

Os Benefícios Sócio-Econômicos das Atividades Espaciais no Brasil

EDSON BAPTISTA TERACINE

INTRODUÇÃO

A tecnologia espacial pode ser entendida como aquela que se relaciona, de uma parte, com o desenvolvimento e construção de sondas espaciais, veículos lançadores, satélites e infra-estrutura no solo, e de outra, com a utilização sócio-econômica das informações coletadas pelos artefatos lançados no espaço exterior. Para os países em desenvolvimento, o foco principal deve se concentrar nas aplicações que envolvam retornos de caráter prático, sejam eles econômicos, ou aqueles que atingem a sociedade de maneira benéfica. A população destes países ainda sofre de doenças causadas por deficiências sanitárias, a escassez de água potável, o suprimento não confiável de energia elétrica, e a falta de acesso às comunicações. Os serviços de previsão do tempo devem ser melhorados. As safras agrícolas não são planejadas com antecedência, dada a falta de informação sobre suas prováveis dimensões. Os planejadores e tomadores de decisão falham no provimento de planos adequados e decisões que, realmente, atendam às necessidades sociais - sua maior desculpa é a não-disponibilidade de informação confiável, da qual depende seu trabalho. Os tipos de problemas aqui identificados podem, em boa parte, ser resolvidos de uma maneira custo-efetiva pelo uso da tecnologia espacial. Os artefatos espaciais que se prestam a tal fim são os satélites meteorológicos, em órbitas polar e geostacionária; os de recursos naturais e de monitoramento ambiental, em órbitas polares; os de comunicações em órbitas geostacionárias e aqueles de baixa e média órbitas da Terra; e os satélites de navegação e posicionamento.

A tecnologia espacial é um instrumento ímpar no monitoramento e controle do ambiente em escala global, devido à capacidade de prover levantamentos sinóticos e repetitivos de grandes áreas, às vezes inacessíveis. Os satélites de observação da Terra, de comunicações, e de navegação e posicionamento, desempenham um papel vital na coleta e disseminação de informações, provendo dados para o desenvolvimento de estratégias viáveis. Comparados aos levantamentos terrestres, grandes consumidores de tempo e de recursos, as observações por satélite possibilitam a obtenção de informações instantâneas, numa escala

macroscópica, tornando-as vantajosas para o monitoramento econômico e tempestivo de grandes áreas.

As características do Brasil como território de dimensões continentais, com uma grande população, diversidade de atividades econômicas e a maior área florestal preservada do Planeta, possibilitaram o engajamento em atividades espaciais, desde o início das mesmas, dotando-se de instrumentos e de recursos materiais e humanos, com competência para participar do esforço mundial de utilização e exploração do espaço. Embora apresentando grande desenvolvimento em algumas regiões e áreas de atividades, o País ainda tem enormes disparidades regionais, motivadoras do uso das aplicações da tecnologia espacial.

O Brasil possui hoje, por exemplo, seus próprios satélites de comunicações (cinco), dedicados a um sistema razoavelmente desenvolvido, envolvendo vídeo, dados e telefonia. Em contraposição, vários locais no País não são servidos por qualquer tipo de telecomunicações. Ainda, devido às dimensões continentais e oceanos adjacentes, agravados por uma pobre rede terrestre de sondagem da atmosfera, tem que contar com os satélites meteorológicos para a previsão do tempo e estudos climáticos. Por sua vez, os satélites de observação da Terra (sensoriamento remoto) são a única ferramenta confiável para cobrir área tão enorme, com tantos problemas ambientais e de recursos naturais a serem monitorados e administrados.

A aquisição de um certo grau de independência tecnológica, é um fator importante na assimilação de qualquer tecnologia de ponta, pela estrutura cultural de uma sociedade. Cumpre reconhecer que sem o desenvolvimento de uma capacidade endógena, não é possível para qualquer nação lidar com seus problemas específicos, que são muitas vezes locais e com características culturais próprias. A menos que o crescimento interno de indústrias, capazes de fabricar *hardware* e *software* necessários à exploração dos benefícios da tecnologia espacial, numa escala nacional, sejam cuidadosamente orquestrados, a capacidade tecnológica de uma nação sofrerá, resultando numa grande saída de seus escassos recursos financeiros.

Embora a importação de tecnologia, particularmente daquela de ponta, possa ser necessária, especialmente nos estágios iniciais, uma estratégia para aquisição de independência tecnológica deve ser baseada numa mistura harmoniosa de tecnologia importada, com suas necessidades de desenvolvimento, possibilitando no médio-longo prazo a criação de capacidade própria. Assim, o desenvolvimento e sustentação de um programa espacial, está intimamente vinculado com a evolução

de uma política industrial apropriada, que preveja ligações adequadas entre os elementos programáticos, objetivos científicos ou tecnológicos, instituições participantes e organizações industriais. A par disto, estima-se que os benefícios para fora do setor, decorrentes dos desenvolvimentos tecnológicos espaciais nos países desenvolvidos, sejam, no mínimo, três vezes maiores que os benefícios diretamente auferidos, pelo mesmo. O impacto multiplicador da difusão de tarefas, competências e tecnologias, e o uso de *hardware* espacial pelo mercado consumidor, tem sido responsáveis pelo desenvolvimento da indústria espacial naqueles países.

O Brasil, possui um setor aeroespacial atuante, que congrega, além do segmento industrial, centros de pesquisa e desenvolvimento e de formação de pessoal, e já começam a ser sentidos os benefícios de seu desenvolvimento tecnológico, tanto para dentro, quanto para fora da área. Mesmo em termos de *hardware* espacial, considerando que 60 a 70% do custo do mesmo está nos serviços de valor agregado, com extensas horas de engenharia para teste, qualificação e desenvolvimento, o País, que tomou a decisão de conquistar independência em tais serviços, ao menos parcialmente vem sendo largamente beneficiado.

O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL FACE ÀS ATIVIDADES ESPACIAIS

O desenvolvimento econômico e social da humanidade vem sendo, ao longo dos tempos, embasado na ciência e na tecnologia. Nesse contexto, processos de produção de bens e serviços se tornam mais densos em tecnologias cada vez mais adequadas a atividades produtivas mais eficientes e de baixo impacto ambiental. Em um mundo com economias globalizadas, as atividades espaciais representam, de maneira inequívoca, um grande acervo de conhecimentos técnico-científicos que são hoje intensamente utilizados, em escala planetária, na melhoria da qualidade de vida das nações.

Desde os primórdios, há cerca de cinco milhões de anos, esforços para dominar o mundo e melhorar as condições de conforto, foram arduamente desenvolvidos pela humanidade. A partir da descoberta dos instrumentos de pedra e do uso do fogo, conquistas como o uso de metais, a revolução industrial, a era nuclear e o princípio da era espacial, tiveram um profundo e significativo impacto no crescimento material e cultural da sociedade humana. Embora o homem primitivo pudesse adaptar-se às várias condições ambientais, satisfazendo suas necessidades básicas pelo uso dos recursos disponíveis na natureza, a crescente demanda por mais recursos aliada ao instinto de melhorar as condições de vida, forçou sucessivas gerações a usar inteligência e habilidades, iniciando a escala tecnológica. Dentre os desenvolvimentos mais

significativos do século 20, situa-se o da tecnologia espacial e suas aplicações.

As grandes realizações espaciais nas últimas quatro décadas, trouxeram ao mundo uma verdadeira revolução, dado seu imenso potencial de transformar, mesmo sociedades estagnadas, de uma maneira tempestiva e custo-efetiva. Os atuais benefícios da tecnologia espacial, abrangem as comunicações, a meteorologia, a transmissão de TV, a educação, a agricultura, o crescimento industrial, o controle de recursos naturais e da poluição ambiental, o socorro a desastres, o controle de enchentes e de secas, a saúde e o entretenimento, tocando virtualmente, cada faceta do empreendimento humano. A vasta quantidade de benefícios resultantes da exploração intensiva do espaço, está transformando os estilos de vida não só das nações desenvolvidas, mas também daquelas em desenvolvimento. É impossível imaginar, como se poderia viver hoje sem as conquistas proporcionadas pelas atividades espaciais.

OS PRINCIPAIS PRODUTOS PROPORCIONADOS PELA TECNOLOGIA ESPACIAL

A necessidade de desempenhar uma ampla gama de experimentos espaciais, colocou em prática a conhecida frase, *a necessidade é a mãe da invenção*. A microeletrônica - cujos principais frutos são os circuitos integrados - bem como células fotovoltaicas, materiais especiais, incluindo os *composites*, sistemas precisos de navegação, telemetria e comunicações espaciais a distâncias incomensuráveis, são apenas algumas das tecnologias que foram originadas em resposta às demandas da pesquisa espacial, mas que depois se desenvolveram amplamente, por si próprias. Individual e coletivamente essas tecnologias tiveram um profundo impacto na vida social e cultural dos seres humanos por todo o mundo. Não se pode imaginar a existência dos difundidos computadores, compactos e poderosos, sem os *chips* de circuitos integrados, com escalas de integração e velocidades muito elevadas, que constituem o coração dessas máquinas nos dias atuais. O impacto causado pelos computadores, comunicações e microeletrônica, transformaram totalmente para melhor a vida das pessoas, e a maior parte dos indivíduos não se apercebe da força motora que está por trás dessa mudança.

Os satélites de comunicações fizeram o planeta encolher, possibilitando comunicações quase instantâneas entre quaisquer pontos da Terra, independentemente das distâncias, das velocidades relativas dos comunicantes e dos caprichos da natureza, 24 horas por dia, ano após ano. Esses satélites e os sistemas nos mesmos baseados, oferecem meios confiáveis para comunicações de voz, vídeo e dados, os quais

beneficiam todos os países do mundo. Prestam-se, ainda, à educação e ao treinamento à distância, e à telemedicina.

