

Gestão de Equipes de conhecimento tecnológico no desenvolvimento de Satélite Universitário

Antonio Ramalho de Souza Carvalho, Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Brasil
Ligia Maria Soto Urbina, Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Brasil

Resumo

Este artigo apresenta como a gestão das equipes de subsistemas do Projeto do satélite universitário ITASAT-1 contribui no acúmulo de capacitações, criando equipes de conhecimento tecnológico. Apresenta também uma discussão sobre a sociedade do conhecimento, capacitações tecnológicas e capacitações de natureza organizacional e técnico-física. Por fim, busca-se uma visão sobre satélites artificiais e a caracterização do Projeto do satélite universitário ITASAT-1 com ênfase nos relacionamentos. A metodologia utilizada tem como base a pesquisa qualitativa realizada no segundo semestre de 2010. Como forma de estabelecer a base conceitual sobre o tema apresenta-se uma estrutura bibliográfica focada na sociedade do conhecimento. Verifica-se a importância da atuação do Estado no desenvolvimento de níveis de capacitação competitivos, bem como da necessidade de transferência do conhecimento tecnológico para e entre academia, institutos de pesquisa e empresas.

Palavras-chave: Conhecimento Tecnológico, Capacitação, Equipes de Conhecimento.

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por satélites artificiais na sociedade do conhecimento é de extrema importância, uma vez que o domínio de suas tecnologias e a capacidade de colocá-los em órbita posiciona o país entre outros quarenta países com capacidade de desenvolver, lançar e operar satélites.

Por se tratar de tecnologias sensíveis, e muitas de alto valor agregado, nem sempre é possível adquiri-las de outros países nos requisitos desejados, sem que algum tipo de embargo ou exigência seja estipulado, obrigando, assim, acumular uma capacitação tecnológica nacional para que as expectativas e anseios dos usuários sejam plenamente atendidos, desenvolvendo internamente o que é vital.

Na busca por essa vitalidade, a Agência Espacial Brasileira propôs um projeto destinado a promover a capacitação brasileira para atender a demanda pelas futuras gerações de micro e nano-satélites artificiais, utilizando-se da Ação 4934 do Plano Plurianual (AEB, 2009). Nessa Ação está presente o Projeto do satélite universitário ITASAT, que visa à realização de uma série de missões destinadas a treinar e especializar estudantes de graduação e pós-graduação, desenvolver e testar inovações tecnológicas de satélites e cargas úteis, capacitar à indústria espacial brasileira nesse segmento, assim como também viabilizar o acesso rápido e barato ao espaço (FNE, 2010).

Nesse contexto, criação e desenvolvimento das capacitações tecnológicas de capital humano dos indivíduos e das equipes são necessários para o adequado desenvolvimento das partes ou subsistemas do produto (Figueiredo, 2005). Mas no caso de sistemas complexos, o domínio tecnológico de cada uma das partes isoladamente não garante o sucesso do empreendimento. Por esta razão é necessário que a gestão técnica do projeto de satélites centralize seus esforços na integração desses subsistemas, para que o sistema seja construído em harmonia com os requisitos do conjunto de *stakeholders* (Chagas; Cabral, 2010).

Portanto, é fundamental para o sucesso dos empreendimentos que a equipe de gestores adquira capacitações na área de gerenciamento e coordenação dos projetos e das equipes em rede, procurando alinhar e integrar os esforços realizados com os objetivos estratégicos do projeto (Hobday, 1998; Soto Urbina; Lima, 2009, Ge; Yang, 2009).

No caso de satélites universitários como o ITASAT-1, o desenvolvimento do sistema é realizado por equipes que em geral têm pouca ou nenhuma experiência no desenvolvimento e adaptação dos vários subsistemas. As equipes “aprendem fazendo” e assim ganham capacitação tecnológica. Os gestores técnicos destas equipes também “aprendem fazendo”; são professores, pesquisadores e alunos que aprendem a integrar o sistema, pela via da experimentação, da prática.

Nesse cenário, somente o conhecimento individual não é capaz de guiar para as soluções adequadas, necessitando um ambiente colaborativo, que valorize a geração e integração de conhecimento e de capacitações por meio de equipes capazes de criar, transmitir, absorver, manter e recriar esses conhecimentos e capacitações.

O ambiente colaborativo não acontece por acaso, necessitando que os gestores desenvolvam capacitações de capital humano de natureza gerencial, procurando garantir que o produto integrado satisfaça os requisitos estabelecidos pelos *stakeholders*. Assim, a capacitação da gerência técnica é fundamental para o sucesso do projeto, pois além de gerenciar a integração dos distintos subsistemas, ela propicia o desenvolvimento das capacitações das várias equipes.

Nesse sentido, este artigo tem como objetivo geral apresentar como a gestão das equipes de subsistemas do Projeto do satélite universitário ITASAT-1 contribui no acúmulo de capacitações, criando equipes de conhecimento tecnológico, onde os conhecimentos e capacitações desenvolvidos transcendem os muros da academia, impactando na indústria espacial brasileira.

Em complemento ao objetivo geral, o artigo apresenta uma discussão sobre a sociedade do conhecimento, examina e discute, ainda de modo breve, as capacitações tecnológicas, principalmente aquelas relativas aos ganhos em capital humano de gestão e de equipes de conhecimento tecnológico. Também são discutidas as capacitações de natureza organizacional e técnico-física adquiridas com o desenvolvimento do projeto.

Outro objetivo específico é apresentar uma visão sobre satélites artificiais e a caracterização do Projeto do satélite universitário ITASAT-1 com ênfase nos relacionamentos.

A metodologia utilizada tem como base a pesquisa qualitativa apresentada por Neves (1996: 1), onde o pesquisador participa dos encontros semanais realizados pelas equipes dos subsistemas, durante o segundo semestre de 2010, sem o envolvimento direto nos trabalhos que estão sendo realizados, mas sim, numa visão de compreender, traduzir e expressar como as ações empregadas pelas equipes geram resultados intangíveis e indiretos.

Como forma de estabelecer a base conceitual sobre o tema apresenta-se uma estrutura bibliográfica focada na sociedade do conhecimento.

2 SOCIEDADE DO CONHECIMENTO

Rodriguez (2002: 16) apresenta o início da sociedade do conhecimento a partir do surgimento do primeiro computador, denominado Mark I, em Harvard, por Aitken, em 1944, sendo os pilares de sustentação a tecnologia da informação, a conectividade, a energia e, em especial, o conhecimento e as empresas e redes de pessoas são vistas como agentes de mudança e de construção da sociedade.

