

## **Lançamento de Foguetes: Análise a partir das Abordagens do Processo de Desenvolvimento de Produtos**

Lucilea da Silva Coutinho de Rezende ([lu.c.rezende@hotmail.com](mailto:lu.c.rezende@hotmail.com)) - UFRN

Mario Orestes Aguirre González ([mario@ct.ufrn.br](mailto:mario@ct.ufrn.br)) - UFRN

Joeberson dos Santos Gonçalves ([joeberson.sp@hotmail.com](mailto:joeberson.sp@hotmail.com)) - UFRN

Mariama Saskya Araujo da Silva ([mariama.saskya01@gmail.com](mailto:mariama.saskya01@gmail.com)) – UFRN

### **Resumo**

O artigo tem como objetivo propor melhorias no lançamento de foguetes de um centro de lançamento Brasileiro. Inicialmente foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre abordagens do processo de desenvolvimento de produtos. Em seguida foi conduzido o estudo de caso no Centro de Lançamento Barreira do Inferno entrevistando cinco representantes, em um período de 3 meses. A análise das informações foram realizadas utilizando a estratégia bola de neve. Resultados indicam que o lançamento de foguetes seguem a lógica do processo de desenvolvimento de produtos com etapas: pré-lançamento do foguete, lançamento do foguete e pós-lançamento do foguete. Propostas de melhoria ao processo de lançamento de foguetes foram sugeridas de acordo com as etapas do processo, sendo as principais: 1) ampliação da abrangência do lançamento do foguetes, do operacional e tático para o nível estratégico, principalmente pela inclusão de atividades de prospecção de demanda de experimentos científicos em altitude, 2) sistematização de atividades que objetivam a confiabilidade global no lançamento de foguetes e, 3) Estruturação da gestão de mudanças no planejamento e operação do lançamento e da gestão de conhecimento, pelas lições aprendidas, no pós-lançamento.

**Palavras-chave:** Abordagens para Desenvolvimento de Produtos; Foguete; Lançamento de Foguetes; Melhoria de processo.

**Área:** Gestão de Desenvolvimento do Produto

## 1. INTRODUÇÃO

O setor espacial representa uma importante área impulsionadora do desenvolvimento dos países e promotora de inúmeros benefícios para a sociedade, estimulando a geração de novas tecnologias, produtos, serviços e soluções que impactam direta e indiretamente no cotidiano dos indivíduos. A dependência do setor espacial por mão de obra altamente qualificada e a necessidade de estruturação de indústrias consolidadas são algumas das características inerentes a essa área.

As contribuições da atividade espacial para o Brasil são significativas, possuindo o país uma ampla vocação para o ramo, devido a sua extensão territorial. O rico patrimônio do Brasil em recursos naturais e a necessidade de maior estudo, exploração, administração e guarda desses bens são alguns dos cenários que demonstram a importância da ciência e tecnologias espaciais (PNAE, 2012).

Em meio à abrangência do setor espacial, que inclui inúmeras atividades e projetos, o lançamento de foguetes é o processo mediante o qual são arremessados para o espaço veículos de pesquisa ou satélites a serem colocados em órbita. O lançamento de foguetes apresenta-se como um processo complexo, mobilizador de diversos recursos materiais e humanos em suas operações.

Os veículos espaciais são lançados nas bases de lançamentos espaciais, preparadas notadamente para esse fim. No que diz respeito a tais estruturas, o Brasil dispõe do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), localizado no estado do Maranhão, e do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), situado no Rio Grande do Norte.

O lançamento de foguetes inclui as etapas de pré-lançamento, lançamento e pós-lançamento, as quais incluem procedimentos específicos a serem realizados ao longo de diferentes períodos do processo de lançamento, englobando setores com responsabilidades próprias que se articulam para o sucesso dessa atividade.

A organização do lançamento de foguetes em 03 (três) fases, com características distintas, porém interligadas em busca de objetivos comuns, permite uma analogia dessas etapas com as etapas que compõem o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP): Pré-Desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-Desenvolvimento (CLARK; WHEELWRIGHT, 1993; COOPER, 2001; MORGAN; LIKER, 2006; ROZENFELD *et al.*, 2006).

Buscando contribuir com investigações no ramo espacial, o presente estudo foi realizado, a partir da visualização da possibilidade de avanços nos lançamentos de foguetes realizados pelo CLBI, tendo como objetivo propor melhorias nesse processo de lançamento com base em conhecimentos teóricos acerca da gestão do PDP.