Os satélites de sensoriamento remoto têm mapeado virtualmente cada parte da Terra, incluindo suas áreas mais inacessíveis. Se essa função tivesse que ser desempenhada por meios convencionais, inclusive por aeronaves, tratar-se-ia de uma tarefa extremamente difícil, para não dizer impossível. Centenas de milhares de imagens com diferentes resoluções espacial, temporal e espectral, foram produzidas desde que o programa civil de sensoriamento remoto nasceu em 1972, com o lançamento do primeiro satélite da série Landsat. Hoje o número de satélites de observação da Terra está crescendo, e ao final da década, dúzias desses satélites estarão servindo como “olhos no céu” para todas as pessoas do mundo. Esses satélites utilizam sensores passivos e ativos, os últimos para eliminar o problema da cobertura de nuvens. Os sensores no infravermelho possibilitam que o imageamento possa ser feito à noite, bem como durante o dia, mesmo nos modos passivos. Tais satélites têm provido imagens que lançaram novas luzes nos recursos naturais do Planeta (agrícolas, florestais, hídricos, mineralógicos, petrolíferos, etc.); têm descoberto incêndios em florestas e erupções vulcânicas; fontes de poluição da água, da terra e do ar, e como as mesmas estão afetando o ambiente. Monitoram rotineiramente a concentração de gases, tais como dióxido e monóxido de carbono na atmosfera, vazamentos de óleo nos oceanos e seu espalhamento. Descobriram a existência de buracos na camada de ozônio sobre os pólos terrestres, indicando a grande depleção desse gás causada pela liberação excessiva de CFCs e outros agentes à base de cloro, gerados pelas atividades humanas.

Satélites meteorológicos em órbitas polares e geoestacionárias, monitoram as nuvens, a formação e o movimento de ciclones, e o estado dos oceanos, os quais desempenham um importante papel na formação global do tempo. Os satélites meteorológicos têm gerado alertas sobre ciclones e furacões, em muitos casos com vários dias de antecedência, enquanto os mesmos estão a centenas de quilômetros da área, na qual estão destinados a descarregar sua fúria. Esses alertas têm salvado milhares de preciosas vidas e propriedades. Alguns desses satélites também carregam equipamentos, que em adição a funções meteorológicas, provêm serviços de busca e salvamento, e facilidades de comunicação de dados para plataformas automáticas de coleta de dados colocadas em solo.

Uma aplicação em rápido desenvolvimento é o uso de satélites para localização de posição na terra, nos oceanos, e no ar, em qualquer lugar do mundo. Um sistema como o GPS (*Global Positioning System*), que consiste de 24 satélites em várias órbitas em torno da Terra, fornece informação instantânea sobre a posição, altitude e velocidade de qualquer

plataforma que contenha equipamento apropriado para receber transmissões desses satélites. Os receptores para tal fim estão se tornando muito comuns, e seus preços estão baixando verticalmente.

Os satélites científicos têm possibilitado aos especialistas calcular o conteúdo eletrônico da ionosfera; mapear os campos elétricos, magnético e gravitacional da Terra; medir com precisão milimétrica movimentos tectônicos, e conduzir uma enorme gama de estudos, relacionados com a Terra e outros planetas. Várias sondas planetárias fotografaram planetas fora do sistema solar, pousaram na Lua, Marte e Vênus, e analisaram o solo e a atmosfera dos dois últimos. O telescópio Hubble está assistindo ao nascimento de estrelas e galáxias no universo distante.

Hoje, já estão banalizadas as idas e voltas de homens ao espaço, e a permanência dos mesmos por longos períodos nas estações espaciais. Os países da Europa e América do Norte que já dominam boa parcela da conquista espacial, estão atualmente envolvidos na construção da Estação Espacial Internacional (ISS), iniciativa da qual faz parte o Brasil, que se tornará a base logística para a conquista do planeta Marte no próximo milênio.

No contexto atual da globalização as atividades espaciais representam, de modo vivo e incontestável, o grande acervo técnico-científico já conquistado e ainda a ser conquistado pela humanidade, dado que objetivam a exploração do espaço exterior, que é infinito. Portanto, as tecnologias desenvolvidas e utilizadas para as realizações no campo espacial, exigem sempre que se dê um passo à frente, o que impõe aos que se dedicam às atividades espaciais, a certeza de encontrarem sempre desafios crescentes, contínuos e ilimitados.

Acontecimentos futuros baseados em tecnologia espacial, estão limitados somente pela imaginação das pessoas que a usam. Mas há muito trabalho por fazer. Trilhões de *bits* de dados estão ainda arquivados aguardando análise, limitados por fatores como a capacidade de processamento dos computadores, o número inadequado de pesquisadores científicos e uma crônica falta de fundos. Apesar dessas restrições a humanidade coletou, nos últimos 30 anos, mais informação sobre o Universo, do que em todo o resto de sua história. Entretanto, o que é conhecido na atualidade, não é mais do que uma gota do desconhecido, que permanece no aguardo de investigação.

A SITUAÇÃO ATUAL DAS ATIVIDADES ESPACIAIS NO BRASIL

O Brasil foi, juntamente com a Índia e logo após a França, um dos primeiros países do mundo a demonstrar o propósito de seguir os exemplos soviético e americano, organizando formalmente uma

instituição governamental dedicada ao espaço, já no início da década de 60. Possui atualmente - atuando sob a coordenação sistêmica da Agência Espacial Brasileira (AEB) - uma comunidade de aproximadamente 300 cientistas, cerca de 800 pesquisadores ou engenheiros, e aproximadamente 2000 técnicos, com especializações diversas, dedicados às atividades espaciais em suas várias frentes. Como ocorre em todos os países que se propuseram a uma atuação abrangente, a grande concentração de recursos se dá no desenvolvimento de tecnologia e sistemas espaciais, programas intrinsecamente muito mais dispendiosos, que os de investigação científica ou de aplicação da tecnologia espacial, já disponível.

Ao longo das últimas quase quatro décadas, o País conseguiu consolidar uma comunidade científica com muito boa reputação e trânsito internacional; uma competente comunidade de pesquisadores voltados a aplicações em sensoriamento remoto e meteorologia; e uma forte base em engenharia e tecnologia espacial. Nesta área, o Brasil já conseguiu superar o estágio do lançamento dos primeiros satélites concebidos, projetados, desenvolvidos e fabricados no País, o SCD-1 e o SCD-2 (Satélite de Coleta de Dados), e está em fase de fabricação de um segundo protótipo do Veículo Lançador de Satélites (VLS), foguete projetado para colocar um satélite de até 200 kg em uma órbita de 700 a 800 km.

Conseguiu ainda implantar uma infra-estrutura laboratorial e de apoio significativa, na qual há que se destacar o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), o Laboratório de Integração e Testes de Satélites (LIT), o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e o Centro de Rastreamento e Controle de Satélites (CRC) que, à exceção da China e da Índia, só encontram similares nos países desenvolvidos.

Cabe aqui, entretanto, questionar como o País se posicionará face à evolução das atividades espaciais em nível internacional. Os sucessos acima relatados reforçam a necessidade de um tratamento sério, conseqüente e de longo prazo para as atividades espaciais brasileiras, caso o País tencione ao menos manter o estágio de desenvolvimento relativo já conseguido, evitar o sucateamento dos onerosos investimentos em recursos humanos e materiais, já realizados, e manter positivas as possibilidades de que suas próximas gerações venham a partilhar dos significativos benefícios que, todos acreditam, o espaço reserva para o futuro da humanidade.

Há que se ressaltar que o desenvolvimento de sistemas e de pesquisa em tecnologias espaciais, podem criar condições ímpares para a capacitação em produtos e processos de elevado conteúdo tecnológico,

tanto nas universidades e instituições de P&D nacionais, quanto nas empresas. A ampla experiência internacional corrobora as observações locais de que esta capacitação e o aprendizado de novos procedimentos gerenciais, e de garantia e controle de qualidade requeridos pelo programa espacial, não ficam restritos aos departamentos industriais, diretamente envolvidos na execução dos contratos firmados com as instituições executoras dos projetos espaciais. Também espalham-se rapidamente e são absorvidos pela empresa como um todo, difundindo-se em seguida para outras empresas do setor.

Um segundo aspecto a ser acentuado, é o papel dos satélites artificiais na remoção de alguns gargalos de infra-estrutura. Para um país com as características territoriais e de distribuição populacional do Brasil, a utilização de satélites é a única forma viável de se pretender um completo inventário e monitoramento das reservas de recursos naturais (particularmente geológicos e florestais). É ainda a única forma viável de se estabelecer uma base de dados hidrometeorológicos extensa e adequadamente atualizada, de forma a permitir previsões confiáveis e com significativa antecedência, das condições do tempo e do clima, sobre todo o território nacional. Esses dados são também de fundamental importância para o gerenciamento eficiente dos sistemas de geração e distribuição de energia hidroelétrica. Deve-se, finalmente, destacar no contexto da infra-estrutura, a grande importância do acesso às telecomunicações como condição básica para o desenvolvimento das regiões remotas do País em bases sustentáveis.

O papel do programa espacial no incentivo à participação privada em investimentos estratégicos, também é um aspecto importante. Esse incentivo se dá de forma direta e óbvia em programas, que pelo alto potencial de exploração comercial rentável dos serviços dele decorrentes, já atraí um grande número de investidores nacionais e internacionais. Ocorre ainda de forma menos direta em todos os demais projetos. Assim, por exemplo, a evidência dos elevados benefícios econômicos decorrentes da melhoria das previsões do tempo e de sua correlação com a disponibilidade de dados ambientais, deverá motivar setores diretamente beneficiados (como cooperativas agrícolas e grupos empresariais atuando no setor agropecuário, por exemplo), a participar dos investimentos necessários à ampliação da rede de plataformas de coleta de dados e mesmo à manutenção da família de satélites, que garantirão a continuidade desses serviços.

TECNOLOGIA ESPACIAL: FATOR DE MUDANÇAS

Atualmente, é fato plenamente aceito que a busca da humanidade por conhecimentos, por meio da exploração científica, associada à necessidade de garantir sua sobrevivência e adquirir maiores condições

de conforto, resultou em avanços tecnológicos que melhoraram a qualidade de vida em todo o mundo. Como, entretanto, a qualidade de vida é resultante de muitos fatores, torna-se necessário o monitoramento de vários indicadores, especialmente os relacionados com a pressão populacional, desenvolvimento econômico, educação, alimentação, saúde, saneamento e integridade ambiental.