Nessa mesma linha, Drucker (1994: 16) enfatiza que os recursos básicos das novas organizações deixaram de ser o capital, os recursos naturais e a mão-de-obra para ser o conhecimento, permitindo o incremento da produtividade e o programa de inovações.

Para Antonelli e Quere (2005: 1) a identificação de conhecimento é vista como um bem econômico, ou seja, nessa sociedade o conhecimento emerge como uma disciplina em um contexto caracterizado pela necessidade de entender como a geração, a disseminação e o uso de conhecimento são organizados e agregam valor à empresa e sociedade.

Considerando o capital humano e os processos organizacionais como matérias-primas mais importantes do processo de geração de soluções, Senge (1994) mostra que a vantagem competitiva é alcançada por meio de planos de aprendizado, em que as pessoas são capazes de expandir suas habilidades para obterem os resultados almejados, o que possibilita a conquista de um ambiente que estimule os participantes a atingirem as metas definidas.

Em complemento aos planos de aprendizado tem-se a disseminação do conhecimento, onde Daft (2002) descreve que essa disseminação é crucial e que o conhecimento explícito pode ser facilmente capturado e compartilhado formalmente por meio da tecnologia da informação. Porém, o autor estima que até 80% do conhecimento útil de uma Organização é o conhecimento tácito, que não é facilmente capturado e disseminado.

Conforme Nonaka e Takeuchi (1995), o conhecimento tem início no indivíduo e vai cruzando fronteiras e ampliando comunidades de interação, por meio de uma Espiral de Criação do Conhecimento que tem como base duas principais dimensões, a epistemológica (conhecimento explícito e tácito) e a ontológica (fases do nível de conhecimento de individual, grupo, organização a interorganização). O modelo espiral percorre quadrantes de conversão do conhecimento que são os seguintes: (i) **Socialização**: conversão de conhecimento tácito em conhecimento tácito; (ii) **Externalização**: articulação do conhecimento tácito em conceitos explícitos; (iii) **Combinação**: conversão de conhecimento explícito em conhecimento explícito; e (iv) **Internalização**: processo de incorporação de conhecimento explícito, convertendo-o em tácito.

Terra (2003) descreve que quando há disseminação do conhecimento, todos estão propensos a aprender, inclusive quem o dissemina, porque o ato de compartilhar exige reflexão e proporciona trocas de conhecimento, tanto no presente como no futuro. A disseminação do conhecimento é, também, uma forma de se inserir em redes os envolvidos no processo, permitindo que todos possam processar e filtrar informações relevantes para o aprendizado, ou seja, é uma forma de inserção em redes de aprendizado e networking.

Davenport e Prusak (1998) relatam a existência de barreiras culturais que impedem ou retardam a transferência do conhecimento, entre elas os diferentes vocabulários utilizados, a falta de local de encontro para a discussão, a incapacidade de quem recebe em absorver o conhecimento, a crença que o conhecimento pertence apenas a um grupo seletivo, intolerância aos erros e a não aceitação das solicitações de ajuda ou dúvidas.

Uma forma de vencer as barreiras é por meio da disseminação estruturada do conhecimento, Garvin (2000), Davenport e Prusak (1998) destacam vários mecanismos que estimulam a disseminação estruturada do conhecimento, entre eles os treinamentos formais, os workshops, o banco de dados corporativos, a circulação de notícias internas ou externas e a documentação circulante.

Ao contrário da disseminação estruturada, existem as redes de conhecimento que funcionam sob princípios descentralizados, oferecendo conhecimento de acordo com a necessidade, em que a tecnologia da informação propicia a existência de uma distribuição de forma não estruturada, por meio da infraestrutura da rede de conhecimento. Esse modelo de transferência não estruturada do conhecimento ocorre devido aos encontros espontâneos de mentes que gera ideias e soluções de forma inesperada.

Nesse espaço de aprendizagem surge o conceito “Ba” apresentado por Nonaka e Konno (1998), ou seja, um local compartilhado que serve de base para a criação de conhecimento individual ou coletivo. Esse local pode ser um ou combinação de: (i) **Espaço físico**: um escritório, espaço de negócios (redes), entre outros; (ii) **Virtual**: *e-mail*, vídeos conferências, internet, entre outros; ou (iii) **Mental**: experiências compartilhadas, ideias ou ideais.

Para Junior et al (2005), Stefanovitz e Nagano (2008) os workshops, as reuniões semanais e as várias formas de interatividade desenvolvidas também criam o “Ba”.

O domínio do conhecimento converge para o domínio das capacitações. Na visão de Figueiredo (2005), as capacitações são agrupadas em quatro categorias: (i) **Técnico-físicos**: instalações e equipamentos (hardwares e softwares) necessários para uma indústria existir; (ii) **Capital humano**: conhecimento tácito, originado da educação formal e da formação do indivíduo no local de trabalho, considerando a experiência, as competências, as atitudes e as habilidades; (iii) **Organizacionais**: constituídos pelas rotinas que especificam a forma como deve ser desenvolvida a atividade empresarial; e (iv) **Produtos e serviços**: trata-se do resultado do esforço tecnológico, combinação do trabalho e do capital para assimilar, aprimorar e desenvolver tecnologia relevante.

Conforme Lall (1992), a capacitação tecnológica é intrínseca e difere de uma organização para outra, por isso o conhecimento não é completamente partilhado, transferido ou imitado entre as organizações. Esse processo de transferência envolve, necessariamente, a aprendizagem interna e a capacidade de assimilar o novo conhecimento. A capacitação tecnológica passa a ser vista como a própria capacidade de gerar inovações.

Essa visão é defendida por Kim (1997), ao informar que a capacidade de absorção de uma empresa é determinada por sua base de conhecimento e pela intensidade de esforço comprometido. O autor apresenta a capacitação tecnológica como processo de aprendizagem que ocorre em todos os níveis da sociedade.

Em estudo elaborado por Yeo (1999), a capacitação tecnológica também deve ser vista como a capacidade de assimilar uma tecnologia adquirida para as circunstâncias locais e utilizá-la na

sua totalidade. Nesse ponto, os países em desenvolvimento devem considerar a importação de tecnologia, quando necessário, como uma forma de capacitação tecnológica, mas com uma análise rigorosa da viabilidade de transferência de tecnologia, de aceite ou rejeição.

Mesmo a inovação sendo vista como um fator capaz de diferenciar uma empresa de outra e permitir uma vantagem competitiva única, Tigre (2006: 145) afirma que a eficiência de uma indústria depende do padrão de especialização de um país e de sua demanda por tecnologia. Para alcançar níveis de capacitação competitivos, os mecanismos de mercado nem sempre são suficientes, sendo necessárias políticas públicas que desenvolvam capacitação, infraestrutura tecnológica e medidas de apoio sustentado à inovação.

