

## ESTUDO PARA A CARACTERIZAÇÃO DOS PROJETOS DESENVOLVIDOS NO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Irineu dos Santos Yassuda<sup>1,2</sup> e Leonel Fernando Perondi<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais,  
Coordenação de Engenharia e Tecnologia Espacial,  
Curso de Sistemas Espaciais (CSE), São José dos Campos, SP, 12227-010  
irineu\_yassuda@yahoo.com.br<sup>2</sup> e perondi@las.inpe.br<sup>3</sup>

**Resumo:** *Conforme a teoria contingencial em Administração, o sucesso dos projetos desenvolvidos por uma organização está diretamente relacionado à adequação do modelo de gestão utilizado para a sua realização. Assim, categorizar projetos segundo um padrão definido e selecionar modelos de gestão adequados a cada categoria de projeto constituem-se em aspectos centrais para o sucesso organizacional.*

*A partir de um estudo abrangente sobre o sucesso de projetos em diferentes áreas, Shenhar e Dvir (Shenhar et al, 2007), seguindo a linha de pensamento contingencial, propuseram uma abordagem adaptativa para o gerenciamento de projetos, baseada na categorização de projetos segundo quatro dimensões: novidade, tecnologia, complexidade e ritmo (NCTCR). Enquanto a dimensão novidade se prestaria a uma classificação do projeto segundo a incerteza existente sobre os requisitos iniciais do produto, a dimensão tecnologia se prestaria a uma classificação segundo a incerteza na disponibilidade de know-how tecnológico para o desenvolvimento do produto. A dimensão complexidade, por sua vez, estaria relacionada à incerteza advinda da complexidade da organização e do produto, enquanto que a dimensão ritmo seria uma medida da incerteza advinda da urgência na execução do projeto. Conforme a classificação do projeto neste esquema, denominado de NCTCR, o modelo de gestão seria adequado de modo a minimizar a incerteza global de sucesso do projeto.*

*Este trabalho se propõe a apresentar uma proposta de modificação do esquema NCTCR, com o objetivo de adaptá-lo às características dos projetos espaciais desenvolvidos no INPE. Estes, devido a diretrizes do programa espacial brasileiro e a características do ambiente industrial, necessitam, em seu gerenciamento, levar em consideração tanto as relações com a rede de fornecedores quanto o nível de capacitação desta, como parte dos objetivos para o sucesso de sua execução. Assim, é proposta a inclusão de uma dimensão adicional ao esquema NCTCR, com o objetivo de caracterizar as incertezas relacionadas à capacitação da cadeia de fornecedores em atender as necessidades do projeto.*

**Palavras Chave:** *Abordagem Contingencial, Gestão de Projetos, Engenharia de Sistemas, Sistemas Espaciais, NCTCR.*

### 1 INTRODUÇÃO

As tecnologias espaciais são reconhecidas como importantes indutoras do progresso econômico e científico das nações. A indústria associada à aplicação destas tecnologias é considerada como uma fonte altamente dinâmica de inovação, que tem o potencial de criar em torno de si vasta atividade econômica, além de promover o desenvolvimento de outros setores econômicos através da geração de externalidades positivas (“spin-off”) (Leloglu, 2009).

Freqüentemente, esta área atrai o interesse público e a cobertura da mídia, na medida em que projetos espaciais produzem valiosas informações científicas e seu sucesso cria um grande orgulho nacional. Mas a exploração espacial também envolve enormes riscos e levanta grandes desafios, tanto científicos, quanto de projeto (design), de fabricação e de gerenciamento, sendo que muitas missões possuem características únicas e podem resultar em dolorosas perdas (Sausser, 2009a).

O uso extensivo de projetos nas organizações, notadamente na área espacial e na de tecnologia de informação (Standish Group, 2001), tem estimulado esforços para o estudo dos fatores que influenciam o sucesso ou a falha da execução de projetos, principalmente no que se refere à gestão. Enfoques universais (“one size fits all”) (Sausser, 2009b (p. 13); Shenhar, 2001; Shenhar 2009) baseadas em fatores de sucesso imutáveis de projeto para projeto, têm se mostrado inadequados para explicar a razão do sucesso ou da

falha de projetos com características desafiadoras. A razão da inadequação reside, regularmente, em diferenças fundamentais que existem entre os diversos projetos, entre seus ambientes de execução e a diferenças entre as diretrizes que os balizam (Dvir, 2009; Shenhar, 2010; Abdulhah, 2010).

A moderna visão em administração favorece a visão de que a organização deva se adequar ao ambiente em que ela se encontra imersa, tanto em seu caráter mais geral, representado pelas condições tecnológicas, políticas, sociais e econômicas, quanto em seu caráter mais específico, representado pelos seus clientes, fornecedores, concorrentes e agentes reguladores (Chiavenato, 2008). Analogamente, na área de gestão de projetos, a experiência acumulada tem favorecido a visão de que, como as organizações, a gestão de um projeto tenha que ser flexível e adaptável às diferentes condições do ambiente em que o projeto se desenvolve e a diretrizes específicas de desenvolvimento, de modo a maximizar as chances de sucesso. Projetos aparentemente semelhantes, mas com diretrizes diferenciadas, podem ter modelos de gestão completamente distintos, como exemplificado no caso de produtos desenvolvidos no âmbito de programas de política industrial. A contratação de um produto, por exemplo, sob a diretriz de que o desenvolvimento e a fabricação sejam efetuados no mercado interno, requer um modelo de gestão diferenciado daquele em que inexistia tal diretriz, quando a ação gerencial empreendida poderia ser reduzida até a simples gestão de um contrato internacional de fornecimento.

As diferenças entre os diversos projetos espaciais fazem com que as mesmas diretrizes não funcionem adequadamente para todos os projetos. Estudos indicam que uma parcela significativa das falhas observadas em programas espaciais pode ser associada a falhas ligadas ao gerenciamento destes projetos (Newman, 2009). Um exemplo é o fracasso comercial do multibilionário projeto Iridium da Motorola, que poderia ser considerado um sucesso baseado nos tradicionais parâmetros de sucesso para projetos, uma vez que atendeu os parâmetros de prazo, custo e requisitos de engenharia, mas representou uma falha comercial devido a não ter levado em consideração fatores contingenciais para se ajustar a mudanças que ocorreram, durante a execução do projeto, no ambiente comercial que envolvia o projeto (Collyer, 2009).