A população do mundo dobrou de 2 para 5 bilhões entre 1950 e 1987, e deverá atingir 6,4 bilhões no ano 2000. De acordo com as previsões menos pessimistas, metade da população do mundo estará então vivendo em cidades, causando impactos adversos ao próprio homem e ao meio ambiente. O adensamento urbano, combinado com os padrões de consumo da população em geral, exercerá uma grande pressão sobre os já escassos recursos naturais, principalmente nas nações desenvolvidas. Tendo em vista os requisitos futuros de infra-estrutura apropriada à utilização racional dos recursos, faz-se necessária a opção por modernas tecnologias, em que se inclui, de maneira preponderante, a tecnologia espacial como uma via eficiente de manutenção da qualidade de vida, para grandes populações.

Crescimento econômico é uma componente importante do desenvolvimento, embora não deva ser em si um objetivo. As grandes disparidades nos padrões de vida do povo, entre as poucas nações desenvolvidas e o resto do mundo, no entanto, pode ser medida a partir da importância do país na economia mundial. Em alguns situações, como é o caso do Brasil, apesar do tamanho de sua economia, os padrões de qualidade de vida ainda estão abaixo do desejado, devido à excessiva concentração de renda, em uma pequena parte da população, agravada por fortes contrastes regionais. Daí a necessidade de se utilizar outros parâmetros baseados no nível de escolaridade, de saúde, de saneamento, de nutrição, de acesso a serviços médicos e de integridade ambiental, como padrões de qualidade de vida.

No âmago da questão do perpetuamento das disparidades entre e dentro das nações, situam-se problemas cruciais causadores e ao mesmo tempo decorrentes do agravamento da pobreza e da degradação ambiental, principalmente nos grandes centros urbanos. A tecnologia espacial provou ser de grande utilidade no equacionamento dessas questões. Ela aumentou a comunicação entre os homens como nunca se viu na história, possibilitou a obtenção de informações valiosas sobre tempo e clima, e permitiu o acesso contínuo a detalhes vitais sobre os recursos da Terra, só possíveis de se obter a partir do espaço.

As atividades espaciais podem colaborar significativamente na solução dos problemas que atingem a sociedade, através da prestação de inúmeros serviços essenciais. Os satélites de comunicações, por

exemplo, prestam-se a todos os aspectos da educação à distância, em especial para regiões remotas e mais pobres. Também por meio da telemedicina pode ser prestado um amplo espectro de serviços médicos e assistenciais para as populações de áreas remotas, cobrindo desde a disseminação de informações básicas sobre cuidados com a saúde, até a assistência a médicos locais. Os satélites de observação da Terra, provêm ótimos meios de monitoramento ambiental e controle de recursos naturais, não só para aumentar a produtividade e reduzir os desníveis regionais, mas também para atacar problemas ambientais urgentes, como a urbanização e a industrialização desordenadas, desertificação, desflorestamento, enchentes, secas, degradação do solo, etc. Satélites de comunicações, meteorológicos e de sensoriamento remoto, contribuem substancialmente, no controle de desastres, em especial, dos naturais.

A busca de uma boa qualidade de vida para a sociedade como um todo, tem que ser pautada por judicioso balanço entre os valores econômicos e a ecologia, tendo sempre em vista a conservação, preservação e enriquecimento da qualidade do ambiente. Nesse sentido, o propósito do desenvolvimento sustentado é assegurar que o crescimento econômico e a proteção ambiental, se dêem de uma maneira compatível. Assim, os modelos de desenvolvimento devem estar em harmonia, não só com a pressão das necessidades de uma população em crescimento, mas também com os processos naturais e as funções dos sistemas ecológicos. Qualquer esforço nessa direção demanda uma visão holística dos recursos naturais e do ambiente, e um entendimento da interdependência entre os vários recursos e ecossistemas, na medida em que se integrem os imperativos ambientais relevantes no processo de desenvolvimento. A capacidade dos satélites de sensoriamento remoto de prover uma visão sinótica e imparcial dos recursos naturais, de uma maneira oportuna e custo-efetiva, oferece uma solução tecnológica viável para o problema de manter a integridade do ambiente, sem prejuízo dos processos de desenvolvimento em todos os níveis. À luz do exposto depreende-se que a tecnologia espacial apresenta enormes possibilidades para melhoria global da qualidade de vida e para assegurar alimentos, saúde, educação e segurança ambiental para todos, segundo os padrões de um desenvolvimento sustentável.

EFEITOS ECONÔMICOS DIRETOS E INDIRETOS GERADOS PELOS PROGRAMAS ESPACIAIS

Os programas espaciais podem ser divididos em dois tipos. Tal procedimento permite uma melhor compreensão de seus benefícios estratégicos e sócio-econômicos.

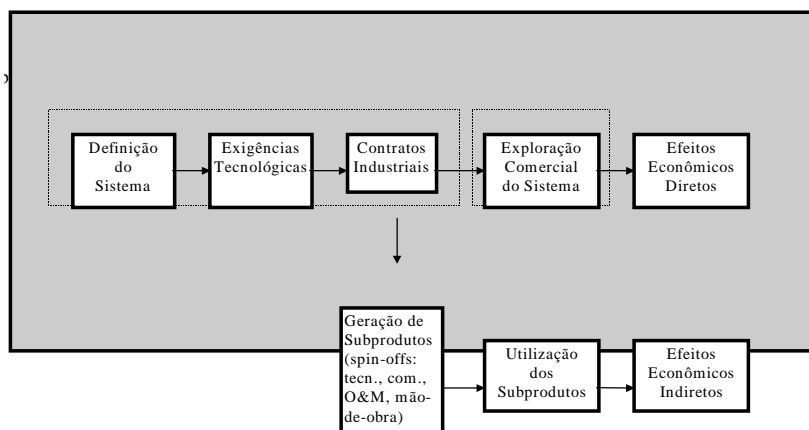
Por um lado, existem programas que se ocupam em desenvolver uma capacidade industrial para projetar e construir artefatos espaciais, os quais podem ser, por exemplo, um satélite artificial, e/ou seu foguete

lançador, e/ou as estações para acompanhá-lo em órbita, e/ou ainda as estações para transmitir e receber dados para ou desses artefatos. Esses programas são em geral caracterizados por um longo processo, que vai da concepção ao desenvolvimento e fabricação, e posteriormente, à comercialização, com as usuais oportunidades de negócios, para o setor privado. Esse processo que exige capacidade de desenvolver e trabalhar com tecnologias avançadas, afeta toda a dinâmica das empresas envolvidas, podendo ter reflexos, até mesmo, na própria estrutura industrial dos setores, onde atuam essas empresas. Esses efeitos, não são facilmente mensuráveis por causa da dificuldade de definir um procedimento de medida, que os identifique efetivamente na dinâmica global da economia.

Por outro lado, existem programas espaciais que se ocupam em usar a capacidade desenvolvida nos programas anteriores. São programas de aplicação de satélites, nas áreas de meteorologia, sensoriamento remoto e comunicações, dentre outras. Esses programas geram ao longo de sua existência dados que encontram utilidade estratégica ou sócio-econômica, facilmente identificável e de quantificação, eventualmente bem definida num determinado período de tempo.

Os efeitos gerados pelos programas do primeiro tipo, foram chamados por alguns autores de *efeitos econômicos indiretos*, e os gerados pelos programas do segundo tipo de *efeitos econômicos diretos*, efeitos esses, tanto um quanto o outro, entendidos como *benefícios* no presente artigo. Esquemáticamente os elementos constituintes do processo de geração de efeitos econômicos, diretos e indiretos, em nível microeconômico, estão representados na figura a seguir.

Processo de Geração de Efeitos Econômicos



(Fonte: Banzato, M.A. - Considerações sobre os Efeitos Econômicos Indiretos de Programas Espaciais; INPE/1985)

Na sequência serão apresentados alguns dos *benefícios diretos e indiretos*, decorrentes das atividades espaciais desenvolvidas no Brasil.

A CONTRIBUIÇÃO DOS SATÉLITES DE COMUNICAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO NACIONAL

O poder das comunicações por satélite, provou, ao longo dos anos, ser absolutamente essencial para o desenvolvimento econômico e social. Os confiáveis serviços de telefonia, radiodifusão (broadcasting) e de transmissão de dados proporcionados pelos satélites, criaram melhores serviços médicos e educacionais, um clima mais saudável para negócios e uma crescente coesão social nos países por todo o mundo. Além disso, um sistema usando satélites pode ser instalado com relativa presteza e menores custos, especialmente quando comparado ao tempo e dispêndios que ocorrem quando da construção de redes terrestres, dentro de um país, ou mesmo no lançamento de cabos submarinos.

Com as correntes mudanças geopolíticas, econômicas e tecnológicas no mundo, um sistema de comunicações confiável e custo-efetivo, torna-se ainda mais crucial para o atingimento das metas de desenvolvimento. Um país como o Brasil precisa implementar uma rede de telecomunicações, que possibilite a seus homens de negócios interagirem com seus contrapartes em outros países, em bases o mais igualitárias possíveis. De outra forma, seu desenvolvimento econômico ficará atrasado. Para os países em desenvolvimento os sistemas com satélites apresentam uma pronta resposta para os requisitos regionais e de âmbito mundial de comunicações.

Pode-se perguntar qual seria a função de um satélite de comunicações no Brasil, já que suas redes terrestres, especialmente aquelas de fibras ópticas, estão tendo um grande desenvolvimento, sendo distribuídas por todo o território incluindo a instalação de vários cabos submarinos ao longo da costa. Os satélites desempenham, no presente, três papéis fundamentais no País. O primeiro é a interconexão de vilas isoladas, principalmente da região amazônica, com o resto da nação. O segundo é a distribuição de TV aberta, fechada e paga; a demanda por TV é tão alta, que já preenche a capacidade total dos cinco satélites dos quais o Brasil é proprietário. Além das aplicações comerciais, os satélites distribuem programas relacionados à teleeducação, treinamento e telemedicina. O terceiro, tão importante quanto os outros, é relativo ao estabelecimento de redes corporativas para servir grandes empresas e bancos, bem como grandes birôs e outras companhias prestadoras de serviços de valor agregado.

