promovendo a cooperação entre os estudos científicos conduzidos em nações já mais adiantadas.

Iniciando, de imediato, as suas atividades em uma sala emprestada dentro do CTA, já em fins de 1963, a CNAE se instalara no que passou a ser chamado de Laboratório de Física Espacial, construído em terreno marginal ao Centro Técnico da Aeronáutica – CTA, e por este cedido. No primeiro prédio, as poucas pessoas que formavam a CNAE, uma dúzia, eram dos quadros da Aeronáutica, na maioria. Os poucos meios financeiros vinham do CNPq e os necessários para a instrumentação do laboratório passaram a vir, sob várias rubricas, das agências norte-americanas Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), Universidade de Stanford, Laboratório Nacional de Padrões (NBS) e Laboratório de Pesquisa da Força Aérea (AFCRL).

Cabe aqui assinalar a ação pertinaz de um homem, que com conhecimento nos meios norte-americanos de atividades espaciais, muito lutou para trazer um máximo de programas de alto nível para o Brasil e conseguiu colocar nas melhores universidades dos EE.UU. engenheiros recém-graduados, de forma a criar um grupo com condições de trabalhar nos maiores centros tecnológicos do mundo, em situação de igualdade e condições para defender uma política brasileira de pesquisas espaciais. Seu nome: Fernando de Mendonça.

No ano de 1968, grandes esforços foram empreendidos no sentido de dotar o grupo sob a égide de CNAE, de melhores condições de trabalho. Principalmente no que dizia respeito à normalização dos processos administrativos. Chegou a ser montada uma minuta de Decreto, institucionalizando a CNAE e todo o seu pessoal nos quadros regulares do Governo. Mas, somente a 22 de abril de 1971 saiu o Decreto Presidencial nº 68532, que conferiu ao antigo grupo um caráter permanente, denominando-o INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAS-INPE. Alguns anos após, em uma regulamentação, o nome passou a ser INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS.

Após a criação do INPE, foi montado o seu primeiro plano quinquenal. Preocupado, principalmente, com a realidade econômica do país, o plano levava em consideração sua capacidade industrial e as necessidades de mão-de-obra em termos de técnicos e cientistas capacitados. O plano ambicionava criar um grupo de 200 cientistas brasileiros, com nível de Doutor em Ciências (Ph.D.) e Mestre em Ciências (MSc), os quais, desde o início de seus estudos de pós-graduação, desenvolveriam projetos de pesquisas, pura e aplicada, buscando soluções para problemas brasileiros nos campos das Comunicações, Meteorologia, Educação, Levantamento de Recursos Naturais, Transferência de Tecnologias e Análise de Sistemas.

A criação da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais – COBAE, através do Decreto nº 63.099, de 20 de janeiro de 1971, antecedido, portanto, de três meses da criação do INPE, visava, principalmente, uma coordenação de nível superior e, como órgão suplementar do Conselho de Segurança Nacional, prestar assessoramento direto ao Presidente da República, na consecução da Política Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais.

Inicialmente, o programa de pesquisa executado nos Laboratórios da CNAE estava intimamente ligado com os lançamentos da Barreira do Inferno. Mas, pouco a pouco, a utilização de satélites meteorológicos, de comunicação e de sensoriamento remoto foram aparecendo com atividades bem próximas das reais necessidades brasileiras. Daí a implementação dos Projetos MESA (recepção de imagens de satélites meteorológicos), SERE (utilização de satélites de sensoriamento remoto para o levantamento de recursos naturais) e SACI (aplicação de um satélite de comunicações geoestacionário para ampliar o sistema educacional do país), os quais, no começo da década de setenta, tornaram-se os mais importantes projetos conduzidos pelo INPE. Nessa época, foi montado o grupo de Análise de Sistemas, que trouxe para o Brasil as técnicas de abordagem de problemas com aspectos multi e interdisciplinares.

## PROJETO SERE

Desde o início dos estudos conduzidos pela NASA visando a satelitização de sensores, o INPE se engajou na preparação de toda a estrutura destinada a ingressar literalmente na técnica de sensoriamento remoto para o levantamento de recursos naturais ligados à hidrologia, geologia, mineralogia, agricultura, oceanografia, urbanismo, etc. Inicialmente, utilizando aeronaves da NASA com sensores, e, já em 1971, com seu próprio avião, um BANDEIRANTE, devidamente instrumentado. Paralelamente, era montada a estação de Rastreo de Cuiabá, equipada para rastrear os satélites ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite), ou seja, Satélite Tecnológico de Recursos da Terra, nome original do Programa LANDSAT da NASA. Esta série foi redesignada com o lançamento do LANDSAT 2. Naquela época foi também instalado o sistema para processamento de imagens, em Cachoeira Paulista. Já em 1973, o INPE operava, embora incipientemente, todo o sistema de sensoriamento remoto de grande e pequena escala com imagens obtidas de aeronaves e satélites. Hoje o Brasil já dispõe de um satélite, construído em parceria com a China, para sensoriamento remoto, inclusive com sensores fabricados no Brasil, e que é chamado de CBERS. Sem dúvida, o SERE foi um dos projetos que mais grandiosidade trouxe para o INPE, desde o seu início. Não só por ser um projeto que permanece até hoje, e cada vez melhor, mas também o futuro com um novo satélite já pronto, e com outros programados, é realmente alvissareiro para todos que fazem o INPE e também os que precisam das técnicas de SENSORIAMENTO REMOTO.

## CAPÍTULO 3

### **PARTICIPAÇÃO MILITAR – GTEPE, GETEPE, CLFBI, IAE**

A primeira tentativa de ingresso de um grupo militar nas atividades espaciais ocorreu em 1958, quando o Ministério da Aeronáutica designou o Major Brigadeiro Arquimedes CORDEIRO para, juntamente com os Brigadeiros Osvaldo BALLOUSSIER e JOÃO MENDES da Silva, equacionarem os fatores relevantes de uma abordagem técnica, particularmente voltada para mísseis.

O grupo apresentou um relatório, anexado de uma minuta de Portaria, criando a CEPE – Comissão de Estudos e Projetos Especiais, a qual receberia a incumbência de elaborar um programa de desenvolvimento de meios, materiais e de pessoal, suficientes para a montagem de um trabalho incipiente. Face aos volteios políticos ocorridos em outubro de 1958, e conseqüente mudança de ministério, todo o projeto perdeu-se na esperança.

No início de 1963, foi proposta, no âmbito das três forças armadas, a criação da Comissão Nacional de Mísseis, destinada a enfrentar a questão interministerialmente, o que resultou uma série de reuniões. Em novembro desse mesmo ano, o Brigadeiro Nelson BAENA de Miranda foi encarregado de apresentar ao Ministério da Aeronáutica relatório sobre as atividades da CNAE.

O Brigadeiro BAENA fez visitas ao então incipiente Laboratório de Física Espacial, ficando emulado para um trabalho associado CNAE versus Aeronáutica, considerando mesmo que o Diretor Científico da CNAE era o então Capitão Fernando MENDONÇA, naquela época pertencente ao quadro de aviadores da ativa da FAB, à disposição do CNPq, resultando no ofício CI-DC/64 de 3 FEV 1964, enviado pela CNAE à Aeronáutica.

Em conseqüência, o Brigadeiro BALLOUSSIER foi designado, através do ofício nº 021 GM/2/5-58 de 19 FEV 1964 do Ministro, para tomar todas as providências concernentes a um trabalho conjunto com a CNAE e a montagem de todas as facilidades, de forma a estabelecer, no mais curto prazo, um programa com envolvimento do Ministério da Aeronáutica.

Alguns engenheiros recém-formados pelo ITA, oficiais na maioria, elaboraram as diretrizes básicas do programa associado, resultando, não só na criação do GTEPE – Grupo de Trabalhos de Estudos de Projetos Especiais, subordinado ao Estado Maior da Aeronáutica, em 10 JUN 1964, como também, dado o prestígio internacional do Diretor Científico da CNAE, particularmente

junto a NASA, obter treinamento para um grupo de técnicos, bem como, toda a instrumentação para equipar um campo de lançamentos, parte dos planos iniciais.

A partir da criação efetiva do GTEPE, as atividades cresceram francamente. Os técnicos passaram a procurar um local no Nordeste, próximo do Equador Geomagnético, com todas as facilidades logísticas, onde o Ministério da Aeronáutica pudesse construir um campo de lançamento de foguetes. Após contato com os governos dos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte e, considerando o apoio apresentado pelo último, ficou decidido que o sítio adequado seria na parte conhecida como “Barreira do Inferno”, distante 18 quilômetros de Natal.

O nome tão singular da praia escolhida deve-se à existência de uma falésia de barro acentuadamente vermelho que brilha, qual fogo, ao nascer do Sol. Os pescadores em suas jangadas, de longe, ao verem o brilho avermelhado criaram o nome, associado a um suposto naufrágio de pescadores junto à praia que passou a se chamar “Barreira do Inferno”.

A faixa de 5 quilômetros ao longo da praia, com 1 quilômetro de largura, teve seu termo de doação assinado a 7 AGO 1964. Mas, mesmo antes do recebimento oficial do terreno, o GTEPE, com todo o apoio técnico da CNAE, já havia iniciado a construção das instalações básicas, tendo à frente o T Cel. Lauro KLUPPEL Júnior, auxiliado pelo Cap. Raimundo Soares BULCÃO. As construções foram levantadas aceleradamente, em virtude das exigências de contatos internacionais, com alguns compromissos já emoldurados.

No segundo semestre de 1964, uns poucos técnicos do GTEPE esteve em treinamento no Campo de Lançamentos da Força Aérea Argentina, em Chamental, onde o contato com o disparo de três foguetes franceses tipo BELIER CENTAURO e dois norte-americanos NIKE-CAJUN deu uma melhor condição de avaliação dos recursos necessários às instalações técnicas de um sítio para lançamento de foguetes, permitindo uma reorganização, não só das instalações inicialmente previstas, como também nova arrumação da equipe técnica. Em seguida, o grupo então montado foi receber treinamento orientado junto aos técnicos da NASA, tanto em WALLOPS FLIGHT CENTER, Virgínia, como GODDARD SPACE FLIGHT CENTER, Maryland. O coroamento do treinamento foi a designação feita pelos instrutores para que a equipe brasileira assumisse totalmente o lançamento de um foguete NIKE-APACHE, realizado no dia 24 AGO 1965, no Campo de WALLOPS.

Daí até dezembro de 1965, a preocupação do grupo foi a montagem final do Campo de Barreira do Inferno, pelo menos com as instalações mínimas

necessárias a uma operação instrumentada, conforme compromissos já assumidos pela CNAE junto à NASA. Novos técnicos foram convocados nesse segundo semestre a fim de completar as equipes básicas e... foi aquela correria para que o Campo fosse inaugurado às 16:28, hora local, do dia 15 de dezembro de 1965, com o disparo, rastreamento e registros com sucesso de um NIKE-APACHE. Seguiu-se outro lançamento igual às 01:58 do dia 18 de dezembro. Estava inaugurada a participação brasileira no esforço da pesquisa espacial, com todo o aparato técnico e operacional, igual às nações mais desenvolvidas do mundo.



Figura 1 - O primeiro foguete lançado no CLFBI já colocado no lançador e pronto para disparo. Dia 15-12-1965.

Apesar de inaugurado, Barreira do Inferno ainda precisava construir suas facilidades. As instalações iniciais resumiam-se às técnicas e operacionais mínimas. Toda a instrumentação disponível era da NASA, emprestada à CNAE e colocada à disposição da Aeronáutica. Destarte, RADAR MPS-19,

COMPUTADOR AO-626, DOVAP, ESTAÇÃO DE SOM e ESTAÇÃO DE TELEMETRIA, enfim, todos os recursos de rastreamento e registro telemétrico de dados, estavam montados sobre rodas, isto é, em “trailers”.



Figura 2 - O primeiro foguete lançado do CLFBI, saindo do prédio da PREPARAÇÃO. Dia 15-12-1965



Figura 3 - Segundo lançamento feito no CLFBI, e primeiro lançamento noturno. Dia 18-12-1965.



Figura 4 - O grupo diretivo do GTEPE, no Centro de Controle do CLFBI por ocasião de uma **contagem regressiva**. O autor é o primeiro à esquerda. Foto de 1968.

Os anos que se seguiram foram de aperto. Com efetivo permanente pequeno, o CLFBI passou a receber um volume muito grande de operações. No quadro de LANÇAMENTOS adendo, pode-se ver que os anos de 1966 a 1970 foram difíceis, pois foi o período que mais se operou, treinou e construiu, em toda a história do Campo. Para comparar, o RESTAURANTE só foi concluído no início de 1968. Até então toda a comida consumida pela equipe e visitantes, inclusive estrangeiros, vinha já pronta da Base de Natal, em marmitas.



Figura 5 - Plataformas de lançamentos construídas no CLFBI, num total de seis e mais a CASAMATA (círculo branco) de onde eram disparados os foguetes. Foto de 1966.

Mas, foram anos de grandes emoções, inclusive com lançamentos de foguetes AEROBEEs, a propelente líquido. Foram as primeiras tentativas de desenvolvimento de foguetes brasileiros, com alguns fracassos e alentadores vôos de sucesso. As equipes emocionadas pela nova aventura tecnológica que viviam, se empenhando em tirar o máximo da cada teste, de cada lançamento, de cada experiência. Cada foguete que subia, deixando sua trajetória de fumaça, com radar e computador rastreando, com telemetria recebendo os sinais inteligentes dos sensores, era uma nova emoção vivida. Era a imensa satisfação interior de saber que tudo deu certo. Era o misto estado d'alma entre criança brincalhona e técnico de responsabilidade. Foram anos de grandes apertos, e... ainda de maiores alegrias.



Figura 6 – O autor dentro da CASAMATA observando os indicadores de vento, para poder autorizar o lançamento. Foto de 1967.

O GTEPE foi modificado estruturalmente em 02 DEZ 1966, passando a denominar-se GETEPE – Grupo Executivo de Trabalho e Estudos de Projetos Espaciais, usando as mesmas instalações dentro do então Centro Técnico da Aeronáutica -CTA e continuou presidido pelo Major Brigadeiro Oswaldo BALLOUSSIER. Com a reforma administrativa ocorrida em outubro de 1971, o GETEPE foi transformado no IAE – Instituto de Atividades Espaciais e passou a ser uma das unidades do CTA – Centro Técnico Aeroespacial.



Figura 7 - Casamata, local de onde são procedidos todos os testes de carga-útil e verificação das condições do foguete, e efetuado o disparo. Foto de 1966.

Vale assinalar que, desde a década de sessenta, pequenos e isolados trabalhos foram desenvolvidos na então Escola Técnica de Exército (hoje Instituto Militar de Engenharia – IME), na busca de um míssil brasileiro. Mas, o Exército só veio a ter realmente êxito a partir de 1974 com os primeiros lançamentos dos mísseis X-40 do Campo de Provas da Marambaia (CPrM). Tais foguetes, embora germinados dentro do grupo de mísseis do IME, eram e são fabricados pela AVIBRÁS – Indústria Aeroespacial S.A., em S.J.Campos.

#### PROJETO SONBALFA

Desde o início da era atômica, os cientistas vêm se preocupando com as precipitações e as concentrações de partículas radioativas disseminadas pela troposfera e, principalmente, na estratosfera. Estudos de correlacionamentos procuram descobrir a circulação dos ventos da estratosfera e, para isso, os isótopos radioativos constituem boa ajuda. Assim sendo, pelo uso de foguetes e satélites, cargas de isótopos tem sido injetadas na atmosfera.

O satélite norte-americano SNAP-9A, isotopicamente carregado, lançado em 21 ABR 64, não conseguiu orbitar e, aparentemente, reentrou na atmosfera,

ao sul do Oceano Índico. Sua carga era de PLUTÔNIO 238, com, aproximadamente, um quilo. Calculava-se que a injeção radioativa tenha se dado entre 100.000 e 300.000 pés.

O estudo da localização e distribuição desses elementos tornou-se importante em virtude dos problemas relacionados à reentrada de satélites na atmosfera, estudo de sua precipitação na superfície da terra e conseqüente absorção pelo homem, direta ou indiretamente.

Daí o interesse que a Força Aérea dos EE.UU. apresentou no sentido de fazer coleta de elementos radioativos em várias partes do mundo, pelo uso de balões de grande porte. O que resultou em duas operações, a partir da Base Aérea de Natal, com todo o equipamento de rastreamento e telecomando montado no CLFBI.

Sob encomenda da Comissão de Energia Atômica dos EE.UU., as Forças Aéreas Norte-americana e Brasileira operaram mecanismos levantados a altitudes entre 80.000 e 135.000 pés, elevados por intermédio de balões de plástico, inflados com gás hélio, cujos tamanhos variavam entre 250.000 pés<sup>3</sup> a 10.600.000 pés<sup>3</sup>. Após vôo de várias horas, a carga-útil era separada do balão, descendo amparada por duplo pára-quedas, até ser resgatada por um avião C-130, na altitude de aproximadamente 8.000 pés.

As duas operações SONBALFA foram conduzidas de NATAL nos meses de OUT 1966 e OUT/NOV 1967, com dez lançamentos cada. O que constituiu o primeiro trabalho de um grupo brasileiro com balões gigantes.

## **CAPÍTULO 4**

### **DESENVOLVIMENTO DOS FOGUETES SONDAS**

#### **4.1 – O CABULOSO SONDA I**

Mesmo antes do CLFBI ficar em condições de operar, e como conseqüência da participação em lançamentos de foguetes que um grupo de técnicos brasileiros teve em 1964, no Campo de Lançamentos de Chamental, na Argentina, o CNPq/CNAE assinou em 1º de julho de 1965, convênio de atuação no Projeto EXAMETNET (Cadeia Inter-Americana Experimental de Foguetes Meteorológicos), juntamente com NASA e CNIE (Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales), obrigando-se a operar foguetes meteorológicos, já a partir daquele ano.

Naquela época, os foguetes meteorológicos que poderiam ser operados no Brasil eram ambos de origem norte-americana, ou seja:

##### **4.1.1 –ARCAS**

Foguete fabricado pela Atlantic Research Corporation, e que tinha 11,4 centímetros de diâmetro, 2,3 metros de comprimento (incluindo a carga-útil) e pesava 32 quilos, podendo conduzir cargas de 9 a 2,3 quilos a alturas de 64 a 96 quilômetros, proporcionalmente.

O sistema ARCAS dispunha de dois modelos de carga-útil. Um tipo mais sofisticado que consistia de um sistema de sensor e um transmissor, que alcançava entre 64 e 88 quilômetros, aonde a instrumentação e um pára-quedas metalizado (para ser refletivo ao radar rastreador) eram ejetados no seu apogeu. O propelente deste foguete, era um grão estável de alta energia, do tipo plastisol, com 18 quilos, e com queima prolongada de 30 segundos, queimando de baixo para cima, qual um “cigarro”. Próximo ao fim da queima era iniciado um pirotécnico para ejetar a instrumentação, que acontecia após mais 100 segundos de vôo livre do foguete. Depois da ejeção o pára-quedas com o sensor /transmissor descia emitindo para a instrumentação de rastreamento as informações emuladas. O outro modelo de carga era a ROBIN, ou seja, um pequeno balão que era ejetado no apogeu do foguete, o qual balão era também metalizado, para facilitar a aquisição pelo radar.

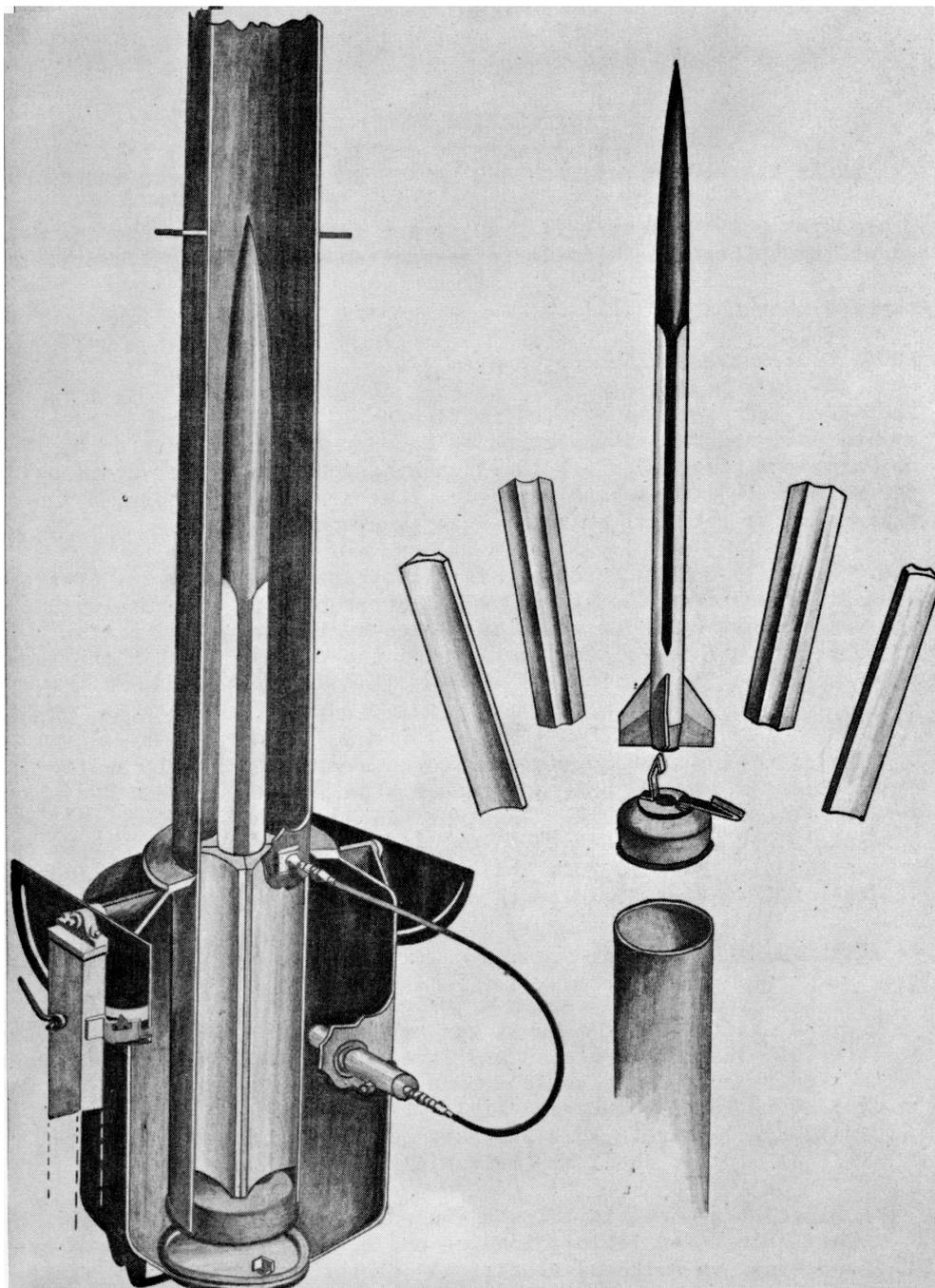


Figura 8 - O sistema ARCAS era constituído de um conjunto inseparável: **foguete com carga-útil** e o **lançador** com mais alguns complementos. Os complementos eram: um **pistão de alumínio** (que servia para impulsionar o foguete na saída); **quatro peças de isopor** (para manter o foguete no centro do lançador) e um **disparador de cartucho explosivo**.

O último foguete ARCAS lançado no Brasil foi em fevereiro de 1969. Como o HASP, era um foguete bem mais simples e mais barato, o ARCAS, praticamente, desapareceu dos centros de lançamento.



Figura 9 - Lançamento de um ARCAS, notando-se a ejeção do pistão de lançamento e as quatro peças de isopor. Foto de 1967.

#### **4.1.2 - HASP**

O outro foguete meteorológico usado na época era o HASP – High Altitude Sounding Probe, que igualmente ao ARCAS, dispunha de dois tipos de carga-útil. (Detalhes no Projeto EXAMETNET, item 5.1)

#### **4.1.3 - O FOGUETE DM-6501**

A insistência em dar mais informações sobre o ARCAS, é simplesmente porque, por ser um foguete muito simples, o pessoal do GTEPE, juntamente com a AVIBRÁS, achou que poderia ser o modelo de foguete meteorológico a ser construído no Brasil. A diferença seria no impulso inicial. No ARCAS tal impulso era proporcionado pela deflagração de um cartucho explosivo (igual aos usados para ejetar cadeiras de pilotos em aviões de caça), cujos gases se expandiam no tubo lançador, soltando o foguete com grande velocidade. Fazendo uma comparação da velocidade inicial do ARCAS com o disparo do cartucho explosivo (70 m/s) e sem o cartucho (45 m/s), é visível que o segredo do ARCAS estava no disparo do cartucho de geração de gases. O ARCAS saía do lançador com dois impulsos somados: o do foguete propriamente dito e o dos gases expandidos pela queima do cartucho. Para simplificar o modelo de foguete meteorológico brasileiro, foi pensado um “booster” servindo de primeiro estágio, sendo que toda a propulsão inicial do conjunto seria obtida unicamente pela queima do “booster”. Mas, o foguete propriamente dito e a carga-útil seriam cópias perfeitas do ARCAS.