Deste modo, percebe que na sociedade do conhecimento é necessário que governos por meio de políticas públicas apoiem e fortaleçam a sua capacitação tecnológica. Nesse sentido, alguns setores da economia são considerados estratégicos para alavancar o desenvolvimento tecnológico das nações.

Entre os setores da economia considerados estratégicos encontra o setor espacial que desenvolve produtos inovadores, que incorporam muita pesquisa, desenvolvimento e aquisição de tecnologias de última geração, assim como soluções de engenharia inovadoras.

Por fim, para Nabi e Luthria (2002:2), a conquista de uma economia baseada no conhecimento depende de uma sociedade aberta, atraente para os talentos globais e conectados ao conhecimento global. Nesse sentido vale notar que a rede de pesquisa que desenvolve o ITASAT-1 tem laços fortes com países como Alemanha através da TU Berlim.

3 PROJETO DO SATÉLITE UNIVERSITÁRIO ITASAT-1

Como forma de compreender o Projeto do satélite universitário ITASAT-1 apresenta-se, primeiramente, os aspectos gerais referentes aos satélites artificiais, objetivando ter noções sobre o ambiente o qual o artefato pertence, para depois incluir informações relativas ao projeto.

3.1 Aspectos gerais dos satélites artificiais

Um satélite artificial é um artefato capaz de orbitar por um determinado período de tempo em redor da Terra ou de algum outro corpo do espaço, com a missão principal de recolher e propagar informações sobre os corpos que orbita. O primeiro lançamento de satélite ocorreu em 1957, pela União Soviética, colocando em órbita o Sputnik 1.

As órbitas desses satélites possuem variedades de formas, algumas circulares e outras elípticas, variando, também a altitude. Algumas órbitas circulares, por exemplo, são apenas acima da atmosfera a uma altitude de cerca de 250 km, enquanto outras são a 36.000 km acima da Terra (Oberright, 2004; AEB, 2005).

Além da altitude alta ou baixa, as órbitas podem ser de dois tipos básicos: polar e equatorial (AEB, 2005), conforme apresentado: (i) **órbita polar:** caracteriza-se por ser próxima ao eixo de rotação da Terra, permitindo passagens sobre todo o globo terrestre; e (ii) **órbita equatorial:** o plano de órbita coincide com o plano do Equador.

Os satélites numa órbita de 36 mil km de altitude completam um giro ao redor da Terra em, aproximadamente, vinte e quatro horas, coincidindo com o período de rotação da Terra. Essa órbita é denominada geossíncrona, porém, se a órbita for equatorial, o satélite parecerá imóvel visto da Terra, denominado satélite geoestacionário (AEB, 2005).

Oberright (2004) apresenta seis tipos de classificação de satélites, considerando a missão: (i) **pesquisa científica**: reunir informações sobre a composição e os efeitos do espaço; (ii) **monitoramento do clima**: estudar os padrões climáticos e previsão do tempo; (iii) **comunicação**: monitorar e retransmitir dados; (iv) **navegação**: determinar a localização de algo com precisão (trata do sistema de posicionamento global - GPS); (v) **observação da terra**: mapear e monitorar os recursos do planeta e os ciclos de vida em constante mudança; e (vi) **militar**: para fins militares.

3.2 Aspectos gerais dos satélites universitários

Conforme apresentado por Swartwout (2010), um satélite universitário é um artefato espacial funcional, ao invés de um instrumento de carga útil ou com componentes, o qual deve operar no espaço com seus próprios meios, independente de meios comunicação e comando. Trata-se de um satélite idealizado e desenvolvido por pessoal em treinamento (alunos) que realizam fração significativa das decisões fundamentais de concepção, integração, testes e operações de voo.

Como propósito, a formação do capital humano é tão importante quanto (se não mais importante) que a "missão" nominal do satélite em si. Ou seja, trata-se de capacitação de alunos, por intermédio do projeto, para desenvolver, integrar e operar satélites. Ressalva Swartwout (2010) que a característica principal dos satélites universitários não é a participação de universidades no desenvolvimento de satélites, mas a atuação quase que autônoma dos alunos nas fases mencionadas (desenvolvimento, integração e operação do satélite).

A introdução dos alunos em projeto de satélite universitário é motivada, principalmente, por três razões (Swartwout, 2006: 9): (i) **inspiração**: ideia de que o aluno colocará em suas mãos algo que vai entrar em órbita cria um forte prestígio. o apelo emocional de um voo espacial motiva alunos e professores participantes. este aspecto emocional também serve como uma forma de recrutar estudantes para carreiras no setor espacial; (ii) **educação**: atividades práticas como ferramentas para o ensino de engenharia. além disso, a participação no projeto aumenta a empregabilidade dos alunos, pois se acredita que os empregadores preferem selecionar alunos com a experiência em projetos; e (iii) **pesquisa**: possibilidade de exercer atividades de pesquisa dentro da missão de construir e lançar artefato espacial, bem como de ter acesso a setores do governo e a outros agentes participantes.

Conforme estudos elaborados por Swartwout (2010), os satélites universitários elaborados com patrocínio financeiro e apoio de Instituições de Pesquisa conseguem a incrementação de mais cargas úteis e tendem a ter programas sustentados com lançamentos múltiplos durante anos. Atualmente, apenas 15 países trabalham com esse tipo de projeto (Jornal da Ciência, 2010).

Para Swartwout (2010), a perda de conhecimento tecnológico é uma preocupação quando o Programa de desenvolvimento de satélite não está corretamente dimensionado, possibilitando

a perda de recursos financeiros, conhecimentos codificados e de estudantes (conhecimento tácito).

3.3 Satélite universitário ITASAT-1

Conforme mencionado, o ITASAT-1 está inserido no contexto da Ação 4934 do Plano Plurianual "Desenvolvimento e Lançamento de Satélites Tecnológicos de Pequeno Porte", que prevê a realização de uma série de missões destinadas a realizar experimentos, desenvolver e testar inovações tecnológicas de satélites artificiais e cargas úteis, além de capacitar a indústria espacial brasileira neste segmento.

Segundo apresentado no Relatório de Gestão de 2009 emitido pela AEB, o Projeto ITASAT-1 trata de metas de execução e de desenvolvimento a serem cumpridas num período de três anos, com meta orçamentária de cinco milhões de reais para o período, excluídos os custos de lançamento (AEB, 2009).