Propostas de modelos de gestão na abordagem contingencial vêm sendo desenvolvidas já há algum tempo<sup>1</sup> e convivem com abordagens de gestão mais tradicionais, como a preconizada pelo padrão PMBOK (PMI, 2008), que aborda o gerenciamento essencialmente como um planejamento. Abordagens tradicionais mostram-se adequadas para projetos com objetivos e metodologias claras, podendo, porém, se tornar contraproducentes, por exemplo, em projetos que exijam um ritmo de atividade rápido (Collyer, 2009), ou com outros parâmetros contingenciais que fujam dos padrões de projetos tradicionais. Recentemente, mesmo o *Project Management Institute* (PMI) tem reconhecido a necessidade de adequações na gestão de projetos com características muito específicas, como demonstrado nas extensões do PMBOK desenvolvidas para Governo, Construção e o Departamento de Defesa dos Estados Unidos (US DOD, 2003; Araujo, 2007; PMI, 2011).

Entre os inúmeros esquemas propostos para a gestão de projetos na abordagem contingencial, destaca-se, pela sua fundamentação e facilidade de aplicação, o proposto por Shenhar e Dvir (Shenhar e Dvir, 2009), o qual será descrito com algum detalhe na Seção 2. Porém, recentemente, mesmo este esquema tem sido objeto de propostas de adequação, dada a grande variabilidade de ambientes e diretrizes que cercam a execução de projetos em áreas de aplicações específicas e desafiadoras, como a espacial. Diferentes autores têm apresentado uma grande plêiade de estruturas de análise para categorizar e distinguir diferentes projetos (Sauser et al, 2009; Ahn, 2009; Howell et al, 2009).

Este trabalho objetiva apresentar uma proposta de modificação do esquema de Shenhar e Dvir, com o objetivo de adaptá-lo às características dos projetos espaciais desenvolvidos no INPE. Estes, devido a diretrizes do programa espacial brasileiro e a características do ambiente industrial que o cerca, necessitam, em seu gerenciamento, levar em consideração tanto as relações com a rede de fornecedores quanto o nível de capacitação desta, como parte dos objetivos para o sucesso de sua execução. Assim, é proposto o desdobramento da dimensão Tecnologia do esquema de Shenhar e Dvir em duas outras, relacionadas, principalmente, a tecnologias de projeto (*design*) e de fabricação, com o objetivo de caracterizar as incertezas relacionadas à capacitação da cadeia de fabricantes de equipamentos em atender necessidades de projeto.

O artigo está organizado como se segue. A Seção 2 apresenta a abordagem contingencial de Shenhar e Dvir para a classificação de projetos, enquanto que a Seção 3 concentra-se na seleção de modelos de

---

<sup>1</sup> Uma revisão atualizada é provida por Sauser et al (2009).

gestão com base nesta classificação. A Seção 4, por sua vez, é dedicada à apresentação da proposta de modificação do esquema de Shenhar e Dvir, incorporando peculiaridades do ambiente em que se desenvolvem os projetos do INPE. A Seção 5 apresenta um exemplo de aplicação da abordagem proposta. Por fim, na seção final, são brevemente discutidas implicações para a gestão de projetos e apresentadas as conclusões.

## 2 Abordagem Contingencial

A Teoria das Contingências, em administração, principalmente na área de estrutura organizacional, vem sendo gradualmente desenvolvida já há várias décadas e advoga que a eficácia de uma organização depende da habilidade desta em se ajustar e adaptar ao ambiente em que atua (Chiavenato, 2008; Dvir, 2003; Sauser, 2009).

Uma organização eficaz possui uma estrutura organizacional que gera condições para que seus membros trabalhem de forma coordenada, permitindo, assim, que as tarefas sejam cumpridas com um desempenho de alto nível. A Teoria das Contingências advoga que não existe uma forma única de estrutura organizacional, que seja adequada a todas as organizações. Contrariamente, a estrutura mais eficaz de uma organização dependeria de fatores contingenciais, e precisaria, assim, se ajustar continuamente a condições ambientais mutantes (Donaldson, 2001, p. 15.215).

A aplicação da Teoria das Contingências na gestão de projetos preconiza que a gestão de um projeto tenha que ser flexível e adaptável às diferentes condições do ambiente em que o projeto se desenvolve e a diretrizes específicas de desenvolvimento. Assim, a abordagem contingencial se contrapõe à abordagem tradicional, advogando que o sucesso de um projeto deva ser avaliado de forma mais abrangente, que vá além do seu desempenho com relação às clássicas restrições de prazo, custo e escopo (Atkinson, 1999, p. 17; Pinto, 1988). Assim, como no caso das organizações, não existiria uma forma única de gerenciamento, que fosse adequada a todos os projetos.

A despeito de ser conhecida há algum tempo, somente recentemente a Teoria das Contingências passou a ser aplicada à Gestão de Projetos, tendo o número de autores e publicações nesta área crescido rapidamente ao longo das últimas duas décadas (Sauser, 2009b, p. 667). Correntemente, existe uma grande variedade de esquemas para a classificação de projetos e de correspondentes propostas de abordagem para o seu gerenciamento, de modo que se pode afirmar que não exista um sistema consensual para a análise contingencial de projetos. Porém, poucos destes sistemas estão calcados em evidência empírica substancial (Howell et al, 2009).

Entre os sistemas propostos com boa fundamentação empírica, destaca-se o proposto por Shenhar e Dvir, baseado em um estudo envolvendo em torno de 600 exemplos de projetos, coletados ao longo de uma década e meia. Destes, aproximadamente 85% falharam em cumprir metas de tempo e orçamento (Shenhar e Dvir, 2007a). A partir deste estudo e de elaborações teóricas anteriores, Shenhar e Dvir buscaram desenvolver um modelo para a classificação de projetos, com três finalidades: a) identificar diferenças e similaridades entre projetos, b) classificar os projetos em categorias e c) selecionar uma abordagem de gerenciamento adequada para cada categoria de projeto (Shenhar e Dvir, 2007b). Foram, inicialmente, propostos três elementos direcionadores (drivers) para a classificação de um projeto, quais sejam, *meta*, *tarefa* e *ambiente onde o projeto será realizado*, conforme esquematizado na **Tabela 1**, abaixo.

| <i>Elemento direcionador</i> | <i>Descrição</i>                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Meta                         | Define o resultado que o projeto deve alcançar. O produto final deve ser interpretado de forma abrangente, podendo ser tangível ou intangível.                                                    |
| Tarefa                       | Define o trabalho que deve ser executado para que o projeto atinja a meta programada, incluindo a sua complexidade e a velocidade de sua realização.                                              |
| Ambiente                     | Define de forma ampla o ambiente em que se realiza o projeto, incluindo: o ambiente comercial, o ambiente industrial e o ambiente de conhecimentos tecnológicos necessários à execução da tarefa. |

**Tabela 1** – *Elementos direcionadores (drivers)* para a classificação de projetos, segundo o esquema proposto por Shenhar e Dvir (Shenhar e Dvir, 2007c).

