



6^o SeP P&D

Seminário de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em
Veículos Espaciais e Tecnologias Associadas

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



Otimização de Trajetória de Veículos Lançadores de Satélite

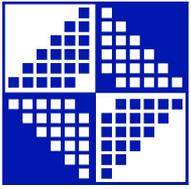
Gerente do Projeto

Maj Eng Alexandre Nogueira BARBOSA

08 e 09 de agosto de 2012
São José dos Campos - SP

Apoio





6^o SeP P&D

Seminário de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em
Veículos Espaciais e Tecnologias Associadas

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



1- Objetivo

2- Fases do projeto

3- Custo total

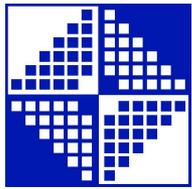
4- Financiamento

5- Resultados

6- Perspectivas futuras

7- Agradecimentos

8- Referências



6^o SeP P&D

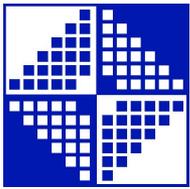
Seminário de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em Veículos Espaciais e Tecnologias Associadas

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



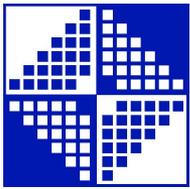
1- Objetivo

Este projeto tem por objetivo desenvolver a competência do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) em simular e otimizar a trajetória de veículos lançadores de satélite. Verificar a viabilidade do cálculo da atitude de referência gerado pelo programa **ASTOS** (*AeroSpace Trajectory Optimization Software*) e comparar os resultados da simulação da trajetória, realizada com o programa **STVLS** (Simulação de Trajetória do Veículo Lançador de Satélites), com a metodologia usada atualmente.



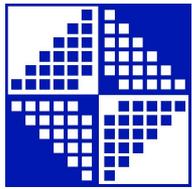
Trajetória do VLS





Trajetória do VLS





6^o SeP P&D

Seminário de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em Veículos Espaciais e Tecnologias Associadas

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

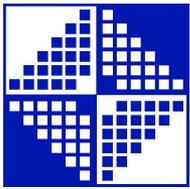


STVLS

- Linguagem Fortran;
- Simulação em 6 DoF;
- Não calcula a atitude de referência;
- Não realiza otimização de trajetória;
- Específico para o VLS;
- Possui as malhas de controle do VLS.

ASTOS

- Linguagem ADA;
- Simulação em 3 DoF;
- Calcula a atitude de referência;
- Realiza otimização de trajetória;
- Flexibilidade de configurações;
- Não possui malhas de controle específicas.



6^o SeP P&D

Seminário de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em Veículos Espaciais e Tecnologias Associadas