Outra frente, para a qual o satélite pode levar grande contribuição, é a área rural. A propósito, na atualidade a única maneira de uma pessoa

no interior da região amazônica se comunicar com o resto do mundo, é através do satélite Inmarsat, um serviço bastante caro. Entretanto, haverá uma solução para esse problema no futuro próximo com os satélites de baixa e média órbitas da Terra (LEOs e MEOs), que preencherão uma grande parte das necessidades rurais brasileiras de telecomunicações.

Foi previsto para o Brasil um investimento de cerca de US\$ 2,6 bilhões, em satélites geoestacionários durante o período entre 1994 a 2004, incluindo os da Embratel, que é a dona da série Brasilsat (A₂, B₁, B₂, B₃ e B₄, o último, em futuro próximo). A Embratel está também usando o satélite Intelsat 709 para distribuição de TV do tipo DTH (Direct to Home), com a banda Ku. A partir do uso de todos os *transponders* disponíveis, está oferecendo no presente todos os tipos de serviços, incluindo a telefonia pública, analógica ou digital; transmissão de dados, em baixa e alta velocidades; distribuição de TV, nas bandas C e Ku; redes corporativas; e distribuição de rádio digital e analógico. Esses serviços têm a seguinte distribuição: dados 16%; telefonia, 38%; TV, 41%; e outros, 5%. A Embratel começou a usar, recentemente, o satélite argentino Nahuel, da Nahuelsat, em conformidade com um acordo recíproco, que envolve o uso de *transponders* daquele satélite na banda Ku pelo lado brasileiro, enquanto que a Embratel provê *transponders* na banda C para os usuários argentinos.

Há também várias sociedades brasileiras devotadas ao uso e/ou construção e exploração de satélites geoestacionários. Algumas delas usam satélites existentes, como aqueles das séries Galaxy e PAS (PanAmSat), para redes de TV paga. Outras, usarão seus próprios satélites para TV, telefonia e transmissão de dados.

Com relação aos satélites de órbitas baixa e média da Terra, prevê-se a operação no Brasil de sistemas como Iridium, Globalstar, Odyssey, Ico e Ecco, cujas companhias estabeleceram, ou estão em vias de estabelecer, associações com grupos brasileiros. A demanda para comunicações móveis por satélite no País, é estimada em 100 mil usuários no segmento urbano e 2 milhões no rural, incluindo uma grande percentagem de terminais fixos nas áreas rurais.

As comunicações por satélite lideram todas as outras aplicações espaciais, com grande vantagem. É interessante, entretanto, enfatizar duas aplicações muito importantes para países em desenvolvimento: teleducação e telemedicina.

No Brasil, a difusão da educação usando satélites está em franco progresso, destacando-se a TV Escola, do Ministério de Educação, voltada às quatro primeiras séries do 1º. grau, a par de ser também, dedicada ao preparo e reciclagem de professores e diretores das escolas

públicas de ensino básico. Está beneficiando, por ora, escolas com mais de 100 alunos. A previsão é de cobrir cerca de 50 mil escolas, com um total de 900 mil professores e 23 milhões de alunos (cerca de 85% dos estudantes do 1º grau). Esse projeto espera atingir indiretamente, a comunidade associada à escola, servindo de nova fonte de acesso à cultura e ao conhecimento.

Outra iniciativa brasileira de grande expressão, é o Telecurso 2000, executado pela Fundação Roberto Marinho e Sistema FIESP, com o objetivo de atingir 33 milhões de brasileiros. As aulas são exibidas diariamente pela TV Globo e TVs Educativas. O Telecurso oferece 1.140 teleaulas, sendo 360 de 1º grau, 420 de 2º grau e 360 de cursos profissionalizantes. Há ainda a TV Senac, um canal de televisão exclusivo e codificado, ou seja, imagem e som só podem ser gerados e recebidos em locais pré-estabelecidos. Trata-se de uma TV interativa permitindo que todos os integrantes da rede se comuniquem ao vivo, usando um canal digital do satélite Brasilsat B1. Sua programação, compreende a informação e a reciclagem profissional de sua clientela, nas áreas da saúde, beleza, moda, decoração, turismo e hotelaria, idiomas, etc. Está conectada a 50 pontos terrestres.

Finalmente, a partir do segundo semestre de 1997 entrou no ar a TV Futura, que veicula programas para telespectadores, com diferentes graus de instrução, uma parte dos quais para atualização de professores. No campo da educação informal os mesmos são direcionados a estudantes de primeiro e segundo graus, e ao ensino profissionalizante.

Todos as iniciativas em teleducação, acima mencionados, deverão adotar técnicas mais sofisticadas no futuro, incluindo sistemas interativos video-voz e video-video. Os satélites de órbitas baixa e média da Terra se juntarão aos satélites geoestacionários, no provimento de teleducação, para áreas remotas e geograficamente isoladas, bem como para a população esparsamente distribuída.

A telemedicina, diferentemente do que vem acontecendo com a educação à distância, resume-se atualmente no Brasil a umas poucas iniciativas, em que pese a grande complexidade dos problemas de saúde no País. Há que se ressaltar, entretanto, empreendimentos como o do Hospital Sarah Kubistchek e o do Exército Brasileiro. O primeiro é uma rede constituída por quatro unidades hospitalares, localizadas em Brasília (DF), Salvador (BA), São Luiz (MA) e Belo Horizonte (MG), e uma unidade em Fortaleza (CE) que encontra-se em fase de instalação. Nos quatro hospitais em operação estão instalados equipamentos de vídeoconferência, que podem ser usados em ligações ponto-a-ponto ou multiponto, provendo comunicações através de vídeo interativo, de alta

qualidade, e de voz. A rede permite discussões, consultas e retirada de dúvidas, como se o interlocutores estivessem num mesmo local, a par de transmissão de chapas de raios-X, de ECGs, EEGs, etc, e do apoio remoto a cirurgias.

O sistema do Exército Brasileiro está organizado em Redes e Sistemas de Telemedicina, assim constituídos:

Rede de Telemedicina da Região Norte

A Rede de Telemedicina da Região Norte está constituída por 17 Postos de Telemedicina de Organização Militar, 6 Postos de Telemedicina de Organização Militar de Saúde e 1 Seção de Telemedicina, no Hospital Geral de Belém e no Hospital Geral de Manaus (sede de Rede).

Rede de Telemedicina da Região Centro-Oeste

A Rede de Telemedicina da Região Centro-Oeste está constituída por 12 Postos de Telemedicina de Organização Militar, 3 Postos de Telemedicina de Organização Militar de Saúde e 1 Seção de Telemedicina, no Hospital Geral de Campo Grande (sede de Rede).

Sistema de Telemedicina do Exército

Além das Redes da Região Norte e da Região Centro - Oeste, a Diretoria de Saúde, instalou Centros de Telemedicina no Hospital Central do Exército e em 3 Hospitais Gerais: Recife, São Paulo e Porto Alegre, aumentando a abrangência e as possibilidades do Sistema, agora de abrangência nacional, embora passível de ampliação logo que as condições o permitam.

Há planos de ampliação do sistema do Exército Brasileiro, oferecendo assistência médica a outras partes do País, mediante o apoio de instituições privadas.

A telemedicina, a exemplo do que ocorrerá com a teleducação, deverá sofrer grande impulso, quando aos atuais satélites geostacionários, se juntarem aqueles de órbitas baixa e média da Terra.

A CONTRIBUIÇÃO DOS SATÉLITES PARA A METEOROLOGIA BRASILEIRA

A meteorologia brasileira é realizada por entidades científicas acadêmicas e operacionais. Os pesquisadores e cientistas estão associados a universidades e instituições de pesquisa, subordinadas aos Governos Federais ou Estaduais. As entidades operacionais estão, basicamente, vinculadas a Ministérios ou Governos Estaduais.

Há duas décadas vem acontecendo um grande desenvolvimento na área da meteorologia brasileira, como resultado de investimentos feitos pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e alguns Estados. Dentro desse esforço, foi criado sob o MCT, o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (Cptec), inaugurado em novembro de 1994, subordinado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foram também criados ou ampliados nos Estados brasileiros, centros regionais de aplicação, devotados ao monitoramento e previsão de tempo e do clima, assim como foi melhorada a infra-estrutura de alguns grupos acadêmicos de pesquisa.

Em termos de previsão de tempo e do clima, em bases nacionais, as mais relevantes contribuições são provenientes do Cptec e do Instituto Nacional de Meteorologia (Inemet), do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. O Cptec está dotado de recursos humanos, computacionais e de telecomunicações, comparáveis aos maiores centros de meteorologia do mundo. Seus sistemas computacionais, que incluem o maior supercomputador encontrado no Brasil, com capacidade de 16 Gigaflops, podem integrar - com o uso de modelos numéricos e dados coletados por satélites meteorológicos das séries Meteosat e GOES (geoestacionários) e NOAA (polares) - informações atmosféricas e oceânicas para produzir previsões fornecidas a usuários, e para estudar fenômenos como o El Niño, suas consequências nas anomalias de temperatura e precipitação, bem como os prejuízos correspondentes. Alguns dos centros e grupos de pesquisa citados, e algumas companhias privadas, recebem diretamente dados coletados por esses satélites. Outros, usam dados de satélites fornecidos pelo CPTEC.

Existem no País cooperativas agrícolas que disseminam a seus associados, informações sobre previsão de tempo (no Paraná, por exemplo, há uma cooperativa com 50 mil afiliados). Estudos desenvolvidos por essas cooperativas, mostram um aumento de 5 a 20% na produtividade, devido ao uso das previsões meteorológicas. Levando em conta que o produto agrícola total do País é de US\$ 40 bilhões/ano, e tomando-se o percentual conservador de 5% para o aumento da produtividade, ter-se-ia o valor de US\$ 2 bilhões como um benefício econômico apenas no que diz respeito à agricultura. Tomando-se essa cifra, e tendo em conta a incidência de impostos que montam a 8%, ter-se-ia ainda uma arrecadação complementar de US\$ 160 milhões/ano para tais impostos, que se constituiriam numa fonte extra de recursos para o Governo.