Posteriormente, durante a aplicação desta classificação ao banco de projetos, Shenhar e Dvir concluíram que o modelo de classificação poderia ser aprimorado através de seu desdobramento em indicadores ainda mais elementares. A análise dos projetos catalogados na base de dados sugeria que o indicador Incerteza possuía duas fontes principais: incerteza de mercado, relacionada à meta e ao ambiente, e incerteza tecnológica, relacionada à tarefa e ao ambiente. Assim, desdobrando o indicador Incerteza em Novidade e Tecnologia, correspondentes à incerteza de mercado e à incerteza tecnológica, respectivamente, chega-se ao esquema referido por NTCR, onde os indicadores Novidade, Tecnologia, Complexidade e Ritmo são utilizados para a categorização de projetos.

A definição de escalas para cada um dos indicadores (*dimensões*) completa o esquema NTCR para a classificação de projetos. A **Tabela 2** apresenta as escalas propostas por Shenhar e Dvir (Shenhar et al, 2010).

| <i>Dimensão</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Escala</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Novidade:</b><br>Mede quão novos são os produtos do projeto para os envolvidos e consequentemente, quão claros e bem definidos são os requisitos iniciais.                                                                                                                                              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Derivativa</i>: Melhoria em um produto existente, como exemplo, um recurso de busca em um software. Enquadram-se aqui projetos cujos requisitos são claros e bem conhecidos.</li> <li>2. <i>Plataforma</i>: Uma nova geração de uma linha de produto já existente. Formam a base para projetos derivativos. Novas linhas de automóveis ou aviões constituem em exemplos típicos de produtos classificados como plataforma. Podem ocorrer alterações em requisitos após o início do projeto</li> <li>3. <i>Inovação de Mercado</i>: Um novo produto para o mercado e a equipe; aqui os requisitos em grande maioria não são claros ou podem sofrer mudanças durante a execução e representam incertezas para o sucesso do projeto.</li> <li>4. <i>Inovação Mundial</i>: Um novo produto para o mundo; aqui os requisitos não são claros ou podem sofrer mudanças durante os processos e representam incertezas para o sucesso do projeto.</li> </ol> |
| <b>Tecnologia:</b><br>Representa o nível de incerteza tecnológica do projeto. Procura mensurar a incerteza no conhecimento das tecnologias de projeto e fabricação necessárias ao desenvolvimento e fabricação do produto.                                                                                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Baixa-tecnologia</i>: Não são necessárias novas tecnologias; trata-se de projetos em que as tecnologias aplicadas são maduras e conhecidas e, portanto, não representam uma fonte de incerteza para o projeto.</li> <li>2. <i>Média-tecnologia</i>: Alguma nova tecnologia é necessária para o projeto, usa diversas tecnologias maduras e conhecidas, mas algumas tecnologias necessárias ainda são novas e pouco dominadas.</li> <li>3. <i>Alta-tecnologia</i>: Todas ou a maioria das tecnologias são novas, mas já existentes.</li> <li>4. <i>Super-alta-tecnologia</i>: Necessita de tecnologias críticas (para o sucesso do projeto) não disponíveis no início do projeto e que, portanto, devem ser desenvolvidas ao longo da execução do projeto.</li> </ol>                                                                                                                                                                                |
| <b>Complexidade:</b><br>Representa a complexidade do produto, da tarefa e da organização do projeto. Busca prover uma medida da complexidade da estrutura hierárquica que representa o produto (árvore do produto), a tarefa (diagrama de atividades) e da organização (estrutura da divisão de trabalho). | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Componente</i>: Trata-se de um produto que pode ser caracterizado como um componente ou material que irá compor um subsistema.</li> <li>2. <i>Montagem</i>: Trata-se de um produto que pode ser caracterizado como uma coleção de elementos, componentes e módulos que desempenha uma função simples, ou que se constitui em um subsistema de um sistema maior. Exemplo: o subsistema estrutura de um satélite.</li> <li>3. <i>Sistema</i>: Trata-se de um produto que pode ser caracterizado como uma coleção complexa de elementos ou subsistemas, que, juntos, desempenham várias funções no atendimento de</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

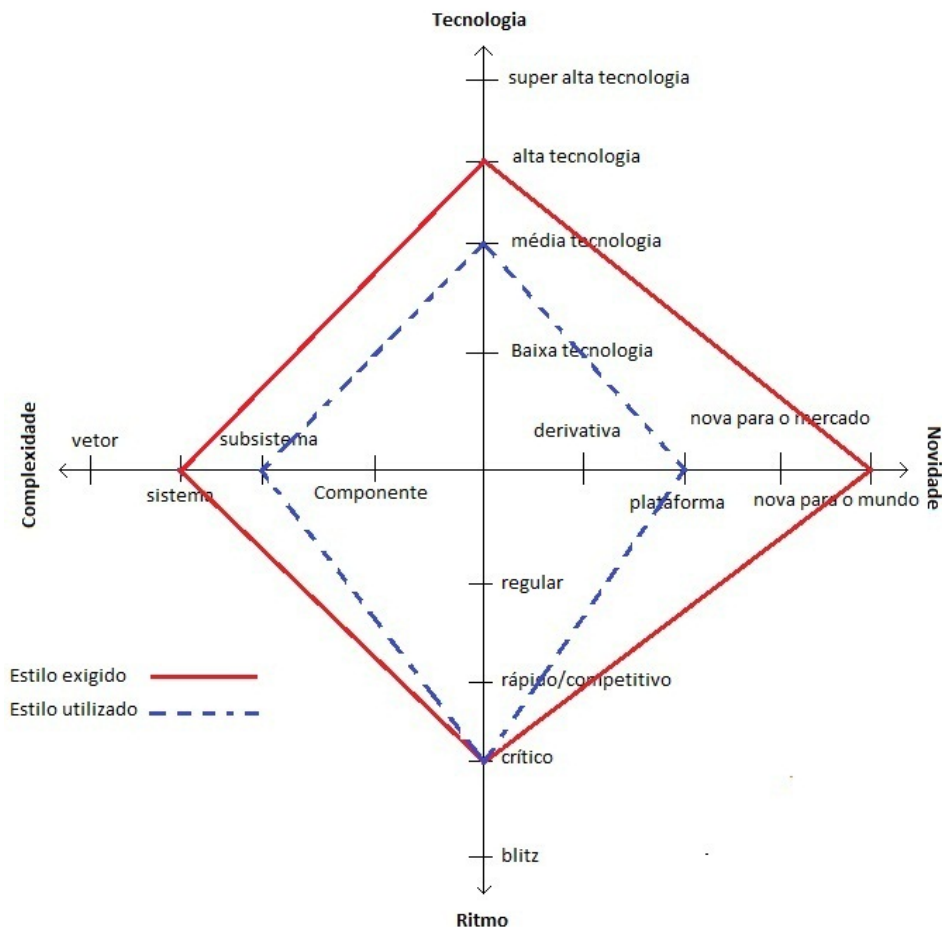
|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                         | <p>uma necessidade operacional específica. Exemplo: conjunto de subsistemas, realizando múltiplas funções, como o módulo de serviço ou de carga útil de um satélite, ou ainda o próprio satélite.</p> <p>4. <i>Vetor</i>: Trata-se de um produto que pode ser caracterizado como uma coleção de sistemas com uma missão em comum. Exemplo: rede nacional de comunicações por satélite, sistema de coleta de dados.</p>                                                            |
| <p><b>Ritmo:</b><br/>Representa a velocidade (ou urgência) com que a tarefa terá de ser executada para cumprir a meta especificada.</p> | <p>1. <i>Regular</i>: Projeto em que o tempo de execução não é crítico para o cumprimento da meta.</p> <p>2. <i>Rápido/Competitivo</i>: Projeto em que o tempo de execução é importante, mas em que pequenos atrasos podem ser absorvidos com facilidade.</p> <p>3. <i>Tempo crítico</i>: Projeto em que existe uma data de término bem definida, não havendo quaisquer margens para atrasos.</p> <p>4. <i>Blitz</i>: Projeto que deve ser executado no menor tempo possível.</p> |