Desde cedo o GTEPE tomou para si a responsabilidade de contratar com a AVIBRÁS o desenvolvimento do dito foguete que passou a chamar-se DM-6501. Tal designação deveu-se ao fato do desenvolvimento do foguete ser custeado, inicialmente, pela Diretoria do Material da Aeronáutica, cujo Diretor era também o Presidente do GTEPE, Major Brigadeiro BALLOUSSIER, e 6501 significava o primeiro modelo proposto para 1965.

Vários lançamentos foram feitos nos anos que se seguiram, totalizando 53 até fins de 1970 (ver QUADRO DE LANÇAMENTOS), em vários contratos e configurações adotadas: DM-6503, DM-6601, DM-6701, etc. Posteriormente, passou a denominar-se SONDA-I e ainda foram realizados muitos lançamentos sob a tutela do IAE, todos com dificuldades técnicas, embora passando por modificações continuadas. O último lançado foi em 1977, após mais de 200 tentativas. A grande virtude do SONDA-I era ser um foguete barato.

Embora o SONDA-I não tenha conseguido alcançar a posição de foguete operacional, pode-se dizer, entretanto, que foi ele o primeiro passo da busca

tecnológica para os outros desenvolvimentos. Foi o SONDA-I que propiciou os primeiros contatos com a indústria de compostos químicos, de tubos e artefatos que hoje são comuns nos foguetes que estão sendo fabricados. Além do mais, o uso de foguetes para fins exclusivamente meteorológicos foi escasseando. Os cientistas passaram a dar mais atenção às informações geradas pelos satélites, em detrimento do uso de foguetes. Tanto é verdade, que em fins de 1978 foi lançado o último foguete dentro do Projeto EXAMETNET

#### **4.2 – OS DEMAIS FOGUETES DA FAMÍLIA SONDA**

Nos últimos meses de 1967, a NASA propôs à CNAE a implantação no CLFBI de um projeto cujo objetivo principal seria a determinação, em curto prazo, das doses de radiação e suas variações, em altitudes orbitais na região da anomalia magnética brasileira, para dar apoio ao Projeto APOLLO. A idéia era que a equipe da Barreira do Inferno, por ocasião dos lançamentos de naves tripuladas a partir do Cabo Canaveral, mantivesse em situação de alerta um foguete BLACK BRANT IV (BBIV) pronto para lançamento, conforme solicitação vinda do MSC – Manned Spacecraft Center, localizado em HOUSTON, Texas. Nesses períodos, seria mantida escuta rádio com a NASA, em HF, e conforme as previsões de anomalias nas radiações solares, haveria ou não solicitação de um lançamento. Ou seja, as condições de semi-alerta e alerta era para lançamento dentro de 24 horas a partir do aviso, em qualquer época, ou lançamento dentro de 90 minutos, a partir do pedido, durante os períodos previstos para as missões do Projeto APOLLO.

Para tal, a NASA faria um contrato com a empresa canadense BRISTOL AEROSPACE, que forneceria quatro foguetes BLACK BRANT-IV, suas cargas-úteis com os sensores adequados ao elenco de medidas propostas e treinaria uma equipe brasileira para fazer os lançamentos sempre que a NASA precisasse garantir seus vôos orbitais tripulados. Como resultado, a CNAE pediu ao então GETEPE que indicasse o nome dos técnicos que deveriam ir ao Canadá receber treinamento para a operação do que passou a chamar-se Projeto SAAP/BBIV (South Atlantic Anomaly Probe/Black Brant IV). Mas, na correspondência da CNAE ficou claro que deveriam ser pessoas com condições de ficar de prontidão no CLFBI, para atender qualquer solicitação de lançamento da NASA, vinda do MSC. Mas, a lista de técnicos apresentada pelo GETEPE praticamente contemplava o pessoal mais graduado e com habitação fixa no CTA, localizado em São José dos Campos-SP. Houve um imbróglio entre a CNAE e o GETEPE, discutindo quem iria ou não iria para o Canadá, sendo que o GETEPE firmou-se na lista que apresentou e o resultado é que a CNAE terminou consultando a NASA se o treinamento poderia ser feito no CLFBI, em Natal-RN, no que a NASA concordou, embora com mais despesas para eles.

Então a CNAE autorizou a NASA a providenciar todo o treinamento dentro do CLFBI.

Naquela época o efetivo de técnicos do CLFBI era reduzido, apenas o suficiente para atender lançamentos menores. Residentes em Natal e do efetivo do GETEPE/CLFBI só havia três oficiais, com as seguintes patentes e funções:

- Cap. Antônio dos Santos Jacobs - Primeiro Diretor do CLFBI
- 1º Ten. Adauto Gouveia Motta - Primeiro Chefe de Operações (autor)
- 1º Ten. Almir Henrique Azevedo - Primeiro Chefe de Administração.

Tinha também a equipe técnica constituída de sargentos e civis que operava o radar, telemetria, dovap, comunicações, meteorologia, montagem e lançamento de foguetes e demais tarefas técnicas, além do grupo da administração. O efetivo do CLFBI era de 41 pessoas, sendo 17 militares.

Todo o resto do efetivo do GETEPE, estava distribuído entre o Rio de Janeiro (Diretoria do Material da Aeronáutica) e São José dos Campos (Centro Técnico da Aeronáutica –CTA).

Daí, o imbróglio resultou no pior. A NASA mandou para Natal um avião cheio de foguetes e facilidades operacionais e mais seis instrutores da BRISTOL AEROSPACE. Mas, a ordem recebida da Direção do GETEPE era para não deixar nada nem ninguém entrar no CLFBI. Então, depois de muita discussão, os foguetes foram enviados para um paiol da Base Naval, por intermediação do Cmt. Caracas, e os canadenses regressaram. Após muita conversa entre as partes litigantes e o decurso de um mês, finalmente, acertaram pelo mais lógico: conduzir o treinamento no CLFBI e com a participação do maior número possível de técnicos do GETEPE, da CNAE e outros interessados.

O treinamento teve início no começo de maio de 1968, tendo sido coroado com o primeiro lançamento do Projeto realizado a 11 de junho. De todos os projetos conduzidos no CLFBI, associado a organizações estrangeiras, este pode ser considerado como o mais importante. Por várias razões:

- O Projeto começou com um eficiente treinamento de todos os técnicos do então GETEPE, tanto os baseados em Natal, como os do CTA (São José dos Campos–SP). Envolveu, também, pessoal da CNAE, Marinha, outras entidades e indústrias participantes em programas com foguetes. O treinamento constou de uma total exposição das intenções do Projeto, dos componentes do veículo BLACK BRANT-IV (BB-IV), da carga-útil e seus sensores e da forma de processar os resultados das medidas.

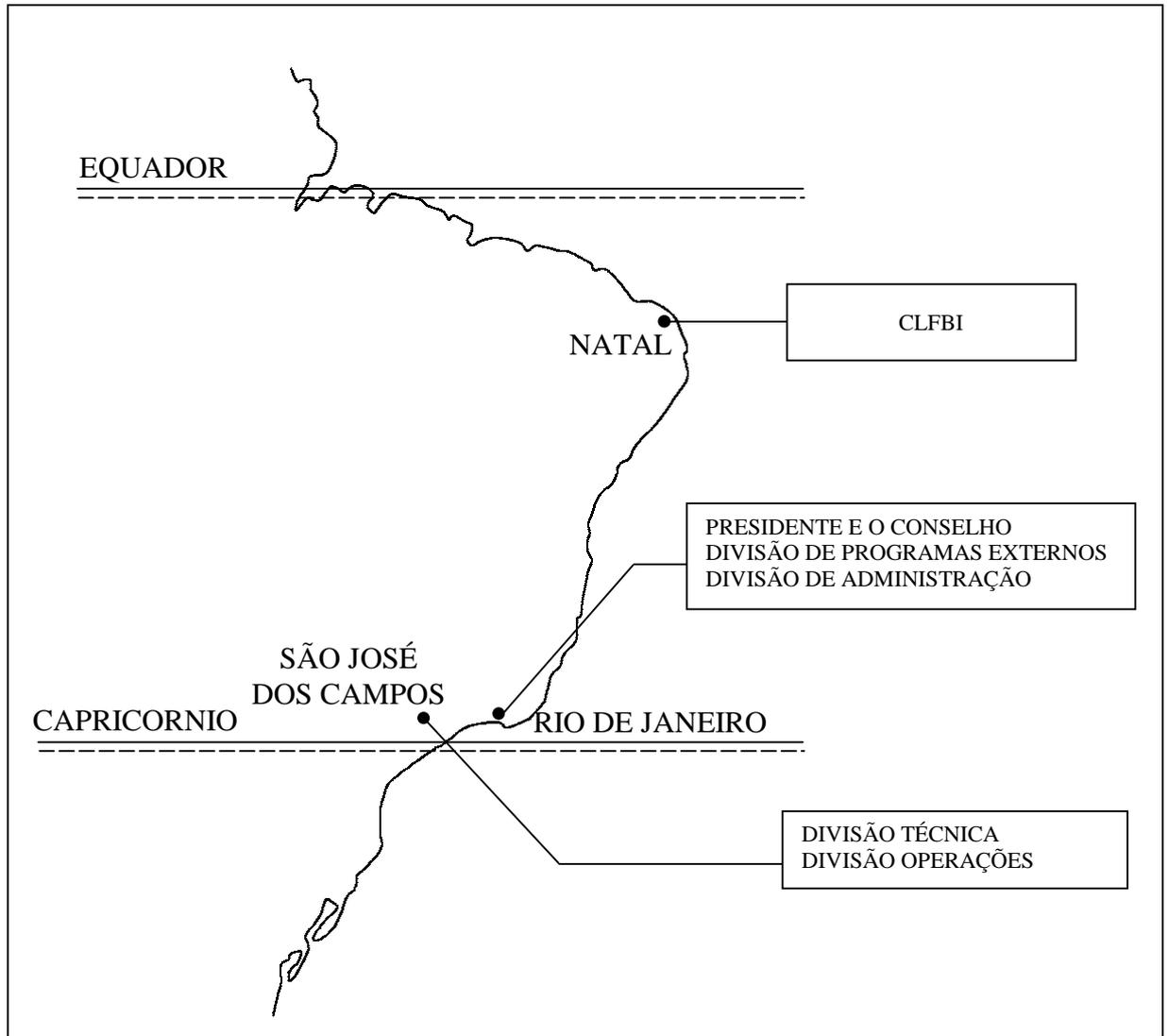


Figura 10 - Distribuição geográfica do pessoal do GETEPE

- Foi feita a dissecação plena de um foguete atualizadíssimo, tendo os próprios engenheiros da BRISTOL AEROSPACE, fabricantes dos engenhos, como instrutores, permitindo uma compreensão clara de todo o processo de fabricação e materiais utilizados, bem como a classificação e caracterização desses materiais.
- A entrega de toda uma documentação envolvendo veículo, carga-útil, procedimentos, etc., que permitiu à equipe brasileira ficar com total domínio da montagem, lançamento e até dos processos regulares para produção de foguetes.
- A BRISTOL AEROSPACE, naquela época, já vendia tecnologia para o mundo todo, principalmente para a NASA, demonstrando sempre uma organização primorosa no trato e controle das partes dos foguetes, chegando

a ter escriturado um “log” para cada componente do sistema BB-IV. Naturalmente, para eles o Brasil seria um cliente em potencial. Daí, terem caprichado em cada detalhe do processo. E isso tudo foi transferido para a equipe brasileira treinada.

## DESCRIÇÃO SUMÁRIA DA CARGA-ÚTIL.

A carga-útil preparada pela BRISTOL para atender as especificações da NASA, era uma raridade de concepção técnica envolvendo os seguintes experimentos científicos:

Espectômetro GEIGER - Com cinco circuitos de detecção e medidas de gradientes, provendo todos os dados necessários para determinação de energia dos elétrons e suas distribuições de densidades. Cada um dos detetores era coberto com blindagem de espessuras específicas para densidades eletrônicas totais de 0,35 , 1, 2, 3, 5 e 6 Mev. Cada válvula espectométrica Geiger continha um valor nominal de 20 microcuries de césio 137, sendo 4 microcuries ligados a cada um dos cinco detetores, objetivando uma certa polarização para o sistema de saída.

Câmara de IONS – Em número de três, com espessuras semelhantes à da parede do traje espacial, à do módulo lunar da cápsula APOLLO e à do módulo de comando da cápsula APOLLO, visando medição direta da dosagem de radiação.

Detetor de IONS-PESADOS – Para verificar a presença de íons de pequena energia nas baixas altitudes orbitais.

Instrumentação de diagnóstico – Constando da primeira carga-útil com:

- Magnetômetros - para medida da magnitude e direção do campo geomagnético em pontos ao longo da trajetória do foguete.
- Aspecto lunar – para verificar a resolução e precisão das medidas do magnetômetro.

Além dos experimentos acima, a carga levava três acelerômetros axiais, sensores de temperatura do cone, quatro medidores de temperatura interna e um

dispositivo para medida do ângulo de ataque de vôo. E mais um “beacon” na banda S, para garantir o rastreo pelo radar.

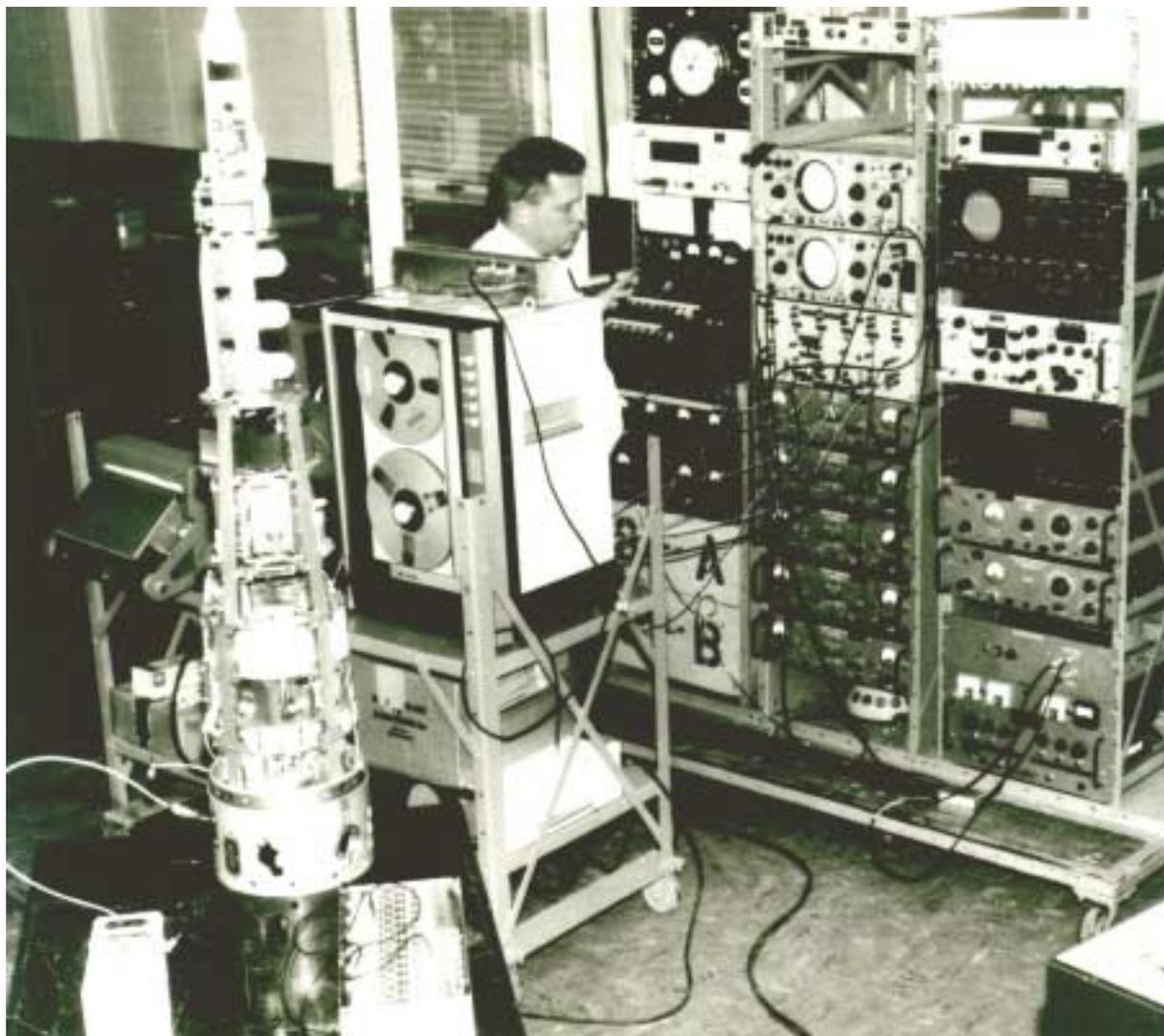


Figura 11 - A carga-útil passando por processo de calibração dos sensores, verificação de emissão e estabilidade da alimentação elétrica.

Foi durante esse treinamento que a equipe brasileira teve um contato mais íntimo com toda a parafernália tecnológica que compõe um foguete, uma carga-útil bem elaborada e a constituição dos materiais que integravam cada unidade do processo de fazer, montar e operar foguete. Foi um banho de tecnologia e que deu condições para a equipe do GETEPE/CTA, que naquela época estava cogitando desenvolver foguetes semelhantes aqui no Brasil, tomar contato direto com todo o elenco de meios para o planejamento e construção de veículos atualizados. Foi a inspiração inicial para a série de SONDA's.

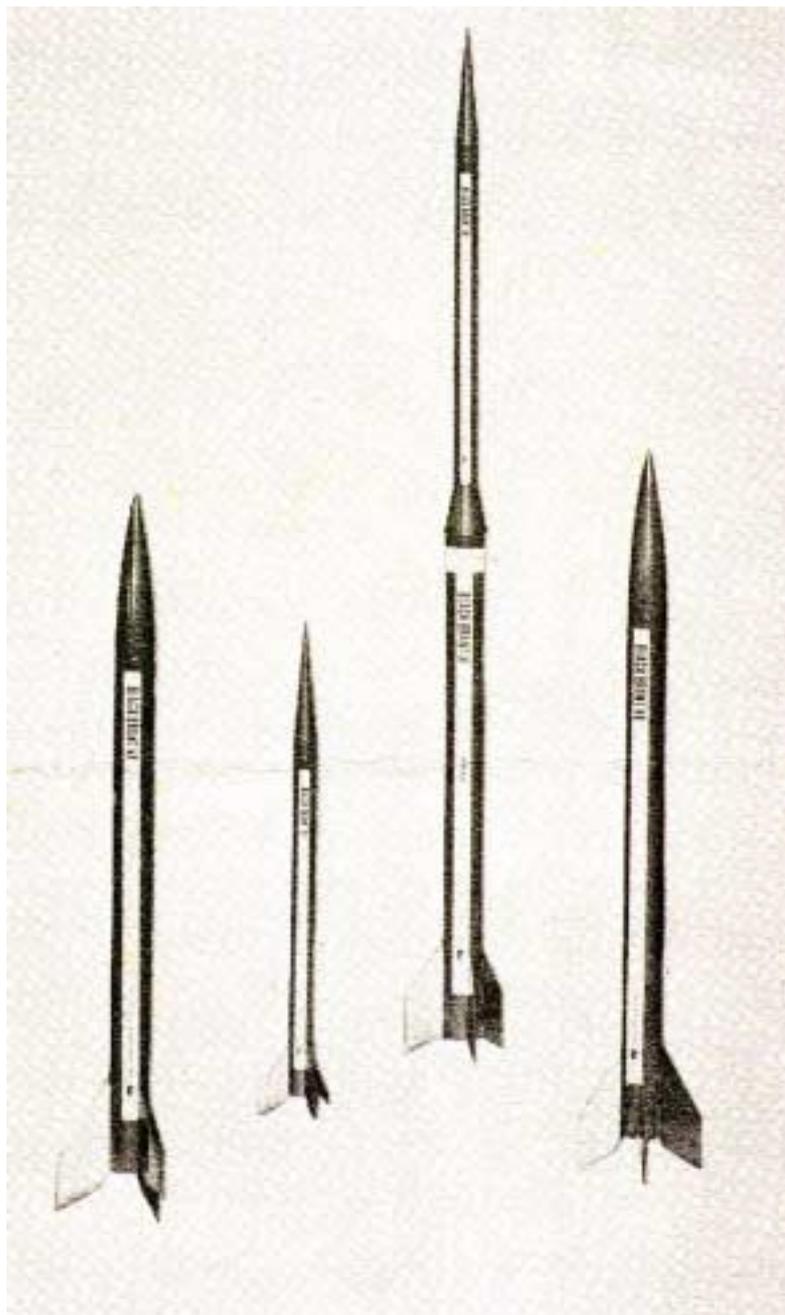


Figura 12 - Mostra o foguete BB-IV, ao centro, com seus dois estágios, e lateralmente os foguetes que o compõem, isto é, o BB-III e o BB-V.

Os foguetes brasileiros que foram desenvolvidos no GETEPE/CTA, em seguida ao Projeto SAAP/BBIV, revelam a dimensão do benefício que o treinamento recebido por todos do GETEPE trouxe para a atividade espacial no Brasil. Já em julho de 1969, um ano depois, foram lançados os dois primeiros SONDA's-II, com cabeça inercial. É verdade que nos primeiros lançamentos os resultados não foram um sucesso, mas já era uma primeira tentativa de termos um foguete brasileiro voando. Mas, qualquer um que compare as dimensões, forma do grão, “composite”, iniciadores, etc., enfim, todas as partes

componentes do SONDA-II, vê que ele foi totalmente inspirado no BB-III. E é claro que não há qualquer desdouro em copiar um foguete operacionalmente muito bom. Principalmente naquela época em que quase nada de tecnologia para construção de foguetes existia no Brasil. Époça em que o maior trabalho consistia em convencer a indústria nacional que valia a pena ser pioneiro no fornecimento de componentes para a construção de foguetes.



Figura 13 - Foguete BB-IV no lançador pronto para ser lançado, dentro de um dos períodos de alerta. Aparecem na foto o Cap. JACOBS, o autor e um oficial visitante.



Figura 14 – Foguete BB-IV pronto para lançamento. Aparecem na foto o Cap. JACOBS e o autor.

Os engenheiros do GETEPE/CTA continuaram a projetar outros foguetes dentro da mesma linha iniciada com o SONDA-II, isto é harmonizando o desenvolvimento dos demais SONDA's comparativamente com a família dos foguetes Black Brant's, todos sobejamente conhecidos, após o treinamento. Assim sendo, foi feito o SONDA-III que é deveras semelhante ao BB-IV.