O artigo está estruturado em cinco tópicos. O segundo tópico apresenta uma revisão bibliográfica sobre abordagens do Processo de Desenvolvimento de Produtos. O método de pesquisa utilizado para a construção do trabalho é descrito no terceiro tópico. O quarto descreve o estudo de caso. Já o quinto tópico aborda a análise e proposta de melhorias. O sexto tópico destaca as considerações finais.

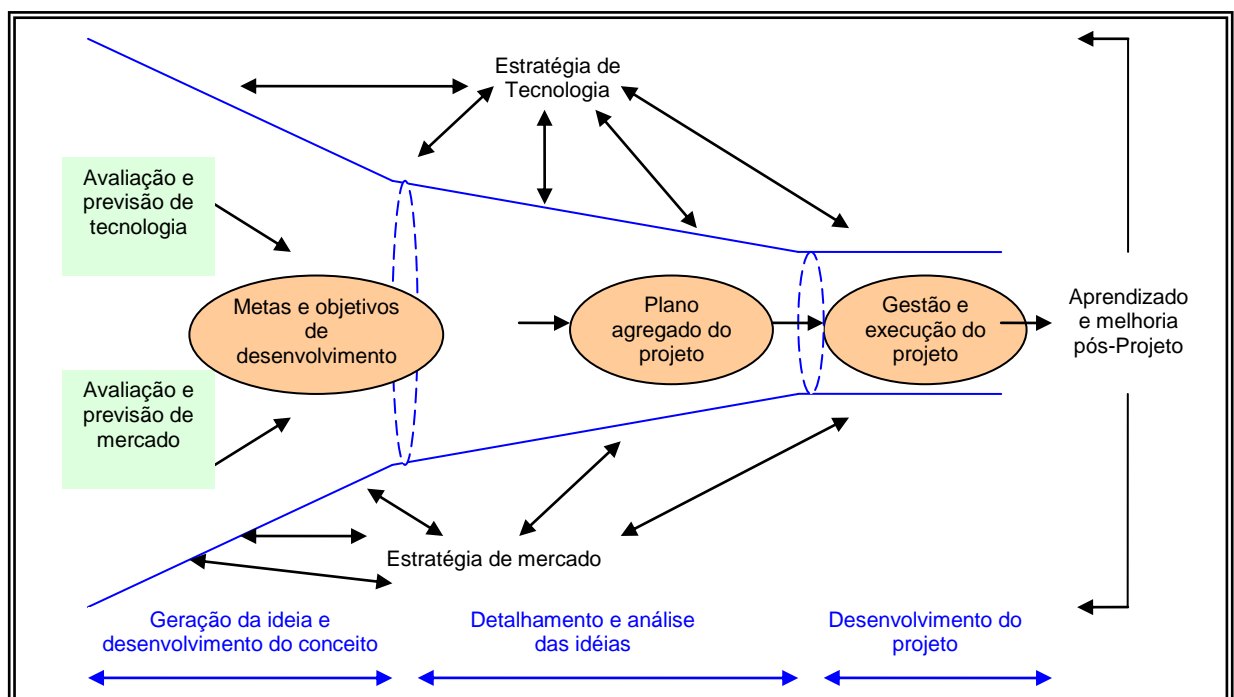
## 2. ABORDAGENS PARA GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Existem diferentes pontos de vista sobre o tema de Desenvolvimento de Produtos (DP). Cheng e Mello Filho (2007) consideram que esses diferentes pontos de vista para o DP seguem a origem de atuações dos seus autores. Alguns provenientes de marketing dão maior ênfase ao planejamento de produto e a elaboração do plano de marketing para o lançamento. Autores, com atuação na engenharia, concentram-se no projeto do produto e do processo. Outros da área de administração enfocam na gestão do PDP e seus relacionamentos com a estratégia da empresa e a gestão do portfólio de produtos.

### 2.1. Abordagem funil

A abordagem funil de desenvolvimento de produto teve como proponentes a Clark e Wheelwright (1993). Esses autores apresentam uma estrutura de gerenciamento de DP, conforme figura 1, de três estágios: geração da ideia e desenvolvimento do conceito, detalhamento e análise das idéias, e desenvolvimento do projeto.