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

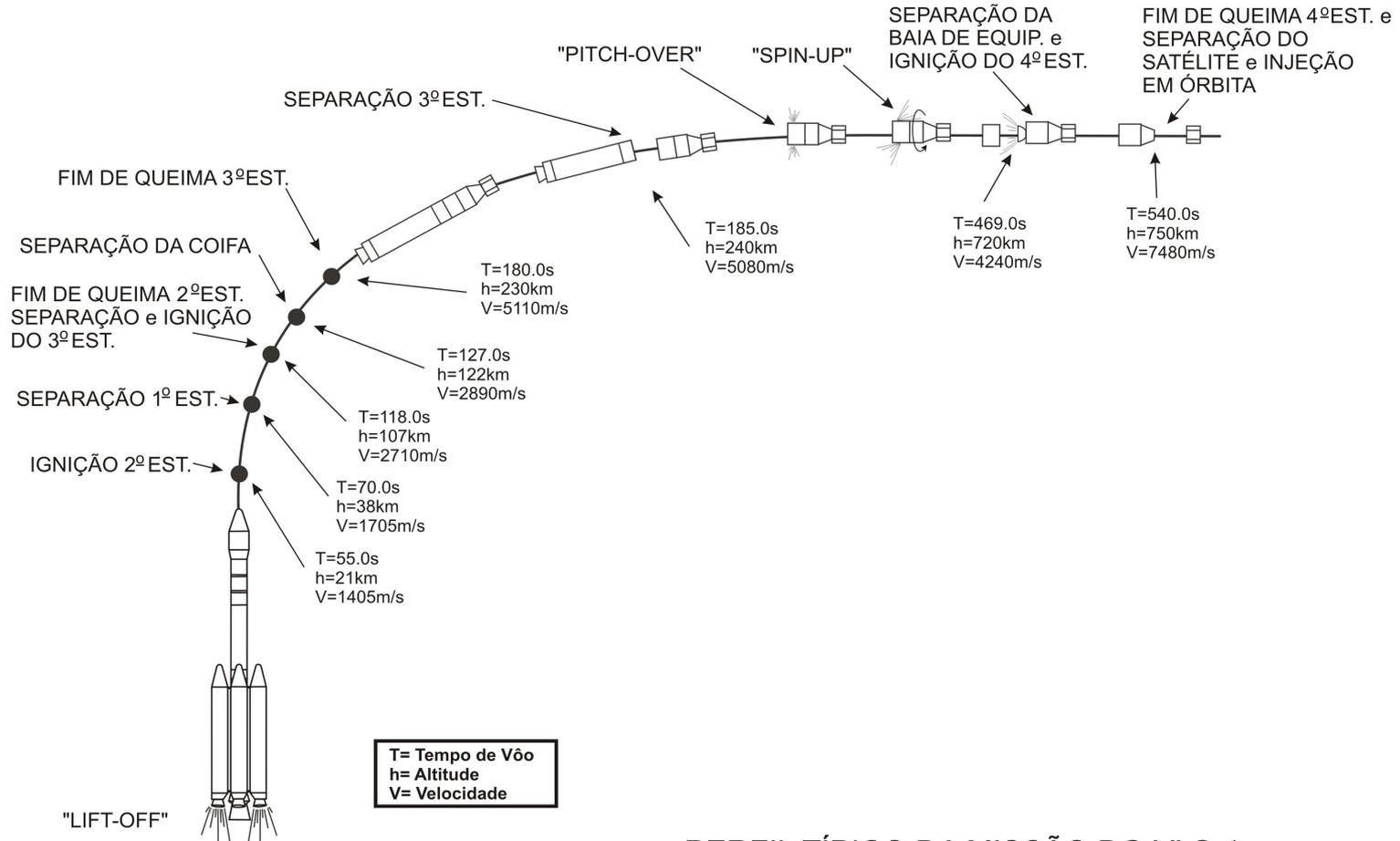




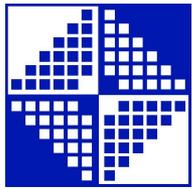
6^o SeP P&D

Seminário de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em Veículos Espaciais e Tecnologias Associadas

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



PERFIL TÍPICO DA MISSÃO DO VLS-1



6º SeP P&D

Seminário de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em Veículos Espaciais e Tecnologias Associadas

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



2- Fases do projeto

O desenvolvimento deste projeto está dividido em três fases:

Preparação: compreende o cálculo da trajetória do VLS-1 com o STVLS, e a definição do estudo de caso do VLS-1.

Treinamento: realizado em outubro de 2009, compreende a otimização da trajetória com o ASTOS e o procedimento para difusão do conhecimento.

Análise: compreende a análise comparativa da atitude de referência calculada pelo ASTOS e PERFO/ADAGA.



6^o SeP P&D

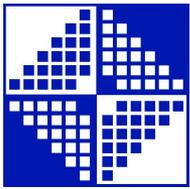
Seminário de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em Veículos Espaciais e Tecnologias Associadas

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



3- Custo total

Aplicação	2009	2010/ 2011
Diárias	25.808,00	0,00
Material de consumo	2.000,00	0,00
Passagens aéreas	14.280,00	0,00
Treinamento do ASTOS	13.810,69 (7.200 €)	0,00
TOTAL (R\$):	55.898,69	



6^o SeP P&D

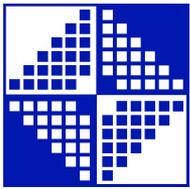
Seminário de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em Veículos Espaciais e Tecnologias Associadas

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



4- Financiamento

Agência Espacial Brasileira (ação 6704).