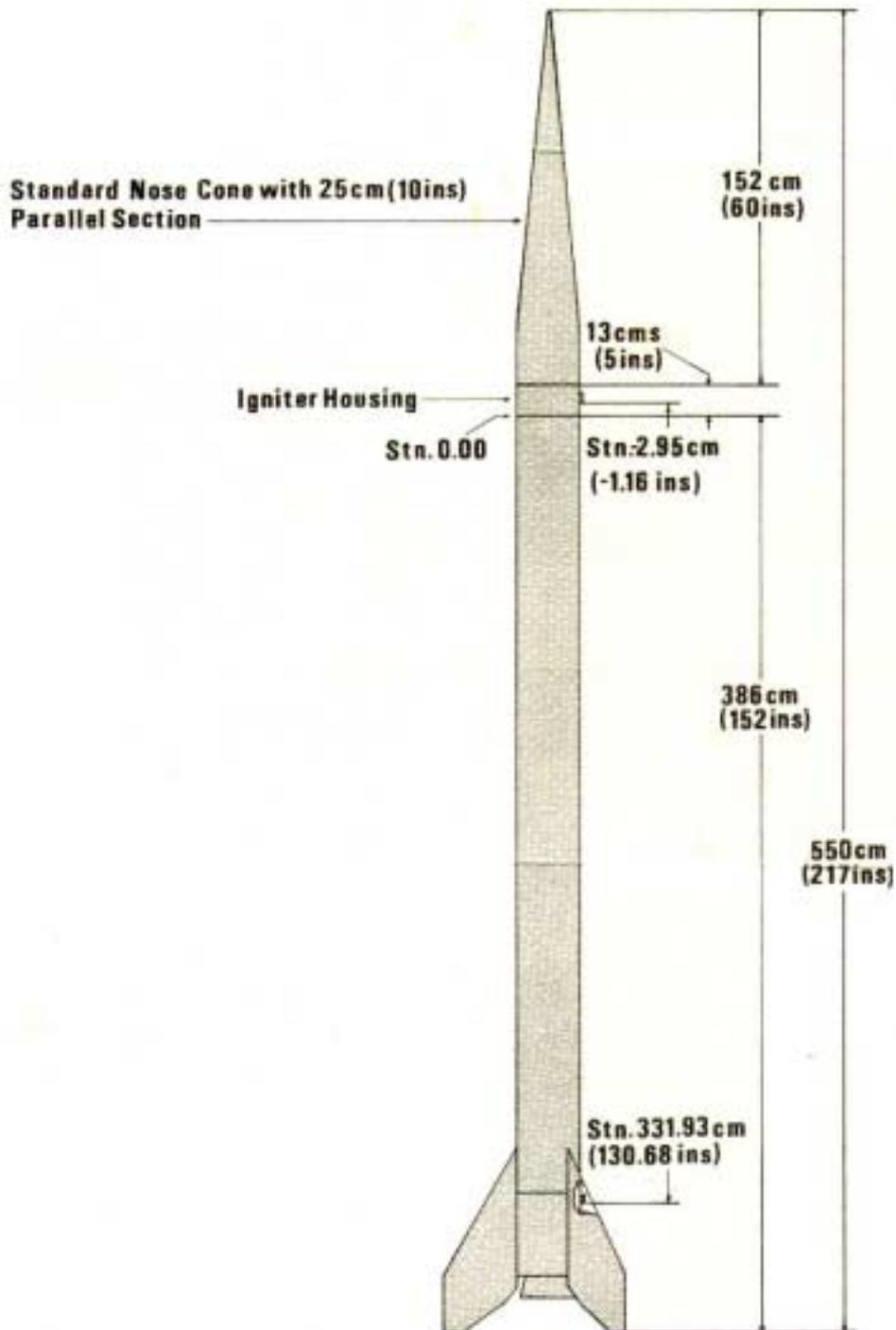


Figura 15 - Foguete BB-III, tal como era constituído em 1969/1970.

Por ocasião do treinamento, os engenheiros do GETEPE/CTA ficaram ávidos de informações sobre todos os aspectos da família de foguetes Black Brant. A idéia era absorver o máximo de informações que pudessem conduzir a formação de um juízo sobre a melhor forma de orientar o programa brasileiro de desenvolvimento de foguetes. Naquela ocasião os canadenses entregaram

fartíssima documentação sobre os diversos engenhos em desenvolvimento na BRISTOL. Dentre a tal documentação, veio um livreto sobre um foguete destinado a conduzir cargas pequenas de até 300 quilos a órbitas entre 200 e 900 quilômetros. O referido foguete, em verdade, era um “**cluster**” constituído de foguetes da família BLACK BRANT, ou seja, tinha três estágios lineares, mais um conjunto de quatro veículos (1º estágio) agregado ao segundo estágio. Segundo as informações dos canadenses, na época, a BRISTOL já havia feito quatro lançamentos, mas de sucesso duvidoso, pois, três deles haviam apresentado algum tipo de problema nos veículos e um quarto voou regularmente mas com problemas na instrumentação de avaliação técnica. Os engenheiros brasileiros começaram a sonhar com um foguete semelhante destinado a colocar em órbita pequenos satélites. Mas o empenho de antanho, era fazer foguetes tipo “up-down”, para emprego em vôos suborbitais, tipo SONDA II, SONDA III, pois, naquele momento era o que estava se fazendo no CLFBI com projetos da NASA, DFVLR(Alemã), AFCRL(USAF), etc. Contudo, o sonho de um foguete semelhante ao “**cluster**” da BRISTOL jamais saiu da cabeça dos que faziam o GETEPE/CTA. Mas o tempo foi passando e aqueles que em 1968 eram adultos cheios de sonhos foram ficando mais velhinhos, se aposentando, saindo para atividades melhores, etc.,etc.

#### RELATO PESSOAL.

O autor bem se lembra do dia que o pessoal do GETEPE/CTA, aqueles que eram os “cabeças” no desenvolvimento de foguetes, tomou conhecimento de que a BRISTOL AEROSPACE estava testando vôos de um “cluster” destinado a orbitar pequenos satélites. Após o expediente, estávamos todos no **cassino dos oficiais**, relaxando de um dia cheio de informações, quando surgiu a conversa de que o grupo já teria condições de começar a pensar em um foguete semelhante ao “cluster” da BRISTOL. Isto foi em maio de 1968, quando sonhos de grandes realizações formigavam na cabeça daquele grupo. Ali estava o Ten.Abner, o Eng. Júlio Cesar, entre outros. Naquele dia o Veículo Lançador de Satélites foi emprenhado. Embora, a idéia de realização da MECB só ocorresse doze anos depois.

Também, as estruturas das organizações encarregadas de conduzir tudo aquilo que se podia chamar de pesquisa espacial no Brasil foram sendo modificadas, principalmente no ano de 1971, quando foram feitas as seguintes alterações:

- Data: 20 JAN 1971 - Criada a Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE) através do Decreto nº 63099, órgão subordinado ao EMFA (Estado Maior das Forças Armadas), que assumiu a responsabilidade da política nacional de pesquisas espaciais, e que tinha representante dos principais ministérios da República.
- Data: 22ABR1971 - Foi extinta a CNAE (Comissão Nacional de Atividades Espaciais) e criado o INPE ( Instituto de Pesquisas Espaciais) pelo Decreto nº 68532.
- Data: 17 OUT 1971 - Foi extinto o GETEPE (Grupo Executivo e de Trabalho e Estudos de Projetos Espaciais), que era subordinado ao EMAER e criado o IAE (Instituto de Atividades Espaciais), subordinado ao CTA (Centro Técnico de Aeronáutica)

#### **4.2.1 – A MISSÃO ESPACIAL COMPLETA BRASILEIRA (MECB)**

Em 1978 a COBAE teve aceita, pelo Governo Federal, uma proposta de realização do estudo de viabilidade de uma Missão Espacial Completa Brasileira – MECB. Tal estudo que foi montado pelos órgãos envolvidos em pesquisa espacial (INPE, IAE, etc.), foi apresentado e aprovado pela COBAE no 2º Seminário de Atividades Espaciais, e já no início de 1980, a Presidência da República aprovou oficialmente a realização da MECB.

A Missão Espacial Completa (MECB), sem dúvida, um marco importante para a realização de uma política de pesquisas espaciais no Brasil, contemplava:

- O planejamento e construção de um campo de lançamento de foguetes em área remota, de forma a tornar-se o local brasileiro para lançamento de satélites;
- O desenvolvimento e construção de um veículo capaz de orbitar satélites (VLS – Veículo Lançador de Satélites);
- O desenvolvimento e construção de dois satélites para coleta de dados ambientais (SCD) e dois para sensoriamento remoto.

#### **- CAMPO DE LANÇAMENTO DE FOGUETES PROPOSTO NA MECB.**

Quando pensou-se em construir o Campo de Lançamento da Barreira do Inferno, o propósito era operar pequenos foguetes, que na década de 60 era o que se estava fazendo no mundo todo. Pouco se falava em satélites, naquela

época, sonho dos países mais ricos em tecnologia e recursos. Destarte, o CLFBI foi pensado para operar foguetes suborbitais de pequeno e médio porte. A cidade de Natal com natural vocação de crescer sempre para o lado sul, foi povoando os terrenos mais próximos, impedindo um crescimento do CLFBI para as dimensões de um centro de lançamento de satélites. Assim sendo muito cedo todos sabiam que a Barreira do Inferno (CLFBI) jamais teria condições de operar um **veículo lançador de satélites**. Um VLS, por exemplo, de dimensão pequena como veículo lançador de satélite, quando na plataforma pronto para lançamento, contém 41 toneladas de explosivo, o que significaria a interdição de toda a *rota do sol* pelo tempo inteiro da operação de lançamento. Simplesmente inconcebível! Daí, ter sido proposto dentro do plano inicial de criação da MECB, a cata de uma área onde pudesse ser construído um campo para lançar foguetes orbitadores de satélites. Inclusive, ambicionando se abrir para um mercado internacional deste tipo de atividade que é estimado em US\$ 1,5 bilhões anuais.

Iniciada a operacionalidade da MECB, a escolha de um sítio para a instalação do campo de lançamento de satélites saiu daquilo que já era o pensamento entre muitos que faziam pesquisa espacial no Brasil. Primeiro, deveria ser próximo ao EQUADOR, o máximo possível, por significar economia de combustível quando impulsionando satélites. Segundo, deveria ser localizado de tal forma a facilitar a logística do local, ou seja, próximo de um centro urbano de certo porte. Terceiro, sua posição em relação ao mar, garantindo com segurança as áreas de ponto de impacto dos vários estágios dos foguetes. Quarto, um clima estável, com regime de chuvas bem definido, ventos predominantes dentro dos limites aceitáveis para operação de lançamento de foguetes e temperatura com pouca amplitude diária e anual. **ALCÂNTARA** foi um achado dentro do elenco das condições necessárias.

Para construir o CLA-Campo de Lançamento de Alcântara, foi criado, em 1982, o GICLA-Grupo para Implantação do Campo de Lançamento de Alcântara, que inicialmente teve os problemas peculiares de área remota e isolada, além do Município Histórico de Alcântara. Mas, isto é outra história... Hoje o CLA operacional ocupa uma área de 520 km<sup>2</sup>, e está situado a 2° 21' de latitude sul, permitindo uma economia de combustível da ordem de 25% em relação ao Cabo Canaveral, quando coloca satélites em órbita equatorial.



Figura 16 - Vista do CLA

## **- O VEÍCULO LANÇADOR DE SATÉLITES – VLS**

O VLS é um veículo lançador de satélites, liberado a partir de plataforma fixa, com uma massa total de 50 toneladas e comprimento de 19 metros. Com empuxo de 1000 kN, tem propulsão fornecida por motores a propelente sólido em todos os estágios, contendo massa de combustível de 41 toneladas. O VLS foi calculado para permitir inserção de satélites com massa de 350 a 100 quilos em órbitas circulares entre 250 a 1000 quilômetros, proporcionalmente, com larga faixa de inclinações, tanto equatoriais como polares. Por exemplo, o primeiro satélite de coleta de dados (SCD-1) com peso de 115 quilos poderia ser injetado pelo VLS em órbita de 700 quilômetros.

No T+0 da contagem regressiva, os quatro motores do primeiro estágio têm acionamento simultâneo, dando a largada do veículo. Segue-se os eventos da contagem positiva do VLS:

- T+66 segundos - ignição do 2º estágio;
- T+74 segundos - extinção e separação dos quatro propulsores do 1º estágio;
- T+136 segundos - fim da queima e separação do 2º estágio;
- T+137 segundos – ignição do 3º estágio e separação da ogiva protetora do satélite;
- T+207 segundos – fim da queima do 3º estágio e início da trajetória balística; operação de basculamento para orientação e rotação;
- T+594 segundos – separação do 3º estágio e ignição do 4º estágio;
- T+673 segundos – fim da queima do 4º estágio e injeção do satélite em órbita.

Com a liberação do satélite e a aferição dos últimos parâmetros do 4º estágio, a missão VLS é encerrada.

O primeiro estágio do VLS é formado por quatro propulsores cilíndricos, dispostos simetricamente em volta do segundo estágio, e que obrigatoriamente devem ignitar no mesmo instante. É aí que está o instante mais crítico do VLS. Dispor de quatro ignitores igualíssimos e efetivamente acionados em um instante de alta precisão - os quatro de uma só vez.

Inicialmente, o IAE promoveu a fabricação de modelos reduzidos do VLS, sendo que o segundo foi lançado no dia 18.05.1989. O VLS-R2, redução do VLS na escala de 1/3, aproximadamente, tinha por objetivo testar o comportamento dos quatro propulsores em “cluster” do primeiro estágio e a separação simultânea desses propulsores quando descartados do segundo estágio, bem como tentar analisar o comportamento aerodinâmico do VLS em situação real. O vôo do VLS-R2 deixou algumas informações positivas dentro do elenco de indagações pretendidas. E ficaram outras...sem resposta.

As duas tentativas operacionais com o VLS ocorreram em setembro de 1997 e novembro de 1999, ambos conduzindo satélites produzidos pelo INPE. O primeiro conduziu um Satélite de Coleta de Dados (SCD) e o segundo pretendeu fazer orbitar o SACI –Satélite de Aplicações Científicas, ambos veículos e satélites perdidos devido problemas com o VLS. **E aí é que está o problema.** No mundo todo, os primeiros lançamentos de qualquer foguete experimental, é feito com **carga-útil técnica**, buscando unicamente definir os parâmetros de vôo. Pela experiência do autor, que esteve em várias fábricas de foguetes nos EE.UU., são necessários entre cinco a dez lançamentos eminentemente técnicos, para a definição do comportamento de um certo foguete, isto após percorrer o caminho entre a prancheta e o campo de lançamento, inclusive com levantamento de valores de pesagem de vento de cada estágio do veículo. (Ver o livro do autor denominado **Cálculo de Dispersão de Foguetes Balísticos** ). E só após os lançamentos qualificadores da operacionalidade do veículo, é que o mesmo pode ser considerado homologado, destarte, pronto para operar em qualquer situação. Mas, entre nós, desde o primeiro lançamento, pretendeu-se que o VLS já era um foguete homologado e operacional, colocando um satélite na ogiva de cada um deles, o que se tornou muito, mas muito mais caro que uma carga-útil meramente técnica.

O custo unitário de um VLS é da ordem de US\$ 6,5 milhões, bastante inferior aos US\$ 15 milhões cobrados para colocar um único satélite no céu, como ocorreu com os SCD-1 e SCD-2. Se o VLS conseguisse se firmar como um lançador de satélites, o mercado internacional para esse tipo de lançamento,

estimado em US\$ 1 bilhão, estaria aberto como um filão de receitas. Mas, até lá...vamos suar.



Figura 17 - O VLS na plataforma de preparação e lançamento instalada no Centro de Lançamento de Alcântara – CLA, no Maranhão.

## - SATÉLITES DA MECB

Dentro da MECB, coube ao INPE a responsabilidade pelo programa de satélites e seu segmento de solo associado, compreendendo um Centro de Controle de Satélites (no INPE S.José dos Campos), Estações Terrenas de Rastreo e Comando (em Cuiabá e Alcântara) e um Centro de Missão (em Cachoeira Paulista).

O Programa de satélites da MECB contemplava o projeto, desenvolvimento, integração, testes e operação em órbita de quatro satélites: dois para Coleta de Dados Ambientais (SCD1 e SCD2) e dois para Sensoriamento Remoto da Terra.

Os dois primeiros satélites seriam destinados a repetir em tempo real os dados ambientais colhidos no solo por **plataformas automáticas de coleta de dados (PCD)**, sendo a sua órbita equatorial escolhida de tal forma a cobrir inteiramente o território brasileiro, várias vezes por dia (12 a 14 passagens). No espaço o satélite SCD deveria ser estabilizado pela rotação imposta pelo veículo lançador antes da injeção em órbita.

O processo de desenvolvimento e fabricação de um primeiro satélite, permitiu o ingresso do Brasil no fechado clube de nações que têm seus próprios satélites. Com um único porém. É que foi lançado por meio de um foguete norte-americano chamado Pegasus. Mas o SCD-1 está operando continuamente, desde então, embora tenha sido projetado para trabalhar com garantia por um único ano.

O SCD-1 leva cerca de 100 minutos para completar uma órbita, ou seja, para dar uma volta completa sobre o globo terrestre, a uma velocidade de 27.000 quilômetros por hora. O SCD-1 gira em torno de si mesmo com 120 rotações por minuto, para garantir sua estabilidade e posicionamento. O satélite tem um metro de diâmetro e 1,25 m de altura, incluídas as antenas.

Hoje o Brasil já conta com três satélites em órbita: dois SCDs e um CBERS (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres), sendo que os três dispõem de “transponders” para coleta de dados. O CBERS realmente é um satélite de sensoriamento remoto, mas com um sistema para coleta de dados, e que foi lançado por efeito de acordo entre Brasil e China.



Figura 18 – O SCD-1 orbitando, na altura de 700 quilômetros.

#### **4.2.2 - SEM MEDO DE ERRAR**

Quando, em 1962, o presidente Kennedy, dos Estados Unidos da América do Norte assinou o Projeto APOLLO, com montante inicial bem menor (algo como US\$ 25 bilhões) mas valor visível no final de US\$ 40 bilhões, numa atitude eminentemente política, pois era a “corrida do espaço” que motivava a nação americana em busca da primazia espacial em relação aos russos, certamente o presidente jamais imaginou o tufão tecnológico que estava criando. Como o Projeto APOLLO tinha como objetivo último colocar o homem na superfície lunar, o caminho a percorrer era grande, pois, inicialmente teria que testar todas as condições do homem na ausência de gravidade, esse mesmo homem submetido a grandes acelerações, quantificar os valores máximos de irradiação que o tal homem suportaria, enfim, teria que começar do zero todo

um programa de avaliação do homem percorrendo o espaço, em viagem de grande curso. E para tal, só com muito dinheiro e coragem de enfrentar os obstáculos permeantes. E a tecnologia disponível na época estava bem distante do proposto. Foi preciso muito trabalho... com muitos erros, também.

O Projeto APOLLO foi considerado o maior empreendimento que a humanidade já realizou. Superior até a qualquer pirâmide egípcia. Envolveu 400.000 mil pessoas, 60.000 organizações e revolucionou todos os métodos de controle de produção, durante toda uma década. Salpicou tecnologia até aqui no Brasil com o Projeto SAAP/BBIV, já comentado, que permitiu o treinamento de cinco dezenas de engenheiros e técnicos brasileiros, criando condições para o desenvolvimento da família SONDA. E tudo pago pelo santo dinheirinho do Projeto APOLLO.

Mas, o ousado Projeto praticamente mexeu com todos os ramos do conhecimento humano, entre eles, basta citar a Medicina, que ganhou toda essa parafernália tecnológica que hoje ponteia qualquer clínica e hospital do mundo todo, e através da qual a expectativa de vida humana tem se elevado bastante, nas últimas três décadas. E qual foi o ganho para o povo americano, além da satisfação de ir até a Lua e colocar a bandeira ianque nas feias paragens lunares? Recentemente, na revista *Newsweek* saiu uma avaliação dos benefícios hauridos pelo Projeto APOLLO, mas, principalmente dos ganhos econômicos. Foi calculado que, em desenvolvimento da indústria, comércio, meios de comunicação e transporte, além dos ganhos com “royaltes”, enfim, todas as atividades absolutamente necessárias a colocar o homem na Lua, o retorno dos 40 bilhões de dólares, dentro e fora dos Estados Unidos, já atingiu a casa de um trilhão de dólares. Resumindo: investir em tecnologia, certamente tem retorno garantido. É um ótimo negócio...

O leitor há de perguntar: e por que toda essa história? Resguardando as devidas e enormes diferenças e proporções, sem dúvida, para que o IAE e INPE coloquem o Brasil no clube fechado das nações que estão injetando satélites em órbita, com seus próprios meios, isto é, foguete, satélite e campo de lançamento, há necessidade de que o Governo ouse investir com vigor no grupo que há muito vem sonhando em ter seus próprios meios de satelitização. Passados 45 anos desde que a Rússia colocou o Sputnik I em órbita, apenas oito países pertencem ao clube dos que tem seus satélites orbitando com seus próprios meios, isto num universo de 193 países. Certamente, o respeito internacional concedido a uma nação que tem competência para orbitar seus próprios satélites é de uma dimensão extraordinária, e, inclusive, passa até pelas questões da soberania e respeito no conceito das nações.

Com um programa espacial de orçamento pífio, como o que vivemos, que permitiu o lançamento de apenas dois VLSs, desde a sua concepção há vinte anos, fica difícil até de verificar se os modelos adotados são de fato exequíveis. Além do que, transfere para o futuro uma conclusão que poderia ser de hoje. O autor desconfia que para o VLS foi adotado um modelo equivocado. Mas, só com lançamentos mais continuados, poderemos tirar conclusões válidas. E a prova disso é que a BRISTOL AEROSPACE descontinuou um veículo, cujo VLS é cópia idêntica, e concluiu que o sistema não servia. Mas, antes da desistência fizeram muitos lançamentos.

#### **4.2.3 - BENEFÍCIOS GERADOS PELO PROGRAMA ESPACIAL.**

Dentro do pouco que foi feito, já é possível listar um grande elenco de benefícios advindos das pesquisas e desenvolvimento de foguetes de sondagem. Desde o início, ainda quando se tentava o SONDA I, em suas várias feições, foi necessário encontrar tubos sem costura de solda, em alumínio de alta resistência, o que foi conseguido em contato com a indústria Termomecânica São Paulo S/A, que estudou, desenvolveu e começou a produzir, inclusive exportando um sub-produto, que eram as guias de válvulas de motores, isto desde o fim de 1968.

No ano seguinte, para o desenvolvimento dos SONDA II e SONDA III, que eram foguetes de maior porte, foi preciso laminados de aço de alta resistência, dos tipos SAE 4130, 4140 e 4340, que passaram a ser usados, desde então. Com o SONDA IV, já em 1974 foi necessário a utilização de ligas metálicas de alta-resistência como o aço conhecido como 300M, que foi produzido pela ELETROMETAL. Também participaram do desenvolvimento de metais mais leves e resistentes para aplicação espacial a USIMINAS, a ACESITA ,etc. O CTA chegou a instalar na ELETROMETAL o maior forno do hemisfério sul para tratamento térmico de metais em atmosfera controlada. Um sem número de itens foi desenvolvido com materiais para fabricação de propelentes, tais como, combustíveis, oxidantes, redutores, resinas, etc. O propelente usado nos foguetes brasileiros é do tipo sólido, cujos componentes básicos são um elastômero líquido (polibutadieno), um oxidante (perclorato de amônio) e alumínio em pó. Todos esses produtos eram importados. O CTA investiu em pesquisa buscando produtos semelhantes nacionais e, hoje, os compostos já são produzidos no Brasil em escala industrial. Aqui, cabe relacionar as empresas que se dispuseram a participar do esforço em busca de veículos essencialmente nacionais, além das já citadas, mais a ENGESA, a EMBRAER e, principalmente, a AVIBRÁS.

Em resumo: ainda não temos um Veículo Lançador de Satélites, mas já conseguimos envolver um volume significativo de indústrias no processo de fazer foguetes, de tal forma, que hoje não mais precisamos estar importando os meios e facilidades, a toda hora. E as indústrias já estão aplicando as técnicas absorvidas, em outros produtos, até de exportação.

Vale lembrar que, nos países do primeiro mundo, a chamada *tecnologia aeroespacial* é considerada estratégica pelo nível de complexidade, renovação permanente de seus produtos, bem como, pelo uso dual, em aplicações civil e militar, além do que, as inovações tecnológicas da área são rapidamente transferidas para outros setores da economia. Segundo levantamento feito pela Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB), enquanto o setor agrícola contribui com US\$ 0,30 por quilo em cada operação de exportação e o automotivo com US\$ 10 por quilo, essa relação sobe para US\$ 200 quando o produto é um foguete, ou para de US\$ 2 a 8 mil com avião, sendo que essa mesma relação chega a US\$ 50.000 se é um satélite.

As questões internacionais levantadas pelo Brasil em busca de vender os seus aviões, com embargos protecionistas de uns e outros, é exatamente porque o Departamento de Comércio do EE.UU. sabe que um volume de exportação de US\$ 1 bilhão na área aeroespacial chega a gerar da ordem de 15 mil empregos. E as indústrias brasileiras do setor, como EMBRAER e AVIBRÀS, principalmente, sabem das dificuldades que enfrentam para efetuar vendas lá fora, com pesadas barreiras de importação funcionando ativamente.

Aí surge uma pergunta elementar: se investimentos no setor aeroespacial é de retorno tão garantido, por que o Governo não investe pelo menos o consignado nos orçamentos? Questão de prioridade, apenas. Segundo a “Gazeta Mercantil”, nos EE.UU, o Departamento de Defesa (que engloba todo o poder militar) responde por cerca de dois terços dos gastos do governo federal com atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), sendo que eles sempre têm os melhores aviões, os melhores foguetes, os melhores... E vendem tais produtos para o mundo todo, conforme suas conveniências.