Figura 1- Abordagem funil de desenvolvimento de produto



Fonte: Clark e Wheelwright (1993)

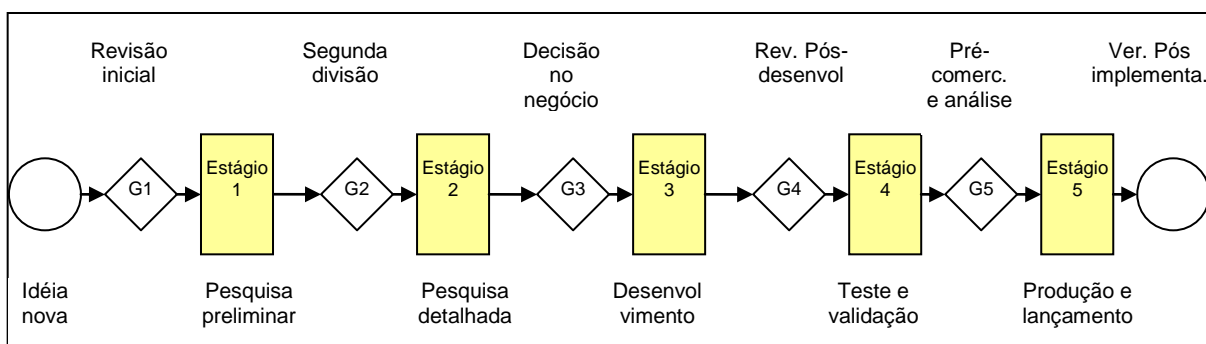
De maneira geral, essa estrutura tem o fundamento de que, de um conjunto grande de ideias, geram-se possíveis projetos de desenvolvimento, os quais durante esse processo serão reduzidos a um número limitado de projetos que no final serão executados.

As atividades dessa estrutura são influenciadas pelos fatores: estratégia de tecnologia, referente ao *know how* que a empresa possui, às fontes de capacitação e à frequência da implantação das inovações; estratégia de mercado, que engloba a definição do número de produtos básicos e de produtos derivados a serem oferecidos, bem como a frequência da introdução de novos produtos; e aprendizagem organizacional, sendo visualizado como um processo de detecção e correção de erros (eventos críticos), gerado a partir da experiência com o projeto.

## 2.2. Abordagem stage-gate

De acordo com a referida abordagem, o processo de desenvolvimento de um novo produto é dividido em estágios identificáveis, precedidos de *gates* ou pontos de decisão que possibilitam o controle de qualidade e de decisão no projeto de DP, como pode ser visualizado na figura 2.

Figura 2 - Estrutura Stage Gate para o desenvolvimento de produto



Fonte: Cooper (2001)

A essência da abordagem Stage-Gate, segundo Cooper (2001), se concentra nas duas formas que a empresa pode obter ganho no desenvolvimento de novos produtos. A primeira é definir os projetos certos, mediante a aplicação de técnicas de gestão de portfólio, onde os novos projetos são avaliados, selecionados e priorizados. A segunda é executar os projetos selecionados corretamente, dando ênfase no correto levantamento de informação do cliente, o desenvolvimento do projeto eficiente e com uso de uma equipe multidisciplinar.

## 2.3. Abordagem lean

Embora essa abordagem não apresente na literatura um padrão para o DP, pesquisadores que estudaram o DP da Toyota publicaram suas pesquisas sob diferentes enfoques. Morgan e Liker (2006) abordam o DP Lean de forma sistêmica, sob a denominação de Sistema

Toyota de Desenvolvimento de Produto. Sobek *et al.*, (1999) apresentam uma descrição detalhada do desenvolvimento de subsistemas no DP. Kennedy (2003) aborda o DP da Toyota com ênfase na parte organizacional (cultura e organização). Ballé e Ballé (2005) apresentam o modelo de DP estruturado em quatro dimensões.

Morgan e Liker (2006) definem o sistema de DP Lean como a forma de criar mais valor com menos recurso e esforço. Na visão desses autores, a base desse sistema é a integração apropriada de três subsistemas: processo, pessoas e tecnologia (e ferramentas). Ballé e Ballé (2005) realizaram um estudo dos principais autores que abordam o DP da Toyota, a partir do qual propuseram um modelo para o DP da Toyota, agrupado em quatro dimensões: processo, organizacional, produção e aprendizado.