A manutenção de todo o sistema meteorológico do País, em situação de regime, demanda uma quantia de cerca de US\$ 40 milhões por ano, dos quais US\$ 10 milhões para investimentos, e US\$ 30 milhões para custeio. Na atualidade, no sentido de tirar o atraso existente, seriam

necessários de US\$ 50 a US\$ 60 milhões/ano. Ter-se-ia, assim, numa primeira aproximação, como relações custo-benefício, adotando esses dados:

- Custo / Benefício = 40 mi/2bi = 1/50, em situação de regime, e
- Custo / Benefício = 60 mi/2bi = 1/33, na atualidade.

Depreende-se do acima apresentado que mesmo na situação mais desfavorável (1/33), o retorno seria bastante elevado e tendente a aumentar para cerca de 1/50, ou seja, a cada dólar empregado no sistema meteorológico nacional, ter-se-ia um retorno da ordem de 50 dólares.

Além disso o relatório "Study on the Direct Economic Effects of the Meteosat Programme", elaborado pela firma Bramshill Consultancy, da Inglaterra, sob contrato da ESA (Agência Espacial Européia), concluiu por um percentual de 11,4%, como contribuição dos satélites (geoestacionários + polares) nos benefícios econômicos totais auferidos pelos Estados membros daquela agência, em função do uso das informações meteorológicas na área da agricultura. Como o Brasil carece de uma rede de observação terrestre e de dados de radiosondagem, os dados coletados pelos satélites meteorológicos tornam-se muito mais importantes, contribuindo com 30% a 40% dos benefícios totais (US\$ 2 bilhões), o que conduz conservadoramente a um montante de no mínimo US\$ 600 milhões/ano. Em outras palavras, no caso brasileiro os satélites meteorológicos geram benefícios econômicos referentes à agricultura, que atingem no mínimo US\$ 600 milhões por ano.

Outro exemplo muito significativo refere-se à previsão de seca no nordeste brasileiro. Na atualidade, o Cptec do INPE está fazendo previsões para a área com uma antecedência de três meses e índice de acerto de 80%, ou seja, em cada 5 anos, acerto em 4. Essa informação é de extrema importância para os Estados daquela região, no que diz respeito à produção de grãos, dentre outras áreas de igual importância. Devido às secas as perdas na produção foram de 85% em 1983 e 45% em 1993, deixando em situação de extrema penúria 8 a 9 milhões de pessoas, requerendo por parte dos governos inversões de recursos emergenciais de elevado valor. Entre as poucas medidas possíveis, em casos como o do Nordeste, está a de alertar os agricultores com a antecedência necessária, sobre que tipos de cultura plantar em função do menor ou maior rigor previsto para a seca de um determinado ano. Com a criação e operacionalização do Cptec e de centros regionais, num ano normal como o de 95, graças às orientações havidas, a safra ficou 55% acima da média no estado do Ceará.

A CONTRIBUIÇÃO DOS SATÉLITES NA OBSERVAÇÃO DO TERRITÓRIO NACIONAL

Os fenômenos resultantes do impacto das atividades humanas sobre o meio bio-geofísico do território brasileiro, são geralmente localizáveis no espaço e no tempo. As técnicas de sensoriamento remoto fornecem uma contribuição significativa, principalmente quando combinadas com as ferramentas do geoprocessamento, pois apresentam características singulares e complementares:

- A dinâmica temporal de aquisição, com recobrimentos periódicos sobre o território nacional e Oceano Atlântico, o que permite monitorar a evolução de fenômenos ambientais.

- As diferentes características dos sistemas sensores, que permitem a caracterização de propriedades físico-químicas dos alvos, no espectro óptico, e as geométricas-elétricas nas microondas, adequadas para o levantamento de recursos naturais renováveis e não-renováveis.

- A natureza digital da aquisição e geração das imagens de sensores remotos, fato que torna natural realizar análises quantitativas em sistemas computacionais e permite a interface com o geoprocessamento.

Notando os avanços nas técnicas de observação da Terra, o Brasil decidiu, em 1967, conhecer melhor o seu território, atuando segundo duas maneiras complementares: 1) foi criado o Projeto Radam, para cobrir seus 8,5 milhões de km² com radar, em 10 anos, e 2) estabeleceu-se uma equipe e infra-estrutura no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para aprender a usar as novas técnicas de sensoriamento remoto. Em 1973 o INPE começou a receber dados e imagens do primeiro satélite da série Landsat (ERTS 1), usando sua própria estação de recepção terrena, logo após os Estados Unidos e o Canadá. A partir de então, muitos projetos piloto foram desenvolvidos para demonstrar as técnicas e disseminá-las pelos usuários governamentais e privados. Centenas de especialistas do Governo, Universidades e companhias privadas foram treinados pelo INPE.

Hoje, após cerca de 30 anos de atuação na área de sensoriamento remoto, o Brasil dispõe de um acervo considerável de dados nas bandas óptica, do infravermelho termal, das microondas passivas (dados das séries de satélites Landsat, Spot, Goes, Meteosat, Noaa e Nimbus), e na das microondas ativas (satélites Ers-1, Ers-2, Jers-1 e Radarsat-1, Geosat, Topex/Poseidon). Além disto o INPE desenvolveu tecnologias para a aquisição e processamento de dados geoambientais; que encontram-se em pleno uso por todo o País, como o Sistema de Tratamento de Imagem (Sitim), o Sistema de Informação Geográfica (SGI), e o Sistema de

Processamento de Informações Georeferenciadas (Spring), que atualmente constituem-se na maior base de geoprocessamento no Brasil.

Os resultados do Radam foram publicados em 38 relatórios com mapas temáticos na escala de 1:1.000.000, disponíveis no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O INPE tem se incumbido da recepção, gravação, processamento e distribuição dos produtos de sensoriamento remoto por satélite. Foram implantados cerca de 150 laboratórios de sensoriamento remoto e geoprocessamento por todo o País e 15 companhias privadas, cuja demanda colocam o Brasil como o terceiro maior usuário de imagens de satélites no mundo. Isso tem permitido às agências governamentais e cientistas, monitorar regiões remotas da Amazônia, a urbanização, os desflorestamentos, as safras agrícolas, etc. Tem possibilitado a realização de estudos sobre incêndios em florestas na região amazônica, e ao estabelecimento de mudanças nas taxas de desflorestamento. Imagens de alta resolução são usadas para estudar o desflorestamento, que provoca a perda da biodiversidade e pode influenciar o fenômeno do aquecimento global. Com dados do Landsat, o Projeto Desflorestamento (Prodes) do INPE tem estimado as áreas totais e as taxas de desflorestamento na Amazônia brasileira, na tentativa de ajudar o Governo a adotar medidas para fazer diminuir o desflorestamento.

A contribuição que os satélites de sensoriamento remoto podem prover às atividades humanas é muito vasta, e cobre áreas como a agricultura, silvicultura, recursos de pastagem, uso da terra e mapeamento, geologia, recursos hídricos, oceanografia e recursos do mar, monitoramento ambiental, previsão e controle de catástrofes (enchentes, secas, deslizamentos de terra, etc) e cartografia. Estão apresentados abaixo, em adição ao Prodes, exemplos de benefícios proporcionados por esses satélites.

Destacam-se as atividades desenvolvidas pelo IBGE na área de previsão e acompanhamento de safras - o Projeto Prevs. Esse projeto vem sendo implementado desde 1986 com a colaboração técnica do INPE e financiamento do Banco Mundial, tendo sido cobertos cumulativamente, até 1990 os estados do Paraná, Santa Catarina, São Paulo, e o Distrito Federal, estando prevista sua extensão para o Mato-Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Goiás. A metodologia utilizada no Prevs é constituída de um desenho probabilístico estratificado de uma amostra de áreas, que serve de base a todos os procedimentos de estimação. O painel para amostragem de áreas, denominadas segmentos, e onde são realizados os levantamentos de dados necessários à avaliação da situação da agricultura e da pecuária, é estratificado segundo o uso do solo por meio de imagens dos satélites da série Landsat.

Os dados de sensoriamento remoto vêm sendo também utilizados no Brasil para o planejamento urbano. Um exemplo de tais aplicações é o Projeto Mavale, no qual o macrozoneamento do uso da terra para o Vale do Paraíba e região costeira do nordeste do estado de São Paulo (18.111 km²), foi realizado usando imagens dos satélites Landsat e Spot. Extraíu-se dos produtos de sensoriamento remoto informações geológicas, geomorfológicas e sobre água no solo, as quais foram usadas para elaborar mapas de adequabilidade do uso da terra, de áreas favoráveis a trabalhos de engenharia, de áreas para expansão urbana e de áreas com riscos de desastres geológicos. Essa informação, associada com mapas de uso/cobertura da terra e com diagnósticos sócio-econômicos, permitiram a elaboração de mapas, para prover linhas de ação para as políticas regionais de uso do solo. A análise estrutural do espaço urbano e a dinâmica da expansão urbana em relação a cenários alternativos de uso da terra, podem ser realizadas com imagens orbitais, com uma melhor relação custo/benefício do que com métodos convencionais.

Com relação aos recursos do mar, há pelo menos um exemplo a citar. Trata-se do projeto Satpeixe, fruto de uma parceria entre a Quaker Brasil Ltda, o Sindicato das Indústrias de Pesca de Itajaí (Sindipi) e a Oceansat Tecnologia Espacial para Monitoramento Ambiental, desenvolvido para introduzir a cultura do sensoriamento remoto nas atividades de pesca no Brasil. No projeto são geradas cartas de Temperatura de Superfície do Mar (TSM), obtidas a partir de dados coletados pelos satélites da série NOAA, que são analisadas por um grupo de especialistas nas áreas de sensoriamento remoto e oceanografia, para o entendimento de padrões de circulação que indiquem as áreas favoráveis à ocorrência de atum e afins, além de outras espécies de comprovado hábito pelágico, cujos estoques não se encontrem sobre-explotados. As cartas de TSM com as respectivas análises oceanográficas, são então diariamente enviadas a técnicos em biologia pesqueira, que elaboram as cartas de pesca, que por sua vez são transmitidas, via fax, aos armadores que as repassam aos barcos de pesca. Usando a mesma metodologia, a Oceansat está também fornecendo cartas de TSM para iate clubes brasileiros, como apoio à pesca recreativa.