#### **4.2.4 - DIMENSÃO DA BRISTOL AEROSPACE - CANADÁ**

A empresa que fabrica a família de veículos Black Brant, no Canadá, começou tal empreitada em janeiro de 1961, ou seja, há 41 anos. E de lá para cá, como se depreende das informações inclusas vindas da própria BRISTOL, a dita empresa vem crescendo agilmente, já com o currículo invejável de 980 BLACK BRANTs lançados com sucesso. Como já foi dito, o "cluster" da BRISTOL

serviu de inspiração para a concepção do VLS brasileiro. E por uma razão muito simples. Tal como no "cluster" da BRISTOL, o VLS poderia ser a junção dos veículos já desenvolvidos ou em desenvolvimento, e desta forma simplificando o modelo e abreviando, em muito o tempo da realização do sonho de um veículo orbitador, inteiramente nacional.

Recentemente, o autor fez uma consulta, via INTERNET, à própria BRISTOL AEROSPACE sobre qual a situação hoje do "cluster" concebido nos anos sessenta e que se destinaria a colocar em órbita satélites de até 300 quilogramas e que foi inspirador do VLS, e a resposta que veio é decepcionante, e vai transcrita abaixo:

```
To:"motta@crn.inpe.br"<motta@crn.inpe.br>
X-MESINK_Inbound:0
X-MESINK_MailForType:SMTP
X-MESINK_SenderType: SMTP
X-MESINK_Sender: doconnor@bristol.ca
X-MESINK_MailFor: motta@crn.inpe.br
From: "oconnor, dave" <doconnor@bristol.ca>
Subject:RE: Cluster
Date: Tue, 13 Aug 2002 08:13:13 -0500
X-Mailer: Internet Mail Service (5.5.2653.19)
x-receiver: motta@crn.inpe.br
x-sender: doconnor@bristol.ca
```

The cluster concept was studied in-depth and determined to be unfeasible. Thanks for your inquiry.

Numa tradução livre e objetiva, eles responderam: "A concepção do "cluster" foi estudada com profundidade e concluímos ser impraticável".

Agora indagamos. Se a BRISTOL AEROSPACE com toda a enorme estrutura que possui, inclusive com uma das maiores e mais modernas fábricas de propelente do mundo, com um majestoso quadro de engenheiros e técnicos, com volumoso dinheiro vindo da mega empresa chamada MAGELLAN AEROSPACE CORPORATION, pois bem, com tudo isto, desistiu do "cluster" que empreendeu, por que nós insistimos em tal modelo de veículo orbitador? Será que não vale a pena indagar à própria BRISTOL as razões que a levaram a arquivar o "cluster"?

# INFORMAÇÕES ATUALIZADAS SOBRE O DESEMPENHO DA FAMÍLIA DE FOGUETES BLACK BRANT

## DEDICATION OF BLACK BRANT OUTSIDE CSA HEADQUARTERS 40<sup>th</sup> Anniversary of first Bristol-made Black Brant Launch

On 3 May 2002 Mr. Jim Butyniec joined Marc Garneau, President of the Canadian Space Agency (CSA), in dedicating the Black Brant rocket that stands in front of the CSA Headquarters by unveiling a commemorative plaque. The dedication ceremony was to honor the 40th anniversary of the first launch of a Bristol-manufactured Black Brant.

Bristol began development of the Black Brant in January 1961. At the time, the space race had just begun. The Soviet Union launched Sputnik in 1957, and the United States was only the second country to successfully launch a satellite into space. As such, there was little precedent for Bristol engineers to draw upon as they faced the complex endeavor of space flight. The team needed to design shapes that could travel at 12 times the speed of sound; create rocket motors that would generate upwards of ten tons of thrust for 30 seconds; produce structures that could withstand air pressures of 20,000 pounds per square foot; and manufacture the precision hardware necessary for high-strength and light-weight applications.

The team overcame these challenges and in only 17 months, launched the first Black Brant (the BBIII) on 15 June 1962 from NASA's Wallops Island Test Range. That first successful launch and the underlying design laid the foundation for what is today the Black Brant family of rockets.

NASA first became interested in the Black Brant in the early 1970s. They had a requirement for a suborbital rocket to support the Skylab space station and selected the BB5. Bristol's involvement with NASA evolved shortly thereafter, as the space agency defined requirements for suborbital rocket flights that had altitudes greater than the BB5 could deliver. As

a result of this cooperation with NASA, Bristol went on to develop additional versions of the Black Brant (configurations BB8 through BB12).

Bristol's involvement in the Black Brant grew in another sense as well. The company also became involved in the design and development of the rocket payloads which housed the experimentation and instruments launched by the Black Brant. Over the years Bristol designed more than 130 of these payloads. Some of these previous payloads were used to study the effects of the aurora borealis on communications systems; the exposure of various materials to a microgravity environment; and even used to capture images of Halley's Comet.

Due to their relatively small size and straightforward launch system, the Black Brant is easily transported to a number of worldwide sites for launch, providing the scientific community with a great degree of mission flexibility. Initial flights originated from the Churchill Rocket Range, located in Manitoba, and in total the Black Brant has been launched from 21 locations worldwide.

NASA continues to use the Black Brant to this day, and a new market has slowly developed over the years. Several new theatre ballistic missile (TBM) defence systems are either in use or in development. The Black Brant has been used successfully for some of these systems and the company continues to explore new opportunities in this market. Since the Black Brant is the most reliable suborbital rocket in the world today, the story of this Bristol-made rocket will continue into the 21st century.

### A NEW DIMENSION IS ADDED TO COMPOSITE CENTRE

The Composites Manufacturing Centre has recently been equipped with a Virtek Laser Edge Projector, the latest in composite technology, and the first of its kind in Manitoba.

The system is comprised of 4 laser heads that are mounted on 16 foot high stands and are controlled by up 4 computers. The computers can be used individually for simple parts, or simultaneously for large parts with many contours. The system uses a low intensity laser light to project the location of plies during the lay-up stage of the composite manufacturing process. The laser projection replaces the large and heavy ply locators that were used to draw the location of details in the past.

The laser system is currently being used to produce cowlings for the EH101 program. On this particular program the location coordinates of the plies cannot be pre-programmed into the system because no CAD models exist for the new components being manufactured. The locator is being programmed through reverse engineering-locating the ply manually and then reversing the known position into the system memory.

Although the initial programming is arduous, the results are excellent on the parts that have been completed. Not only has build time of the parts been reduced dramatically, but the learning curve has also decreased significantly. With the use of new technology such as the laser edge projection system, Bristol will be able to bid more competitively on future work packages.

- Chris Marek, Supervisor, EH101 -

### Black Brant Facts:

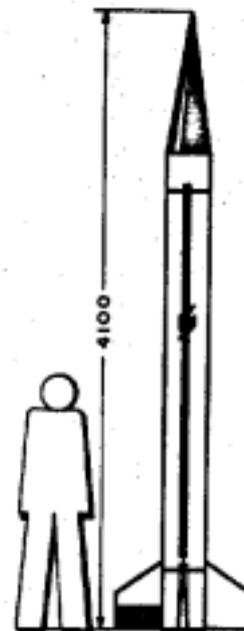
|               |  |
|---------------|--|
| +1000         | Número de veículos manufacturados.                       |
| 980           | Número de lançamentos.                                   |
| 98,5%         | Confiabilidade demonstrada.                              |
| 8             | Número de diferentes configurações usadas atualmente .   |
| 15 junho 1962 | Data de lançamento do primeiro BLACK BRANT(Wallops)      |
| 14 junho 2002 | Data de lançamento do mais recente BLACK BRANT(WSMR)     |
| 1541 lbs      | A mais pesada carga-útil já lançada usando BLACK BRANT   |
| 150 lbs       | A mais leve carga-útil já lançada usando BLACK BRANT.    |
| 24 ft         | Comprimento do menor BLACK BRANT usado (BB5)             |
| 72.3 ft       | Comprimento do maior BLACK BRANT usado (BB12)            |
| 130           | Número de diferentes cargas-úteis lançadas pela Bristol. |

### 4.2.5 – A EVOLUÇÃO DO PROJETO SONDA, A PARTIR DOS ANOS 70.

**SONDA II** – Foguete monoestágio a propelente sólido do tipo “composite”. Na versão básica, é capaz de transportar uma carga-útil de 20 kg a 120 km. Devido sua simplicidade, este foguete permite que seja usado como instrumento de pesquisa para novos tipos de grãos de propelente e soluções estruturais. Foram desenvolvidas duas versões alongadas, modelos SII-B e SII-C e uma mais curta SII-S23.

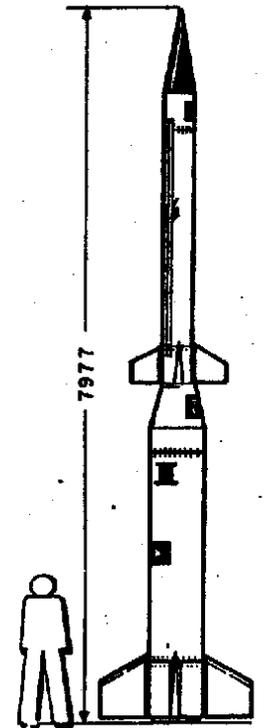
#### CARACTERÍSTICAS:

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| Massa da carga-útil.....      | 44 kg     |
| Massa total na decolagem..... | 360 kg    |
| Velocidade máxima.....        | 1.600 m/s |
| Aceleração máxima.....        | 250 m/s   |
| Massa do propelente.....      | 229 kg    |
| Apogeu.....                   | 90 km     |



**SONDA III** – Foguete de sondagem bi-estágio a propelente sólido tipo “composite”. Na versão básica é capaz de transportar uma carga-útil de 60 kg a 600 km de altitude. Possui duas versões para o seu segundo estágio: uma básica com motor S-20 e outra com o motor encurtado S-23. O motor do primeiro estágio, modelo S-30, deve se constituir no motor de segundo estágio do S-IV. Vem sendo empregado com sucesso em projetos nacionais (com carga-útil do INPE) e em internacionais para pesquisas com os alemães do MPI e norte-americano do AFCRL

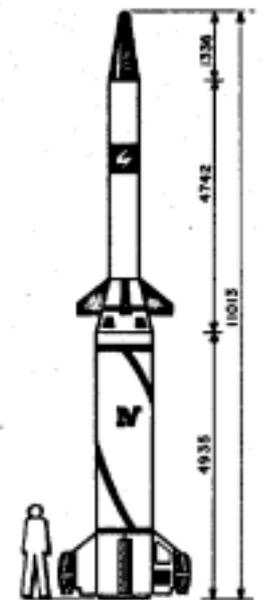
| CARACTERÍSTICAS:              | SIII M1              | SIII M2              |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|
| Massa da carga-útil.....      | 60 kg                | 140 kg               |
| Massa total na decolagem..... | 1.581 kg             | 1.527 kg             |
| Velocidade máxima.....        | 3.170 m/s            | 2.000 m/s            |
| Aceleração máxima.....        | 305 m/s <sup>2</sup> | 100 m/s <sup>2</sup> |
| Massa do propelente.....      | 1.093 kg             | 977 kg               |
| Apogeu.....                   | 600 km               | 250 km               |



**SONDA IV** – Foguete bi-estágio a propelente sólido tipo “composite”, projetado para transportar cargas-úteis de até 500 kg a 730 km. Seu primeiro estágio pilotado nos três eixos deverá se constituir no motor básico para o desenvolvimento do veículo lançador de satélites (VLS).

**CARACTERÍSTICAS:**

|                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| Massa da carga-útil.....      | 500 kg               |
| Massa total na decolagem..... | 7.270 kg             |
| Velocidade máxima.....        | 3.300 m/s            |
| Aceleração máxima.....        | 110 m/s <sup>2</sup> |
| Massa do propelente.....      | 5.250 kg             |
| Apogeu.....                   | 730 km               |



## CAPÍTULO 5

### PROJETOS SIGNIFICATIVOS

Quando foi instalado o programa espacial brasileiro, através de suas agências GTEPE e CNAE, para ambos os grupos, ficou lúcido que esforços deveriam ser conduzidos, principalmente, na área de formação de pessoal, tanto ao nível de especialização, como de pós-graduação. A idéia era o Brasil possuir uma equipe com condições de absorver, não só os aspectos operacionais dos projetos para cá transferidos, mas, garantir condições de seleção dos melhores programas.

Coincidiu que a época da formação da equipe inicial e construção do Campo de Barreira do Inferno era também uma fase de pouca atividade solar, situação muito favorável à realização de um grande número de experimentos em Geofísica, Aeronomia, Magnetismo, etc. Devido a isto, fora decidido pelo Conselho Internacional de Uniões Científicas (ICSU) que esforços deveriam ser envidados para que houvesse uma intensificação de pesquisas por um período de dois anos (1964-1965), que passariam a se chamar Anos Internacionais de Sol Calmo (Internacional Quiet Sun Years – IQSY). Motivo de aceleração na construção das instalações iniciais de Barreira do Inferno, que entraria como parte da contribuição brasileira. Também o desejo manifestado de cientistas norte-americanos, alemães, etc. de fazerem medidas na faixa equatorial, além de coletas na chamada Anomalia do Atlântico Sul, tudo junto, possibilitou à CNAE a negociação, mesmo antes do Campo de Lançamento pronto, de tantos projetos tecnologicamente avançadíssimos, oportunando ao grupo brasileiro uma evolução gradual e segura.

Dentre dezenas de projetos conduzidos no Brasil, alguns foram por demais importantes no progresso do grupo, valendo, portanto, a apresentação de seus sumários.

#### 5.1 – PROJETO EXAMETNET:

No fim da década de cinquenta, feitas as primeiras sondagens com foguetes meteorológicos operando no teto de 60 ou mais quilômetros, as até então teorias de uma estratosfera estática e sem maiores interesses para os estudiosos de clima, habituados à manipulação de dados obtidos por balões de baixo teto, mudaram, completamente. Clarificou-se que a atmosfera entre 30 e 60 quilômetros, influenciando diretamente a região mais baixa, detinha enorme interesse para a meteorologia convencional.

Fato importante, também revelado, foi que, como a escala horizontal dos fenômenos nessa região era bem maior que os de superfície, as observações destinadas aos estudos da alta atmosfera não precisavam ser obtidas por uma rede de observações tão densa como as adotadas para a baixa atmosfera, esta exigente de uma maior ocupação superficial de informações e sondagens aerológicas com balões, destinadas às análises sinóticas.

Como as distâncias entre campos de lançamentos que operam foguetes, normalmente são grandes, há a natural tendência do agrupamento em cadeias internacionais, visando, não só a padronização das técnicas empregadas, homologia dos instrumentos de medição, como também, intercâmbio pleno dos dados.

Motivo porque o CNPq/CNAE assinou em 1º JUL 1965 convênio de participação na Cadeia Inter-Americana Experimental de Foguetes Meteorológicos (EXAMETNET – Experimental Interamerican Meteorological Network), juntamente com a Argentina e Estados Unidos, obrigando-se a operar foguetes meteorológicos.

Lançamento com sondas meteorológicas, até então só vinha ocorrendo no hemisfério norte, em vários campos dos Estados Unidos e Europa. O EXAMETNET criou a possibilidade de prover informação sinótica sobre ventos e temperaturas da estratosfera e mesosfera inferior, até altitude acima de 60 quilômetros, em ambos os hemisférios. Tais dados, combinados com outros obtidos por meio de técnicas outras, permitiriam o estudo de fenômenos como aquecimentos de latitudes médias e altas, oscilações tropicais, inter-relação entre diferentes regiões da atmosfera, configuração em grande escala e relações inter-hemisféricas na atmosfera superior.

Os lançamentos brasileiros dentro do EXAMETNET, utilizando foguetes meteorológicos tipo HASP, foram iniciados a 12 JAN 1966. Nesse mesmo ano, lançamentos de HASP e ARCAS passaram a ser executados conforme o tipo de medida a ser feita.

Com ambos os foguetes, era possível dois tipos de medidas: TEMPERATURA E VENTOS ou APENAS VENTO. Para medida de temperatura e ventos utilizava-se uma sonda que, no apogeu, ejetava a carga-útil com sensor de temperatura, transmissor de telemetria e “STARUTE”, um tipo de pára-quedas que fazia o conjunto descer lentamente, enquanto o receptor em terra gravava os valores de temperatura. O pára-quedas, dotado de refletores metálicos, era seguido pelo radar, no qual um computador convertia a informação resultante de posição em função do tempo, em vento em função de altura, por meio de uma técnica de diferenciação numérica, processo idêntico ao

usado com balões de radiossondagem. Normalmente, os dados obtidos com carga de foguetes recebiam complementação com os registros de balão-radiossonda abaixo de 30 quilômetros.

Para medir apenas vento, o foguete HASP usava carga tipo “CHAFF”, ou palha metálica. No apogeu, o foguete ejetava um grande número de agulhas metálicas com dimensionamento adequado à frequência do radar (papel de alumínio cortado como agulha), que, em forma de nuvem, caía lentamente, permitindo rastreamento pelo radar e idêntica conversão de dados, resultando todos os valores de vento, desde o alcance máximo, em torno de 65 quilômetros, até a sobreposição dos dados de uma radiossondagem. O mesmo tipo de medida era possível com a carga ROBIN do foguete ARCAS.



Figura 19 - A preparação final de um foguete LOKIDART, ao lado do lançador. Vê-se os Sargentos Herculano, o autor e o Sargento Eustásio.



Figura 20- A saída de um LOKIDART do lançador.

A partir de 1969, o foguete HASP foi substituído pelo LOKIDART, essencialmente igual em tudo, variando apenas em alguns detalhes técnicos de construção.

A participação do Brasil na rede EXAMETNET foi, mais ou menos, regular até 1978, último ano de lançamentos, conforme se depreende do quadro abaixo:

| ANO               | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976          | 1977 | 1978 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|------|------|
| Nº DE LANÇAMENTOS | 16   | 16   | 12   | 03   | 16   | 05   | 12   | 13   | 22   | 01   | 22<br>+<br>15 | 36   | 10   |

A particularidade maior do quadro é referente ao ano de 1976, quando o INPE passou a operar também no Campo de Provas da Marambaia, localizado na Restinga de mesmo nome, no Rio de Janeiro. Campo pertencente ao Exército e de onde foram feitos 15 lançamentos no referido ano.

O convênio assinado previa lançamentos semanais ao meio-dia solar das quartas-feiras. Em caso de escassez de recursos, pelo menos um lançamento

mensal na quarta-feira do meio do mês, ou como recomendado pelo CALENDÁRIO GEOFÍSICO INTERNACIONAL.

A rede EXAMETNET, inicialmente tendo apenas Argentina, Brasil e Estados Unidos como membros, foi-se ampliando, chegando a cobrir o mundo todo com 24 campos de lançamentos e mais dois navios russos no Oceano Índico, além de total participação no sistema internacional de intercâmbio de dados (WDC – World Data Center).

## **5.2 – PROJETO GRANADA:**

Em 15 de novembro de 1965, o CNPq/CNAE assinou convênio com a NASA visando lançamentos de foguetes tipo NIKE-CAJUN, a partir do Campo de Barreira do Inferno. Destinado a medir principalmente temperatura, pressão e a densidade atmosférica até altura de 120 quilômetros, utilizando cálculos da propagação do som produzido em várias alturas por explosões sucessivas de granadas. Os parâmetros fundamentais medidos eram: a posição no espaço e o tempo de cada explosão, o ângulo e o tempo de chegada das ondas de som na rede de microfones instalados no solo. As medidas eram feitas em quatro lugares, simultaneamente :WALLOPS FLIGHT CENTER, Virgínia e POINT BARROW, Alaska (EE.UU.), FORT CHURCHILL (CANADÁ) e CLFBI, RN (BRASIL). Com estações localizadas desde baixas até altas latitudes, ambicionava-se poder estudar processos energéticos de grande escala, provocados indiretamente pelo sol. Os lançamentos eram efetuados em períodos associados ao aparecimento de nuvens noctiluscentes nas altas latitudes.



Figura 21 - O foguete NIKE-CAJUN já devidamente instalado no lançador recebendo os ajustes finais. O autor está à esquerda.

A ogiva do foguete, além da instrumentação normal, conduzia granadas que eram ejetadas e explodiam, uma a uma, a diferentes alturas. O “flash” da explosão emulava os sensores de luminosidade do tipo infra-vermelho, espaçados em um anel externo por 120°, que gerava um sinal transmitido pela telemetria de bordo. O som, propagando-se na atmosfera, era recebido por uma rede de microfones de alta sensibilidade, montados em vários pontos da Barreira do Inferno e interligados à Estação de Som, instalada no DOVAP (Doppler Velocity and Position), telemetria do sistema. Os dois sinais processados caracterizavam os valores dos parâmetros atmosféricos indagados.

Os lançamentos do Projeto GRANADA eram complementados com os dados obtidos no EXAMETNET.

Era empregado um foguete de dois estágios chamado NIKE-CAJUN, ambos de propelente sólido. O primeiro estágio era um míssil NIKE, modelo M5E1, padrão militar. O segundo era um CAJUN, fabricado pelo THIOKOL, com um iniciador retardado 17 segundos em relação ao disparo. O apogeu nominal da carga-útil de 39 quilos era de 122.000 metros. Onde a última e mais possante das granadas destruía o que restava.

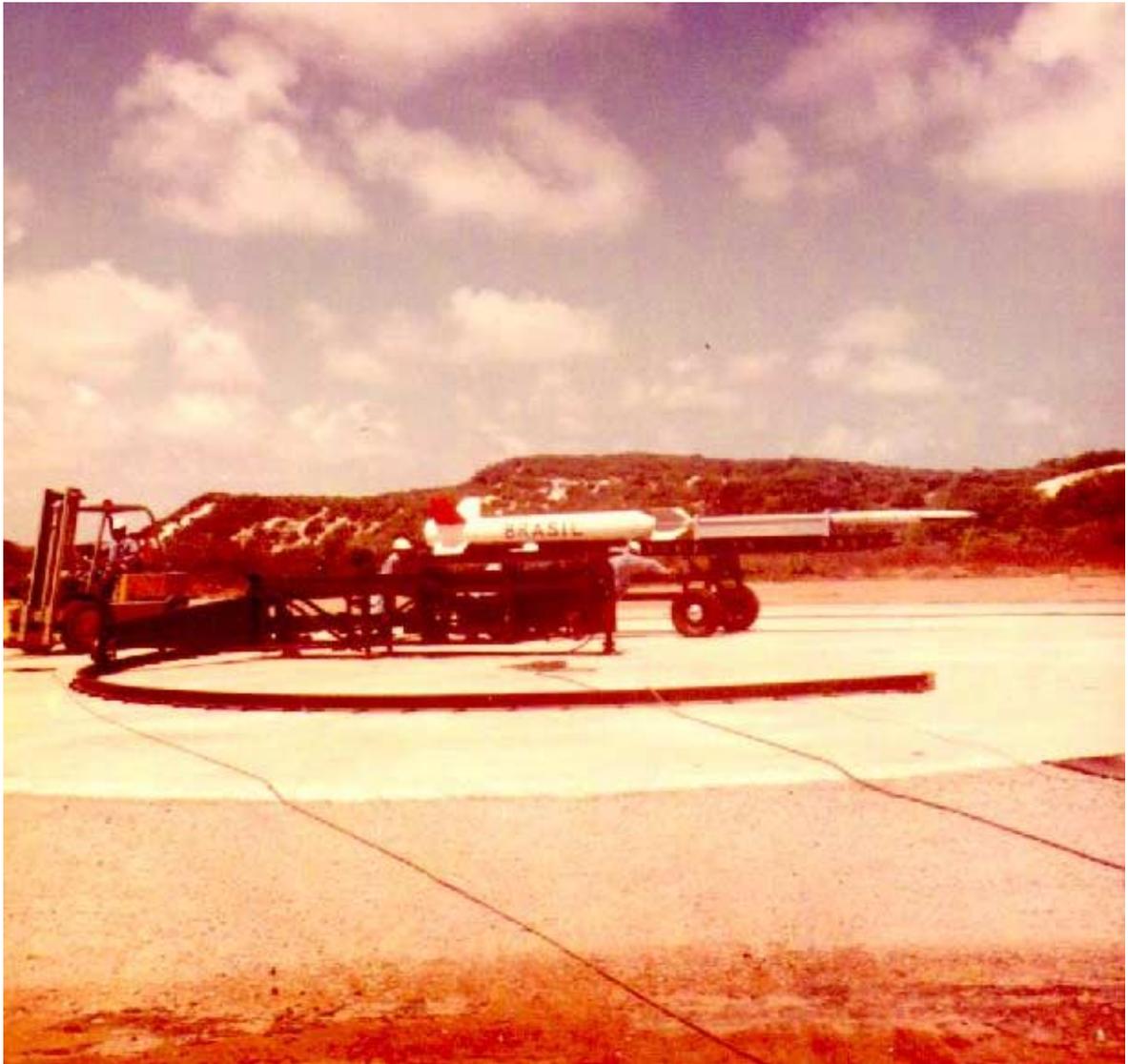


Figura 22 - Foguete NIKE-CAJUN no lançador, já totalmente preparado.