**Tabela 2** – Escalas para as dimensões Novidade, Tecnologia, Complexidade e Ritmo, no esquema NTCR.

A seguir, a título de ilustração, é reproduzida uma aplicação do esquema NTCR à avaliação de uma missão espacial, desenvolvida por Sauser e colaboradores (Sauser et al, 2009), em que houve falha da missão. Trata-se da missão *Mars Climate Orbiter da Nasa* (MCO), que envolvia o projeto de uma sonda para orbitar o planeta Marte e coletar dados referentes ao clima do planeta, bem como para retransmitir dados vindos de outros equipamentos sobre sua superfície. Em sua fase de aproximação do planeta, a sonda se perdeu nos últimos momentos antes de sua entrada em órbita. Estudos da falha mostraram que houve uma falha na integração dos sistemas que compunham a nave. O trabalho de avaliação desenvolvido por Sauser e colaboradores se propunha a investigar se a causa última da falha seria de natureza técnica ou gerencial. Essencialmente, a aplicação do esquema NTCR a este projeto destinava-se a avaliar se o modelo de gestão empregado estaria compatível com o desafio representado pela missão.

Partindo de dados sobre a meta, a estrutura e o ambiente em que se desenvolveu o projeto, e efetuando uma avaliação a posteriori, através de depoimentos de especialistas, foram obtidos os diagramas NTCR ilustrados na **Figura 1**. O diagrama com linha tracejada apresenta a classificação do projeto como realizado, enquanto que o diagrama com linha contínua apresenta a classificação efetuada a posteriori, baseada nas declarações de especialistas.

O estudo indica, com base na classificação NTCR, que há diferenças entre a abordagem gerencial empregada e aquela que seria a mais indicada, segundo a opinião a posteriori de especialistas. Sugere que o projeto MCO deveria ter sido gerenciado como um projeto caracterizado como Novidade para o Mundo, Alta Tecnologia, Sistema e Tempo Crítico. Segundo esta análise, observa-se que a abordagem gerencial empregada colocou ênfase apropriada na restrição de prazo (havia uma janela para o lançamento), mas não nas demais dimensões de Novidade, Tecnologia e Complexidade. Nestas dimensões, segundo este estudo, a abordagem gerencial colocada em prática teria subestimado: a) as incertezas associadas à definição dos requisitos de missão e à maturidade das tecnologias disponíveis e b) o nível de complexidade da missão (árvore do produto, diagrama de atividades e estrutura da divisão de trabalho). Em particular, nota-se grande discrepância na dimensão Novidade, sugerindo que maior esforço deveria ter sido dedicado à definição dos requisitos e especificações da nave.



**Figura 1** – Classificação no esquema NTCR do projeto do Orbitador Climático de Marte (Sauser et al, 2009).

### 3 ADAPTAÇÃO DO ESQUEMA NTCR A PROJETOS ESPACIAIS DESENVOLVIDOS NO INPE

Conforme já abordado por diversos autores, cada empresa ou grupo de empresas encontra-se imerso em um ambiente específico, o qual pode variar muito de uma área de atuação para outra (Shenhar e Dvir, 2004, p. 66). Assim, é natural que uma empresa ou grupo de empresas procure desenvolver uma tipologia (classificação) específica, que singularize as incertezas que rotineiramente incidem sobre seus projetos, bem como seus impactos. Como exemplo desta abordagem, Stretton, em estudo recente (Stretton, 2011), lista, em adição às dimensões NTCR, uma variedade de dimensões identificadas na literatura para a classificação de projetos.

No caso do programa espacial brasileiro, na área de plataformas orbitais, os projetos empreendidos estão sujeitos a uma variedade de incertezas, além daquelas identificadas no esquema NTCR. Este trabalho limitar-se-á à consideração de incertezas no âmbito técnico. Uma das principais diretrizes do programa espacial brasileiro, que condiciona o ambiente em que se desenvolvem os projetos na área, é a de que o programa atue como um instrumento de política industrial, promovendo a capacitação da indústria nacional em novas tecnologias de projeto e fabricação, e em novos métodos, como garantia da qualidade e processos de fabricação de equipamentos de aplicação crítica (AEB, 2004). Assim, todo projeto na área de satélites, em que o INPE é o executor principal, tem como diretriz central a subcontratação de fornecedores na indústria nacional, com o objetivo de capacitá-los para a fabricação de produtos com aplicação na área espacial. Portanto, em todo projeto, existe, além do objetivo de cumprimento da *meta* física do projeto, em geral um sistema espacial, o objetivo subsidiário de qualificação de fornecedores nacionais (Gondo, 2011, comunicação privada).