O Projeto visa projetar, construir, lançar e operar um satélite universitário tecnológico com a missão de coleta de dados. Mesmo não sendo um satélite operacional, sua concepção busca compatibilidade com o Sistema Brasileiro de Coletas de Dados Ambientais¹, formando pessoal na área de engenharia aeroespacial e em todos os aspectos que se relaciona ao projeto, construção e operação de um satélite, criando uma referência para outras iniciativas de satélites universitários.

Por ser um satélite tecnológico projetado e construído por estudantes, com o apoio de seus orientadores, engenheiros e pesquisadores de Instituições e Institutos de Pesquisa, foi priorizada a utilização de componentes COTS (*Commercial off-the-shelf*) que não tenham restrições de compra e com valores comerciais de mercado.

Conforme descrito em ITA (2010), o satélite será espinado (gira em torno de um dos seus eixos), com previsão de utilizar a órbita circular – polar a uma altitude aproximada de 600 km (baixa órbita).

Possui uma previsão inicial de vida útil de um ano e devido ao código de conduta internacional, que determina o seu retorno depois de terminada a missão, ele deverá retornar para a atmosfera terrestre e se desintegrar.

Trata de um ferramental para testar conceitos, componentes e subsistemas. Sua estrutura possui dimensões aproximadas de 60x60x60 cm, com painéis solares em quatro faces e uma massa estimada de 80 kg.

A Carga útil principal do ITASAT-1 é um sistema experimental digital de coleta de dados (*transponder digital*) que está sendo desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) em conjunto com o Centro Regional do Nordeste (CRN), do INPE, para receber e transmitir informações à Rede Brasileira de Plataforma de Coleta de Dados.

¹ Trata-se da Rede Brasileira de Plataforma de Coleta de Dados formada por mais de 800 estações espalhadas por todo o território. Elas coletam, armazenam e transmitem, automaticamente, medidas de variáveis meteorológicas e ambientais, realizadas a cada hora e armazenadas na memória da Plataforma de Coleta de Dados. A transmissão dos dados é feita via satélite, a cada três horas (JORNAL DA CIÊNCIA, 2010).

O satélite terá ainda quatro cargas úteis secundárias, correspondentes a experimentos a serem realizados no espaço (ITA, 2010): (i) Um estimador de atitude utilizando Microelectromechanical Systems (MEMS), em desenvolvimento pela Universidade Estadual de Londrina (UEL); (ii) Um Heat Pipe e um radiômetro desenvolvidos no INPE; (iii) Um experimento de controle térmico do ITA; e (iv) Um experimento de comunicação entre satélites da TU Berlin (*Technischen Universität Berlin*) por meio do Programa UNIBRAL².

A coordenação geral e o patrocínio principal do projeto são feitos pela Agência Espacial Brasileira (AEB), tendo: (i) O ITA é responsável pela execução do projeto e pelos subsistemas: estrutura, controle térmico, suprimento de energia, controle de atitude e computador de bordo, bem como em coordenar a participação de outras instituições de ensino e pesquisa; e (ii) O INPE como provedor de consultoria técnica, de infraestrutura laboratorial e gestor financeiro do Projeto.

A estrutura de gerenciamento e de coordenação do Projeto conta com dois níveis de autoridade de decisão: (i) **Comitê Conjunto do Programa**: a mais alta autoridade de decisões para todas as questões referentes ao Programa ITASAT, sendo composto pelos Gerentes Técnicos, pelo Coordenador da ETE-INPE (Coordenação Geral de Engenharia e Tecnologia Espacial do INPE), pelo Diretor Tecnológico do INPE, pelo Diretor de Satélites da AEB e pelo Reitor do ITA, ou representantes indicados; e (ii) **Gerência Técnica**: composta por três membros, sendo um Gerente Técnico do ITA (coordena as atividades a cargo da equipe do ITA e de outras instituições participantes), outro Gerente Técnico do INPE (coordena as atividades a cargo da equipe do INPE) e o Gerente Técnico da AEB (atua como agente executivo do projeto junto à AEB e acompanha o desenvolvimento do projeto).

A estrutura básica da organização do Projeto é descrita na **Figura 1**, onde são apresentados as autoridades de decisão, os subsistemas, as cargas úteis, as atividades principais e o suporte de gestão de documentação.

Por intermédio do ITA, participam ainda do Projeto ITASAT-1: (i) Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN; (ii) Escola de Engenharia de São Carlos da USP; (iii) Universidade Estadual de Londrina - UEL; (iv) Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP; e (v) Alunos da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá da UNESP.

Em março de 2010, o projeto contava com dezessete alunos bolsistas de pós-graduação e sete alunos bolsistas de graduação.

O Projeto foi dividido em duas grandes fases: (i) 2003 a 2008: formação de recursos humanos, articulação e viabilização da rede colaborativa e o estudo da viabilidade de configurações de satélites de pequeno porte e de seus subsistemas; e (ii) a partir de 2009: ênfase no projeto do satélite ITASAT-1, onde os estudantes exercem o papel de engenheiros de sistemas e desempenham o papel de arquitetos do projeto nas suas especialidades.

Conforme Fernandes (2010), coordenador do projeto do satélite universitário, o ITASAT-1 deverá estar pronto para ser lançado, como carona (carga secundária de um lançador ou *piggy-*

2 O Programa UNIBRAL é executado pela CAPES em cooperação com o Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico – DAAD. Seu objetivo é apoiar projetos de parceria institucional universitária exclusivamente em nível de graduação.

back)³ no fim de 2012 ou início de 2013, sendo que o Lançador poderá ser qualquer um que possa injetar o satélite em órbita polar.