O primeiro lançamento do Projeto GRANADA foi realizado a 01 MAIO 1966 e o último no dia 25 MAR 68, intermediado por 25 operações de sucesso.

### 5.3 – **PROJETO ECLIPSE:**

Sem dúvida, o maior volume de medidas visando pesquisa, jamais feito em território brasileiro. E, certamente, muito difícil de ser repetido com tamanha abrangência, envolvendo medidas em Astronomia, Fenômenos Coronais, Geodésia, Absorção, Geomagnetismo, Ionosfera em suas diversas camadas, Processos Fotoquímicos, Propagação, Radiação Solar em seus vários espectros e Ruídos Atmosféricos.

O eclipse total do sol ocorreu no dia 12 NOV 1966, exatamente às 11:10 local, na parte sul do litoral gaúcho. Para ser mais preciso, a linha de obscuridade começou ao nascer-do-sol no Oceano Pacífico, com uma trajetória descrita sobre o Peru, Bolívia, norte da Argentina e o sul do Brasil, para ingressar no Atlântico Sul até o por-do-sol.

Foram realizados vários experimentos ligados, principalmente, ao estudo do comportamento das altas camadas da atmosfera terrestre durante o período de sombra. Foi a rara oportunidade para cientistas observarem toda uma série de fenômenos, no breve tempo de alguns minutos. Para tal, instrumentos foram montados no solo, muitos colocados a bordo de aviões e outros lançados de foguetes.

- MEDIDAS COM FOGUETES INSTRUMENTADOS: Foi necessário a instalação e desmonte posterior de um Campo de Lançamentos de Foguetes em Cassino, com 8 prédios, 19 plataformas, 7,5 quilômetros de ruas, complexa linha de alimentação de energia elétrica e intercomunicação para 16 “trailers” com radares, computadores e telemetrias. No curto período da totalidade do eclipse sobre o Campo, foram lançados, simultaneamente, 14 foguetes, além de 3 lançados anteriormente, sendo: 5 NIKE-APACHE, 3 NIKE-HYDAC, 4 NIKE-JAVELIN e 5 NIKE-TOMAHAWK. Não contando os 5 foguetes reservas que foram também montados e desmontados posteriormente. Os foguetes destinavam-se a observações na faixa de 100 a 300 quilômetros de altura. Para completar o quadro de medidas, foram instalados, nas proximidades de Cassino, mais 5 sítios fazendo rastreamento, fotografias, transmissão e recepção de dados, com atividades associadas aos foguetes lançados.



Figura 23 - Um foguete NIKE-TOMAHAWK no lançador, já pronto para o disparo.

- MEDIDAS FEITAS DE AERONAVES: Aviões a jato, modificados para a observação do eclipse, representaram significativa participação no Projeto. Quatro KC-135 e CONVAIR 990, sediados em Porto Alegre, Galeão e Buenos Aires, envolvendo experimentos de 36 organizações científicas, voaram a 10.000 metros, seguindo a faixa de totalidade, com instrumentos necessários para “ver” os efeitos de sombra e luz na ionosfera.
- OBSERVAÇÕES DO SOLO: Em 41 diferentes locais, ao longo da obscuridade, principalmente em BAGÉ-RS, que ocupou quase o centro geográfico da faixa sombreada, com equipamentos especializados e grande número de cientistas ali postados.

Para atender toda a linha técnica e logística do Projeto, esforços de várias organizações foram somados. Da parte dos Estados Unidos, um sem número de universidades compareceu com seus experimentos, equipamentos e técnicos, além da NASA, DASA e SANDIA.

Da parte brasileira, uma associação de esforços da CNAE e GTEPE, com escritórios e pessoal instalados em S. JOSÉ DOS CAMPOS (SP), PORTO ALEGRE, BAGÉ, RIO GRANDE (RS), PRAIA DE CASSINO (RS) e RIO DE JANEIRO, trabalhando integralmente durante quatro meses, foi necessário para

desembarcar e movimentar 800 toneladas de equipamentos destinados a centenas de experimentos e instalações em variados pontos. Além da hospedagem e trânsito de 380 cientistas estrangeiros. A CNAE colocou todo o seu efetivo a serviço do projeto, tanto na área administrativa, como científica. O GTEPE empregou praticamente todo o pessoal que, de alguma forma, participava do esforço espacial nos quadros da Aeronáutica, inclusive, todo o efetivo do CLFBI. Setenta oficiais, sargentos e soldados foram convocados para a Praia de Cassino, além de todo o grupo de comunicações do ECA-2 (Segundo Esquadrão de Controle e Alarme), sediado em Porto Alegre.

Vale evidenciar que a operação do Projeto Eclipse foi a mais completa e complexa já realizada, pode-se dizer, no hemisfério sul, envolvendo equipes do Brasil, Estados Unidos, Itália, Holanda e Uruguai. Embora a duração da fase operativa tenha sido curtíssima, os resultados, entretanto, foram compensados, trazendo enormes benefícios para toda a humanidade. Como ficou salientado em fevereiro de 1968, quando em seu auditório, em S. JOSÉ DOS CAMPOS(SP), a CNAE montou o Simpósio do Eclipse, trazendo de volta, os cabeças dos experimentos e discutindo seus valiosos resultados.



Figura 24 - O Campo de Lançamento de Cassino na manhã de 12 de novembro de 1966, dia do eclipse total, com visão dos lançadores para Nike-Tomahawk, alguns já com o foguete devidamente instalado.

#### 5.4 – **PROJETO AEROBEE:**

Por muitos séculos, o homem prescuto as estrelas. Até após a segunda guerra mundial, todas as observações eram feitas através de telescópios, pela captação da luz emitida pelos astros. No final dos anos quarenta, foi detectado que um sem número de informações sobre a natureza do Universo poderia ser obtida pelo estudo das emissões na faixa de frequências, convencionalmente chamada de rádio, vindas de alguns objetos celestiais. Daí, ter surgido a Radioastronomia, hoje praticada mundialmente.



Figura 25 - Foguete AEROBEE após o disparo, onde nota-se a combustão simultânea do AEROBEE,(queimando os propelentes líquidos) e a queima do “booster”, com propelente sólido.

No começo da década de sessenta, foram lançados foguetes com detetores de raios-x, sendo descoberto, para surpresa da comunidade científica, que alguns objetos do céu emitiam esses raios, abrindo, assim, um imenso campo para os estudiosos do assunto.

A partir daí, as pesquisas foram conduzidas no sentido de conhecer mais e melhor a natureza e as causas dessas emissões, tendo sido caracterizado que a maioria dos objetos emissores identificados estavam dentro de nossa própria galáxia, a Via Láctea. Apenas alguns emissores de raios-x estavam fora dela.

Todo o céu passou a ser estudado, desde os astros mais próximos até aqueles que se situam no limiar do Universo observável, tornando-se os raios-x um dos melhores meios de estudo dentro da Radioastronomia.

Entretanto, a maior parte dos estudos desse tipo de emissão tinha sido feita no hemisfério norte. Daí, o pedido para lançamento de um foguete com detetores para raios-x ter sido a primeira proposição de grande complexidade recebida pelo grupo brasileiro. A solicitação visava a possibilidade de observação no hemisfério sul de fontes não descobertas nas exaustivas sondagens ao norte.

A idéia era poder examinar determinados corpos celestes visíveis no hemisfério sul, que emitem raios-x, como, por exemplo, perto de nossa galáxia a Grande e Pequena Nuvem de Magalhães, as quais realmente não são nuvens no sentido real, mas sim, conjuntos de estrelas, parecidas com a nossa Via Láctea. Centauro A, também pesquisável do hemisfério sul, foi objeto de análise dentro desses vôos iniciais devido os fortes indícios que existiam da ocorrência de violentos fenômenos, despertando, também, interesse por ser a mais distante e mais poderosa fonte de rádio do céu.

Os comprometimentos das experiências propostas conduziam a escolha do Aerobee 150 como veículo ideal. Isto porque o foguete deveria seguir um certo apontamento estelar, necessitando, para tal, um sistema de duplo giroscópio capaz de fazer manobrabilidade de correção de curso. Além das implicações de diâmetro da ogiva.



Figura 26 - Foguete AEROBEE todo montado no carrinho de transporte e pronto para ser verticalizado no lançador. Só na vertical, o foguete podia ser abastecido com o combustível líquido, com o oxidante líquido e pressurizado com gás hélio.

A operação conduzida no Campo de Barreira do Inferno, no dia 12 DEZ 1966, inaugurou uma série de atividades novas para a equipe ali instalada. Foi, até hoje, o único tipo de foguete a propulsão líquida jamais lançado de território brasileiro, fazendo, também, uma experimentação realmente completa, com o seguinte elenco de objetivos básicos:

- Prospeção das Nuvens de Magalhães, com vistas à emissão de raios-x;
- Prospeção celeste do hemisfério, buscando identificar fontes galácticas de emissão de raios-x;
- Obtenção do quadro espectral preliminar de possíveis fontes de emissão de raios-x ainda não conhecidas, discriminado por níveis de energia;
- Obtenção de informação espectral adicional sobre fontes já conhecidas.

Para atender tantos propósitos, a carga-útil continha quatro detetores de raios-x, dois dos quais do tipo contador GEIGER de grande área, um do tipo

contador proporcional, também de grande área, e um do tipo cintilômetro combinado a um fotomultiplicador.

O foguete empregado, o AEROBEE 150 modelo AGVL-0113F, usava IRFNA (ácido nítrico inibido fumígeno) como oxidante e ANFA (anilina 65% e álcool furfúrico 35%) como combustível, ambos injetados na câmara de combustão por gás hélio pressurizado, e tendo a propulsão inicial ajudada por um “booster”, a propelente sólido.

Usando o mesmo equipamento e com variações nos experimentos, foram lançados mais três AEROBEE's. Um em NOV 1967 e dois em MAR e JUN 1969, após o que todas as facilidades do sistema AEROBEE retornaram aos EE.UU., encerrando assim o projeto, iniciado quatro anos antes, com o treinamento de um grupo de oficiais e sargentos da FAB no complexo WHITE SANDS MISSILE RANGE, entre os quais , o autor.



Figura 27 - O complexo de facilidades montadas no CLFBI para atender o lançamento dos foguetes AEROBEE, compreendendo a torre de lançamento, o depósito dos propelentes e meios de movimentação dos foguetes.

### 5.5 – **PROJETO SATAL:**

O Projeto SATAL (Satélite Alemão) foi feito de acordo entre CNPq/CNAE, NASA e algumas entidades científicas da Alemanha Ocidental, particularmente Max Planck Institut (MPI) e DVL Oberpfaffenhofen (hoje DFVLR), visando os testes preliminares dos experimentos que seriam colocados no satélite alemão GRSA/625, tendo o Dr. E. Keppler do MPI, como cientista responsável pelo projeto.

Uma análise inicial dos mesmos experimentos havia sido feita em altas latitudes, mais precisamente do Campo de Lançamentos de Fort Churchill, no Canadá, pelo uso de um foguete tipo NIKE-APACHE.

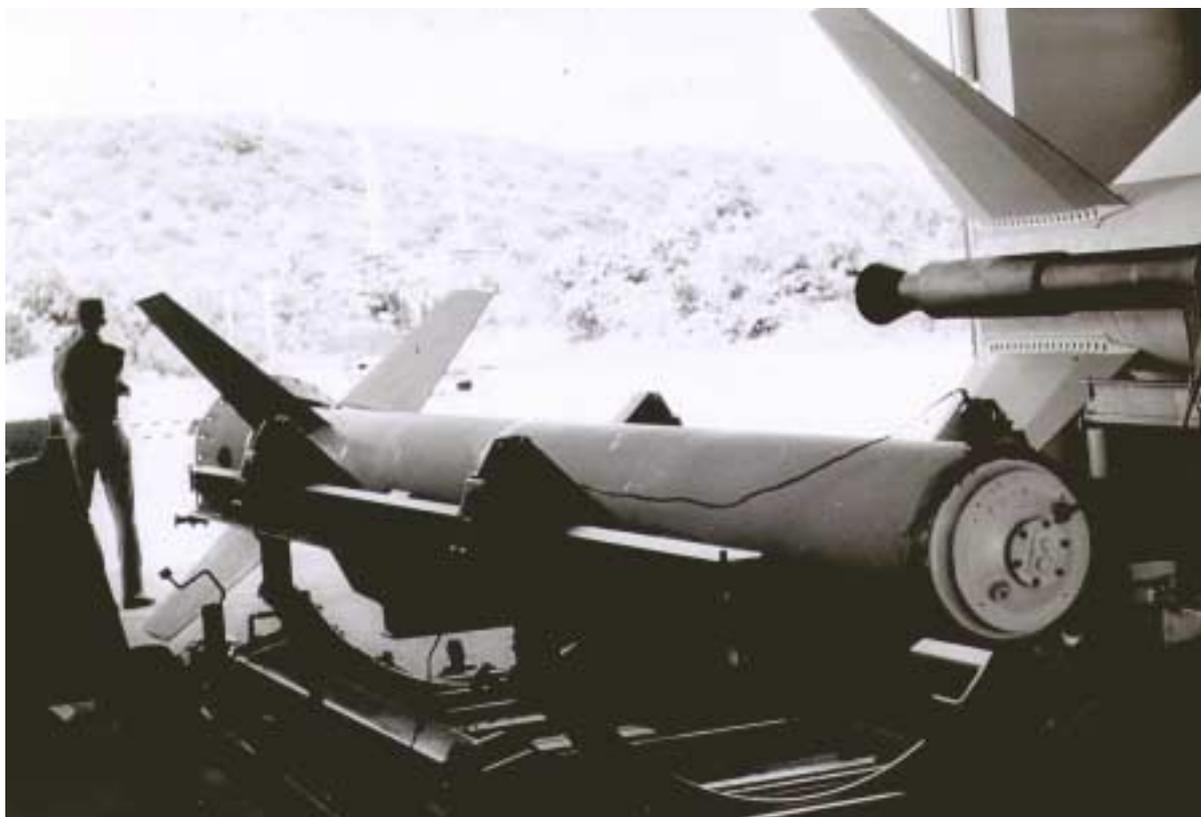


Figura 28 - Na foto aparece o foguete HONEST JOHN (1º estágio) e o NIKE (2º estágio), recebendo a montagem dentro do prédio da PREPARAÇÃO

A operação no CLFBI, utilizando um foguete JAVELIN para apogeu de 1054 quilômetros, com uma carga-útil de 50 quilos, objetivava medidas de prótons, elétrons e partículas alfa em várias faixas de energia da zona de radiação, na Anomalia do Atlântico Sul. Em resumo, esperava-se que os sensores pudessem encontrar níveis de radiação semelhantes aos que o satélite encontraria. Adicionalmente, usariam as medidas de solo feitas com magnetômetro de alta resolução.

Pelo convênio, a NASA teve a responsabilidade do veículo e apoio de lançamento, além de alguns itens de equipamentos. O grupo alemão compareceu com a carga-útil, não só com a parte de experimentos, mas, também, a telemétrica e sensores de dados mecânicos.



Figura 29 - Momento em que o JAVELIN era instalado no lançador, estágio após estágio. Vê-se o segundo estágio já no lançador e pronto para receber o acoplamento para o terceiro estágio. O autor aparece de capacete.

O quadro das experiências do SATAL incluiu:

- a) Telescópio de prótons (EI 88) para medidas da energia no espectro de prótons, na região entre 1 e 100 Mev, direcional;
- b) Telescópio de prótons de alta energia (EI 89) para identificar medidas na região entre 75 a 300 Mev;
- c) Telescópio de prótons de baixa energia (EI 92) para a região entre 0.2 a 2 Mev;
- d) Contador de próton e elétron unidirecional (EI 93) para medidas do fluxo de prótons (6 e 120 Mev) e elétrons (0.3 e 3 Mev);
- e) Detetor de partículas alfa e prótons (EI 59) para medidas de partículas Alfa Galática e solar, além dos 5 Mev/Nucleon;

- f) Magnetômetro de três eixos, tipo fluxgate (EI 15) para controle de orientação dos eixos do satélite com relação ao campo geomagnético, combinado com medida de perturbações geomagnéticas.

As experiências chamadas secundárias objetivaram:

- a) Acelerômetro para informação de performance do veículo.
- b) Oito sensores de temperatura.

O veículo usado para esse programa foi o JAVELIN, de quatro estágios, constituído de:

1º estágio – Foguete militar HONEST JOHN.

2º e 3º estágio – Dois foguetes tipo NIKE.

4º estágio – X-248 (foguete com estrutura em fibra de vidro).

O JAVELIN, com um peso total de 13.765 quilos, após o desacoplamento dos três primeiros estágios, em altitudes acima de 150 quilômetros, alcançou velocidades de até 3900 m/s. O JAVELIN foi o maior foguete lançado do CLFBI.

A operação SATAL, com dois lançamentos sucessivos de mesmo engenho, ocorreram nos dias 16 e 17 de junho de 1967.



Figura 30 - A ignição inicial do HONEST JOHN, proporcionando um belo espetáculo de decolagem. Os foguetes componentes do JAVELIN, queimavam em série, um após o outro.



Figura 31 - Foguete BLACK BRANT-VC, no lançador, em condições de disparo. Nota-se, em primeiro plano os lançadores do ARCAS e do HASP.



Figura 32 - Foguete BLACK BRANT-VC lançado em 08.03.1972 dentro do programa do DFVLR, já pronto para lançamento.

## 5.6 – **PROJETO POEIRA:**

O objetivo deste Projeto foi, essencialmente, medir o fluxo de meteoróides (poeira cósmica) na alta atmosfera, em altitudes entre 70 a 160 quilômetros, bem como sua variação com a latitude. A carga-útil, composta de coletores de poeira, os quais operados seqüencialmente nas várias altitudes por cronômetros e pirotécnicos, fechavam-se hermeticamente e ficavam em condições de um mergulho no mar, para conseqüente recuperação.

Os resultados, quando comparados com experimentações similares de outras latitudes, levados a efeito em Fort Churchill (Canadá), Kronogard (Suécia) e White Sands (New México, USA), permitiram o estabelecimento de um perfil de valores durante as chamadas “chuvas” de Persêidas, no caso particular.

Dos muitos projetos conduzidos na Barreira do Inferno, dentro do elenco de atividades programadas entre CNAE, NASA, Ministério da Aeronáutica e outras, a citação deste, singularmente, deve-se à inauguração de algumas atividades, que em muito vieram a ajudar no desenvolvimento de recursos semelhantes para os lançamentos brasileiros. Basta citar:

- Foi a primeira série de lançamentos com recuperação da carga-útil no mar, conseqüentemente, a primeira série de operações envolvendo aviões, navios, helicópteros e todo um aparato de comunicação. Para tornar possível acompanhar, localizar e recuperar a carga-útil a 150 quilômetros do ponto de lançamento.
- Foi a primeira carga-útil lançada no Brasil com ACS (Attitude Control System), dispositivo que permitia, por giroscópios e sistemas de correção, manter o curso do foguete, segundo um certo azimute.
- A operação deveria considerar, não só o estado da experimentação (ocorrência de “chuvas” de meteoritos), condições do mar visando a recuperação, como também a operacionalidade de todos os meios envolvidos (dois radares/computadores, duas telemetrias, aviões, helicópteros, navios e suas tripulações).

Os dois primeiros lançamentos destinados a verificar e avaliar o sistema e operação de recuperação da carga-útil no mar ocorreram nos dias 19 e 22 SET 1967. Os quatro operacionais foram conduzidos nos dias 08, 11, 12 e 15 AGO de 1968.



Figura 33 - Parte da carga-útil, após recuperada, sendo examinada pelo Cientista do Projeto.

Foram empregados foguetes do tipo NIKE-IROQUOIS, de dois estágios, e o Projeto esteve a encargo do antigo AFCRL (Air Force Cambridge Research Laboratory), hoje AFGL.



Figura 34 - Um foguete NIKE-IROQUOIS, de dois estágios, parte do Projeto POEIRA, recebendo o ajuste final de inclinação do lançador, feito pelo autor.

## 5.7 - PROJETO SECOR.

OBSERVAÇÃO: A referência ao Projeto SECOR, neste livro, é devida à importância que o Projeto teve na época. Com um equipamento muito sofisticado com o uso de satélite geodésico, trouxe para o Brasil o que havia de mais recente na tecnologia de determinação de pontos geodésicos de primeira ordem. O material para o projeto chegou a Natal em dois C-130 da USAF (United States Air Force) no dia 13 de setembro de 1967. Foi dado início aos trabalhos, com a chegada do pessoal que iria instruir os locais quanto à operação da Estação. O projeto foi encerrado em 1º de julho de 1968. O autor, após a operação do Projeto escreveu um livro descrevendo o sistema, e apresentando os resultados obtidos no Brasil.

O SECOR (SEquential COLLation of Range) ou seja, Coleção Sucessiva de Distâncias, era um sistema que operava sob o princípio físico de que, um sinal de rádio em frequência modulada, passando através do espaço, sofria uma mudança de fase proporcional à frequência modulada. Tal mudança devido ao tempo e distância percorrido era interpretada como extensão entre a estação transmissora e a receptora. A finalidade do Projeto era a execução de uma cadeia geodésica intercontinental constituída de quadriláteros de lados muito extensos, medidos pela locação de quatro estações de terra e um transceptor instalado num satélite. O referencial criado pelo SECOR visava referir todas as cadeias e redes geodésicas existentes no mundo a um *datum* único, permitindo desta forma, não só um mapeamento cuja precisão era de aproximadamente uma parte em um milhão, como também um conhecimento exato da forma e tamanho do globo terrestre.

O sistema operava usando quatro estações de terra como uma cadeia, cada estação separada uma das outras por centenas ou milhares de milhas, dependendo da altitude do satélite. Três das estações ficavam localizados em pontos determinados, conhecidos e precisos, enquanto a quarta estação estava localizada em um ponto onde as coordenadas geodésicas eram desconhecidas. As exatas distâncias das estações individuais ao satélite eram determinadas pela interpretação dos dados recebidos e gravados, relativos às mudanças de fase, e por meio destas, a posição da estação de terra “desconhecida” era encontrada.

Com a retirada da Estação SECOR nº3, o que ficou como resultado foi:

- Quatro marcos de cimento, com chapa metálica que caracterizam o vértice geodésico de 1ª ordem, chamado “Barreira do Inferno”, determinado pelo CNG (Marco principal e três testemunhas);

- Marco de azimute geodésico, encravado na base do teodolito, a leste das plataformas;
- Marco de azimute astronômico determinado pelo IAGS, localizado próximo a um dos marcos testemunhas.

Durante a operação do SECOR, participaram do Projeto três oficiais do Exército, um oficial da Marinha e dois da Aeronáutica. Os norte-americanos num total de oito foram chefiados pelo Cap. Richard Waitt, do U.S.Army. Participaram, ainda, três técnicos do IAGS e dois do CNG.

## **5.8 - PROJETO BAKER-NUNN**

No meado do ano de 1967, a NASA propôs a CNAE/GETEPE a instalação de uma Estação para rastrear noturnamente os satélites de maior relevância por meio de uma Câmara BAKER-NUNN. A Estação seria construída nas dependências do CLFBI e a equipe a ser contratada receberia treinamento aqui mesmo. A construção e operação da Estação estaria a encargo da SMITHSONIAN INSTITUTION, a qual já operava equipamentos semelhantes em outras partes do mundo.

Naquele mesmo ano foi iniciada a construção do prédio que daria abrigo à Câmara, com todas as características de observatório, inclusive com teto deslizante para expor a Câmara a céu aberto. Já em outubro de 1967 começou a operação da BAKER-NUNN.

A Câmara que pesava 180 quilos e operava da seguinte forma: conhecendo a exata hora de passagem de um certo satélite, a Câmara fotografava, com um filme de alta sensibilidade (2000 ASA) a passagem do satélite, com tempo instantâneo ou exposição, e após a revelação do filme, o dito era comparado com uma quadrícula modelada com todas as estrelas daquela parte do céu. Aí era feito o enquadramento em coordenadas e definida a exata posição do satélite, claro está com uma precisão de tempo de alta qualificação, garantido por um relógio atômico.

A Câmara BAKER-NUNN operou regularmente por mais de dez anos. Depois que a Smithsonian Institution abandonou a operação do sistema, a Câmara foi retirada do Prédio construído exclusivamente para tal fim, a pedido da Direção do CLFBI, que passou a usar o referido prédio como centro de comunicações e posteriormente virou um Centro de Visitantes. A BAKER-NUNN está até hoje nas dependências do INPE/NATAL, aguardando algum museu que a adote. O que há de interessante é que até hoje, em várias partes do

mundo existem Câmaras semelhantes operando. Dos técnicos e engenheiros que operavam a Câmara , ainda existem uns dois vivos, por aí.