Efetuada estas considerações, observa-se que no início de um dado projeto, há duas categorias de incertezas tecnológicas a serem consideradas: uma relativa ao trabalho técnico a ser desenvolvido no âmbito do executor e outra associada aos subcontratados industriais, que, como exposto acima, tratam-se, em geral, de firmas em fase de capacitação. De modo a capturar esta diversidade na categorização da incerteza tecnológica em um projeto, o presente trabalho propõe que a dimensão *Tecnologia*, no esquema NTCR, seja desdobrada em duas novas dimensões: uma relativa às principais atividades desenvolvidas pelo executor – coordenação do projeto, *design*, verificação e integração – e outra associada às principais atividades desenvolvidas pelas firmas subcontratadas – fabricação. Apesar de neste esquema não se separarem exatamente as incertezas tecnológicas associadas ao executor e às firmas subcontratadas, avalia-se que esta classificação fornecerá uma visão acurada acerca da origem das incertezas que incidem sobre um projeto, uma vez que, em projetos correntes, atividades de fabricação são desenvolvidas, majoritariamente, por firmas subcontratadas.

Propõe-se, assim, que a dimensão *Tecnologia* seja desdobrada em *Tecnologia de Projeto, Verificação e Integração*, correspondente ao know-how disponível para as atividades de *design*, verificação e integração, e *Tecnologia de Fabricação*, correspondente ao know-how disponível para as atividades de fabricação de equipamentos espaciais. A **Tabela 3** sintetiza este desdobramento, sendo o esquema aqui proposto designado por NTCR-F.

| Esquema NTCR     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Esquema NTCR-F                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Indicador</i> | <i>Descrição</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <i>Indicador</i>                                | <i>Descrição</i>                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Novidade         | Procura capturar o quão novo o produto é para o mercado a que se destina. Mensura a incerteza na <i>meta</i> do projeto, advinda, principalmente, da incerteza no conhecimento dos requisitos dos usuários.                                                                                                                                                                          | Novidade                                        | Procura capturar o quão novo o produto é para o mercado a que se destina. Mensura a incerteza na <i>meta</i> do Projeto, advinda, principalmente, da incerteza no conhecimento dos requisitos dos usuários.                                                             |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Tecnologia       | Procura capturar o nível de maturidade das tecnologias a serem utilizadas no projeto. Mensura a incerteza na <i>tarefa</i> do projeto, advinda, principalmente, da incerteza no conhecimento das tecnologias de projeto e fabricação do produto. Outras fontes relacionadas ao <i>ambiente</i> : experiência da equipe executora, competência do gerente e restrições orçamentárias. | Tecnologia de Projeto, Verificação e Integração | Procura capturar o nível de maturidade das tecnologias a serem utilizadas no Projeto, no que se refere a atividades de <i>design</i> , verificação e integração.                                                                                                        |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Tecnologia de Fabricação                        | Procura capturar o nível de maturidade das tecnologias a serem utilizadas no Projeto, no que se refere a atividades de fabricação.                                                                                                                                      |
| Complexidade     | Busca prover uma medida da complexidade da estrutura hierárquica que representa o produto (árvore do produto), a tarefa (diagrama de atividades) e da organização (estrutura da divisão de trabalho). Relaciona-se aos direcionadores <i>tarefa</i> e <i>ambiente</i> .                                                                                                              | Complexidade                                    | Busca prover uma medida da complexidade da estrutura hierárquica que representa o produto (árvore do produto), a tarefa (diagrama de atividades) e da organização (estrutura da divisão de trabalho). Relaciona-se aos direcionadores <i>tarefa</i> e <i>ambiente</i> . |
| Ritmo            | Busca prover uma medida para a velocidade com que a <i>tarefa</i> será realizada, frente às facilidades disponíveis.                                                                                                                                                                                                                                                                 | Ritmo                                           | Busca prover uma medida para a velocidade com que a <i>tarefa</i> será realizada, frente às facilidades disponíveis.                                                                                                                                                    |

**Tabela 3** – Desdobramento proposto para o esquema NTCR, adaptando-o ao modelo de desenvolvimento de projetos no âmbito da área de plataformas orbitais, no programa espacial brasileiro.

Relativamente às escalas para as dimensões propostas, considera-se que a escala relativa à dimensão *Tecnologia*, no esquema NTCR, possa ser transposta quase que integralmente para a dimensão

*Tecnologia de Projeto, Verificação e Integração*, com a única adaptação de que a classificação atribuída agora se refira exclusivamente às atividades de projeto (*design*), verificação e integração.

A proposta de uma escala para a dimensão *Tecnologia de Fabricação* passa por uma breve digressão sobre a fabricação de equipamentos de vôo, na área espacial. A fabricação de um equipamento de vôo é efetuada exclusivamente a partir de partes, materiais e processos qualificados. Um processo é considerado *qualificado* quando “... a sua execução, independentemente da necessidade ou não de intervenção direta de mão-de-obra, produz sempre o mesmo resultado, resultado este que atende a requisitos pré-estabelecidos advindos tanto de normas para a área espacial quanto do projeto onde será utilizado ...” (Gondo e Perondi, 2010). A partir da lista dos processos (de fabricação) propostos para a fabricação de um equipamento, é possível avaliar o status de qualificação para a fabricação de um dado fornecedor: poucos ou nenhum processo qualificado indicariam uma baixa qualificação do fornecedor para o fornecimento; no outro extremo, todos ou quase todos processos qualificados indicariam que o fornecedor apresenta plena qualificação para o fornecimento em questão. Assim, a partir da análise de listas de processos qualificados de fornecedores, seria possível, em princípio, estimar a incerteza (técnica) na contratação de um dado fornecedor para a fabricação de um dado equipamento. A Marinha Norte-Americana (US NAVY), por exemplo, utiliza uma abordagem baseada neste princípio para gerenciar o risco técnico de contratações (US NAVY, 1998). A partir da comparação entre a lista de processos qualificados de um eventual fornecedor e uma lista de referência, definida como melhores práticas da indústria e mantida pela própria US NAVY, é computado, via uma métrica pré-estabelecida, o quanto o padrão do eventual fornecedor se distancia do padrão de referência. O desvio computado é tomado como uma medida do risco técnico incorrido quando da contratação deste fornecedor para o fornecimento em questão.