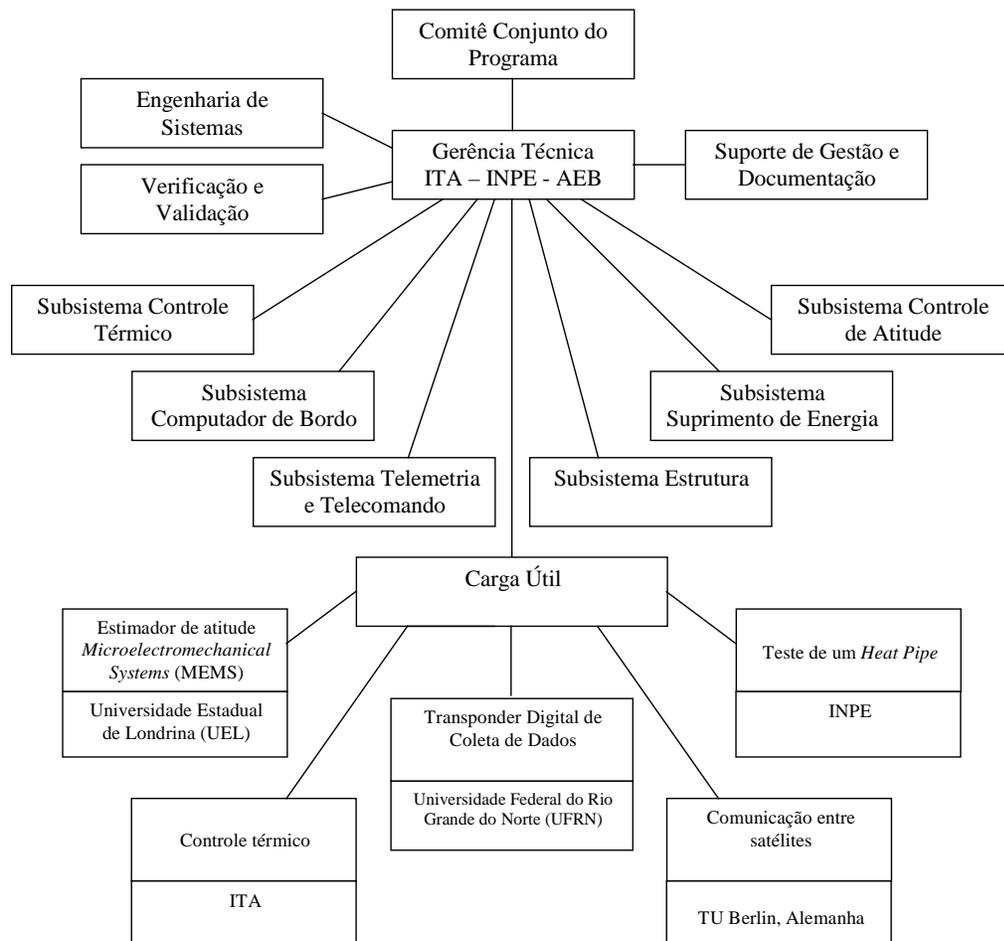


Figura 1 - Estrutura básica da organização do Projeto ITASAT-1

Ressalta Fernandes (2010) que a incerteza do lançador, no início do projeto, também impõe desafios e uma série de restrições, que acabam complicando o desenvolvimento do projeto, uma vez que a escolha definitiva do lançador deverá ocorrer em 2012 e nesta escolha vários aspectos estarão presentes, entre eles: (i) a compatibilidade entre o ITASAT-1, o lançador e a carga principal do lançador; (ii) os acordos existentes entre as empresas, governos e AEB; (iii) o custo do lançamento; e (iv) adata correta em que ocorrerá o lançamento, entre outros.

Encontra-se em fase de finalização um convênio com o Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológico (LSI-TEC), para estudos e elaboração de um plano estratégico para iniciativas de capacitação nacional em satélites de pequeno porte, além de apoio técnico e administrativo a projetos nesta área, incluindo o ITASAT (AEB, 2009).

3 Devido a restrições de custo, os satélites universitários são lançados, em geral, como caronas.

4 EQUIPES DE CONHECIMENTO TECNOLÓGICOS DO PROJETO ITASAT-1

Apresenta-se neste tópico como equipes que trabalham em subsistemas do Projeto do satélite universitário ITASAT-1 tornam-se equipes de conhecimento tecnológico, propiciando soluções dentro dos recursos, requisitos e atributos estabelecidos, apoiados em mentores capazes de auxiliar e orientar os desenvolvimentos tecnológicos necessários, onde os conhecimentos e capacitações desenvolvidos transcendem os muros da academia, impactando na indústria espacial brasileira.

O uso da estrutura por equipes tem como objetivo explorar o potencial intelectual e de resoluções de problemas dos participantes, como também permitir que as pessoas compartilhem conhecimento e experiência para ganhar vantagem competitiva.

A aplicação do conhecimento individual e de equipe deve se ajustar uns aos outros. O conhecimento coletivo da equipe surge das interações entre os indivíduos, sendo esse conhecimento, na sua maioria, tácito e enraizado na prática do projeto. Torna-se altamente produtivo quando cria valor para todo o sistema, tornando-se referência para as capacitações tecnológicas essenciais do projeto.

Conforme apresentado na **Figura 2**, têm-se as equipes de subsistemas atuando em três ambientes principais: (i) **acadêmico**: por intermédio de troca de informações entre alunos e professores orientadores; (ii) **inovativo**: por intermédio de orientações de pesquisadores e gerentes técnicos de instituição de pesquisa para temas específicos ou devido às revisões feitas nos subsistemas; e (iii) **produtivo**: por intermédios de consultas a empresários e técnicos responsáveis por prover equipamentos e materiais a serem utilizados no ITASAT-1.

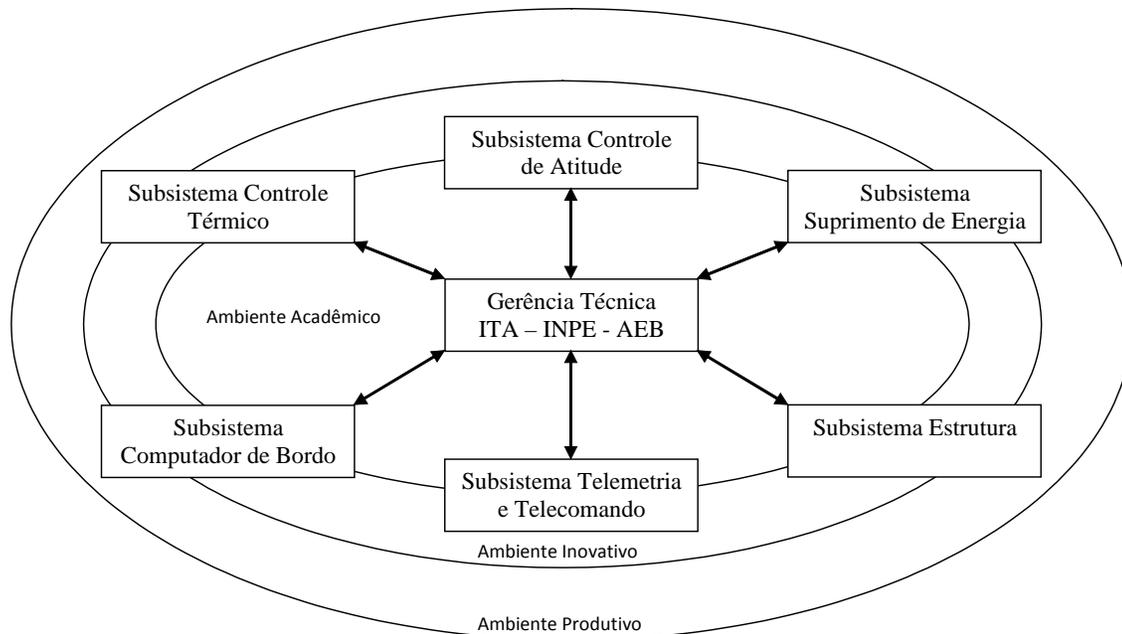


Figura 2 – Ambientes de atuação das Equipes de Subsistemas.