## **CAPÍTULO 6**

### **ATIVIDADES DO INPE NO NORDESTE**

#### **6.1 - O CENTRO REGIONAL DO INPE NATAL, FORTALEZA e SÃO LUÍS - CRN**

##### **6.1.1 – O INPE DE NATAL**

Quando foram iniciadas as operações de lançamentos de foguetes no CLFBI, as atividades da CNAE se confundiam com as atividades do então GTEPE, considerando que todos estavam desejando tirar o máximo de conhecimento das operações que eram conduzidas. O GTEPE cuidando das atividades mais ligadas à operação dos foguetes e a CNAE vivendo a parte científica dos projetos. Mas, com o tempo, pequenos deslizes foram surgindo entre as partes, sendo que a CNAE sentiu a necessidade de ter em Natal um mínimo de apoio. Ora para facilitar o trânsito de materiais que vinham do estrangeiro para atender circunstâncias de lançamentos, ou ainda para responder junto a órgãos públicos, enfim, para representar a CNAE naquilo que fosse necessário. Daí porque, já em 1969 a CNAE montou um pequeno escritório em Natal. Inicialmente, ocupando uma salinha no prédio da antiga Escola Industrial (no Centro de Natal), onde ficou até 1971.

Os sete primeiros anos do CLFBI foram de muita atividade com foguetes, tanto os de projetos da NASA, DFVLR, AFCRL, etc., bem como, o GETEPE/S.J.Campos estava surgindo com alguns foguetes militares, daqueles que os aviões de guerra conduzem, e o local de testes dos ditos era no CLFBI. No QUADRO DE LANÇAMENTOS, no final deste livro, estão consignados todos os lançamentos feitos até 1970, onde estão registrados 128 foguetes estrangeiros de grande porte. E por que o número de lançamentos foi diminuindo ano-a-ano? É simples. As técnicas de melhores sensores para medidas diferenciais a partir de satélites avançaram aceleradamente, e a maioria dos fenômenos a serem indagados na atmosfera, passaram a ter um registro continuado, via satélite. Os foguetes suborbitais com medidas científicas, que ofereciam apenas alguns minutos de informação, foram escasseando. E aquele sortimento de foguetes lançados seguidamente nos primeiros tempos foi, aos poucos, desaparecendo. O CLFBI foi pensado para fazer esse tipo de operação, ou seja, vôos balísticos de grande apogeu. A área ocupada pela Barreira do Inferno inicialmente, 5.000 m<sup>2</sup>, realmente era muito acanhada para projetos mais audaciosos. Até mesmo, para distanciar a instrumentação (radar, telemetria, etc.) das plataformas de lançamentos, oferecendo um melhor ângulo de visada no momento do lançamento dos foguetes, foi preciso desapropriar uma boa gleba

de terra, do outro lado da hoje chamada *estrada do sol*. Mas, aos poucos, a Cidade foi se espalhando pelas terras vizinhas ao CLFBI, obliterando qualquer possibilidade de lançamento de foguetes de maior porte, sob pena de colocar toda a vizinhança dentro da área de perigo, sujeita à interdição. Daí, ter surgido o Campo de Lançamento de Alcântara. O que Natal perdeu na denominação de **Capital Espacial**, ganhou em segurança para a sua população.

Mas, o surgimento da idéia de um programa nacional de teleducação pelo uso de satélite de comunicações, estava fascinando aqueles que pensavam “grande” dentro da CNAE. E algumas providências começaram a ser tomadas, permitindo que incentivos e orçamento fossem canalizados para a consecução do Projeto SACI (Satélite Avançado de Comunicações Interdisciplinares), como um todo e, mais precisamente, para a realização do Projeto em uma pequena área experimental. Como a CNAE já tinha conhecimentos dentro da Universidade Federal do R.G.Norte (UFRN) e do Governo do Estado, pareceu oportuno que o Rio Grande do Norte seria o lugar ideal para testar os instrumentais adequados à **teleducação**, apesar da precária situação da rede de ensino público. Então foi criado o EXERN – Experimento Educacional do Rio Grande do Norte, cuja operacionalização está brevemente descrita no título 6.1.1.1, deste livro.

Datado de 10 de janeiro de 1971, foi assinado o convênio entre UFRN, CNAE e Governo do Estado, registrando a doação que a UFRN fazia à CNAE de uma gleba, no quintal da antiga Escola de Engenharia, e aonde deveriam ser construídas todas as facilidades para a consecução do ambicionado EXERN.

Inicialmente, já em 1971, começou a ser construído o prédio que abrigaria o Centro de Computação. Tal prédio, chamado ALFA, quando pronto recebeu o computador em uma sala climatizada de 144 m<sup>2</sup>, mais sala da Chefia e, provisoriamente, o controle da Estação de Televisão com um pequeno estúdio. Também o prédio BETA, da Administração, com cinco apartamentos para hospedagem, foi logo iniciado. No começo de 1972 foi apressada a edificação do prédio GAMA, que daria abrigo a tudo que representava a Estação de TV, mais a parte técnica do conglomerado.

Vale assinalar que naquela época não existia Campus Universitário. A Reitoria e todas as chamadas faculdades eram espalhadas pela Cidade. No terreno onde foi construído o Campus Universitário, era um campo de manobras do Exército. A então Escola de Engenharia e o INPE foram os originários do Campus. Aliás, nos dias 17, 18 e 19/05/1971, o INPE montou o V SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE SISTEMAS, que contou com a participação de todos os componentes da equipe do novo Reitor Genário Fonseca, destinada à **IMPLANTAÇÃO DA REFORMA ADMINISTRATIVA DA UFRN**. Após a

cessão do terreno que o Exército fez para a construção do Campus Universitário, teve lugar outro Seminário auspiciado pelo INPE visando estabelecer uma abordagem de racionalidade nos planos de construção do mesmo. Resumindo: o INPE esteve presente em todos os atos que geraram o Campus Universitário, mesmo porque, o próprio INPE continuava construindo dentro da área que lhe havia sido reservada.

Durante toda a vivência do EXERN, o INPE chegou a ter um efetivo de 350 pessoas trabalhando:

- Na operação, manutenção técnica, produção e administração da TV-U e suas repetidoras. Os programas diversionais gerados pela TV-U contava com um efetivo de jornalistas, locutores, apresentadores, pessoal de estúdio, etc.
- Na operação, manutenção técnica, digitação e trânsito de todos os trabalhos processados no Centro de Computação - COMPERN. Todas as folhas de pagamento do Governo do Estado, da Prefeitura de Natal, da UFRN, etc., tudo era processado no COMPERN, inclusive todas as contas da COSERN. O COMPERN funcionava 24 horas por dia, todos os dias da semana. Depois que o computador B-500 foi substituído por um B-3500 (isto em 1974), muito mais poderoso em termos de produção, o volume de serviço foi dobrado.
- Cinco Centros de Logística, localizados nas cidades de Natal, Mossoró, Currais Novos, Caicó e Lajes, destinados a manter o controle dos meios impressos, transitar com as supervisoras educacionais e efetivamente fazer funcionar as escolas isoladas com suprimento semanal de baterias para alimentar os aparelhos de TV. Cada Centro dispunha de um “jeep” para o exercício de seu trabalho.
- Apoio às atividades do CLFBI sempre que havia lançamentos com medidas científicas, principalmente, trânsito de meios e facilidades para as operações.



Figura 35 - A TV-U por ser a única estação de TV do RN, tomou para si a obrigação de produzir programas locais de entretenimento e informação. A figura retrata o locutor gravando um programa chamado ACONTECEU, sumário semanal que ia ao ar aos domingos à noite. Era o Fantástico da época.

Após o experimento com o satélite ATS-6 da NASA, e constatada a viabilidade de um **programa de teleducação usando satélites geoestacionários** o INPE começou a preparar a transferência das partes do EXERN a quem de direito, dentro da organicidade do sistema. Assim sendo, a parte educacional foi transferida para a Secretaria de Educação do Estado. A TV-U foi transferida para a UFRN, inclusive com um novo Diretor gerado no próprio INPE. O COMPERN vinha há muito tempo preparando equipes para a UFRN e o Governo assumirem, cada qual, os seus serviços. De forma que foi fácil o Núcleo de Processamento de Dados da UFRN assumir a sua parte e o Governo do Estado montar uma companhia chamada DATANORTE.

Transferidas as partes do EXERN, o INPE de Natal passou a se direcionar para as atividades diretamente ligadas à pesquisa espacial. Continuou operando junto ao CLFBI, sempre que havia lançamento envolvendo medidas científicas, e passou a operar toda uma instrumentação para medidas de solo, feitas com magnetômetros, ionossondas, espectômetros, etc. Mas, o grupo de engenheiros e técnicos, todos formados em Natal, com vocação para C&T, voltou-se para o desenvolvimento de equipamentos particularmente dentro da área de coleta de dados, via satélite ou convencional.

O INPE de Natal se transformou em um grande laboratório de desenvolvimento de facilidades eletrônicas destinadas a atender os projetos que estavam sendo conduzidos no âmbito do Instituto, começando com um grande trabalho no desenvolvimento de uma Plataforma de Coleta de Dados (PCD) que pudesse operar com o Sistema ARGOS, que fazia coleta de dados pelo uso dos satélites TIROS/NOAA. A PCD ficou pronta em 1982, e foi homologada na CNES/França em 1983. De pronto o INPE/Natal passou a fabricar uma série de PCDs para atender alguns programas dentro das necessidades do INPE. Mas, também passou a desenvolver todo um elenco de equipamentos necessários à operação das PCDs como, por exemplo, a maleta para testar as PCDs no momento da instalação no campo. Vale ressaltar que todos os desenvolvimentos conduzidos no INPE/Natal foram disponibilizados para a indústria, e foram feitas algumas transferências de tecnologia e registradas algumas patentes no INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial.



Figura 36 - PCD que estava instalada no INPE/NATAL, e servia para testar desenvolvimentos de partes operacionais do equipamento.

#### 6.1.1.1 - SACI – Um projeto histórico

No meado da década de sessenta, alguns bolsistas da CNAE faziam pós-graduação na STANFORD UNIVERSITY, onde a técnica de desenvolvimento de programas pelos próprios pós-graduandos, constituía a oportunidade para brasileiros, indonésios, indianos, etc., definirem as experiências aplicáveis em suas comunidades.

Contando com a colaboração da CNAE, foi publicado por aquela Universidade, em junho de 1967, o documento ASCEND – Advanced System for Communications & Education in National Development, onde era preconizado um programa de teleeducação, utilizando satélite de comunicação.

Os números levantados no documento espelhavam nações como o Brasil, onde um contingente de novos três milhões de crianças em idade escolar bate às portas das escolas cada ano. Era, e é impossível, a concepção de uma rede de ensino, por mais estruturada que seja, em nação continental, que possa atender demanda tão elevada. A solução parecia lógica: grupos seletos de professores, produtores, intérpretes, redatores, etc., centralizados em uns poucos núcleos de produção de aulas para difusão via rádio, televisão, vídeo-cassete, etc., poderiam gerar um tal efeito multiplicador no processo educacional do país, a ponto de colocar aulas e material didático de excelente qualidade ao alcance da mais humilde e longínqua escola. Associado à excelência do material instrucional, poderia ser utilizado satélite de comunicação geoestacionário, orbitando de tal forma a cobrir todo o território brasileiro, com canais de rádio e televisão retransmitindo aulas aos centros difusores ou diretamente às escolas. Essas, com pequenas antenas parabólicas acopladas a receptores e monitores de vídeo, poderiam receber diretamente do satélite os programas competentemente gerados nos núcleos de produção. Complementado por organismos regionais de avaliação, experimentação de aulas, monitoração de clientela e orientação a professores e alunos.

Foi exatamente isso o que ocorreu a um grupo de cientistas da CNAE, quando propôs ao Ministério da Educação a criação de um audacioso programa de teleeducação para o Brasil. Do pensamento à execução, claro, haveria um grande empreendimento. Primeiro, a necessidade de criação de um núcleo de treinamento de pessoal para teleeducação, pois, quase nada existia no Brasil, naquela época.

Motivo do surgimento do Mestrado em Tecnologias Educacionais, na própria CNAE, além de pequenos cursos de aplicação. E o ousado Projeto SACI (Satélite Avançado de Comunicações Interdisciplinares), que ambicionava um

SISTEMA NACIONAL DE TELEDUCAÇÃO, utilizando um satélite de comunicações como meio de difusão.



Figura 37 - Logotipo do Projeto SACS, usado para identificação das aulas, isto em 1972.

Mas, para chegar a um programa grandioso com satélites, a nível nacional, seria necessário experimentar os instrumentais da teleducação em âmbito menor. Daí ter nascido o Experimento Educacional do Rio Grande do Norte (EXERN), com várias MISSÕES, buscando abranger dois terços do Estado, com 500 escolas equipadas com aparelhos de Rádio, TV, ou ambos, e centros de transmissão, cobrindo a área do Experimento com sinal válido de áudio e vídeo.

Para a realização do EXERN foi assinado um convênio tripartite entre Governo do Estado-GE, Universidade Federal do R.G.Norte-UFRN e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, através do qual seriam instalados:

- Um CENTRO DE COMPUTAÇÃO para exercer o controle e avaliação do EXERN, além de implantar e processar todos os serviços do GE e da UFRN. Foi o primeiro computador a ser instalado em todo o R.G.Norte.



Figura 38 - O Centro de Computação (denominado COMPERN) após a instalação do computador B-500.

- Uma ESTAÇÃO DE TELEVISÃO EDUCATIVA, para fazer difusão das aulas para a rede de ensino do Estado. Ficou acertado que a Estação de TV seria encargo da UFRN, daí, a dita ter recebido o nome de TV-UNIVERSITÁRIA. Foi a primeira estação de TV do R.G.Norte.



Figura 39 - O Centro de Controle da TV-U, após instalado.

- Levantamentos sobre a situação educacional do RN com pesquisa em todas as escolas do Estado, buscando definir:
  - a) Características de alunos, professores e escolas, em diagnóstico educacional do Estado;
  - b) Características conservadoras e inovativas, com definição das lideranças formais e informais das comunidades;
  - c) Levantamento do grau de conhecimento das professoras leigas;
  - d) Levantamento técnico de intensidade de campo, visando a implantação das repetidoras de TV, de forma a cobrir a área das escolas escolhidas aleatoriamente.



Figura 40 - Esquema do Convênio entre Governo Estadual, UFRN e INPE, onde são caracterizadas as obrigações e implicações de cada convenente.

Os números que saíram do diagnóstico foram arrepiantes:

- Professoras leigas com instrução primária..... 70,19 %
- Professoras leigas com instrução primária, na área rural..... 79,55 %
- Escolas isoladas (de classe única)..... 77,70 %
- Escolas isoladas, na área rural ..... 91,42 %
- Escolas que não possuem energia elétrica..... 79,34 %



Figura 41 - Reunião de algumas das **supervisoras educacionais**, do quadro de servidores do Estado, e que faziam o acompanhamento junto às escolas.

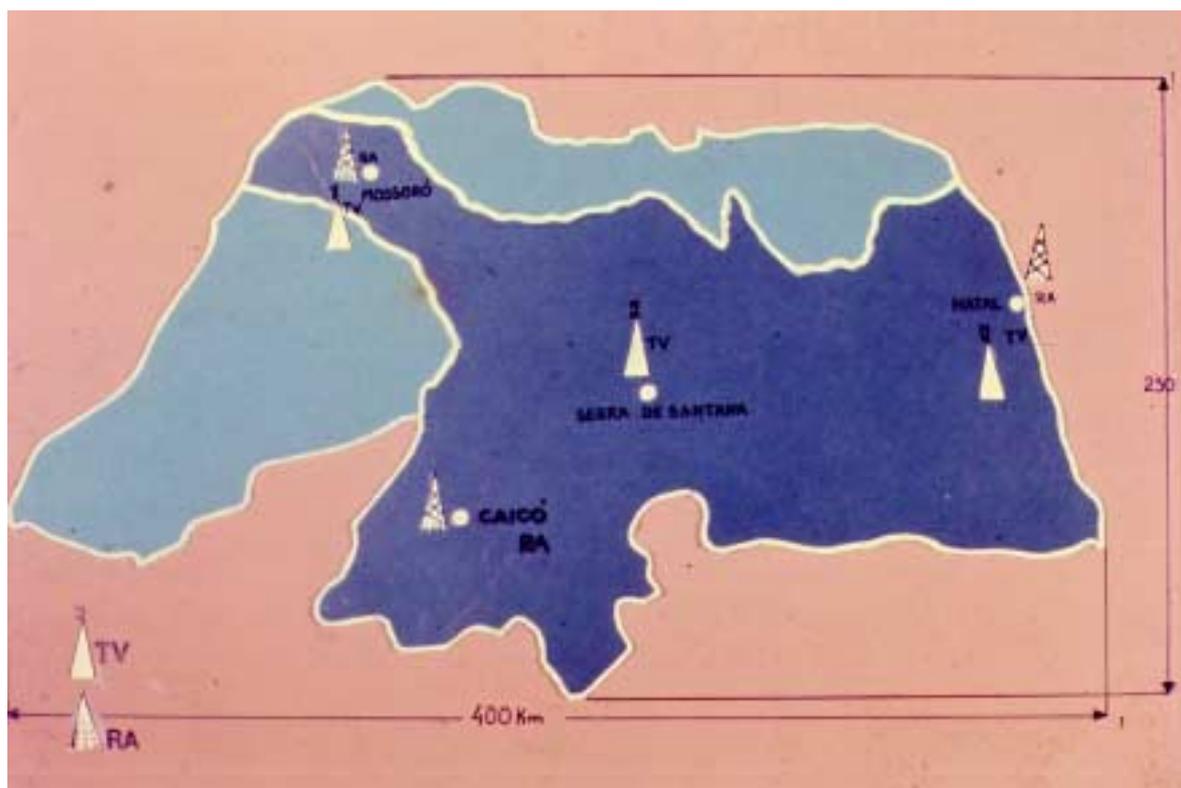


Figura 42 - Mapa do Estado do Rio Grande do Norte, mostrando a localização das estações e repetidoras de RÁDIO E TV

A fase experimental do EXERN foi em 1973 e 1974 com o Curso de Capacitação do Magistério Leigo, a nível primário, mais aulas de TV e RÁDIO para os alunos das 1ª e 2ª séries do 1º grau. Nos anos seguintes, até 1976, foram operadas aulas regulares, abrangendo uma clientela controlada de 20.000 alunos, servindo para realimentar o processo de produção de aulas e material educacional.



Figura 43 - Escola isolada, no interior do RN, onde se vê a bancada do Projeto SACI com aparelho de TV e a bateria alimentadora (esta devidamente protegida). Nos horários de aula, a professora conduzia a classe com o acompanhamento pela TV.

Uma das missões mais importantes do EXERN foi a utilização dos satélites de comunicações ATS-3 e ATS-6 (Application Technology Satellite), da NASA. Sinais de TV e RÁDIO, gerados no INPE em S.J. Campos-SP eram transmitidos para o satélite ATS-6, o qual os retransmitia para o R.G. Norte. Na TV-U em Natal, o sinal era recebido por meio de uma antena parabólica de três metros, mais um receptor, injetando no sistema de transmissão de superfície, sob forma de aula regular. Paralelamente, algumas escolas recebiam diretamente do satélite o mesmo sinal. O satélite ATS-3 servia para consultas na direção NATAL/SJCAMPOS. Essa **missão** pretendeu demonstrar a exequibilidade de um sistema de teleducação, via satélite, com o emprego de técnicas simplificadas. Equipamentos “up-grade”, para a época, foram utilizados, como por exemplo, as primeiras antenas parabólicas instaladas em todo o Brasil. Várias escolas no interior foram contempladas com antenas parabólicas e seus equipamentos associados, de formas a receberem aulas diretamente do satélite ATS-6. Isto em 1973, quando ninguém sabia o que era o uso de tal tecnologia.



Figura 44 -Antena parabólica usada para recepção de imagens diretamente do satélite ATS-6, e que foram usadas pela primeira vez no Brasil, dentro do Projeto SACI.(EXERN). A foto é de 1973.

A ambição grandiosa do Projeto SACI criou situações singulares na condução de seus vários segmentos. A *avaliação global*, por exemplo, buscava

um mergulho em cada canto do processo educacional concebido. Equipes de avaliação no campo e no laboratório buscavam as respostas reveladoras do comportamento de cada aspecto dos meios envolvidos: técnicos e humanos. Fantástico material escrito e processado está aí para demonstrar as vantagens da teleeducação em relação ao ensino formal.

Para o INPE, o SACI é projeto que jaz na sua história. Mas, as marcas de sua passagem são indeléveis. Basta citar que o SACI iniciou o Estado do R.G.Norte nas técnicas de processamento eletrônico de dados. Foi o primeiro computador instalado no RN, o COMPERN, gerando, destarte, todos os demais computadores e toda uma geração de técnicos. Montou em 1972 a primeira Estação de Televisão dentro do RN (TV Universitária), gerando sinal em Natal e com duas repetidoras {Serra de Santana e Mossoró}, e transferiu para a Universidade Federal do R.G.Norte todo um acervo de Tecnologia Educacional, inclusive um Curso de Pós-Graduação.

O grande orgulho para a equipe que operava o EXERN, no seu dia-a-dia, é que o PROGRAMA DE TELEDUCAÇÃO, tal como era operado no RN, foi considerado pelo PRONTEL - Programa Nacional de Teleeducação como o melhor, mais organizado e modelo de teleeducação, inclusive sendo contratado para prestar assistência às maiores estações de televisão educativa do Brasil, tais como TV Cultura (SP), TV-U de Pernambuco, TVE do Maranhão, TVE do Amazonas, etc. Isto em 1974, quando o EXERN estava na sua melhor fase.

Hoje, vários programas de TELEDUCAÇÃO estão em todos os canais de TV, inclusive os Cursos Supletivos. Claro que a concepção do Projeto SACI era estender para todo o Brasil, programas regulares de educação, via satélite, para todas as séries de 1º, 2º grau e supletivos, levando aulas de excelente qualidade aos pontos mais remotos deste imenso país. Aos poucos o Brasil está caminhando para isso. E o sonho do Projeto SACI poderá se realizar. Quem sabe?

#### 6.1.1.2 - PRINCIPAIS PROJETOS DESENVOLVIDOS NO INPE/NATAL.

Foram tantos os desenvolvimentos de equipamentos gerados no INPE/Natal, que para uma listagem sucinta dos mesmos, o mais lógico é agrupá-los por tipo de aplicação. **Cabe assinalar que os desenvolvimentos listados nos segmentos abaixo, estão todos eles devidamente documentados em publicações técnicas.**

## - SEGMENTO DE TELECOMUNICAÇÕES.

Neste segmento, foram realizados projetos e desenvolvimentos de vários equipamentos de coleta de dados por satélite, tais como, terminais transmissores, estações receptoras e sistemas irradiantes, sistemas de telemetria e telecomando, podendo ser destacado:

- Comutador automático para recepção de sinais do satélite ATS-F;
- Receptor de telecomando em UHF para balões BALTE IV;
- Transmissor de telemetria VHF-FM/FM para balões;
- Plataforma de coleta de dados para os sistemas ARGOS e MECB (patenteado);
- Transmissor UHF para o sistema GOES;
- Receptor de tempo universal microprocessado para sistema GOES;
- Antena helicoidal para receptor de tempo universal GOES;
- Estaçonete de recepção para o sistema ARGOS;
- Antena helicoidal quadrifilar para estaçonete;
- Simulador de satélite para estaçonete ARGOS;
- Maleta de teste microprocessada para PCD ARGOS;
- Radar de espalhamento coerente (ESCO) de alta potência em VHF;
- Antena micro strip para PCD.

## - SEGMENTO DE ELETRÔNICA DE POTÊNCIA.

No segmento de eletrônica de potência, foram conduzidos projetos e desenvolvimento de vários equipamentos para suprimento e conversão de energia, tais como, fontes, sistemas “no-break”, condicionadores para energia solar, destacando-se:

- Sistema inversor carregador tipo no-break (patenteado);
- Diversas fontes lineares para utilização nos laboratórios do CRN;
- Diversas fontes comutadas para o computador de bordo ASTRO B2;
- Fonte de 6000 volts para a ionossonda C-4 do INPE/Fortaleza;
- Alimentador fotovoltaico para PCD;
- Fonte trifásica “booster” de 25 kW com PFC para alimentação de reator de nitretação.