#### **2.4. Abordagem modelo unificado**

O Modelo Unificado foi proposto por Rozenfeld *et al* (2006), cuja construção se deu a partir do conhecimento e da experiência dos autores, da união das metodologias, estudos de casos e de melhores práticas de desenvolvimento. A estrutura do Modelo Unificado é subdividida em macrofases: Pré-Desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-desenvolvimento, que buscam uma melhor forma de organizar a gestão do DP nas perspectivas estratégica, tática e operacional.

A macrofase Pré-Desenvolvimento engloba o planejamento estratégico de produtos e da empresa, sendo definidos o portfólio de produtos através da declaração de escopo e o plano de projeto. A macrofase Desenvolvimento enfatiza os aspectos tecnológicos correspondentes à definição do produto em si, suas características e forma de produção. A macrofase definida como Pós-desenvolvimento está voltada para o acompanhamento sistemático do produto após seu lançamento, através da avaliação da satisfação do cliente, monitoramento do desempenho técnico e registro de melhorias, incluindo também a retirada sistemática do produto do mercado e os aprendizados adquiridos.

Cada uma das abordagens analisadas busca uma melhor forma de organizar a gestão do desenvolvimento de produtos das perspectivas estratégica, tática e operacional. Ainda, percebe-se a existência de consenso no que se referem as três etapas ou fases de desenvolvimento, bem definidas: o Pré-desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-desenvolvimento.

### **3. MÉTODO DE PESQUISA**

Quanto ao objetivo de pesquisa, o estudo se caracteriza como pesquisa exploratória, uma vez que procurou estabelecer uma maior familiaridade com o problema de pesquisa, buscando entendê-lo através de pesquisa bibliográfica, entrevistas e visitas in loco. Do

ponto de vista dos procedimentos técnicos, foram utilizados a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso, que é uma espécie de histórico do fenômeno, extraído de múltiplas fontes de evidências onde qualquer fato relevante à corrente de eventos que descrevem o fenômeno, é um dado potencial para o estudo de caso, pois o contexto é importante (YIN, 2001). E, segundo a abordagem do problema, o presente trabalho se caracteriza por uma pesquisa qualitativa, por ser caracterizado por informações que não podem ser quantificáveis, sendo a interpretação do fenômeno e a atribuição de significado elementos indispensáveis no processo de pesquisa qualitativa.

### **3.1. Procedimento da pesquisa**

A realização da pesquisa foi impulsionada pela participação da equipe de pesquisadores em um lançamento de foguete, realizado no CLBI. Essa participação facilitou o entendimento do processo, contudo, foi através da pesquisa bibliográfica e dos dados coletados por meio de entrevistas ao CLBI, que se formou uma ideia melhor estruturada sobre o processo de desenvolvimento de produtos aplicados a lançamento de foguetes.

Na pesquisa bibliográfica, realizou-se uma recopilção das abordagens clássicas de gestão aplicados no desenvolvimento de produtos, como: Stage Gate, Funil, Lean e Método Unificado. Em paralelo, no periódico Portal Capes utilizou-se as palavras chaves: Aerospace, Product Development e Rocket Launching. Apesar de encontrarmos uma limitação, no que se refere ao tema "lançamento de foguetes", foi obtido, através dessa fonte, informações voltadas ao desenvolvimento de produto na área aeroespacial, mediante cinco artigos que tratavam do tema.

A pesquisa de campo utilizou um roteiro de pesquisa. Foram realizadas três entrevistas, sendo a análise de cada uma o input para elaboração do roteiro de entrevista subsequente. A primeira entrevista foi feita com o Vice Diretor Geral do CLBI e o Responsável de Pesquisa e Inovação Tecnológica. A segunda entrevista foi realizada com o Chefe de Operações e com o Chefe de Planejamento. Após análise, a terceira entrevista foi sucedida com os mesmos participantes da segunda, objetivando apurar as demais informações concernentes ao processo de lançamento de foguetes. Por fim, as informações foram validadas com o Diretor Geral do CLBI.

## **4. ESTUDO DE CASO**

### **4.1. O Centro de Lançamento Barreira do Inferno (CLBI)**

Hoje os institutos, IAE e INPE, o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI) são os pilares da realização dos objetivos propostos para a Missão Espacial brasileira. Dentro desse programa, cabe ao IAE o

desenvolvimento do Veículo Lançador de Satélites (VLS); ao INPE, o desenvolvimento dos satélites e as estações de solo correspondentes; ao CLA, ao encargo de realizar as atividades referentes à operação de lançamento do VLS e, ao CLBI, operar como estação de lançamento e acompanhamento de foguetes.

O Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI) tem por finalidade executar e prestar apoio às atividades de lançamento e rastreamento de engenhos aeroespaciais e de coleta e processamento de dados de suas cargas úteis, bem como executar os testes, experimentos, pesquisa básica ou aplicada e outras atividades de desenvolvimento tecnológico de interesse da Aeronáutica, relacionados com a Política da Aeronáutica para Pesquisa e Desenvolvimento e com a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais.

Até o início de 2013, já foram realizados no CLBI o lançamento de 3000 foguetes e 300 rastreios, aproximadamente. O Centro é um dos pilares da realização dos objetivos propostos para a missão espacial brasileira e atualmente conta com um quadro de 450 funcionários, distribuídos em várias funções. No CLBI, os lançamentos dos foguetes são executados visando o treinamento operacional da equipe bem como a obtenção de dados para a certificação dos modelos FTB e FTI.

#### **4.2. Processo de Lançamento de Foguete**

A descrição do processo de lançamento de foguetes realizado no CLBI teve como base os modelos aeroespaciais FTB e FTI, os quais apesar de terem características bem distintas em relação ao peso, tamanho, tempo de voo, apogeu e alcance, não implicam em distinções no processo de lançamento realizado pelo CLBI. Além do CLA, os órgãos que participam do lançamento são: Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), AVIBRAS e centros de pesquisa.

O lançamento de um determinado foguete requer uma interação entre o CLBI e o CLA, a ser promovida por meio de uma tabela pré-determinada com a apresentação das chamadas "janelas de lançamento", não devendo existir lançamentos simultâneos nessas bases. As etapas que compõem o processo de lançamento de foguetes, para a sua análise a definimos em: Pré-Lançamento, Lançamento e Pós-Lançamento.

##### **4.2.1. Pré-lançamento**

A etapa de Pré-lançamento engloba a montagem dos componentes, o teste e a integração do veículo espacial a ser lançado, bem como a conferência dos instrumentos e equipamentos necessários à operação. Nessa fase, o foguete é transportado do local de fabricação, com seus respectivos responsáveis, ao CLBI, onde permanecerá armazenado em um local apropriado (paiol) até o dia de seu lançamento.



Cabe ao fabricante de foguetes participar das reuniões e de toda montagem do veículo, assim como fazer o acompanhamento de etapas pré determinadas pelo CLBI. Uma vez que a confiabilidade é um dos principais fatores a serem contemplados no lançamento de foguetes, a AVIBRAS deverá apresentar aos órgãos responsáveis documentos com análises de riscos para cada tipo de foguete a ser lançado.

O planejamento da operação também ocorre na etapa de Pré-Lançamento e abrange, em grande parte, processos documentais, tais como:

- Envio da proposta de lançamento do foguete pelo fabricante para o DCTA e o CLBI;
- Aprovação da proposta pelos referidos órgãos para o fabricante;
- Comunicação da operação aos comandos da Aeronáutica, Marinha e Exército.

É no período de Pré-lançamento que são realizadas reuniões com os coordenadores envolvidos na operação e o “briefing de lançamento” para o repasse de informações durante a cronologia simulada. Para essas reuniões com os coordenadores, a pauta é previamente informada aos setores a fim de que apresentem suas demandas/pendências em relação ao que deve ser feito de acordo com o Plano de Operações (POP).

#### **4.2.2. Lançamento**

Os foguetes FTB e FTI apresentam características bem distintas em relação ao peso, tamanho, tempo de voo, apogeu e alcance. O FTB tem aproximadamente 67,8kg, altura de 3,05m e compreende uma duração de voo, da decolagem até o impacto, estimada em 02 minutos e 45 segundos, com apogeu de 32km e alcance de 17km. Já o FTI possui em média 490kg, altura de 5,4m e duração de voo aproximada de 03 minutos e 44 segundos, com apogeu de 61km e alcance de 79,1km.

Entretanto, essa diferença não difere do processo de lançamento de foguetes realizada pelo CLBI. O processo se inicia com a retirada do foguete do paiol, transportado e instalado no casulo do lançador. Essa fase contempla a seguinte sequência de atividades: teste de funcionamento da carga útil; reunião da equipe de segurança de superfície do CLBI; reunião geral da equipe organizadora para início da operação; testes individuais e configuração de cada subsistema (radares, telemedidas, sincronização do painel de disparo, telecomunicação, lançamento, dentre outros); preparação, integração e testes do veículo/carga útil; testes de integração dos sistemas de rastreios (designação, trajetória nominal); reunião de lançamento com coordenação envolvida; cronologia simulada do lançamento; cronologia real do lançamento; lançamento.