Os membros das Equipes de Subsistemas são alunos do ITA, do INPE e de várias universidades brasileiras, principalmente do curso de engenharia, em diferentes áreas de conhecimento, orientados por professores universitários e pesquisadores de Instituições de Pesquisa.

São realizadas reuniões semanais das Equipes de Subsistemas, com Agenda pré-definida e tempo controlado. Nessas reuniões, todos os posicionamentos e questões levantados são observados por um Relator, que tem como atribuição elaborar a memória das reuniões, formalizando as informações originadas, enquanto a Gerência Técnica busca adequar as propostas apresentadas às necessidades operativas, focando no tema, na expectativa de atender as necessidades dos *stakeholders*⁴ do desenvolvimento do Projeto, sempre considerando a capacidade das Equipes de Subsistemas em participar dos processos.

Essa visão é defendida por Kim (1997), ao informar que a capacidade de absorção do conhecimento é determinada por sua base de conhecimento e pela intensidade de esforço comprometido.

Durante toda a fase de discussão, verifica-se a transferência espontânea, e, muitas vezes não estruturada do conhecimento. Descreve Senge (1994) que as transferências não estruturadas do conhecimento são oportunidades para encontros espontâneos de mente e têm o potencial de gerar novas ideias.

Durante o processo de desenvolvimento dos Subsistemas, é delegado às Equipes o contato com pesquisadores e profissionais de mercado detentores de conhecimento de interesse do Projeto, uma vez que os estudantes exercem o papel de engenheiros de sistemas e desempenham o papel de arquitetos do projeto nas suas especialidades, tendo como premissas os impactos nos custos do projeto, as técnicas utilizadas para o desenvolvimento dos subsistemas e o cronograma definido para o atendimento das metas estabelecidas.

Ao mesmo tempo em que existe a busca pelo conhecimento tecnológico, as equipes irradiam os conhecimentos obtidos para o ambiente acadêmico, inovativo e produtivo.

Ressalta-se, também, que o conhecimento tecnológico não é completamente partilhado ou transferido, forçando o desenvolvimento de soluções pelas equipes, muitas delas inovadoras. A capacidade de absorção e compartilhamento do conhecimento é intrínseca e difere de uma equipe a outra.

Esse modelo de relacionamento foi desenvolvido e aprimorado ao longo do tempo. De fato, as gerências técnica e de projeto perceberam a necessidade de coordenar o trabalho das equipes, propiciando a aprendizagem e a integração dos trabalhos. Deste modo, como resultado indireto do projeto foram desenvolvidas capacitações tecnológicas de natureza organizacional, que propiciam a aprendizagem como o estabelecimento das reuniões semanais, que permitem coordenar as discussões técnicas e as atividades para o desenvolvimento do ITASAT-1,

4 Conforme entendido no PMI (2000), ao tratar sobre projetos, descreve que um dos elementos fundamentais para o planejamento são os *stakeholders*, ou seja, as partes envolvidas – indivíduos e organismos, ou aqueles cujos interesses podem ser afetados, de forma positiva ou negativa, no decorrer do projeto ou mesmo após sua conclusão, podendo, ainda, exercer influências no projeto e seus resultados. A figura dos *stakeholders* não se limita aos projetos e sim a todo contexto organizacional, tanto interno como externo, influenciando, inclusive, na formação de estratégias da organização. A influência e a contribuição dos *stakeholders* são tão importantes que Stoner e Freeman (1995) recomendam que as organizações criem mapas capazes de identificar e discriminar os *stakeholders*, relatando que é necessário avaliar as forças que eles dispõem para conquistar seus interesses.

mantendo um raciocínio sistêmico e integrador que leva em conta os objetivos estratégicos do projeto. Estes ganhos em capacitação se alinham com a observação realizada por Senge (1994), que destacou que a vantagem competitiva de uma organização é alcançada por estratégias e planos de aprendizado.

No caso do ITASAT-1, as capacitações do capital humano ocorrem em dois níveis: no gerencial e no seio dos times: (i) o nível gerencial: destaca o desenvolvimento de capacitações na gestão e coordenação do trabalho das equipes e do seu desenvolvimento, assim como também na integração de sistemas (Chagas; Cabral, 2010); (ii) o que se refere ao capital humano desenvolvido nas equipes: evidencia a capacidade em adquirir os conhecimentos necessários para desenvolver os vários subsistemas, aprendendo a tomar decisões referentes à seleção, às compras, ao desenvolvimento e à adaptação do projeto, levando em conta os interesses dos *stakeholders*. Também, as equipes desenvolvem capacitações ao aprender a trabalhar levando em conta os objetivos do sistema como um todo, criando condições para que o trabalho ocorra de modo sistêmico e integrado.

Nesse processo todo, observa-se que o acúmulo de capacitações de gestão de equipes se traduz em uma elevação do capital humano (de gestão de equipes e de equipes de desenvolvimento tecnológico).

Com o projeto também foram geradas capacitações técnico-físicas. Assim, as equipes de subsistemas possuem a tecnologia da informação como suporte de gerenciamento e arquivo de documentos, por intermédio do sistema Tortoise⁵, onde é possível ter acesso às versões atualizadas aos documentos de apoio ao projeto e aos elaboradas pelas demais equipes.

Também, foi desenvolvido um modelo de gerenciamento e arquivo de documentos, que se fundamenta num repositório de documentos, com grande ênfase na gestão da configuração e do controle do status atual, das mudanças, na busca pela manutenção atualizada e compartilhamento do conhecimento explícito do projeto.

A utilização da tecnologia da informação é uma ferramenta de apoio para a disseminação do conhecimento explícito, conforme mencionado por Daft (2002). A tecnologia da informação impulsiona as redes que funcionam sob princípios descentralizados. A descentralização é das equipes e não da infraestrutura do gerenciamento e arquivo de documentos.