## - SEGMENTO DE TRATAMENTO, CONDICIONAMENTO DE SINAIS E OUTROS.

No segmento de condicionamento e tratamento de sinais analógicos e digitais, projeto e desenvolvimento de interfaces e transdutores, destacando-se:

- Banco de homologação para PCD ARGOS/MECB, incluindo comutador de canais GPIB, gerador de sinais padrão e software de controle e determinação;
- Interface analógica-digital para PCD ARGOS;
- Transdutor limnimétrico para estação telemétrica GOES;
- Transdutor pluviométrico para estação telemétrica GOES;
- Interface memorizada para PCD ARGOS;
- Transdutor limnimétrico para estação telemétrica ARGOS;
- Transdutor pluviométrico para estação telemétrica ARGOS;
- Transdutor termométrico para estação telemétrica ARGOS;
- Interface digital P/S para PCD ARGOS;
- Abrigo meteorológico para estação telemétrica ARGOS;
- Módulos de adaptação para diversos sensores.

#### - ELABORAÇÃO DE PROJETOS TÉCNICOS.

- Na área de telecomunicações para homologação de equipamentos junto ao DENTEL/DNFI do MINICOM;
- Na área de coleta de dados junto a vários organismos nacionais e internacionais;
- Processo internacional de homologação de equipamentos de radiocomunicação realizado junto ao CNES/França;
- Para transferência de tecnologia junto a várias empresas nacionais;
- Para especificação técnica da estação de recepção banda S do microsatélite científico brasileiro SACI-1, incluindo os procedimentos administrativos e de gestão, junto aos fabricantes internacionais, na execução do processo de aquisição;

#### - IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS E PROGRAMAS.

- Implementação da estação TT&C, banda S, para rastreamento dos satélites SACI-1 e SACI-2;
- Participação nos estudos para implantação da estação TT&C do FBM.

Quando foi colocado em órbita o primeiro satélite com **transponder** para coleta de dados, o chamado SCD-1 (Satélite de Coleta de Dados –1), a equipe de Natal sentiu o gostinho da vaidade, por ver que dez anos de trabalho com PCDs implantadas por todo este imenso Brasil, era reconhecido como um trabalho válido nacionalmente. Era o reconhecimento de que, tudo que fora feito, com qualquer condição de orçamento, tempo, facilidades, etc., tinha atingido a sua meta.

### 6.1.1.3 – PROJETOS DA NASA CONDUZIDOS NO BRASIL, COM COORDENAÇÃO LOGÍSTICA FEITA PELO CRN.

O Centro Regional de Natal/Fortaleza e S.Luís (CRN), vêm trabalhando em várias frentes, sempre atendendo solicitação de cientistas nacionais ou estrangeiros. Dentro desse escopo, o CRN desde 1985 vem conduzindo a Coordenação Logística de alguns grandes projetos da NASA, implantados em todo o território brasileiro, dentro de um projetão, a nível mundial, chamado GTE-(Estudo Global da Troposfera), visando essencialmente estudos localizados, em cada parte do globo onde são analisadas situações com dúvidas quanto ao conteúdo troposférico. No Brasil, contando com a participação ativa do INPE (sendo a Coordenação Logística do INPE/Natal) e algumas universidades brasileiras, foram conduzidos alguns experimentos, entre os quais se destacam:

- GTE/ABLE – 2 A – 1985 – (Atmospheric Boundary Layer Experiment) Visando estudos da troposfera na Amazônia, com o uso de balões cativos e balões livres lançados de vários pontos da grande Amazônia; medidas feitas em pontos do solo com estações de micrometeorologia; medidas químicas dos rios, afluentes e pântanos, além de medidas com instrumentos de solo em vários pontos da área sob análise. Foi um levantamento sistemático dos constituintes da atmosfera amazônica e suas inter-relações com os rios e florestas.(Duração do Experimento – 3 meses)
- GTE/ABLE – 2B – 1987 - Também na Amazônia, corroborando as medidas feitas no GTE-ABLE-2 A, mas com o uso de instrumentação mais sofisticada e de forma mais abrangente. Este Experimento envolveu, entre técnicos, engenheiros e cientistas, um total de 70 norteamericanos (com alguns europeus) e 120 brasileiros. (Duração do Experimento- 4 meses).
- CITE-3 - 1992 – (Chemical Instrumentation Test and Evaluation), Experimento que a NASA conduziu a partir de Natal que tinha como escopo, fazer avaliação do comportamento dos sensores (instrumentos) conduzidos a bordo de aeronave para medidas de concentrações ambientais dentro da troposfera, bem como, determinar, em um meio predominantemente marinho, a abundância e distribuição das maiores espécies sulfúricas, dentro de uma larga variedade de condições atmosféricas, incluindo altitude, níveis de fluxo solar,etc. Foram levantados os níveis das espécies nomeadas usando um avião ELECTRA da NASA, o qual voou 96 horas em 16 vôos. (Duração do Experimento – 2 meses)
- TRACE-A – 1993 – (Transport and Atmospheric Chemistry near the Equator-Atlantic) (Estudo de Química da Atmosfera e Transporte no Atlântico Sul) –

O TRACE-A propunha a realização de um grande experimento de campo na região do Atlântico Sul, da costa brasileira até a costa africana, com medidas da química da troposfera, isto porque, através do estudo de imagens de satélites foi detectada uma enorme mancha tóxica de ozônio surgida no Atlântico Sul, perto da costa da Namíbia, o que causou enorme preocupação dos cientistas, pois, pela primeira vez tal fenômeno se manifestou em ecossistemas naturais, livres da poluição. Vale lembrar que o ozônio concentrado em baixas altitudes é extremamente nocivo a todos os seres vivos, ao contrário do ozônio na estratosfera, que funciona como um escudo protetor contra os raios ultravioleta. A idéia era que a região do Atlântico Sul fosse investigada por pesquisadores a bordo de um avião DC-8 da NASA, devidamente instrumentado. Na África cientistas teriam suas atividades com meios terrestres de medidas e as operações no Brasil ficariam a cargo do INPE com o aviões Bandeirantes do INPE e da FUNCEME. (Duração do Experimento – 2 meses).

- SCAR-B – 1995 (Smoke/Sulfates, Clouds and Radiation-Brazil), que como o nome bem diz, levantou informações sobre fumaça, sulfatos, nuvens e radiação, consistindo de uma série de levantamentos de campo com a finalidade de estudar as alterações da atmosfera proveniente da queima de combustíveis fósseis e de biomassa (queimadas) no Brasil Central, com a conseqüente influencia sobre o meio ambiente e o clima. Para levantamento dos números de compostos em suspensão, em seus vários níveis, foram utilizados um avião Bandeirante do INPE, um Convair C-131/A da Universidade de Washington e um ER-2 da NASA. Os dois primeiros voaram na troposfera e fizeram medidas locais em altitudes de 0 a 8 quilômetros. O ER-2 é uma aeronave de pesquisa que voa na baixa estratosfera, sendo 20 quilômetros o seu nível de observação. (Duração do Experimento – 2 meses).

#### 6.1.1.4 - PROJETO OZÔNIO

Laboratórios para registro dos níveis de UV-B estão sendo montados em vários países do mundo civilizado, exatamente para divulgação, em circuito aberto, dos perigos de cada minuto de exposição solar, em cada local e dia do ano. Através do Laboratório de Ozônio, com várias instalações em todo o Brasil, o INPE mantém um sistema de monitoração da **camada de ozônio**, a qual gradualmente vem crescendo desde 1978, quando foi assinado Convênio com a NASA, buscando fazer registro dos níveis de ozônio desde a superfície terrestre até 35 quilômetros, em média, com o uso de radiosondagens portando sensores de ozônio, e que são operadas semanalmente. O CRN mantém dois Laboratórios de Ozônio: um dentro do INPE/Natal e outro construído na praia de

Maxaranguape, sendo que hoje é mantido um sistema regular e contínuo de registro dos níveis de vários constituintes da atmosfera, mas principalmente de ozônio, com o uso da seguinte instrumentação:

- Espectrofotômetro DOBSON – registra níveis de ozônio;
- BREWER – Espectrofotômetro automatizado por computador;
- UVBIOMETER – Grava radiação UV-B;
- CO2 ANALYZER – Mede a concentração de dióxido de carbono;
- MONITOR LAB'S – Mede a concentração do ozônio de superfície;
- W9000 RADIOSONDE PROCESSING SYSTEM – Para recepção e registro dos dados das radiosondagens.

### 6.1.2 - O INPE DE FORTALEZA

O INPE de Fortaleza, nasceu por efeito de negociação havida entre a CNES –CENTRE NATIONALE D'ETUDES SPATIALES, agência espacial francesa, e a então CNAE, visando instalar em Fortaleza uma Estação de Rastreamento de Satélites, que seriam lançados da Guiana Francesa, do Campo de Lançamentos de KOUROU. Os técnicos do CNES concluíram que para haver garantia de orbitação dos satélites lançados de KOUROU, havia necessidade de uma estação intermediária para acompanhar e comandar as diversas fases operacionais dos engenhos lançados.

A CNAE negociou com o Governo do Estado do Ceará a cessão de duas glebas que pudessem ser ocupadas pela ESTAÇÃO DE RASTREIO DE FORTALEZA – ERF. Em, uma das glebas ficaria a **Estação de Recepção** e na outra ficaria a **Estação Transmissora**. Duas estações, simplesmente porque nos idos de 1968 não existia sistema regular de comunicação comercial, via telefone, principalmente internacional. Havia necessidade de montar um garantido sistema de comunicações em HF, de forma a não haver qualquer interrupção de contato nos momentos da operação de rastreamento dos engenhos lançados. E para tal, foram montadas dois conjuntos de enormes torres, para suporte físico de duas antenas tipo *log-log-periódica*.

Assim sendo, após a assinatura do convênio entre o CNPq/CNAE e o Governo do Ceará, em 21.10.68, os franceses apareceram com os projetos prontos e, de imediato, já contrataram a construção de todas as instalações previstas. O convênio assinado contemplava duas áreas:

- Terreno de 49,00 ha, localizado no município de Aquiraz (hoje Euzébio) onde seria construída a Estação de Recepção;

- Terreno de 36,75 ha, localizado no município de Pacatuba, distrito de Itaitinga, onde seria construída a Estação de Transmissão.

Em meados de 1969 foram feitos os primeiros testes dos equipamentos já devidamente instalados, entrando em operação regular.



Figura 45 - Os equipamentos que constituíam a Estação de Rastreo de Fortaleza, montados nos bastidores.

Em 1976 a CNES propôs fazer transferência da Estação de Rastreo de Fortaleza para o CLBI, em Natal, em virtude da ajuda significativa que os radares poderiam introduzir no processo de rastreo dos engenhos lançados de KOUROU, o que foi feito de imediato.

Logo após a retirada da ERF, o grupo de geomagnetismo do INPE, estudando as variações geomagnéticas nas baixas latitudes, particularmente se concentrando nos efeitos gerados pelas correntes elétricas ionosféricas que formam o Eletrojato Equatorial (EEJ) e, pela intensa precipitação de partículas energéticas dos cinturões internos e radiações na chamada Anomalia Magnética do Atlântico Sul (SAMA), foi proposto a instalação de equipamentos para medidas contínuas e sistemáticas nas duas Estações do INPE/ Fortaleza. E de imediato foi feita a transferência da IONOSSONDA C-4 que se encontrava na

Estação da Marinha em Natal para a Estação de Itaitinga. Também foram instalados magnetômetros, fotômetros, etc. Enfim, o INPE/Fortaleza passou a trabalhar só com medidas contínuas, atividade que exerce até hoje, apenas com evolução na qualidade de alguns equipamentos. Mas, em 1990, foi proposta a instalação no INPE/Fortaleza de uma Estação VLBI, vinda da NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), equipamento avaliado em US\$ 4 milhões.

O PROJETO VLBI – O sistema instalado consiste de uma grande antena parabólica de 14,2 metros de diâmetro, dotada da mais moderna e sofisticada instrumentação eletrônica, para operar em programas de geodésia espacial. A tecnologia utilizada é rádio-astronômica, isto porque, os quasares situados a bilhões de anos-luz de distância, constituem fontes de rádio de referência. Com dois ou mais rádio-telescópios de uma rede observando simultaneamente o mesmo alvo, obtém-se a interferência das ondas de rádio. A observação destes objetos celestes por vários rádio-telescópios de uma rede espalhada por milhares de quilômetros permite a determinação de posições absolutas na superfície da Terra, com precisão inferior a um centímetro. Dadas as grandes distâncias que separam os terminais desta rede, denomina-se o método de VLBI- very long baseline interferometry, ou seja, interferometria de muito longa linha de base. Com mais alguns periféricos, tais como padrão atômico maser de hidrogênio, receptores de elevada sensibilidade operando a baixíssima temperatura (receptores criogênicos) e estação GPS completa, permite a Estação operar em vários projetos internacionais. O terminal VLBI de Fortaleza integra uma rede mundial e, hoje, é a mais importante da rede por se constituir no elo de ligação geodésica entre os continentes norte-americano, europeu, africano e antártico.



Figura 46 - Equipamentos que compõem a Estação rastreadora MARK III.

Como exemplos de aplicações dos resultados de VLBI geodésico, podem-se salientar o suporte a serviços de cartografia, geodésia, navegação (que fazem uso da constelação de satélites GPS, cujos elementos orbitais são o tempo todo corrigidos a partir dos terminais de VLBI), navegação de sondas espaciais, orbitografia de satélites artificiais e disseminação de hora certa absoluta. O monitoramento realizado a partir da rede de VLBI geodésico pretende investigar os movimentos plásticos do planeta, provocados por deriva dos continente, movimentos de placas tectônicas com pesquisa sobre previsão de terremotos. As irregularidades do movimento de rotação da Terra são medidas por VLBI com precisão 100 vezes melhor do que por métodos óticos tradicionais. Através do suporte de VLBI geodésico, pretende-se calibrar posições geodésicas absolutas de medidores de marés oceânicas para avaliar, no curso de pelo menos 10 anos, um eventual aumento do nível do mar que seria provocado pelo aquecimento global, ao derreter o gelo das calotas polares do planeta.



Figura 47 - Antena parabólica de 14,2 metros de diâmetro, que opera o VLBI.

### **6.1.3 - O INPE DE SÃO LUÍS**

A instalação do INPE de São Luís deveu-se efetivamente à necessidade que alguns pesquisadores do INPE sentiram de existir algum tipo de apoio montado perto do recém instalado Centro de Lançamento de Alcântara – CLA, bem como, o desejo de fazer levantamentos relacionados à chamada eletrojato equatorial. Assim, por solicitação do Dr. Kirchhoff, Dr. Abdu, Dr. Trivedi e outros mais, o chefe do CRN fez várias viagens a São Luís buscando junto às autoridades locais um local apropriado para instalar facilidades operacionais para os pesquisadores. Após um ano de indagações, finalmente foi concordado que a Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, faria a cessão de um terreno aonde o INPE pudesse instalar os equipamentos, principalmente para

sondagens na ionosfera. Em assim sendo, o convênio com o Governo do Estado do Maranhão foi assinado em fevereiro de 1990.

Inicialmente o INPE passou a usar instalações da própria UEMA, nas proximidades da gleba cedida. E em seguida foi iniciada a construção de um prédio para dar abrigo a um radar de espalhamento coerente. O tal Radar de Espalhamento Coerente havia sido desenvolvido nos laboratórios do INPE/Natal e estava previsto a sua instalação em Fortaleza. Com as instalações de São Luis, os cientistas acordaram que seria o lugar ideal para obter resultados mais eloqüentes. Em 1998 foi iniciada a construção do prédio destinado a dar abrigo às facilidades que estavam instaladas no prédio da UEMA, e que permitiu realmente um melhor desenvolvimento das atividades conduzidas em S.Luis.

De lá para cá no INPE/S.Luís, têm sido conduzidas várias atividades destinadas ao estudo de bolhas de plasma da ionosfera e do eletrojato equatorial, utilizando técnicas de radar de espalhamento coerente e radar de sondagem ionosférica digital. Também têm sido realizadas campanhas de observação e medidas da componente zonal da velocidade das bolhas ionosféricas pelo uso de GPS, bem como a monitoração das variações temporais do campo magnético terrestre pelo uso de magnetômetros.

#### **6.1.4 – LABORATÓRIO DE SENSORIAMENTO REMOTO DE CAMPINA GRANDE-PB.**

No dia 13 de março de 1985, foi assinado um convênio entre o CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, o Governo do Estado da Paraíba- GE e a Universidade Federal da Paraíba - UFPB, com o objetivo de implantar no Campus II da UFPB, em Campina Grande, o Laboratório de Sensoriamento Remoto – LASER do CNPq/INPE, **“visando desenvolver e difundir tecnologias de análise e interpretação de dados obtidos por sensoriamento remoto e promover a prestação de serviços especializados, com o fim de aperfeiçoar a objetividade, a confiabilidade, a oportunidade e a adequacidade de informações de recursos naturais e meio ambiente para o desenvolvimento do NE brasileiro”** conforme consta do Convênio.

Para o atingimento dos propósitos o LASER foi instituído como Divisão do Departamento de Aplicações de Dados de Satélite (DDS) do INPE - Instituto de Pesquisas Espaciais, contando com um Comitê de Administração de Programas (CAP), que teria como atribuição compor os programas anuais de atividades do LASER.

Na Cláusula Quinta do Convênio ficou dito que “o Laboratório deverá ser instalado em terreno próprio da UFPB o qual será doado em comodato ao CNPq/INPE por um prazo indeterminado não inferior a 99 anos”. O prazo de duração do Convênio era de cinco anos prorrogáveis, por períodos iguais e sucessivos.

O Convênio foi assinado: pelo CNPq. o Presidente Dr. Lynaldo Cavalcanti, pelo Estado o Governador Wilson Braga e pela UFPB o Reitor José Jackson de Carvalho. Anterior à assinatura do Convênio já havia sido contratado o projeto de um prédio de 1.117 m<sup>2</sup> de área e que abrigaria o LASER e também um braço do IBICT, que se chamaria CISA-Centro de Informação do Semi-Árido. De imediato foi feita à licitação e a construtora iniciou a construção do prédio, após assinatura do contrato com o INPE. O CRN recebeu a incumbência de administrar a construção do prédio e também operar administrativamente o LASER. O autor, na condição de Chefe do CRN, obrigou-se à fiscalização da obra, com necessidade de semanalmente ir até Campina Grande-PB, fazer o acompanhamento da edificação e processar a papelada pertinente.

Uma vez pronto o prédio, começou a instalação dos equipamentos, tais como: sistema Kartoflex completo, Interpretoscópio, um sistema Esterorrestituídor Topoflex, Estereopantômetro, Coordenatógrafo de precisão DZT,etc. Naquela época foi desenvolvido no INPE um Sistema Automático de Tratamento de Imagens (SITIM), baseado num microcomputador de alto desempenho, que permitia o processamento de imagens multiespectrais de satélites, e duas unidades do SITIM foram instaladas no LASER.

Quanto à tripulação do Laboratório, ficou acertado no Convênio que o INPE deveria transferir técnicos de S.J.Campos-SP, com a finalidade de treinar os técnicos locais que seriam designados pelos convenientes. E foram transferidos cinco pesquisadores da área de Sensoriamento Remoto, que se engajaram nos projetos e propósitos do LASER.

Mas, as dificuldades começaram a aparecer, principalmente quanto ao pessoal transferido, que passou a viver e chorar de saudade. O tal do CISA jamais foi implantado verdadeiramente. A vontade do Dr. Lynaldo de ver o LASER se transformar num grande centro de tecnologia, começou a esfarinhar. Até os termos conveniados começaram a ser discutidos, como, por exemplo, a Cláusula Quinta, através do qual a UFPB deveria doar em comodato ao CNPq/INPE o terreno aonde foi construído o Laboratório, quando cobrado, um ano depois, foi dada a informação que, conforme a Assessoria Jurídica, a UFPB não poderia fazer comodato de nenhum terreno. Mas, tal informação veio da mesma Assessoria Jurídica que aprovou o Convênio assinado um ano antes, com a Cláusula do comodato.

Após dois anos, o LASER passou a chamar-se Laboratório Regional de Sensoriamento Remoto do Nordeste - LRSR-NE. Mais três anos e foi implantado no mesmo prédio o Programa de Monitoramento de Tempo, Clima e Recursos Hídricos, parte do Projeto Nordeste. Hoje, o Laboratório é só uma pálida lembrança do que fora na sua implantação e nos seus primeiros anos. Aos poucos, o pessoal da UFPB foi se apossando do prédio do Laboratório, inclusive a Direção do CCT e suas secretarias, alojou-se por lá de forma definitiva. Ninguém mais está preocupado com o que o Laboratório é capaz de fazer na área para o qual foi criado: Sensoriamento Remoto.

## CAPÍTULO 7

### QUEM INICIOU O PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO.

Dentre os primeiros técnicos envolvidos no trabalho de implantar o programa brasileiro, poucos ainda se encontram ligados à pesquisa espacial, de alguma forma. Entretanto, em se tratando de um esboço histórico, é dever de justiça cita-los nominalmente.

Vale a pena agrupá-los por natureza e período de participação:

#### 7.1 – OS PIONEIROS:

São aqueles que participaram da instalação do CLFBI e dos primeiros lançamentos. Muitos foram treinados pela NASA em 1965, e os postos e graduações consignados são os da época:

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Maj.Brig. OSWALDO BALLOUSSIER     | Diretor do GETEPE/Rio de Janeiro         |
| * Cel. MOACYR DEL TEDESCO         | GETEPE/S.J.Campos                        |
| Ten.Cel.C.E. SOBRAL VIEIRA        | CNAE/S.J.Campos                          |
| * Ten.Cel. IVAN JANVROT MIRANDA   | GETEPE/S.J.Campos                        |
| * Ten.Cel. PAULO DELVAUX          | GETEPE/S.J.Campos                        |
| * Maj. PEDRO IVO SEIXAS           | GETEPE/S.J.Campos                        |
| * Cap. HEITOR BORGES JÚNIOR       | GETEPE/S.J.Campos                        |
| * Cap. FERNANDO DE MENDONÇA       | Diretor Científico da CNAE               |
| * Cap. ANTONIO DOS SANTOS JACOBS  | Primeiro Diretor do CLFBI (Falecido)     |
| 1º Ten. ALMIR HENRIQUE DE AZEVEDO | Primeiro Chefe da Administração do CLFBI |
| * 1º Ten. ADAUTO GOUVEIA MOTTA    | Primeiro Chefe de Operações do CLFBI     |
| * 1º Ten. ULISSES BELCUFINE       | GETEPE/S.J.Campos (Falecido)             |
| 1º Ten. CARLOS GIRARDI            | GETEPE/S.J.Campos                        |
| * 1º Ten. ABNER M. CASTRO         | GETEPE/S.J.Campos (Falecido)             |
| Eng. LUIZ GILVAN MEIRA FILHO      | CNAE/S.J.Campos                          |
| * Eng. JÚLIO CESAR NOGUEIRA       | GETEPE/S.J.Campos                        |
| * Eng. JOSÉ ARILDO M.SALGADO      | GETEPE/S.J.Campos                        |
| * Eng. SATOSHI YOKOTA             | GETEPE/S.J.Campos                        |
| Eng. SÉRGIO ROBERTO FRIGGI        | CNAE/S.J.Campos                          |
| * Sgt. ALFREDO STAHLBERG          | RADAR/CLFBI                              |
| * YOSHIRO TOMITA                  | Telemetria/CLFBI                         |

|                                 |                  |
|---------------------------------|------------------|
| * Sgt. TUTOMU KASSE             | Telemetria/CLFBI |
| * Sgt. EUSTÁSIO DE A.RIBEIRO    | Preparação/CLFBI |
| * Sgt. BASÍLIO BARANOFF         | Computador/CLFBI |
| * Sgt. ANTENOR HERCULANO SOARES | Preparação/CLFBI |

Obs.: Asterisco antes do nome significa treinamento inicial junto à NASA.