6^o SeP P&D

Seminário de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em Veículos Espaciais e Tecnologias Associadas

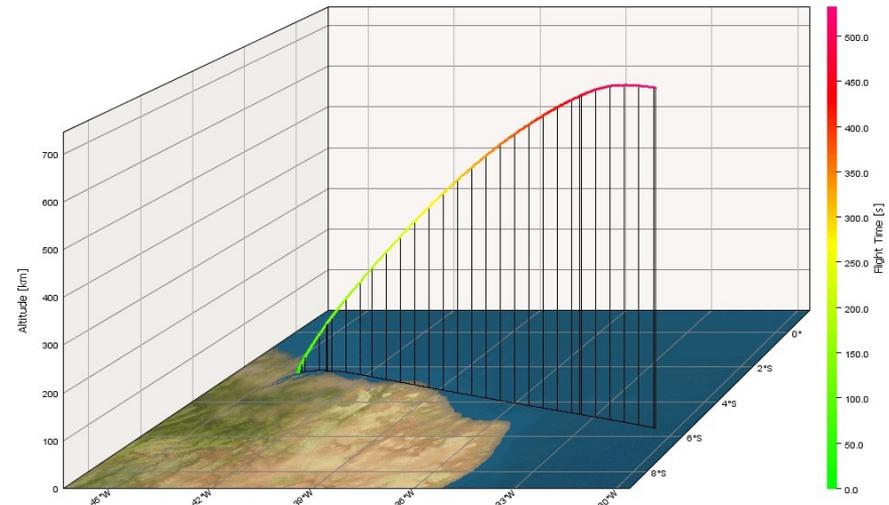
Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

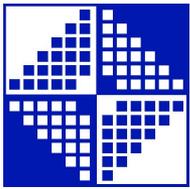


5- Resultados

VLS-1 V02 (Nepomuceno, 2010)

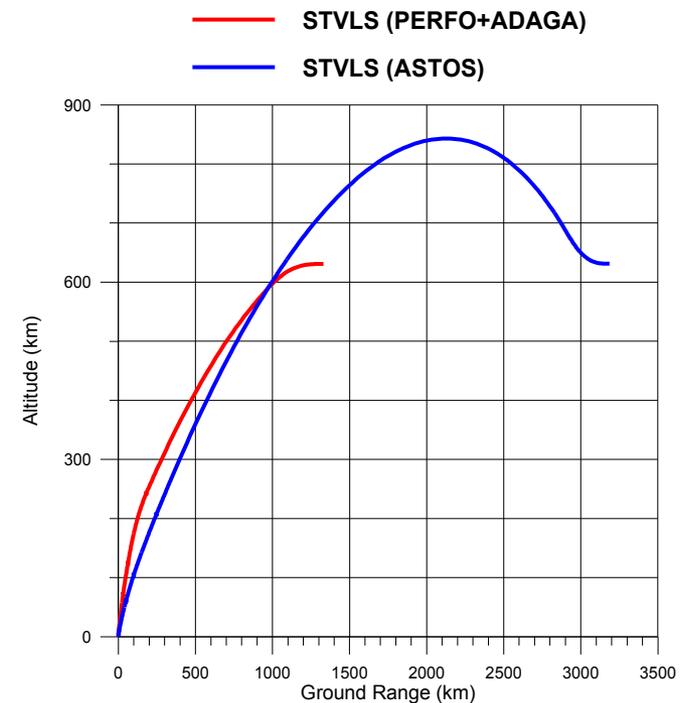
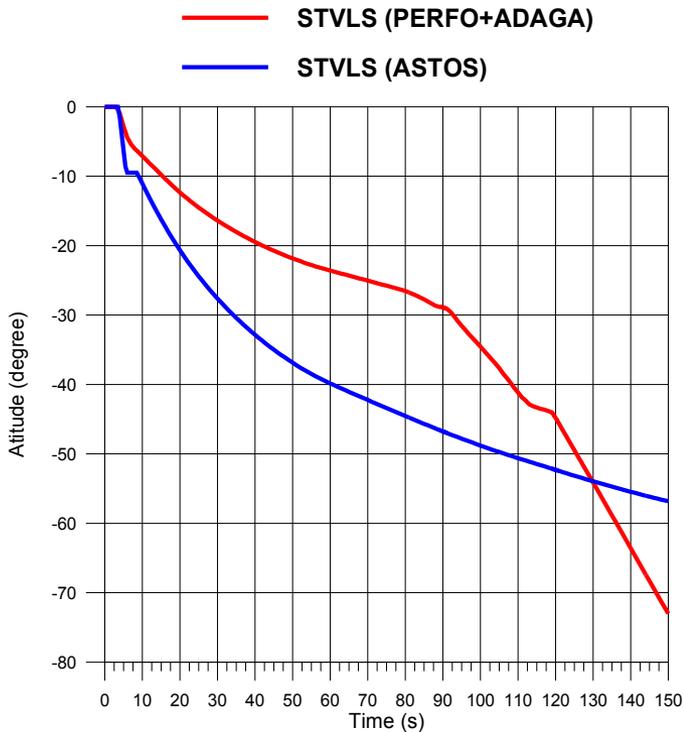
	STVLS (PERFO+ADAGA)	STVLS (ASTOS)
Apogeu (km)	743,22	741,92
Perigeu (km)	744,61	766,88
Excentricidade	0,000015	0,001750