Somando-se a essa prática, apresenta-se a disseminação estruturada do conhecimento por intermédio de seminários realizados periodicamente para revisão das atividades dos subsistemas, conforme visão de Garvin (2000), Davenport e Prusak (1998) que apresentam os *workshops* como uma das formas de disseminação estruturada do conhecimento: (i) fevereiro de 2010: Revisão de Definição da Missão (Mission Definition Review – MDR); (ii) março de 2010: Revisão de Requisitos Preliminares (Preliminary Requirements Review – PRR); (iii) setembro de 2010: Revisão de Requisitos de Sistemas (System Requirements Review – SRR); e (iv) março de 2011: Revisão do Projeto Preliminar (Preliminary Design Review – PDR) do satélite universitário (Itasat-1), com a participação de especialistas do INPE, do Instituto de

5 O Tortoise auxilia o usuário no controle de versão dos seus arquivos e diretórios, por meio de uma interface simples e intuitiva. Ele é executado nas máquinas cliente. Após instalado, o Tortoise se integra ao sistema operacional Microsoft Windows. Um recurso muito útil do Tortoise é o relatório de revisões. É possível visualizar todas as alterações realizadas em um determinado arquivo, quem as realizou e quando.

Aeronáutica e Espaço (IAE)⁶ e convidado da Suíça experiente em satélites universitários, da *RUAG Aerospace*⁷.

Deve-se notar que os workshops, as reuniões semanais e as várias formas de interatividade desenvolvidas criam o “Ba”, onde a espiral de Nonaka e Takeuchi gira e espirala facilitando a criação de conhecimento coletivo e individual, através da externalização e combinação de conhecimentos, que serão internalizados e socializados preponderantemente no seio das equipes (Junior *et al*, 2005; Stefanovitz; Nagano, 2008).

Assim, a gestão interativa, ao passo que promove a evolução coordenada das atividades do projeto, cria condições para que o aprendizado tecnológico ocorra num concerto colaborativo, harmônico e integrador, propiciando que o trabalho individual fique alinhado ao trabalho da equipe e este com os objetivos do projeto e requisitos estabelecidos pelos *stakeholders*.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma sociedade com o acentuado desenvolvimento tecnológico gera necessidades de conhecimentos e de capacitações para produzir produtos cada vez mais complexos. Nesse contexto, as políticas públicas podem apoiar a capacitação tecnológica por meio de planos que desenvolvam produtos de alta tecnologia, como é o caso de satélites universitários.

Percebe-se que a primeira consideração importante é a atuação do Estado no desenvolvimento de níveis de capacitação competitivos. Essa atuação é defendida por Tigre (2006: 145) ao afirmar que a busca por essa competitividade nem sempre é possível por meio dos mecanismos de mercado, sendo necessárias políticas públicas que desenvolvam capacitação, infraestrutura tecnológica e medidas de apoio sustentado à inovação.

Verifica-se que o governo brasileiro tem apoiado o segmento aeroespacial e dentro dessa perspectiva, recentemente, houve interesse de fortalecer a capacitação tecnológica, principalmente de capital humano e de desenvolvimento de tecnologia em engenharia, por intermédio da Ação 4934 do Plano Plurianual "Desenvolvimento e Lançamento de Satélites Tecnológicos de Pequeno Porte".

Com isto, o país ganha uma nova geração de engenheiros capacitados para desenvolver e integrar produtos complexos de altíssimo valor agregado, assim como competências tecnológicas de natureza organizacional, para desenvolver, integrar e gerir produtos complexos.

Outra consideração importante a ser apresentada é a transformação das equipes de subsistemas em equipes de conhecimento tecnológico. Essa transformação vai ao encontro das observações realizadas por Hasegawa e Furtado (2006: 40), quanto à geração de capacitações e competências nos processos de aprendizagem propiciados pelo desenvolvimento de projetos de P&D, como é o caso do ITASAT-1.

6 Organização pertencente ao Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), do Comando da Aeronáutica, com a missão de ampliar o conhecimento e desenvolver soluções científico-tecnológicas para o fortalecimento do Poder Aeroespacial Brasileiro, por meio da Pesquisa, Desenvolvimento, Inovação, Operações de Lançamento e Serviços Tecnológicos em sistemas aeronáuticos, espaciais e de defesa.

7 Empresa especializada em equipamentos a bordo de satélite, incluindo sistemas de computadores, antenas e eletrônica de micro-ondas e adaptadores e sistemas de separação para os lançadores espaciais.

As equipes de conhecimento fazem parte do capital humano do Projeto ITASAT-1, onde ficam armazenados os conhecimentos tácitos, originados da educação formal propiciado, principalmente, pelos cursos de graduação e pós-graduação e pela formação a partir de contato com professores, pesquisadores e profissionais de empresas do ramo de tecnologia. O capital humano trata de uma das categorias de capacitação tecnológica descrita por de Figueiredo (2005).

Verifica-se ainda que o papel da Gerência Técnica na estrutura de organização do Projeto ITASAT-1, permite às equipes de subsistemas: (i) **orientação**: de modo que a equipe saiba como e para onde caminhar; (ii) **coordenação**: meios para que a equipe caminhe com o menor esforço e numa maior velocidade possível; e (iii) **ação**: a caminhada propriamente dita, dentro dos recursos e prazos disponíveis. Sendo a tecnologia da informação e os Seminários ferramentas imprescindíveis para a disseminação do conhecimento.

A Gerência Técnica possui três grandes desafios: (i) manter constante o acúmulo de conhecimento e capacitações, ou seja, manter os estudantes nas equipes de subsistemas, uma vez que eles são assediados por empresas e outros projetos devido sua gama de conhecimento tecnológico dentro de suas áreas de atuação; (ii) fazer com que as capacitações individuais não se sobreponham as da equipe, gerenciando conflitos e buscando a produtividade; e (iii) estabelecer a integração dos subsistemas em um satélite e o seu acoplamento num veículo lançador, mesmo sem ter estabelecido as especificações finais.

Como forma de não se perder o capital intelectual desenvolvido e os recursos despendidos, na busca de tornar sustentável o desenvolvimento de satélites de baixo custo, existe a necessidade de manter uma frequência de desenvolvimento de satélites, idealizando um segundo ITASAT, ao mesmo tempo, fomentando um compromisso de um terceiro satélite.

Segundo David Fernandes, coordenador técnico do projeto pelo ITA:

A experiência técnica adquirida no projeto e a gestão do ITASAT poderão ser transmitidas e ajudar iniciativas correlatas em outras instituições de ensino para que os futuros satélites universitários possam ser projetados com maior agilidade, menor custo e seguro. Além disso, ações como essa estimulam a atuação de estudantes na área espacial, dando a eles uma experiência real em seus tópicos de especialidade, seja na engenharia de sistemas, na metodologia ou no gerenciamento de projetos complexos (FNE, 2010).