Propõe-se, neste trabalho, que esta mesma abordagem seja utilizada para definir a escala da dimensão *Tecnologia de Fabricação*, seguindo metodologia proposta por Gondo (2011, *comunicação privada*). A partir da lista de processos disponibilizada por um fornecedor, efetua-se um levantamento dos processos qualificados e não-qualificados junto ao “banco de processos qualificados” do contratante (no caso, o INPE). Para os processos não-qualificados, efetua-se uma avaliação do nível de criticidade do processo, segundo o Padrão ECSS (ECSS, 2010). Nesta avaliação, o nível de criticidade do processo é avaliado em função do efeito de falhas do processo sobre variáveis, tais como: desempenho técnico, cronograma, custo e impacto sobre outras partes do sistema. Um nível de criticidade é, então, atribuído ao processo, fazendo uso de uma métrica previamente definida. Os processos classificados como críticos são, então, comparados com processos de referência, considerados como melhores práticas da indústria, e avaliados em quanto se desviam destes, segundo uma dada escala (tal como, *mínimo, pequeno, aceitável, grande e significativo*). A partir de uma ponderação entre os resultados destas avaliações, e da definição de métricas apropriadas, define-se o grau de incerteza associado a cada processo não-qualificado, e, finalmente, compondo-se e ponderando-se estes resultados, do fornecedor como um todo para a fabricação de cada equipamento. Finalmente, compondo-se as incertezas assim apuradas, em nível de sub-sistemas e, posteriormente, em nível de sistema, consolida-se uma figura para o projeto como um todo. A partir do grau de incerteza apurado, propõe-se que o projeto seja classificado na dimensão *Tecnologia de Fabricação* segundo a escala apresentada na **Tabela 4**, que resume as propostas de escala para as duas dimensões discutidas nesta seção.

| Dimensão                                                                                                                                                                                   | Escala                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tecnologia de Projeto, Verificação e Integração:</b> Representa o nível de incerteza tecnológica do Projeto, no que se refere a atividades de <i>design</i> , verificação e integração. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Baixa-tecnologia:</i> Não são necessárias novas tecnologias de projeto, verificação e integração; trata-se de projetos em que as tecnologias aplicadas são maduras e conhecidas e, portanto, não representam uma fonte de incerteza para o projeto.</li> <li>2. <i>Média-tecnologia:</i> Alguma nova tecnologia é necessária para o projeto, usa diversas tecnologias maduras e conhecidas, mas algumas tecnologias necessárias ainda são novas e pouco dominadas.</li> <li>3. <i>Alta-tecnologia:</i> Todas ou a maioria das tecnologias são novas, mas já existentes.</li> <li>4. <i>Super-alta-tecnologia:</i> Necessita de tecnologias críticas (para o sucesso do projeto) não disponíveis no início do projeto e que, portanto, devem ser desenvolvidas ao longo da execução do projeto.</li> </ol> |

|                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tecnologia de Fabricação:</b> Representa o nível de incerteza tecnológica do Projeto, no que se refere a atividades de fabricação. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Totalmente Qualificado:</i> Todos os processos de fabricação necessários encontram-se já qualificados; tratam-se de projetos em que os processos de fabricação empregados são maduros e qualificados e, portanto, não representam uma fonte de incerteza para o projeto.</li> <li>2. <i>Parcialmente Qualificado:</i> Alguns processos de fabricação necessitam ser qualificados. Tais processos são conhecidos, porém, novos e pouco dominados pelo fabricante.</li> <li>3. <i>Pouco Qualificado:</i> Todos ou a maioria dos processos são novos. Apesar de já existentes, não são dominados pelo fabricante.</li> <li>4. <i>Não Qualificado:</i> Há a necessidade de qualificação de processos críticos (para o sucesso do projeto) não disponíveis no início do projeto e que, portanto, devem ser desenvolvidas ao longo da execução do projeto.</li> </ol> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Tabela 4** – Escalas propostas para as dimensões *Tecnologia de Projeto, Verificação e Integração e Tecnologia de Fabricação*.

Projetos em que a fabricação de equipamentos representa um grande desafio serão classificados como projetos com tecnologia de fabricação não qualificada, enquanto que projetos que envolvam, por exemplo, a repetição da fabricação de sistemas anteriormente desenvolvidos, com mínimas ou pequenas adaptações de processos, serão classificados como projetos com tecnologia de fabricação totalmente qualificada.

#### 4 EXEMPLO DE APLICAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO NTCR-F.

O projeto Sistemas Inerciais para Aplicação Aeroespacial (SIA), desenvolvido conjuntamente pelo Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) e o INPE, objetiva o desenvolvimento de produtos para o subsistema de controle, tanto de plataformas orbitais, quanto de veículos lançadores de satélites. Especificamente para plataformas orbitais, encontram-se previstos os desenvolvimentos de um bloco girométrico, de um sensor de estrelas, de um computador de bordo e de um ambiente de simulação de controle de atitude e órbita. O projeto objetiva a produção dos diferentes produtos em nível de modelos de qualificação.

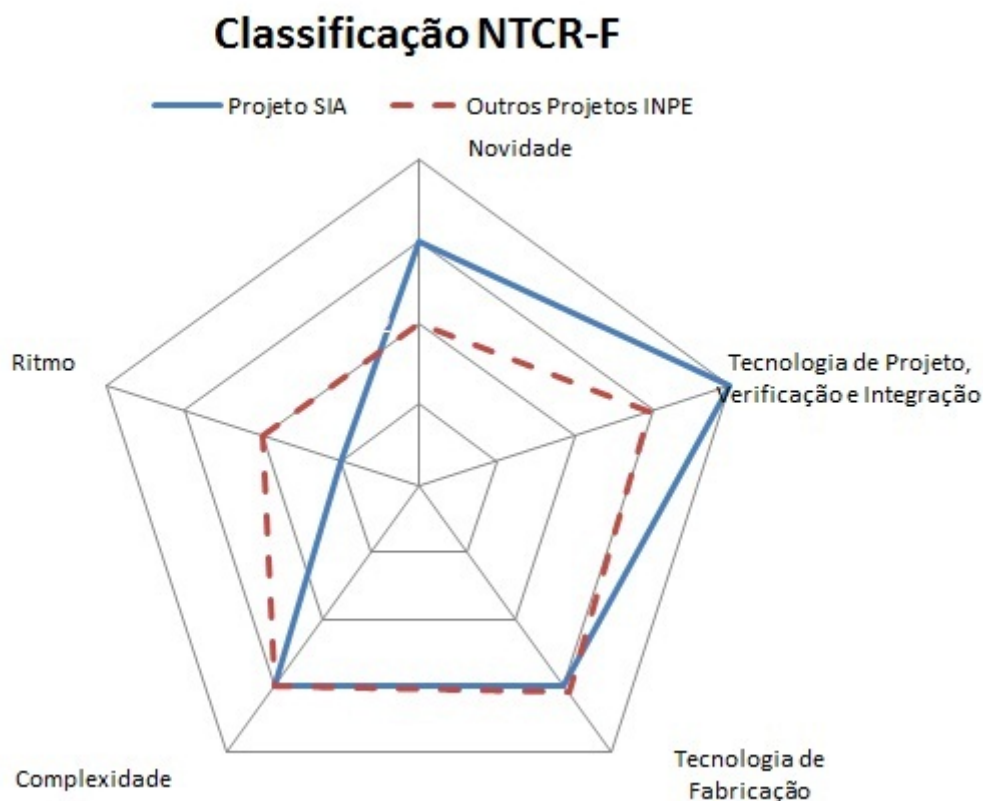
Analisando este projeto com as dimensões do diagrama NTCR-F, obtém-se, de forma heurística, as classificações apresentadas na **Tabela 5**.