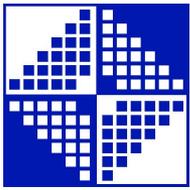




VLS-1 V03 (Garcia & Silveira, 2012)

	STVLS (PERFO+ADAGA)	STVLS (ASTOS)
Apogeu (km)	630,36	630,71
Perigeu (km)	630,57	630,66
Excentricidade	0,000015	0,000004





6^o SeP P&D

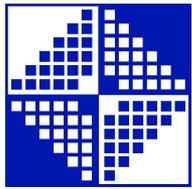
Seminário de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em Veículos Espaciais e Tecnologias Associadas

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



6- Perspectivas futuras

- **VLM Shefex III**
- **VLM Orbital**
- **VLS-Beta**
- **Estudos dos Métodos de Otimização**



6^o SeP P&D

Seminário de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em
Veículos Espaciais e Tecnologias Associadas

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



7- Agradecimentos

Agradecemos à Agência Espacial Brasileira pelo recurso financeiro concedido a este projeto, por meio da ação 6704, e ao Instituto de Aeronáutica e Espaço pelo fomento à pesquisa e orientações para o gerenciamento e conclusão do projeto.



8- Referências

- [1] Garcia, A. Treinamento Técnico do Programa ASTOS referente a Cálculo e Otimização de Trajetória de Veículos Espaciais. São José dos Campos: Instituto de Aeronáutica e Espaço (010-610000/ B11001), 2009.
- [2] Garcia, A.; Yamanaka, S. S. C. Programa STVLS - Descrição dos Dados de Entrada para o Cálculo da Trajetória do VLS. São José dos Campos: Instituto de Aeronáutica e Espaço (ASE-RT-004-2008), 2008.
- [3] Garcia, A.; Yamanaka, S. S. C. Determinação da Atitude de Referência para o Cálculo da Trajetória do VLS-1 V02. São José dos Campos: Instituto de Aeronáutica e Espaço (ASE-RT-005-2008), 2008.
- [4] Nepomuceno, A. L. Uso do Programa ASTOS em Projetos com Três Graus de Liberdade de Trajetórias para o VLS-1. São José dos Campos: Instituto de Aeronáutica e Espaço (010-610000/B11002), 2010.
- [5] Yamanaka, S. S. C.; Garcia, A. Programa PERFO - Descrição dos Dados de Entrada para o Cálculo da Trajetória do VLS. São José dos Campos: Instituto de Aeronáutica e Espaço (ASE-RT-003-2008), 2008.
- [6] Garcia, A.; Silveira, G. Cálculo da Trajetória do VLS-1 V03 simulada pelo programa STVLS com a atitude em arfagem e o tempo de ignição do 4^o estágio calculados pelo programa ASTOS (ASE-MT-034-2012).
- [7] Silveira, G. Cálculo Preliminar de Desempenho do VLM-1 (SHEFEX III). (ASE-MT-024-2012).
- [8] Silveira, G. Cálculo Preliminar de Desempenho do VLM-1 (SHEFEX III). (ASE-MT-025-2012).
- [9] Silveira, G. Cálculo Preliminar de Desempenho do VLM-1 (SHEFEX III). (ASE-MT-026-2012).
- [10] Silveira, G. Cálculo Preliminar de Desempenho do VLM-1 (SHEFEX III). (ASE-MT-027-2012).
- [11] Silveira, G. Cálculo Preliminar de Desempenho do VLM-1 (SHEFEX III). (ASE-MT-028-2012).
- [12] Garcia, A. Cálculo Preliminar de Trajetória Orbital para Estudo de Viabilidade do VLM, utilizando o motor S50 com diâmetro de 1400mm e tempo de queima de 65 e 70s. (ASE-MT-015-2010).
- [13] Garcia, A. Cálculo Prel. de Trajetória Orbital para Estudo de Viabilidade do VLM. (ASE-MT-005-2010).
- [14] Oliveira, E. J. Análise de Significância da Aplicação da Otimização Multidisciplinar em Projetos de Veículos Lançadores de Satélites. Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica, 2012.