O PROCESSO DE GERAÇÃO E DIFUSÃO DE EFEITOS ECONÔMICOS INDIRETOS

Durante muitos anos o suporte governamental aos grandes programas de P&D, como programas nuclear, espacial e de defesa, representaram de maneira implícita a política dominante de inovação dos países desenvolvidos, como forma de ampliar a disponibilidade tecnológica da indústria local e aumentar sua competitividade.

A capacidade inovadora dos programas espaciais, é decorrente, em grande parte, de suas próprias características técnicas e organizacionais. Em mais de 30 anos de P&D espacial, algumas dessas características despontam como típicas na Europa e EUA. Os programas espaciais têm sido financiados quase que exclusivamente por recursos públicos e sempre reúnem diversos segmentos industriais, a maioria considerados de ponta, em organizações bastante complexas. Além disso, para suprir suas necessidades tecnológicas exigem mão-de-obra qualificada e infra-estrutura de pesquisa fundamental e aplicada.

Dessa forma, embora os efeitos econômicos gerados pela P&D espacial apresentem particularidades decorrentes das diferenças entre programas e países, pode-se afirmar que o ponto de partida do processo de geração e difusão das inovações e seus efeitos, são as exigências tecnológicas dos projetos espaciais e a organização industrial responsável pela sua execução. É preciso lembrar ainda que, dada a grande intervenção dos governos nesse campo, esse processo é bastante influenciado pelas políticas governamentais de regulamentação industrial, de compras, de propriedade industrial e de concessão para exploração de patentes.

Os efeitos das inovações espaciais são identificados como mudanças na qualidade da força de trabalho, ou ainda na forma de novos produtos e novas condições de comercialização. A difusão das inovações entre firmas, provoca conseqüências que podem ser observadas em nível setorial e também no conjunto da economia.

***SPIN-OFFS* OU EFEITOS INDIRETOS**

O termo *spin-off* é frequentemente entendido como uma definição de casos nos quais as tecnologias, desenvolvidas no contexto dos programas espaciais, são usadas em atividades fora desse setor. Tecnologias espaciais são então transferidas, e permitem às empresas receptoras se beneficiarem, ajudando-as a projetar e vender novos produtos, ou serviços, ou modificar seus processos de produção, afim de melhorar sua eficiência. Esses efeitos se espalhando por toda a economia, através da venda de bens e serviços, compra de licenças, cópias, documentos técnicos ou científicos, e assim por diante, constituem-se na base do que é comumente chamado de efeitos econômicos de longo prazo dos programas espaciais.

Entretanto, num sentido muito mais amplo, o termo *spin-off* cobre todas as maneiras pelas quais aquilo que foi aprendido por uma firma durante uma atividade, no caso o programa espacial, é usado por ela própria, ou por outra organização, noutra contexto. Dessa maneira o

spin-off não fica restrito a transferências de tecnologia, podendo ser também considerados como *spin-offs*, a introdução de novos métodos de gerenciamento, a mudança de estruturas organizacionais, o fortalecimento da colaboração entre empresas, o uso daquilo feito em aplicações espaciais, como uma referência de marketing, a melhoria do nível de competência dos empregados, etc. Os *spin-offs* assim caracterizados, constituem-se nos *efeitos econômicos indiretos* das atividades espaciais.

PROGRAMAS ESPACIAIS E INDÚSTRIA

Uma característica importante dos setores industriais que atuam no campo espacial, é relativa à sua própria formação. A capacidade industrial espacial hoje existente em alguns países desenvolvidos, nasceu principalmente da diversificação de setores industriais de ponta. O espaço não constitui, propriamente falando, um verdadeiro setor industrial, uma vez que os projetos espaciais se apresentam muito mais como um cadinho tecnológico, onde são fundidas e sintetizadas tecnologias avançadas dos mais diversos setores. Um levantamento do perfil das empresas industriais mais importantes que atuam no campo espacial, sugere que nessas empresas as atividades espaciais são parte de um conjunto maior de atividades, no qual figuram principalmente a aeronáutica e a eletrônica avançada.

Na Europa, por exemplo, com exceção da Arianespace que foi criada exclusivamente para assegurar a produção e comercialização do lançador Ariane, a atividade espacial está hoje integrada no seio das empresas a outras atividades relevantes, geralmente aeronáutica e eletrônica. Essa parece ser a solução mais econômica, para manter na França um potencial industrial nesse setor de ponta. Além do objetivo econômico direto, parece que é igualmente a fórmula que permite a melhor valorização dos conhecimentos técnicos adquiridos pela atividade industrial espacial.

Essas particularidades do esforço espacial, ou seja, por um lado, a exigência de tecnologias e organização avançadas, e por outro a sua inserção nos diversos setores industriais, são o ponto de partida do processo de inovação, que resulta da pesquisa espacial e de sua difusão na economia.

O SETOR AEROESPACIAL BRASILEIRO

O setor aeroespacial brasileiro tem como componentes os órgãos de formação de recursos humanos, os complexos científicos e tecnológicos, as indústrias, a infra-estrutura aeroespacial, a aviação civil e a aviação militar.

O setor tem características econômicas próprias, atuando como integrador de conhecimentos de ponta e envolvendo recursos humanos altamente especializados. Na área industrial os produtos têm longo ciclo de desenvolvimento e alto valor agregado, caindo rapidamente em obsolescência se não tiverem contínuo aperfeiçoamento. O desenvolvimento desses produtos geralmente requer grande volume de capital, com retorno a médio e longo prazos, sendo a competição internacional muito acirrada. Finalmente, o setor gera inúmeras aplicações em outros campos de atuação, particularmente em automobilística e em serviços como telecomunicações, transporte, turismo, energia, sensoriamento remoto, meteorologia e medicina.

A INDÚSTRIA AEROESPACIAL NACIONAL

Atuam no setor em diversos níveis cerca de 600 empresas. Segundo a Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB), as empresas empregaram em 1996, 13.600 pessoas, e faturaram US\$ 2,37 bilhões, incluindo as exportações, dos quais US\$ 1,17 bilhão representou a receita com produção industrial, gerando 7.200 empregos. Cerca de duas dezenas de empresas, as quais possuíam da ordem de 2 mil empregados, estavam mais diretamente ligadas às demandas específicas do setor espacial. Esses totais não incluem o faturamento das empresas exploradoras de serviços de transporte aéreo. Historicamente nos últimos 10 anos as exportações, representaram 55 % do faturamento global.

Os principais produtos do setor são: aviões comerciais, aviões militares, aviões leves, helicópteros, foguetes de sondagem e de aplicação espacial, satélites, radares, sistemas e equipamentos de controle de tráfego aéreo e proteção ao vôo, sistemas e equipamentos do segmento solo para satélites, equipamentos e aviônicos de bordo para aeronaves e satélites, motores aeronáuticos, sistemas espaciais e seus componentes, armamentos diversos e os serviços correspondentes para operar e manter tais sistemas.

A indústria está capacitada para conceber, projetar, qualificar, produzir e dar suporte aos equipamentos e sistemas citados. Trabalha em programas internacionais de cooperação, possui marcas próprias, reconhecidas internacionalmente - tais como Embraer, Avibrás e Aeroeletrônica - e já competia com sucesso no mercado internacional, anteriormente ao processo de abertura econômica.

É importante ressaltar, que o setor produtivo espacial é tributário do setor produtivo aeroespacial, em função da grande comunalidade de métodos, processos e equipamentos produtivos. Para se socorrer das dificuldades ocasionadas pela flutuação das atividades espaciais nacionais, situação que é inevitável nas áreas de tecnologia avançada, as empresas tendem a disputar outras fatias de mercado no mais amplo

setor aeroespacial, constituindo-se muitas vezes em fornecedores de itens e conjuntos para aeronaves e material de defesa.

Essa característica de dualidade econômica setorial produz reflexos que não podem ser negligenciados, como por exemplo os resultados da crise observada no setor na virada da década de 80. Naquela época, diversos fatores contribuíram para uma queda vertiginosa nas atividades do setor espacial, influenciando negativamente nas atividades espaciais nacionais. Entre outros fatores, verificou-se a diminuição dos investimentos governamentais nacionais, a ausência de instrumentos de compras nacionais efetuadas no exterior, o fim da Guerra Fria, e o desarmamento das nações. Como consequência desses fatos, naquele período o setor aeroespacial nacional suprimiu cerca da metade da sua força de trabalho, correspondendo em termos absolutos à eliminação de 15 mil postos de trabalho de alto grau de especialização. Houve também reflexos negativos importantes nas trajetórias de desenvolvimento tecnológico das empresas.

A reação do Estado na área espacial se deu com a readequação das verbas, quando da criação da Agência Espacial Brasileira (AEB). Esse primeiro passo objetivou a finalização da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), que ainda se encontra em desenvolvimento, e o atendimento dos programas binacionais, que já estavam em andamento. No entanto, o volume de encomendas colocados no mercado, ainda não foi suficiente para recapitalizar o setor face às perdas financeiras acumuladas pelas empresas desde 1989. Assim, torna-se necessário o desenvolvimento de ações imediatas destinadas à recuperação e preservação da capacidade instalada do setor produtivo, e para a consequente expansão das suas atividades comerciais nas áreas nacional e internacional.

É relevante que, embora ainda não intensa, a atividade espacial propicia demanda de 3% do faturamento anual do conjunto dessas empresas (para algumas pequenas representa 100%), de acordo com a AIAB. Entretanto, em números absolutos o significado não é desprezível, em especial na área da indústria de lançamento. No âmbito dos veículos lançadores a participação da indústria brasileira foi de 85% em 1996, ou US\$ 245 milhões, destinando-se 15% aos fornecedores estrangeiros. Ao todo mais de 120 empresas participaram dos trabalhos de construção do Veículo Lançador de Satélites (VLS), desenvolvido pelo Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), do Ministério da Aeronáutica. No programa de satélites nacionais desenvolvidos pelo INPE os números foram US\$ 16 milhões para as indústrias daqui e US\$ 24 milhões para as do exterior, enquanto que no projeto dos satélites sino-brasileiros, foram respectivamente, de US\$ 34 milhões e US\$ 31 milhões.