Essa etapa finaliza com o impacto do foguete na superfície da terra (espaço marítimo).

#### **4.2.3. Pós-lançamento**



A fase de Pós-Lançamento envolve as atividades de recuperação da carga útil do lançamento e a análise das lições aprendidas. A recuperação da carga útil é planejada para ser realizada pela equipe marítima especializada, sendo fundamental o cuidado para que a recuperação e o transporte da carga até o CLBI sejam adequados, uma vez que qualquer interferência pode comprometer os resultados dos experimentos realizados.

A avaliação das lições aprendidas ocorre por meio de uma reunião geral dos participantes, em que cada um dos responsáveis posiciona o seu parecer em relação às atividades e aos resultados alcançados no lançamento. Essas lições são descritas e formalizadas em documentos, sob a responsabilidade do coordenador geral do lançamento, os quais são encaminhados em formato de relatório para o fabricante do foguete e demais interessados.

O Pós-Lançamento finaliza com a aprovação dos relatórios do lançamento e o registro de possibilidades de melhoria na operação. Para o CLBI, o bom desempenho do foguete resultará em sua homologação.

## **5. ANÁLISE COMPARATIVA DO LANÇAMENTO DE FOGUETES COM O PDP**

O processo de lançamento de foguetes no CLBI, em analogia à abordagem funil de DP, não leva em consideração a geração de ideias para a sua realização, visto que tal procedimento engloba atividades padronizadas e pré-definidas no POP. No que se refere às estratégias de tecnologia e de mercado e ao fator de aprendizagem organizacional, o CLBI possui um *know how* para o lançamento de foguetes, capacitando a equipe integrante do processo à medida do possível e melhorando o procedimento a partir de lições aprendidas nas experiências de lançamento.

Em se tratando da relação entre a abordagem Stage-Gate e o processo de lançamento de foguetes no CLBI, observou-se que o Centro contempla a segunda das duas formas de obtenção de ganho no desenvolvimento de novos produtos indicadas por essa abordagem, a qual é perceptível por meio de sua busca pela correta execução dos lançamentos, em sintonia com as demandas dos clientes e envolvendo uma equipe multidisciplinar. No que diz respeito aos pontos de decisão (“gates”), a realização de reuniões para acompanhar o desenvolvimento das atividades que compõem o lançamento de foguetes e avaliar a continuidade ou suspensão dos trabalhos pode ser considerada um “gate”.

O lançamento de foguetes do CLBI também foi vinculado à abordagem Lean de DP registrada nessa pesquisa. Em relação aos três subsistemas descritos na visão sistêmica dessa abordagem, tal lançamento compreende um conjunto de tarefas sequenciadas, da fase inicial à etapa de pós-lançamento (processos), que são planejadas, executadas e gerenciadas por uma equipe treinada, inserida em uma organização militar certificada com a ISO 9000 (pessoas). As operações de lançamento de foguetes contam ainda com

equipamentos especializados para suas atividades e ferramentas auxiliares como o manual de procedimentos e o cronograma de atividades (ferramentas e tecnologia).

Já na abordagem do Método Unificado, subdividido em três macro-fases. Considerando como produto o “lançamento de foguete” o CLBI executa de todas as macro-fases desse modelo. Dentro dessas fases são executadas as atividades como a cronologia real, lançamento, emissão de relatórios quanto ao desempenho do foguete, o levantamento de possibilidades de melhoria e aquisição de experiências para futuros lançamentos.

A partir das considerações anteriores sobre as abordagens de DP relacionadas ao lançamento de foguetes no CLBI e das informações obtidas no Centro referentes a tal processo, sugestões de melhorias foram observadas para o aprimoramento das operações do CLBI que envolvem o lançamento de foguetes.

Definir estratégias para captar demanda por experimentos, úteis nos lançamentos dos foguetes, melhoraria a eficiência do lançamento e iria ajudar no desenvolvimento da pesquisa aplicada no espaço, principal objetivo dos países que possuem centros de lançamentos de foguetes.

O sistema de informação aplicado no CLBI para o controle de suas operações tem como uso de apenas documentos internos. O suporte informatizado de informações que possam integrar todos os envolvidos em "tempo real", otimizaria o processo em uma melhor eficiência das etapas do lançamento de foguetes.