Por fim, o desenvolvimento do ITASAT-1 trará valor à Nação se a transferência e a absorção do conhecimento propiciar a mudança de comportamento, propiciando, assim, o desenvolvimento de novas ideias como quebra de paradigma, o que tornaria realidade a aprendizagem tecnológica nos três ambientes principais: Acadêmico; Inovativo e Produtivo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEB, Agência Espacial Brasileira. Diretoria de Planejamento, Orçamento e Administração. **Desenvolvimento de Satélites de Pequeno Porte**. Relatório do Gestor: Exercício de 2009. Brasília: 2009.

AEB, Agência Espacial Brasileira. **Satélites**. Brasília: 2005. Disponível em < <http://www.aeb.gov.br/index.php?secao=satelites>> acesso em 10 jun. 2010.

ANTONELLI, Cristiano; QUÉRÉ, Michel. **The governance of the generation and dissemination of localized technological knowledge**. Itália: Università di Torino and Fondazione Rosselli, 2004. Disponível em <[http://www.fondazionerosselli.it/The governance of the generation and dissemination of localized technological knowledge.doc](http://www.fondazionerosselli.it/The%20governance%20of%20the%20generation%20and%20dissemination%20of%20localized%20technological%20knowledge.doc)> acesso em 12 jun. 2005.

CHAGAS, M. F; CABRAL, A. S. **Criação de capacitações em integração de sistemas. o caso do programa CBERS**. Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v. 7, n. 2: 34-59, abr./jun. 2010.

DAFT, Richard L. **Organizações: teorias e projetos**. Tradução de Cid. Knipel Moreira. São Paulo: Pioneira, 2002.

DAVENPORT, Thomas H; PRUSAK, Lourence. **Working knowledge: how organizations manage what they know**. Boston, Mass: Harvard Business School Press, 1998.

DRUCKER, Peter F. **Sociedade pós-capitalista**. São Paulo: Pioneira, 1994: 16.

FERNANDES, David. **ITASAT - Entrevista com o Coordenador do Projeto**. In: Brazilian Space. Org por Duda Falcão. 8 jul. 2010. Disponível em <<http://brazilianspace.blogspot.com/2010/07/projeto-itasat-entrevista-com-o.html>> acesso em 20 jul. 2010.

FIGUEIREDO, Paulo N. **Acumulação tecnológica e inovação industrial: conceitos, mensuração e evidências no Brasil**. In: São Paulo em Perspectiva. São Paulo, 2005. v. 19 n.1.

FNE. **Correndo atrás do prejuízo aeroespacial**. ed. 95. abr 2010. Disponível em <http://www.fne.org.br/fne/index.php/fne/jornal/edicao_95_abril_10/correndo_atras_do_prejuizo_aeroespacial> acesso em 4 jan. 2011.

GARVIN, David A. Construindo a organização que aprende. In: Harvard Business Review. **Gestão do conhecimento**. Tradução de Afonso Celso da C. Serra. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

GE, Yuhui, YANG; Weizhong. Developing Human Capital Capabilities of Top Management Team for CoPS Innovation. **J. Service Science & Management**, 2009, v. 3: 221-229.

HASEGAWA, Mirian; FURTADO, André Tosi. **Avaliação dos impactos de programas de P&D**. Inovação Uniemp, Campinas, v. 2, n. 3, ago. 2006. Disponível em: <http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-23942006000300022&lng=es&nrm=iso> acesso em 22 set. 2010.

HOBDAV, M. Product Complexity, Innovation, and Industrial Organization. CoPS Publication, n.52, Complex Product System Innovation Center, **Economic & Social Research Council – ESRC**, Swindon, UK, 1998.

ITA – Instituto Tecnológico da Aeronáutica. **Revisão de requisitos de sistemas do Projeto Itasat**. Notícias. São Paulo: 2010. Disponível em <<http://www.ita.br>> acesso em 22 set. 2010.

JORNAL DA CIÊNCIA. **País retoma desenvolvimento de nova família de foguetes.** Notícias. JC e-mail n. 3961, mar. 2010. Disponível em <<http://www.jornaldaciencia.org.br/Detail.jsp?id=69412>> acesso em 15 maio 2010.

KIM, L. **Imitation to Innovation: the dynamics of Korea's Technological Learning.** In: Harvard Business School Press, Boston, 1997.

LALL, Sanjaya. **Technological Capabilities and Industrialization.** World Development, 1992, v. 20, n. 2: 165-186.

NABI, Ijaz; LUTHRIA, Manjula. Supporting Technology Generation and Diffusion at the Firm Level. In: **Building Competitive Firms: Incentives and Capabilities.** Washington: World Bank Publications, 2002: 98-117.

NEVES, J. L. **Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades.** Caderno de pesquisa em administração, v. 1, n. 3, 1996.

NONAKA, I.; KONNO, N., **The Concept of "Ba": Building a Foundation for Knowledge Creation,** California Management Review, v. 40, n. 3, 1998.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **The knowledge-creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation.** New York: Oxford University Press, 1995.

OBERRIGHT, John E. **Satellite, Artificial.** World Book Online Reference Center. 2004. Disponível em <Inc. <http://www.worldbookonline.com/wb/Article?id=ar492220>> acesso em 13 out. 2010.

RODRIGUEZ, Martius V. R. **Gestão empresarial: organizações que aprendem.** Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2002.

SENGE, Peter M. **The fifth discipline: the art and practice of the learning organization.** New York: Currency Doubleday, 1994.

SOTO URBINA, L.M; LIMA, C.S. **Modelo de avaliação da capacitação em gestão de projetos para uma empresa do setor aeroespacial.** Gestão da Produção. São Carlos, v. 16, n. 4: 639-653, out. - dez. 2009.

STEFANOVITZ, J. P.; NAGANO, M.S. Aquisição e criação de conhecimento na indústria de alta tecnologia. **Revista Produção Online**, 2008.

SWARTWOUT, Michael. **University-Class Spacecraft.** Department of Mechanical and Aerospace Engineering. Washington University in St. Louis. 2010. Disponível em: <<https://sites.google.com/a/slu.edu/swartwout/home/university-class-spacecraft>> acesso em 17 maio 2010.

TERRA, José Cláudio. Mas se conhecimento é poder... Por que compartilhá-lo? In: **Seminário de Knowledge - Modelos Colaborativos de Negócios e Organizacionais: um imperativo na Era do Conhecimento.** 23 out. 2003. KM Ceará: Fortaleza, 2003.

TIGRE, Paulo B. **Gestão da inovação: a economia de tecnologia no Brasil.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

YEO, Eugene. Technological Capabilities of Our Defence Industries. In: **Journal Of The Singapore Armed Forces**. Cingapura, 1999, v. 25, n. 2 Disponível em <http://www.mindef.gov.sg/safti/pointer/back/journals/1999/Vol25_2/9.htm> acesso em 24 set. 2010.