BENEFÍCIOS POTENCIAIS DO SETOR AEROESPACIAL BRASILEIRO

É importante considerar o potencial do setor para o crescimento e alavancagem do desenvolvimento nacional, como verifica-se nos países desenvolvidos. Por ser um setor intrinsecamente tecnológico, o seu desenvolvimento é fundamental para estimular outros setores que possam se beneficiar das suas tecnologias, procedimentos e mão-de-obra qualificada. Os benefícios que a nação pode auferir do apoio ao setor aeroespacial são inúmeros, destacando-se, principalmente, os seguintes:

- *aumento de arrecadação*, pela comercialização de bens e de serviços de alto valor agregado;
- *criação de empregos altamente qualificados*, através da retomada da produção pelas empresas do setor, que hoje operam abaixo de sua capacidade produtiva, e da retomada dos investimentos pelas que têm capacidade de se expandir;
- *melhoria da qualidade de produtos e serviços em geral*, pela incorporação pelo parque industrial, das tecnologias e procedimentos gerados no setor, com conseqüente aumento da competitividade da indústria nacional;
- *utilização de produtos e serviços*, derivados dos institutos de pesquisa e empresas de prestação de serviços, mormente aqueles relativos a satélites meteorológicos e de sensoriamento remoto, diretamente aplicáveis à melhoria da produção agrícola e monitoramento dos recursos naturais; e
- *desenvolvimento de novas tecnologias e produtos*, através das interações entre empresas, universidades e centros de pesquisas.

Não é demais lembrar que muitos dos setores considerados de ponta, como automobilístico, telecomunicações, informática, química fina, automação e controle de processos, novos materiais e outros, que hoje têm amplo espectro de aplicações nos meios industriais e de serviços gerando enormes benefícios sociais, tiveram forte influência dos programas do setor aeroespacial. Sistemas de gestão e garantia da qualidade que baseados nos padrões aeroespaciais, tornaram-se mandatórios para a modernização industrial, são outros exemplos concretos dessa influência. Resultados já obtidos pelo setor aeroespacial têm demonstrado que o País tem condições de competir em nível internacional, bastando para isso que continue tendo o apoio necessário do Governo.

SPIN-OFFS DAS ATIVIDADES TECNOLÓGICAS DESENVOLVIDAS NO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO

Embora o País disponha de um setor aeroespacial atuante não vem sendo realizados, pelo menos no seu segmento industrial espacial,

levantamentos sistemáticos de *efeitos indiretos* nos moldes daqueles realizados nos EUA e na Europa. Na realidade, foram feitos alguns levantamentos pela AEB, IAE e INPE, visando a avaliação do impacto de atividades espaciais sobre a indústria nacional sob o enfoque dos *spin-offs*, no que tange ao desenvolvimento e fabricação de foguetes lançadores (Sonda de 1 a 4, e VLS, dentre outros) e de satélites (SCD 1, 2 e 2A, e CBERS, dentre outros). Embora não dotados de uma metodologia mais apropriada para tal tipo de pesquisa, esses levantamentos dão uma idéia ainda que bastante superficial sobre os efeitos em questão; caso haja interesse por parte do leitor, poderá consultar o trabalho *Efeitos Econômicos Indiretos dos Programas Espaciais - Relatório Básico n° 10*, realizado sob a égide do Projeto RHAÉ (Estudos Prospectivo da Área Espacial), do CNPq e da AEB, onde tais levantamentos estão registrados. A título de exemplo segue abaixo um trabalho realizado pela empresa Cenic- Engenharia, Industria e Comércio Ltda., relativo aos reflexos para a indústria nacional, da transferência de tecnologias desenvolvidas no contexto do programa espacial brasileiro.

À semelhança do observado nos países que há longo tempo mantêm programas espaciais próprios, as atividades desenvolvidas no Brasil, apesar de bastante modestas, já propiciaram expressivos ganhos tecnológicos reais em outros campos comercialmente estratégicos para a nação. São exemplos:

1. Os conceitos de estruturas otimizadas em materiais compostos vêm sendo aplicados de maneira crescente no Programa Petrobrás de capacitação tecnológica nacional, para exploração de petróleo em águas profundas (Procap), onde a redução de peso torna-se um fator de importância vital para os equipamentos embarcados nas plataformas *offshore*.

2. As técnicas desenvolvidas para a produção de cascas finas estruturais, calculadas por elementos finitos, permitiram a total nacionalização de diversos tipos de ventiladores industriais, equipamentos que até 1985 eram, em sua totalidade, importados pelo Brasil. Atualmente, com mais de 300 unidades nacionais operando com sucesso em indústrias químicas de papel e celulose, de alimentos, refinarias e siderúrgicas, a indústria nacional começa a incluir esses equipamentos em sua pauta de exportação, ingressando num mercado internacional que anualmente consome dezenas de milhões de dólares desse produto (empregados em torres de resfriamento e *air coolers*, esses equipamentos têm diâmetro de rotor de até cerca de 15 metros, sendo acionados por motores elétricos de potência até 350 HP).

3. Os conhecimentos de estruturas aeroelásticas, aliados aos processos desenvolvidos para laminação a vácuo de compostos aeroespaciais, permitiram o ingresso do Brasil no mercado mundial de fornecimento de rotores para turbinas eólicas. Essa forma de geração elétrica, uma das mais limpas e modernas atualmente disponíveis, vem apresentando crescimento vertiginoso no Hemisfério Norte, onde nos EUA apenas o estado da Califórnia já conta com mais de 20 mil turbinas em operação, na Dinamarca mais de 4 mil unidades, na Alemanha mais de 1.500 e a Inglaterra, Espanha, Holanda, entre outros, têm vastos planos de utilização dessa modalidade de geração. O mercado de fornecimento de novos rotores e de manutenção das unidades, já em operação, é bastante grande e tende a um crescimento acentuado. Até recentemente, encontrava-se dividido entre três fabricantes europeus. A indústria brasileira, após certificação internacional da qualidade de seus produtos, ingressou nesse mercado e um primeiro lote de turbinas eólicas já opera, atualmente, na Alemanha, equipado com rotores produzidos em São José dos Campos (SP).

4. As técnicas de cálculo de aerodinâmica aplicada permitiram o dimensionamento e a fabricação dos sistemas especiais de ventilação de alto desempenho e baixo ruído, que hoje equipam as mais novas estações de metrô de S. Paulo, com expressivas melhorias obtidas em relação aos sistemas antigos importados da Europa. Essa mesma abordagem permitiu o desenvolvimento de sistema especial de troca térmica dentro de estufas de secagem de madeira, objetivando o ajuste do teor de umidade no material processado, para adequá-lo, à qualidade exigida pelo mercado internacional, onde atuam grupos exportadores brasileiros que têm a qualidade de seus produtos assegurados por equipamentos desenvolvidos com base nos conhecimentos advindos do Programa Espacial.

5. A metodologia de cálculo empregada para estruturas espaciais vem sendo aplicada nos estudos de viabilidade e desenvolvimento de protótipos de equipamentos, para aplicações de alta especialização como os sistemas de flutuação desenvolvidos para o robô-protótipo empregado pela Petrobrás em suas operações especiais a grande profundidade, e os sistemas de geração de empuxo, acoplados às linhas flexíveis de produção de petróleo, planejadas para a extração de óleo sob lâminas d'água com profundidades de até 2 mil metros. Protótipos desses equipamentos já foram desenvolvidos em São José dos Campos e aprovados nas câmaras de testes hiperbáricos da Marinha do Brasil, para uso em futuro próximo, nos campos de produção da Petrobrás nas costas dos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro.

6. A avançada técnica de cálculo estrutural por elementos finitos, e os conhecimentos de mecânica de fadiga, permitiram análise detalhada,

revisão de projeto e alterações em componentes críticos de usinas paulistas de produção de álcool, por encomenda da Coopersucar, visando eliminar perdas de produtividade (e consequentes perdas financeiras), quando da operação intensa desses equipamentos nas fases de moagem das safras de cana de açúcar.

7. A metodologia de projeto e análise de componentes desenvolvida para o programa espacial, vem encontrando aplicação crescente no programa de investimentos para modernização dos veículos nacionais, ora em curso na indústria automotiva. São exemplos: novos tanques de combustível, em materiais compostos, com otimização de peso, utilizados nos ônibus rodoviários Mercedes-Benz; vasos de pressão de baixo peso para estocagem de gás natural, nos novos ônibus urbanos, que começam a rodar nas grandes cidades brasileiras, utilizando esse combustível; novos painéis em compostos translúcidos, para estudos de interferências mecânicas na avaliação de protótipos; novo pacote de *air management*, para os veículos comerciais da General Motors; cálculo estrutural de componentes de ônibus, exportados pela Mercedes Benz do Brasil; desenvolvimento de componentes leves em laminados anti-chama, para os carros do metrô do Distrito Federal, encomendados à Mafersa.

8. Os conceitos de engenharia de sistemas estabelecidos para o desenvolvimento de sofisticados equipamentos de apoio aos lançamentos de foguetes, como é o caso do Banco de Controle de Lançamento do VLS, ora em desenvolvimento conjunto pelo CTA e empresas brasileiras, vêm encontrando desdobramento imediato no segmento industrial de verificações informatizadas do desenvolvimento de produtos contribuindo, decisivamente, para a produtividade das empresas e qualidade de sua produção. Um exemplo expressivo é o conjunto de sistemas de testes eletrônicos desenvolvido para a General Motors do Brasil, inicialmente para a linha Ômega (desde seu lançamento, todos os veículos dessa linha foram testados eletronicamente, por equipamentos especiais, produzidos em São José dos Campos) e, posteriormente, para os novos veículos lançados por aquela empresa.

9. Os elevados padrões de controle de processos requeridos por programas dessa natureza, vêm propiciando a implantação de controladores análogos em outros segmentos de atividades de controle e gerenciamento de processos especiais, facilitando, ou mesmo automatizando, a tomada de decisões e propiciando grandes economias de recursos, através do funcionamento racionalizado de estações de supervisão e gerenciamento de distribuição de energia, de telecomunicações e de fluxos de veículos. Um exemplo significativo constitui-se nos trabalhos de desenvolvimento e implantação, dos novos

postos de pedágio informatizados, para atendimento às necessidades da Dersa.