| Dimensão                                               | Classificação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Novidade</b>                                        | <p>Nenhum dos produtos do projeto constitui-se uma inovação radical do ponto de vista de sua aplicação, mas todos são inovações no âmbito do programa espacial brasileiro. Portanto, todos os produtos podem ser classificados como <b>Novidade para o Mercado</b>.</p> <p>Esta classificação é coerente com os critérios para classificação expostos por Shenhar e Dvir, quando propõem que um projeto com esta classificação não gere apenas um produto novo, mas também a infraestrutura para projetos futuros (Shenhar e Dvir, 2007d).</p> |
| <b>Tecnologia de Projeto, Verificação e Integração</b> | <p>Todos os produtos requerem tecnologias de projeto e integração, bem como conhecimentos de partes e materiais, que não se encontram disponíveis no âmbito do programa espacial brasileiro. Essas tecnologias e conhecimentos necessitam ser desenvolvidas durante o projeto. Portanto, todos os produtos se enquadram no nível de <b>Super-alta-tecnologia</b>.</p>                                                                                                                                                                          |
| <b>Tecnologia de Fabricação</b>                        | <p>Neste projeto, a fabricação de todos os produtos constitui-se em um fator crítico para o sucesso do projeto. Para alguns dos produtos, inexistia uma rede fornecedora capacitada, necessitando a maioria dos processos de fabricação ser desenvolvidos e qualificados no decorrer do Projeto. Para outros produtos, como o computador de bordo, já existe uma rede de fornecedores com algum nível de qualificação. Assim, considera-se que o projeto como um todo possa ser classificado como <b>Pouco-qualificado</b>.</p>                |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Complexidade</b> | O objetivo principal do projeto está voltado para o desenvolvimento de capacitação nacional em sistemas de controle de plataformas orbitais e de guiagem e controle de veículos lançadores de satélites. Neste escopo incluem-se o desenvolvimento de laboratórios, vários subsistemas como computador de bordo, sensor estelar, girômetro a fibra óptica, além de uma rede de fornecedores com processos qualificados. Apesar de apresentar características coerentes com classificação <i>Vetor</i> , o fato de que os produtos finais não sejam integrados em um único produto, sugere a classificação nesta dimensão como <b>Sistema</b> . |
| <b>Ritmo</b>        | Neste projeto, em particular, a entrega do produto numa data determinada data não se constitui em um fator crítico de sucesso, apesar da existência de cronograma e prazos definidos. Como é normal em projetos de desenvolvimento de novas tecnologias, extensões de prazo não representam um fracasso do projeto. Portanto, o projeto pode ser enquadrado no nível <b>Regular</b> .                                                                                                                                                                                                                                                          |

**Tabela 5** – Classificação do Projeto SIA no esquema NTCR-F.

Apresentando esta classificação em um diagrama semelhante ao utilizado por Shenhar e Dvir para o esquema NTCR, com a dimensão *Tecnologia* agora desdobrada, obtém-se o diagrama ilustrado na **Figura 2**, onde é, também, apresentada uma classificação para projetos correntes do INPE, baseada em um exercício a ser apresentado em breve<sup>2</sup>.



**Figura 2** – Comparação entre a classificação do Projeto SIA e aquela de projetos correntes do INPE, conforme o esquema NTCR-F.

Coerentemente com o caráter de desenvolvimento tecnológico do Projeto SIA, observa-se que este apresenta classificações de *Novidade* e *Tecnologia de Projeto (design), Verificação e Integração* em nível superior à média dos projetos correntes do INPE, porém com prazos mais flexíveis.

<sup>2</sup> Resultados baseados em uma ponderação, envolvendo os projetos CBERS e PMM.

Um estudo comparando o Projeto SIA com outros projetos do INPE, (**Figura 3**), observa-se que, conforme os resultados do presente exercício, o Projeto SIA apresenta um caráter mais desafiador em termos de projeto (*design*) do que programas correntes, porém menos desafiador que estes no que se refere à fabricação. Enfatiza-se, porém, o caráter relativo desta conclusão, que se baseia em um exercício livre de classificação dos projetos aqui tratados, desenvolvido a título de ilustração de aplicação do esquema NTCR-F.



**Figura 3** – Comparação entre a classificação do Projeto SIA e projetos correntes do INPE<sup>3</sup> com respeito às dimensões *Tecnologia de Projeto (design)*, *Verificação e Integração* e *Tecnologia de Fabricação*.

A **Tabela 6** apresenta um detalhamento da classificação dos produtos do Projeto SIA e do Projeto como um todo, relacionados a plataformas orbitais, nas duas dimensões introduzidas no presente trabalho.

|                       | Tecnologia Projeto, Verificação e Integração | Tecnologia de Fabricação        |
|-----------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|
| Computador de bordo   | <i>Super-alta-tecnologia</i>                 | <i>Parcialmente qualificado</i> |
| Bloco Girométrico     | <i>Super-alta-tecnologia</i>                 | <i>Não qualificado</i>          |
| Sensor de Estrelas    | <i>Super-alta-tecnologia</i>                 | <i>Pouco qualificado</i>        |
| Ambiente de Simulação | <i>Super-alta-tecnologia</i>                 | <i>Pouco qualificado</i>        |
| <b>Projeto SIA</b>    | <b><i>Super-alta-tecnologia</i></b>          | <b><i>Pouco qualificado</i></b> |

**Tabela 6** – Classificação dos produtos do Projeto SIA, área de satélites, e do projeto como um todo, conforme o esquema NTCR-F.

## 5 SUMÁRIO E CONCLUSÃO

Organizações, de uma forma geral, operam em ambientes específicos, os quais podem variar muito de uma área de atuação para outra. Conforme a teoria contingencial em Administração, o sucesso da organização estaria diretamente relacionado à capacidade da organização de se adequar ao ambiente em que opera, e de se adaptar a suas variações.

De forma análoga, a experiência acumulada na área de gestão de projetos tem favorecido a visão de que, como nas organizações, o sucesso de um projeto estaria relacionado à capacidade de sua gestão ser flexível e adaptável às diferentes condições do ambiente em que o projeto se desenvolve e a diretrizes específicas de desenvolvimento. Não existiria uma abordagem gerencial única, apropriada a qualquer projeto – esta deveria ser escolhida em função de classificação segundo características do ambiente e diretrizes e restrições específicas. Tais classificações se prestariam, essencialmente, às seguintes finalidades: a) identificar diferenças e similaridades entre projetos, b) classificar os projetos em categorias e c) selecionar uma abordagem de gerenciamento adequada para cada categoria de projeto (Shenhar e Dvir, 2007b).