A redução de rotatividade em seu pessoal seria outro fator de fundamental importância, gerando ao centro uma melhor gestão de conhecimentos e favoráveis ajustes de atividades entre militares e civis.

Por fim, uma confiabilidade associada de forma estruturada e sistematizada traria ao CLBI grandes benefícios na diminuição dos defeitos e falhas de todo o processo de lançamento.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES**

Enfatizando uma das atividades do setor aeroespacial, o lançamento de foguetes, e sua associação com a temática da Gestão de DP, a pesquisa apresentou a associação entre o processo de DP e o processo de lançamento de foguetes, sendo identificadas as três macrofases do DP no lançamento de foguetes. Nesse sentido, as propostas de melhoria, identificadas no artigo para o processo de lançamento de foguetes no CLBI, tiveram como base as diferentes abordagens do processo de DP.

A prospecção de demanda por experimentos no espaço para pesquisa aplicada é uma das sugestões de aprimoramento no processo de lançamento de foguetes no CLBI, a qual poderia ser realizada na etapa do Pré-Lançamento, levando ao fortalecimento do portfólio de

projetos de lançamento do Centro.

A inserção de um sistema integrado de confiabilidade na etapa de Lançamento, principalmente, também poderia contribuir positivamente para avanços nessa prática, auxiliando no aumento da eficiência e eficácia nos lançamentos dos foguetes.

Além das melhorias apontadas, sugere-se a inclusão de uma sistemática de aprendizagem mais dinâmica, envolvendo o uso de sistemas de informação capazes de levar em consideração a gestão de conhecimento e mudanças no lançamento de foguetes, bem com outros aspectos importantes a ele associados. Essa proposta estaria relacionada à etapa de Pós-Lançamento.

Recomendações para futuros estudos sugere-se que considerem: 1) sistematizar a geração e manutenção do seu portfólio de projetos de lançamento; 2) estruturar um sistema de confiabilidade global do processo de lançamento de foguetes e; 3) modelar um sistema de informação para a gestão de mudanças e do conhecimento de todo o processo de lançamento.

## REFERÊNCIAS

AVIBRAS (Indústria aeroespacial). Disponível em <<http://www.avibras.com.br>>. Acesso em 02 novembro. 2012.

BALLE, F.; BALLE, M. **Lean Development**: a knowledge System, February, 2005, 31p. Disponível em <[http://www.leaninstituut.nl/publications/lean\\_development\\_system.pdf](http://www.leaninstituut.nl/publications/lean_development_system.pdf)>. Acesso em 20 de novembro. 2007.

CENTRO DE LANÇAMENTO BARREIRA DO INFERNO - CLBI. Disponível em <<http://www.clbi.cta.br>>. Acesso em 20ago 2012.

CENTRO DE LANÇAMENTO DE ALCÂNTARA - CLA. Disponível em <<http://www.cla.aer.mil.br>>. Acesso em 26ago 2012.

CHENG, L.; MELO FILHO, L. **QFD**: Desdobramento da Função Qualidade na Gestão de Desenvolvimento de Produtos, Editora Blucher: São paulo, 2007.

COOPER, R. G. **Winning at new products**: Accelerating the process from idea to launch, Perseus Books, Reading, MA, 2001.

CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. (1993) **Managing new product and process development: text and cases**. New York: Free Press.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Disponível em <<http://www.inpe.br>>. Acesso em 15 junho. 2013.

INSTITUTO DE AERONÁUTICA E ESPAÇO - IAE. Disponível em <<http://www.iae.cta.br>>. Acesso em 15 junho. 2013.

KENNEDY, M.C. **Product development for the lean enterprise**. Virginia: The Oaklea Press, 2003.

MORGAN, J. M.; LIKER, J. K. **The Toyota product development system**: integrating people, process, and technology. New York: Productivity Press, 2006.

PROGRAMA NACIONAL DE ATIVIDADES ESPACIAIS - PNAE : 2012 - 2021 / Agência Espacial Brasileira.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K.. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos**: uma referência para a melhoria do processo. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2006. 542 p.

SOBEK, D.K.; WARD, A.; LIKER, J.K. Toyota's Principles of Set-Based. Concurrent Engineering. **Sloan Management Review**, v. 40, n. 2, p.67-83, 1999.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2 ed. Porto Alegre: Bookman. 2001.