## 7.2 – OS REALIZADORES (ATÉ 1970)

Após os primeiros lançamentos, o GETEPE e a CNAE procuraram novos técnicos a fim de poder conduzir todo o programa de lançamentos e projetos propostos pelas agências espaciais convenientes. Mas, efetivamente, foi durante o treinamento conduzido pela BRISTOL AEROSPACE, no início de 1968, dentro do CLFBI, que o quadro de pessoal aumentou significativamente, trazendo novos valores para a atividade espacial brasileira. Os nomes abaixo consignados representam os treinados ou não, mas, de qualquer forma, engajados direta ou indiretamente aos lançamentos na Barreira do Inferno:

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| Brig. HUGO DE OLIVEIRA PIVA          | CTA/S.J.Campos                             |
| Cel. PAULO HENRIQUE C. DO AMARANTE   | GETEPE/S.J.Campos                          |
| Ten.Cel. SILAS RODRIGUES             | Base Aérea de Natal                        |
| Ten.Cel. HILDEBRANDO PRALON F. LEITE | GETEPE/S.J.Campos<br>(Falecido)            |
| Cap.Corv. JOSÉ LUIZ MELLO MASSA      | Base Naval de Natal                        |
| Cap.Corv. FRANCISCO CARACAS M.BASTOS | IpqM/Natal                                 |
| Maj. JOSÉ CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE  | Segundo Diretor do CLFBI                   |
| Maj. FERNANDO SILVEIRA FRIAS         | GETEPE/S.J.Campos                          |
| Maj. EUMYR A. MARCIAL                | CTA/S.J.Campos                             |
| Maj. ARAMIS DA SILVA GOMES           | Segundo Chefe da<br>Administração do CLFBI |
| Maj. ARISTEU GUIMARÃES               | Segundo Chefe de<br>Operação do CLFBI      |
| Cap. AJAX BARROS DE MELLO            | GETEPE/S.J.Campos                          |
| Cap. LIBÓRIO JOSÉ FARIA              | GETEPE/S.J.Campos                          |
| Cap. WATARU MARUOKA                  | D.R.Aer./Rio de Janeiro                    |
| Cap. ODIN LEANDRO                    | D.Mat./Rio de Janeiro                      |
| Cap. ARQUIMEDES GOMES                | GETEPE/S.J.Campos                          |
| Cap. IRNOI P.RAMOS                   | CTA/S.J.Campos                             |
| 1º Ten. EURICO FERREIRA              | CTA/S.J.Campos                             |
| 1º Ten. SÍLVIO D. DE SOUZA           | GETEPE/NATAL                               |
| 1º Ten. SALVADOR C. SANTOS           | GETEPE/S.J.Campos                          |
| Eng. EDUARDO W.BERGAMINI             | CNAE/S.J.Campos                            |
| Eng. CHU KIA I                       | CNAE/S.J.Campos                            |
| Sgt. HUMAITÁ DE SOUZA                | Comunicações/CLFBI                         |

|                                     |                    |
|-------------------------------------|--------------------|
| Sgt. JOSÉ BARROS LEITE              | Meteorologia/CLFBI |
| Sgt. LUIZ FERNANDO DE SOUZA CORREIA | DOVAP/CLFBI        |
| Sgt. JOSÉ MARQUES DE QUEIROZ        | DOVAP/CLFBI        |
| Sgt. DANIEL DE OLIVEIRA NEVES       | SOM/CLFBI          |
| Sgt. FRANCISCO RODRIGUES VERAS      | RADAR/CLFBI        |
| Sgt. JOSÉ ARNALDO NETO              | RADAR/CLFBI        |
| Sgt. FERNANDO CARVALHO CABRAL       | RADAR/CLFBI        |
| Sgt. RÔMULO DOS SANTOS MALTA        | Computador/CLFBI   |
| Sgt. WALDIR BARROS DE SOUZA         | Meteorologia/CLFBI |
| Sgt. DJALMA XAVIER DA SILVA         | Meteorologia/CLFBI |
| Sgt. JOSÉ WILTON GONÇALVES          | Meteorologia/CLFBI |
| Sgt. ETIENE MONTEIRO SCHNEIDER      | Telemetria/CLFBI   |
| Sgt. SÉRGIO VALMOR BARBOSA          | Meteorologia/CLFBI |
| Sgt. TADAMASSA YAMADA               | Meteorologia/CLFBI |
| Sgt. NILTON MARQUES                 | Meteorologia/CLFBI |
| Sgt. HERMES DADÉRIO                 | Meteorologia/CLFBI |
| Sgt. JOSÉ RIBEIRO ALVES             | Meteorologia/CLFBI |
| Sgt. MÁRCIO ANTONIO MILAGRE         | Comunicações/CLFBI |
| Sgt. BERNARDO T.TAKAHASHI           | Computador/CLFBI   |

### **7.3 – PARTICIPANTES NA CONSTRUÇÃO DO CLFBI**

Logo após a efetiva posse do terreno onde deveria ser construído o Campo de Lançamento de Foguetes, deu-se início a apressada missão de construir as instalações básicas. Quem recebeu tal incumbência foi o Ten.Cel.LAURO KLUPPEL JÚNIOR, o qual foi deveras ajudado pelo Cap. RAIMUNDO S. BULCÃO DE VASCONCELOS. Vale destacar a colaboração dos seguintes funcionários da então Base Aérea de Natal:

- NILO BELÍSIO DE SANTANA
- CÍCERO JUSTINO DOS SANTOS
- NELSON MONTEIRO
- WALDEMAR SÉRGIO DE BULHÕES
- MELQUIADES PENHA DE SOUZA

Também, efetivamente, contribuíram para a construção do CLFBI, os Engenheiros EDILSON MEDEIROS DA FONSECA e MÁRIO SÉRGIO PINHEIRO VIVEIROS.

**ATO DE CRIAÇÃO DO CAMPO DE LANÇAMENTO DE FOGUETES DA  
BARREIRA DO INFERNO (CLFBI)**

Através da Portaria nº S-139/EM-3 de 12 OUT 65, o Ministro do Estado dos Negócios da Aeronáutica criou o Campo de Lançamento de Foguetes do Ministério da Aeronáutica, em Ponta Negra, Natal.

## 8 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

DEPARTMENT OF DEFENSE. **The handling and storage of liquid propellants**, 1963.

DEPARTMENT OF THE NAVY. **Principles of Guided Missiles – 1966**.

\_\_\_\_\_. **Navy missile systems, NavPers 10785**, 1968.

MOTTA, Adauto Gouveia. **Cálculo de dispersão de foguetes balísticos**. São Paulo: Sedegra, 1982.

\_\_\_\_\_. **Segurança no manuseio de motor-foguete, Publicação INPE-3033-NTE/214**. São José dos Campos-SP: INPE, 1984.

\_\_\_\_\_. **Descrição do projeto SACI na área de operação, Publicação INPE-502-RI/213**. São José dos Campos-SP: INPE, 1974.

\_\_\_\_\_. **Barreira do Inferno – Handbook. Publicação do GETEPE**. 1967.

\_\_\_\_\_. **Indicações gerais para lançamento de foguete DARTSONDE, Publicação do GETEPE**, 1969.

\_\_\_\_\_; SCHMIDLIN, Francis-Yamasaki, YOSHIRIRO-BRYNSZTEIN, Saul. **Diurnal experiment data report. Publicação da NASA SP-3095**. USA: NASA, 1975.

NASA. **Meteorological rocket facility handbook**, 1968.

\_\_\_\_\_. **A Method for computing the probability of impacting**, 1968.

\_\_\_\_\_. **Field wind weighting and prediction for unguided rockets**, 1968.

\_\_\_\_\_, GSFC. **Javelin user guide**, 1968.

\_\_\_\_\_. **A compendium of aerobee sounding rocket launching**, 1966.

\_\_\_\_\_. **Space technology transfer and developing nations**, 1968.

\_\_\_\_\_. **The general motion of a variable-mass flexible rocket with internal flow**, 1970.

SPACE DATA CORPORATION. **Nike-Hydac - Launch Buildup Manual**, 1966.

UNITED STATES AIR FORCE – **Arcas Rocket System – Training Manual**, 1967.

\_\_\_\_\_, NIRO. **Rocket Propulsion System – 1967**.

---

## EVENTOS MAIS SIGNIFICATIVOS NO ESFORÇO BRASILEIRO DE PESQUISAS ESPACIAIS

|         |   | EVENTO   | DATA             |
|---------|---|--|------------------|
| MILITAR | • | GTEPE - Grupo de Trabalho e de Estudos de Projetos Especiais (Criação no M. Aer).  | 10 . JUN . 1964  |
|         | • | CLFBI - Termo de doação do terreno para construção do Campo de Lançamento.   | 07. AGO . 1964   |
|         | • | GETEPE - Grupo Executivo e de Trabalho e Estudos de Projetos Espaciais.<br>(Extinção do GTEPE e criação do GETEPE)   | 02 . DEZ . 1966  |
|         | • | IAE - Instituto de Atividades Espaciais.<br>(Extinção do GETEPE e criação do IAE, subordinado ao CTA).   | 17 . OUT . 1971  |
|         | • | Termo de convênio entre Ministério da Aeronáutica e CNPq/CNAE para utilização do CLFBI.  | 23 . OUT . 1964  |
|         | • | CLFBI - Lançamento do 1º foguete no Campo de Lançamento de Foguetes da Barreira do Inferno.<br>(Em operação conjunta com a CNAE/NASA).   | 15 . DEZ . 1965  |
|         | • | CPrM - Primeiro lançamento realizado do Campo de Provas da Marambaia – RJ.<br>(Campo de testes do Exército e que se incorporou ao Projeto Exametnet – INPE).   | 18 . SET . 1975  |
| CIVIL   | • | Governo Brasileiro nomeou Comissão para estudar e sugerir a política e o programa de investigação espacial no Brasil.  | 17 . MAIO . 1961 |
|         | • | GO CNAE - Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais.<br>(Subordinado ao CNPq – Conselho Nacional de Pesquisas – Decreto 51.133).   | 03 . AGO . 1961  |
|         | • | COBAE - Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (Decreto 63.099).  | 20 . JAN . 1971  |
|         | • | INPE - Instituto de Pesquisas Espaciais – (Decreto Presidencial nº 68.532).  | 22 . ABR . 1971  |
|         | • | CNPq - Conselho Nacional de Pesquisas, criado em 15.JAN.1951 (Lei nº 1310) é transformado em fundação de direito privado, passando a denominar-se Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. | 06 . NOV . 1974  |
|         | • | AEB - Criação da Agência Espacial Brasileira.  | 14 . FEV . 1994  |

OBS.: Em 1991, ocorreu a fusão entre o Instituto de Atividades Espaciais e o Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, criando-se no âmbito do CTA, o atual Instituto de Aeronáutica e Espaço – IAE.

APÊNDICE 2  
PRINCIPAIS LANÇAMENTOS COM CARGAS-ÚTEIS CIENTÍFICAS

PRINCIPAIS LANÇAMENTOS DE FOGUETES COM CARGAS-ÚTEIS INSTRUMENTADAS LANÇADOS DO CAMPO DA BARREIRA DO INFERNO, NOS SEIS PRIMEIROS ANOS DE ATIVIDADE.

| TIPO DE VEÍCULO | OBJETIVO PRIMÁRIO   | DATA DO LANÇAMENTO | AGÊNCIA |
|-----------------|---|--------------------|---------|
| NIKE-APACHE     | Medições nas camadas inferiores da Ionosfera.   | 15 DEZ 65          | NASA    |
| NIKE-APACHE     | Medições nas camadas inferiores da Ionosfera.   | 18 DEZ 65          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km., para verificação das marés térmicas da região alta da atmosfera. | 01 MAI 66          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km., para verificação das marés térmicas da região alta da atmosfera. | 01 MAI 66          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km., para verificação das marés térmicas da região alta da atmosfera. | 02 MAIO 66         | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km., para verificação das marés térmicas da região alta da atmosfera. | 07 AGO 66          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km., para verificação das marés térmicas da região alta da atmosfera. | 01 OUT 66          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km., para verificação das marés térmicas da região alta da atmosfera. | 01 OUT 66          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km., para verificação das marés térmicas da região alta da atmosfera. | 02 OUT 66          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km., para verificação das marés térmicas da região alta da atmosfera. | 02 OUT 66          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km., para verificação das marés térmicas da região alta da atmosfera. | 02 OUT 66          | NASA    |
| AEROBEE         | Pesquisa de fontes astronômicas de emissão de raios X, localizados no Hemisfério Sul.   | 13 DEZ 66          | NASA    |
| NIKE-TOMAHAWK   | Medir intensidade de nêutrons, fluxo de Raio X solar, radiações Lyman-alfa e densidade de eletrônica ionosférica.                             | 27 MAR 66          | NASA    |
| JAVELIN         | Verificação do funcionamento dos experimentos que comporão o SATÉLITE ALEMÃO GRSA/625.  | 16 JUN 67          | GFW     |
| JAVELIN         | Verificação do funcionamento dos experimentos que comporão o SATÉLITE ALEMÃO GRSA/625.  | 17 JUN 67          | GFW     |

| TIPO DE VEÍCULO | OBJETIVO PRIMÁRIO  | DATA DO LANÇAMENTO | AGÊNCIA |
|-----------------|--|--------------------|---------|
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 22 JUN 67          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 22 JUN 67          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 23 JUN 67          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 21 AGO 67          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 26 AGO 67          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 26 AGO 67          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 27 AGO 67          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 14 OUT 67          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 15 OUT 67          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 15 OUT 67          | NASA    |
| AEROBBE 150     | Medir a distribuição em intensidade e altitude do "AIR GLOW" em latitudes equatoriais.   | 15 NOV 67          | NASA    |
| NIKE-IROQUOIS   | Testar um sistema de controle de atitude, com operação de carga-útil e localização por rádio facilidades.  | 19 NOV 67          | NASA    |
| NIKE-IROQUOIS   | Testar um sistema de controle de atitude, com operação de carga-útil e localização por rádio facilidades.  | 22 NOV 67          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 18 DEZ 67          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 19 DEZ 67          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 19 DEZ 67          | NASA    |

| TIPO DE VEÍCULO | OBJETIVO PRIMÁRIO  | DATA DO LANÇAMENTO | AGÊNCIA |
|-----------------|--|--------------------|---------|
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 24 MAR 68          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 25 MAR 68          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 25 MAR 68          | NASA    |
| BLACK BRANT IV  | Fazer medições de radiação cósmica nas faixas de VAN ALLEN, como apoio do Projeto APOLLO.  | 11 JUN 68          | BRISTOL |
| NIKE-IROQUOIS   | Medir o fluxo de meteoróides, poeira cósmica numa faixa de altitudes entre 70 a 160 km, nas proximidades do Equador, com recuperação da carga-útil.  | 08 AGO 68          | NASA    |
| NIKE-IROQUOIS   | Medir o fluxo de meteoróides, poeira cósmica numa faixa de altitudes entre 70 a 160 km, nas proximidades do Equador, com recuperação da carga-útil.  | 11 AGO 68          | NASA    |
| NIKE-IROQUOIS   | Medir o fluxo de meteoróides, poeira cósmica numa faixa de altitudes entre 70 a 160 km, nas proximidades do Equador, com recuperação da carga-útil.  | 12 AGO 68          | NASA    |
| NIKE-IROQUOIS   | Medir o fluxo de meteoróides, poeira cósmica numa faixa de altitudes entre 70 a 160 km, nas proximidades do Equador, com recuperação da carga-útil.  | 15 AGO 68          | NASA    |
| BLACK BRANT IV  | Medir densidade, composição e temperatura da atmosfera superior, em latitude equatorial.   | 04 DEZ 68          | NASA    |
| AEROBEE 150     | Estudo da radiação infra-vermelha emitida pela Terra e sua atmosfera, em região equatorial.  | 07 MAR 69          | NASA    |
| AEROBEE 150     | Exame de emissão de Raios X e informações adicionais de outras fontes celestiais.  | 13 JUN 69          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 15 OUT 67          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 15 OUT 67          | NASA    |
| AEROBEE 150     | Medir a distribuição em intensidade e altitude do "AIR GLOW" em latitudes equatoriais.   | 15 NOV 67          | NASA    |
| NIKE-IROQUOIS   | Testar um sistema de controle de atitude, com operação de carga-útil e localização por rádio facilidades.  | 19 NOV 67          | NASA    |
| NIKE            | Testar um sistema de controle de atitude, com operação de carga-útil e localização por rádio facilidades.  | 22 NOV 67          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera. | 18 DEZ 67          | NASA    |

| TIPO DE VEÍCULO | OBJETIVO PRIMÁRIO   | DATA DO LANÇAMENTO | AGÊNCIA |
|-----------------|---|--------------------|---------|
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera.      | 19 DEZ 67          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera.      | 19 DEZ 67          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera.      | 24 MAR 68          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera.      | 25 MAR 68          | NASA    |
| NIKE-CAJUN      | Obtenção de temperaturas, ventos, densidades e dados de pressão até 120 km, para verificação das marés térmicas diárias da região alta da atmosfera.      | 25 MAR 68          | NASA    |
| BLACK BRANT IV  | Fazer medições de radiação cósmica nas faixas de VAN ALLEN, como apoio do Projeto APOLLO.   | 11 JUN 68          | BRISTOL |
| NIKE-IROQUOIS   | Medir o fluxo de meteoróides, poeira cósmica numa faixa de altitudes entre 70 a 160 km, nas proximidades do Equador, com recuperação da carga-útil.       | 08 AGO 68          | NASA    |
| NIKE-IROQUOIS   | Medir o fluxo de meteoróides, poeira cósmica numa faixa de altitudes entre 70 a 160 km, nas proximidades do Equador, com recuperação da carga-útil.       | 11 AGO 68          | NASA    |
| NIKE-IROQUOIS   | Medir o fluxo de meteoróides, poeira cósmica numa faixa de altitudes entre 70 a 160 km, nas proximidades do Equador, com recuperação da carga-útil.       | 12 AGO 68          | NASA    |
| NIKE-IROQUOIS   | Medir o fluxo de meteoróides, poeira cósmica numa faixa de altitudes entre 70 a 160 km, nas proximidades do Equador, com recuperação da carga-útil.       | 15 AGO 68          | NASA    |
| BLACK BRANT IV  | Medir densidade, composição e temperatura da atmosfera superior, em latitude equatorial.  | 04 DEZ 68          | NASA    |
| AEROBEE 150     | Estudo da radiação infra-vermelha emitida pela Terra e sua atmosfera, em região equatorial.   | 07 MAR 69          | NASA    |
| AEROBEE 150     | Exame de emissão de Raios X e informações adicionais de outras fontes celestiais.   | 13 JUN 69          | NASA    |
| BLACK BRANT IV  | Estudo de programação em muito baixa frequência, (VLF) numa faixa de altitudes compreendida entre 0 a 500 km, nas proximidades do Equador Geo-Magnético.  | 16 JUN 69          | AFCRL   |
| BLACK BRANT IV  | . Estudo de programação em muito baixa frequência, (VLF) numa faixa de altitudes compreendida entre 0 a 500 km, nas proximidades do Equador Geo-Magnético | 06 SET 69          | AFCRL   |

| TIPO DE VEÍCULO | OBJETIVO PRIMÁRIO   | DATA DO LANÇAMENTO | AGÊNCIA |
|-----------------|---|--------------------|---------|
| JAVELIN         | Fazer análises na região de transição entre a protonosfera, medindo os parâmetros verticais da ionosfera de forma a obter ajuda para a interpretação do ionograma “top side”, elucidando o comportamento da distribuição iônica na camada F superior. | 26 JUN 69          | DFVLR   |
| BLACK BRANT IV  | Obtenção de medidas detalhadas da radiação, na Região de anomalia do Atlântico Sul, como também medida de intensidade do campo magnético e avaliação do desempenho de um sistema de TM, e outro de altimetria e rastreamento por radiação.            | 19 SET 69          | NASA    |
| JAVELIN         | Medições de radiação noturna na raia Lyman do hidrogênio e de partículas energéticas na região inferior do cinturão de radiação.  | 26 JAN 70          | DFVLR   |
| JAVELIN         | Medições de radiação noturna na raia Lyman do hidrogênio e de partículas energéticas na região inferior do cinturão de radiação.  | 29 JAN 70          | DFVLR   |
| BLACK BRANT IV  | Obter vários dados científicos relacionado o meio ambiente de partículas carregadas na região de Anomalia do Atlântico Sul, intensidade de campo magnético e avaliação em vôo do Sistema PCM Encoder System.  | 25 SET 70          | NASA    |
| BLACK BRANT IV  | Obter vários dados científicos relacionado o meio ambiente de partículas carregadas na região de Anomalia do Atlântico Sul, intensidade de campo magnético e avaliação em vôo do Sistema PCM Encoder System.  | 28 SET 70          | NASA    |
| NIKE-APACHE     | Investigação teórica da eletrojato equatorial visando o sistema de corrente meridional na baixa ionosfera.  | 01 OUT 70          | DFVLR   |
| NIKE-APACHE     | Investigação teórica da eletrojato equatorial visando o sistema de corrente meridional na baixa ionosfera.  | 06 OUT 70          | DFVLR   |
| NIKE-APACHE     | Investigação teórica da eletrojato equatorial visando o sistema de corrente meridional na baixa ionosfera.  | 08 OUT 70          | DFVLR   |
| NIKE-APACHE     | Investigação teórica da eletrojato equatorial visando o sistema de corrente meridional na baixa ionosfera.  | 08 OUT 70          | DFVLR   |
| NIKE-APACHE     | Investigação teórica da eletrojato equatorial visando o sistema de corrente meridional na baixa ionosfera.  | 12 OUT 70          | DFVLR   |
| NIKE-APACHE     | Investigação teórica da eletrojato equatorial visando o sistema de corrente meridional na baixa ionosfera.  | 22 OUT 70          | DFVLR   |
| BLACK BRANT IV  | Determinação de densidade termosférica por espectrograma de massa e absorção ultravioleta, além de medidas na ionosfera.  | 08 MAR 72          | DFVLR   |

OBS.: No mesmo período, foram lançados dentro do programa EXAMETNET, 16 foguetes tipo ARCAS e 185 foguetes modelo HASP e DARTSONDE, destinados à obtenção de perfis meteorológicos até uma altura de 70 quilômetros. Até fins de 1970 e dentro do programa de desenvolvimento de foguetes nacionais, particularmente o SONDA I, que buscava substituir os foguetes meteorológicos importados, foram feitos 99 lançamentos, incluindo também SONDA II, foguetes 75 mm, foguetes 89 mm e FASC, visando, principalmente, a definição dos parâmetros de vôo.

APÊNDICE 3  
QUADRO DE OS LANÇAMENTOS ATÉ 1970



**APÊNDICE 4**  
**CURIOSIDADE HISTÓRICA**

## **CURIOSIDADE HISTÓRICA:**

Durante a época das conquistas dentro da América do Sul luso-espanhola, as fronteiras entre os dois domínios ficaram indefinidas por muito tempo. O jogo de interesses das duas velhas coroas européias fez que a independência das antigas colônias trouxesse uma série de animosidades nas regiões limítrofes. A independência do Brasil criou em alguns pontos do território lutas políticas e militares que debilitaram as forças internas. A fragmentação das colônias espanholas criaram facções antagônicas, umas a quererem o reerguimento do velho Vice-Reinado e outras, a independência da Província Cisplatina. Tais desencontros geraram a efervescência regional para aquilo que a história registra como Guerra Cisplatina, que durou de 1825 a 1828.

Dentro desse quadro, a cidade gaúcha de Bagé foi centro de atividades militares da maior significação devido sua proximidade com o território uruguaio e por ter sido apossada pelo inimigo. O Marquês de Barbacena, comandante em chefe do Exército Imperial, acampou nas nascentes do Arroio Lixiguana, com tropas brasileiras acrescidas de lanceiros, caçadores e granadeiros alemães contratados na Baixa Saxônia. Entre estes se encontrava o Tenente CARL LUDWIG AUGUST SIEGENER, veterano das guerras contra Napoleão, e que foi incorporado ao 3º Batalhão de Granadeiros, em fevereiro de 1826.

O Tenente Carl Siegener assistira durante a guerra napoleônica o uso de um recurso de artilharia denominado foguete. Embora com notícia histórica desde os tempos dos romanos e equivalesse ao chamado “fogo-grego”, era uma arma nova com maior alcance do que o canhão da época e de válido efeito destrutivo sobre as tropas de cavalaria. Era o foguete a CONGRÈVE, assim chamado porque fora o coronel de artilharia do exército inglês William Congrève que aperfeiçoara o artefato indiano usado na guerra de 1780. Tratava-se de um tubo de ferro com peso não superior a seis quilos, tendo como direcionador uma haste com mais três metros de comprimento.

As vésperas da batalha do Passo de Rosário, o Tenente Siegener sugeriu a seus superiores uma experiência com esse tipo de foguete, a qual deveria ser conduzida na Estância das Delícias. Seria a primeira experiência com foguetes registrada na história do Brasil. Ele preparou no terreno uma rampa de lançamento, fixou um determinado alvo e preparou três foguetes. Supondo que os foguetes tivessem sofrido com a umidade, pois chovera muito nos últimos dias, exagerou na quantidade de escorva, feita de polvorim. Ao anoitecer do dia 7 de fevereiro de 1827, presentes os oficiais generais do Exército Imperial, o Tenente Siegener teve licença para realizar a sua demonstração. Ateou fogo nos três foguetes, os quais arrebentaram muito próximo, sendo que o último deles caiu bem aos pés de seu operador, pondo-o em estado lastimável, com seis grandes ferimentos.

O Tenente Siegener foi removido para Caçapava, em busca de melhor assistência às suas feridas, vindo a falecer em meio caminho, sendo sepultado naquela localidade.

Hoje, no local do infeliz acontecimento, encontra-se um monumento construído pela AVIBRÁS, o qual consiste de um foguete X-40 montado sobre bloco com inscrição comemorativa à primeira tentativa de operação com foguete em território brasileiro.