Diversos esquemas de classificação de projetos têm sido propostos. Dentre estes, destaca-se o proposto por Shenhar e Dvir, desenvolvido a partir de evidência empírica proveniente do estudo de uma amostra da ordem de 600 exemplos de projetos (Shenhar e Dvir, 2007a). Neste esquema, projetos são classificados segundo quatro variáveis (dimensões): *Novidade*, *Tecnologia*, *Complexidade* e *Ritmo* (NTCR).

Neste trabalho, buscou-se efetuar uma adequação do esquema NTCR às características dos projetos espaciais desenvolvidos no INPE. Todo projeto, na área de satélites, executado pelo INPE tem como diretriz central a subcontratação de fornecedores na indústria nacional, com o objetivo de capacitá-los para a fabricação de produtos com aplicação na área espacial. De modo a capturar as incertezas associadas a executor e subcontratados em um projeto, o presente trabalho propõe que a dimensão *Tecnologia*, do esquema NTCR, seja desdobrada em duas novas dimensões: *Tecnologia de Projeto*, *Verificação e Integração*, relativa às principais atividades desenvolvidas pelo executor – *design*, gestão e integração – e *Tecnologia de Fabricação*, associada às principais atividades desenvolvidas pelas firmas subcontratadas – fabricação. A classificação proposta, designada por NTCR-F, foi aplicada, em um exercício livre, a algumas situações de projeto encontradas em contratações recentes do programa espacial brasileiro, na área de satélites. Os exemplos demonstram que o esquema proposto, quando comparado com o esquema NTCR, proporciona boa discriminação entre as situações em que há alta capacitação para projeto (*design*) e baixa capacitação para fabricação e vice-versa.

Apesar do caráter empírico dos exemplos considerados, conclui-se que o desdobramento da dimensão *Tecnologia*, isolando, principalmente, os desafios na área de projeto (*design*) daqueles na área de fabricação, face à diretriz de política industrial do programa espacial, proporciona informações relevantes para a escolha da abordagem gerencial a ser empregada em projetos do INPE.

## 6 REFERÊNCIAS

Abdullah, A.A., Rahman, H.A., Harun, A., Alashwal, A.M., Beksin, A.M., Literature mapping: A bird's eye view on classification of factors influencing project success, **African Journal of Business**, 2010.

AEB - Agência Espacial Brasileira, Programa Nacional de Atividades Espaciais : PNAE, Agência Espacial Brasileira, **Ministério da Ciência e Tecnologia**, Brasília, 2004.

Ahn, M. J., Zwikael, O., Bednarek, R., Technological invention to product innovation: a project management approach, **International Journal of Project Management**, 28, 559–568, 2010.

Araujo, T.S., Um plug-in que integra um simulador de projetos a uma ferramenta de gerenciamento de projetos. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Informática, Pernambuco, Brasil, p23, 2007.

Atkinson RW. Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. *International Journal of Project Management*, p 337–342, 1999.

- Chiavenato, I., “Os Novos Paradigmas”, 5ª ed., Editora Manole, Barueri, SP, 2008.
- Collyer, s., Warren, C.M.J., Project management approaches for dynamic environments. **International Journal of Project Management**, 2009.
- Donaldson, L., Structural contingency theory, **International encyclopedia of the social & behavioral sciences**, Amsterdam: Elsevier, v. 1, 15210 p. ISBN: 0-08-043076-7. 2001.
- Dvir, D., Lipovetsky, S., Shenhar, A., Tisher, A. In search of project classification: a non-universal approach to project success factors. **Research Policy**, 1998.
- Dvir, D., Lechler, T., Plans are nothing, changing plans is everything: the impact of changes on project success. **International Journal of Project Management**, 2003
- ECSS - European cooperation for space standardization. **ECSS-Q-ST-70C**- Space product assurance-materials, mechanical parts and processes. Noordwijk, The Netherlands, p37, 2009.
- Gondo, S.M.H., Perondi, L.F., Classificação de processos de fabricação na área espacial, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP. 2011.
- Gondo, S.M.H., Perondi, L.F., Controle de processos de fabricação na área espacial, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP. 2010.
- Howell D., Windahl, C., Seidel, R., A project contingency framework based on uncertainty and its consequences, **International Journal of Project Management**, 2009.
- Leloglu, U.M., Kocaoglan, E. Establishing space industry in developing countries: opportunities and difficulties. **Advances in Space Research**, p1879–1886, 2008.
- Newman, J.S. Failure space: a systems engineering look at 50 space system failure. **Acta Astronautica**, Vol.48 No 5-12, 2001.
- Oliveira, M.E.R., Perondi L.F., Estudo sobre extensões de prazos e custos do programa CBERS, **IWETE**, INPE . 2010.
- Pinto JK, Slevin DP. Project success and definition and measurement techniques. **International Journal of Project Management**, 1988.
- PMI, Project Management Institute, **Project management body of knowledge**, 4 ed., USA, 2008.
- Sauser, B.J., Reilly, R.R., Shenhar, A.J. Why projects fail? how contingency theory can provide new insights. **International Journal of Project Management**, 2009
- Shenhar, A. J., Dvir, D., O novo potencial de gerenciamento de projetos, **Mundo Project Management**, dez/jan, Curitiba, 2009.
- Shenhar, A. J., Dvir, D., Reinventando gerenciamento de projetos, A abordagem diamante ao crescimento e inovação bem-sucedidos, 1 ed. São Paulo. M. Books do Brasil Editora, p.17, 2007a.
- Ibid., p. 51, 2007b.
- Ibid., p. 52, 2007c.
- Ibid., p. 92, 2007d.
- Shenhar, A. J., Mitos e realidades do gerenciamento de projetos, **Mundo Project Management**, ago/set, Curitiba, 2010.
- Shenhar, A. J., One size does not fill all projects: Exploring classical contingency domains, **Management**

Science, vol. 47, n 3, março 2001, p394-414.

Sousa, L. F., CPA-006-2010 - Diagnóstico do ambiente externo, Coordenação de Planejamento Estratégico e Avaliação, (CPA), Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, São José dos Campos, SP. 2010.

Standish Group, The Standish Group, The Chaos Report 2001. [www.standishgroup.com](http://www.standishgroup.com), 2001

US DOD, U.S. Department of Defense, Extension to: A guide to the project management body of knowledge, **Defense Acquisition University Press**, First Edition, 2003.

US NAVY, Department of the Navy Research, Development & Acquisition, **NAVSO\_P-3686** – Top Eleven Ways to Manage Technical Risk, USA, 1998.