BIBLIOGRAFIA

- Artigo Sobre o Setor Aeroespacial Brasileiro - Comissão de Ciência e Tecnologia do Setor Aeroespacial - Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia - Secretaria da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico - Governo do Estado de São Paulo - 1997
- Banzato, M.A. - Considerações sobre os Efeitos Econômicos Indiretos de Programas Espaciais - (INPE - 3594 - TDL/96) - 1985
- Bello, M. L. S., T. R. P. Lopes e M. B. P. Poubel - Construção de Legenda de Padrões de Uso do Solo a Partir de Produtos de Sensoriamento Remoto - Caderno de Geociências - IBGE - Abr/Jun/95
- Chandrasekhar, M.G. - Remote Sensing for Sustainable Development - Proceedings of the UN/ESA Workshop on Enhancing Social, Economic and Environmental Security through Space Technology - Graz/Austria - 1994
- CENIC Engenharia - Desdobramento das Atividades Tecnológicas Desenvolvidas no Programa Espacial Brasileiro para outros Campos Industriais no País - 1996
- Collares, J. E. R., C. A. Lauria e M. M. Carilho - Pesquisa de Previsão e Acompanhamento de Safra Baseada em Painéis de Amostras de Áreas - Anais do VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - IBGE - 1993
- Educação à Distância - Uma Alternativa para Ensinar Mais - Revista da SIEEESP - Set/96
- Educação à Distância - Um Processo já Encarado como Irreversível - Revista SIEEESP - Fev/97
- Fonseca e Silva, R. - Difusão da Tecnologia de Sensoriamento Remoto no Brasil - INPE - 1987
- Globosat Dedica Canal à Educação - TV Futura - Folha de São Paulo/Tv Folha - Fev/97
- Guia de Programação - TVSENAC São Paulo - Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial/SENAC - Administração Regional do Estado de São Paulo - 1996
- Kasturirangan, K. - The Challenges of Space Technology - Possibilities to Enhance the Quality of Life - Special Plenary Session - International Astronautical Federation Congress - 1995
- Lauria, C. A. et J. E. R. Collares - Previsão de Safras: Novas Tecnologias - Simpósio de Inovações - Encontro de Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais - 1996

Mehmud, S. - Establishing National Policy and Infrastructure for Utilization of Space Technology in Developing Countries - Proceedings of the UN/ESA Symposium on Space Technology for Improving Life on Earth - Graz/Austria - 1995

Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite - 1997 - 1998 - INPE - Fev/99

Oliveira e Souza, M.L. - INPE's Space Activities: Its Way of Putting Space of Service to Humanity - Symposium Proceedings / International Space University - Strasbourg / France -1996

Pereira, M.N. - Urban Management Using Remotely Sensing Techniques - Population Dynamics and Management of Urban Environment - Special Plenary Session - International Astronautical Federation - 47 th Congress - Beijing/China - 1996

Pesquisa de Previsão e Acompanhamento de Safras Agrícolas - Projeto PREVS - Divulgação dos Resultados - Paraná - IBGE - 1996

Plano de Implementação da TVEscola - Secretaria de Desenvolvimento, Inovação e Avaliação Educacional - Ministério da Educação e do Desporto - Brasília - 1995

Programa Nacional de Atividades Espaciais - PNAE - 1996 a 2005 - Agência Espacial Brasileira - AEB - 1996

Programa TVEscola - Idéias Centrais para Desenvolvimento do Projeto - Secretaria de Ensino Fundamental - Ministério da Educação e Desporto - 1996

Proposta sobre Plataforma /PADCT - AEB - 1998

Rao, U.R. - Space Policies for Developing and Newly Industrialized Countries - Proceedings of the UN/ESA Workshop on Enhancing Social, Economic and Environmental Security through Space Technology - Graz/Austria - 1994

Rede de Unidades SENAC-SP: Novos Paradignas Arquitetônicos em Educação - Editora SENAC - São Paulo - 1994

Rede Sarah - Fax da Assessoria de Imprensa do Hospital Sarah Kubistchek - Brasília - 1997

Relatório Final da Comissão El Niño - Senado Federal - 1997

Sistema de Telemedicina do Exército Brasileiro - Diretoria de Saúde - Ministério do Exército - Brasília - 1997

Teracine, E.B. - Contribuição dos Satélites na Melhoria da Qualidade de Vida - Projeto RHAE/CNPq/Agência Espacial Brasileira - Relatório Básico nº 1 - 1998

Teracine, E.B. - Contribuição dos Satélites na Previsão do Tempo e do Clima e nos Estudos Climáticos - Projeto RHAE/CNPq/Agência Espacial Brasileira - Relatório Básico nº 2 - 1998

Teracine, E.B. - Benefícios Sócio-Econômicos da Meteorologia - Projeto RHAE/CNPq/Agência Espacial Brasileira - Relatório Básico nº 3 - 1998

Teracine, E.B. - Contribuição das Telecomunicações para o Desenvolvimento Nacional - Projeto RHAE/CNPq/Agência Espacial Brasileira - Relatório Básico nº 4 - 1998

- Teracine, E.B. - Contribuição das Telecomunicações para as Áreas da Educação e da Medicina - Projeto RHAE/CNPq/Agência Espacial Brasileira - Relatório Básico nº 7 - 1998
- Teracine, E.B. - Benefícios Estratégicos e Socio-Econômicos da Observação da Terra a Partir do Espaço - Projeto RHAE/CNPq/Agência Espacial Brasileira - Relatório Básico nº 9 - 1998
- Teracine, E.B. - Efeitos Econômicos Indiretos dos Programas Espaciais - Projeto RHAE/CNPq/Agência Espacial Brasileira - Relatório Básico nº 10 - 1998
- Teracine, E.B. - O Uso Estratégico e Sócio-Econômico do Espaço Exterior - Projeto RHAE/CNPq/Agência Espacial Brasileira - Capítulo 1 - 1998
- The Direct Economic Effects of the METEOSAT System - Bramshill Consultancy Ltd - Under Contract of ESA nr. 10106 / 92 / F / HEW - 1993
- Wexler, Y. - Satellite Communications as a Tool for Economic and Social Development: the Intelsat Perspective - Seminars of the UN Programme on Space Applications - Selected Papers on Remote Sensing, Satellite Communications and Space Science - 1994

RESUMO

O Brasil, país de dimensões continentais com uma grande população, diversidade de atividades econômicas e com a maior área florestal preservada do Planeta, engajou-se, dadas essas condições, em atividades espaciais, desde o início das mesmas, dotando-se de instrumentos e de recursos materiais e humanos, com competência para participar do esforço mundial de utilização e exploração do espaço. Embora apresentando grande desenvolvimento em algumas regiões e áreas de atividades, apresenta várias e grandes disparidades regionais, as quais motivaram-no a adotar as aplicações da tecnologia espacial, para tentar resolver toda a sorte de problemas, como aqueles mencionados acima. O Brasil possui, por exemplo, seus próprios satélites de comunicações (cinco), voltados para um sistema de comunicações razoavelmente desenvolvido, envolvendo vídeo, dados e telefonia; em contraposição há vários locais no País, que não são servidos por qualquer tipo de telecomunicações. Ainda, devido às suas já mencionadas dimensões continentais e oceanos adjacentes, agravados por uma pobre rede terrestre de sondagem da atmosfera, tem que contar com os satélites meteorológicos para a previsão do tempo e estudos climáticos. Com relação aos satélites de sensoriamento remoto, os mesmos são a única maneira de cobrir área tão enorme, com tantos problemas ambientais e de recursos naturais, a serem monitorados e administrados. O presente artigo apresenta, de uma maneira sucinta, os principais benefícios diretos das principais aplicações brasileiras da tecnologia espacial, nas áreas da meteorologia, telecomunicações e sensoriamento remoto. São também apresentados os benefícios indiretos, proporcionados pela indústria aeroespacial, principalmente de sua componente espacial.

ABSTRACT

Brazil is a country of continental dimensions, with a large population, a great diversity of economic activities and the largest forest in the planet and due to these reasons has been engaged in space activities since their very beginning, adopting instruments and human and material resources to participate of the world effort on the use and exploitation of space. Although reasonably well developed in some regions and activity areas, presents several large regional disparities that motivated it towards the application of space technology to address all kinds of problems. For example, the country has its own telecommunication satellites (five of them) supporting a reasonably developed

communication system involving video, data and telephony; in counterpart there are several sites in the country that are not served by any type of telecommunication. Due to its already mentioned dimensions and neighboring oceans, together with the poor terrestrial sounding network, the country has to count on satellites for weather forecasting and climate studies. With respect to remote sensing satellites they are the only way of covering such an enormous area with so many environmental and natural resources aspects to be monitored and managed. This paper mentions briefly the direct benefits of Brazilian main applications of space technology namely meteorology, telecommunications and remote sensing. Are also mentioned the indirect benefits provided by the aerospace industry mainly the space branch of it.

O Autor

EDSON BAPTISTA TERACINE, Engenheiro pelo Instituto Militar de Engenharia (IME) em 1964, mestre em Ciências Espaciais pelo Instituto Nacional de Atividades Espaciais (INPE) em 1968, tendo iniciado programa de doutoramento na Universidade Estadual da Pensilvania (PennState) em 1968. De 1967 a 1973 trabalhou no INPE, tendo se engajado em vários projetos de caráter científico e de aplicações, voltados para as áreas de Física da Ionosfera, de Educação por Satélite e de Sensoriamento Remoto. De 1973 a 1996, envolveu-se profundamente com a área de telecomunicações, governamental e privada, incluindo as atividades desenvolvidas na Telebrás. Foi chefe do Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento, um dos fundadores e durante 9 anos superintendente do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CpqD) daquela companhia. Há três anos vem desenvolvendo estudos sobre os Benefícios Estratégicos e Sócio-Econômicos das Atividades Espaciais, para a AEB e para o INPE.