



6^o SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



Capacitação para o Desenvolvimento de Modelos Aerodinâmicos Aplicados a Configurações de Veículos Espaciais

2009-2011

Maurício Guimarães da Silva, Pesq,
Aerodinâmica – ASD/IAE/DCTA

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

Apoio





6º SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

OBJETIVO



➤ **Formação de Recursos Humanos:**

- ✓ Geração de **MODELO AERODINÂMICO** aplicado a Mísseis e Foguetes
- ✓ Realizar ensaios em **TÚNEL DE VENTO SUPERSÔNICO**
- ✓ **ADAPTAR o procedimento** de análise adotado para MÍSSEIS em configurações do tipo FOGUETES

➤ **Obtenção de Ferramentas Computacionais e Treinamento**



6^o SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

JUSTIFICATIVA



Metodologia de Análise Aerodinâmica adotada na Divisão de Sistemas de Defesa
Problema: **Tecnologia Empregada**

- **Projeto Conceitual** de Configurações do Tipo MÍSSIL e FOGUETE

- **Ferramentas de Trabalho:**
 - Códigos Computacionais
 - Dinâmica dos Fluidos Computacional – CFD
 - Dinâmica do Voo
 - Códigos de “Engenharia” (cálculo de Coeficientes Aerodinâmicos)
 - Treinamento



6º SeP P&D

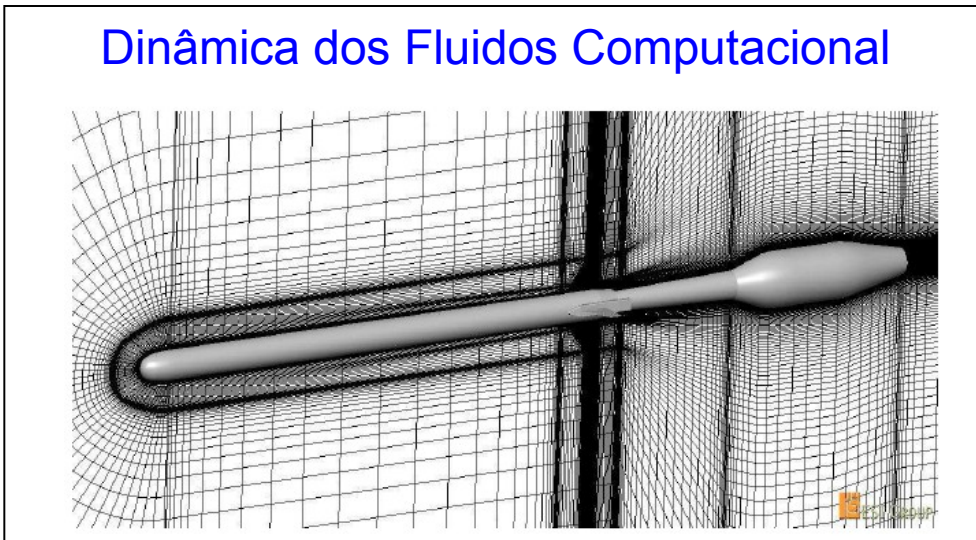
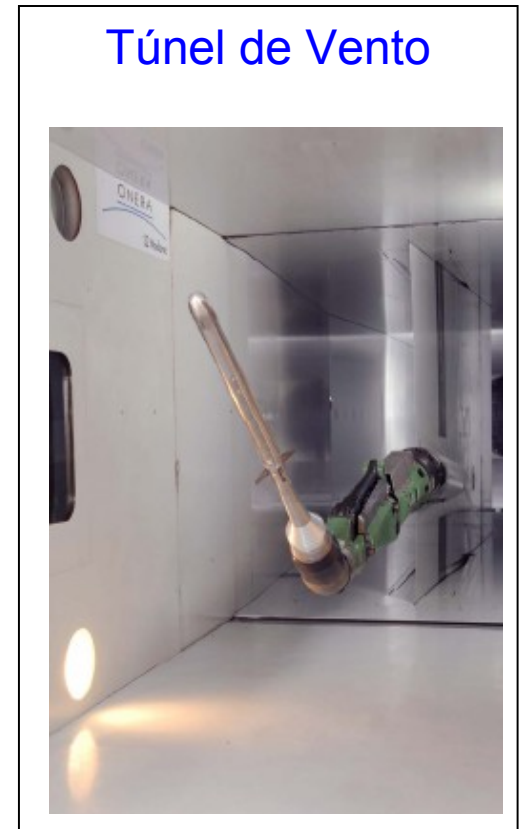
Seminário de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em Veículos Espaciais e Tecnologias Associadas

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

INICIATIVA



➤ Projeto Conceitual de Configurações do Tipo MÍSSIL e FOGUETE



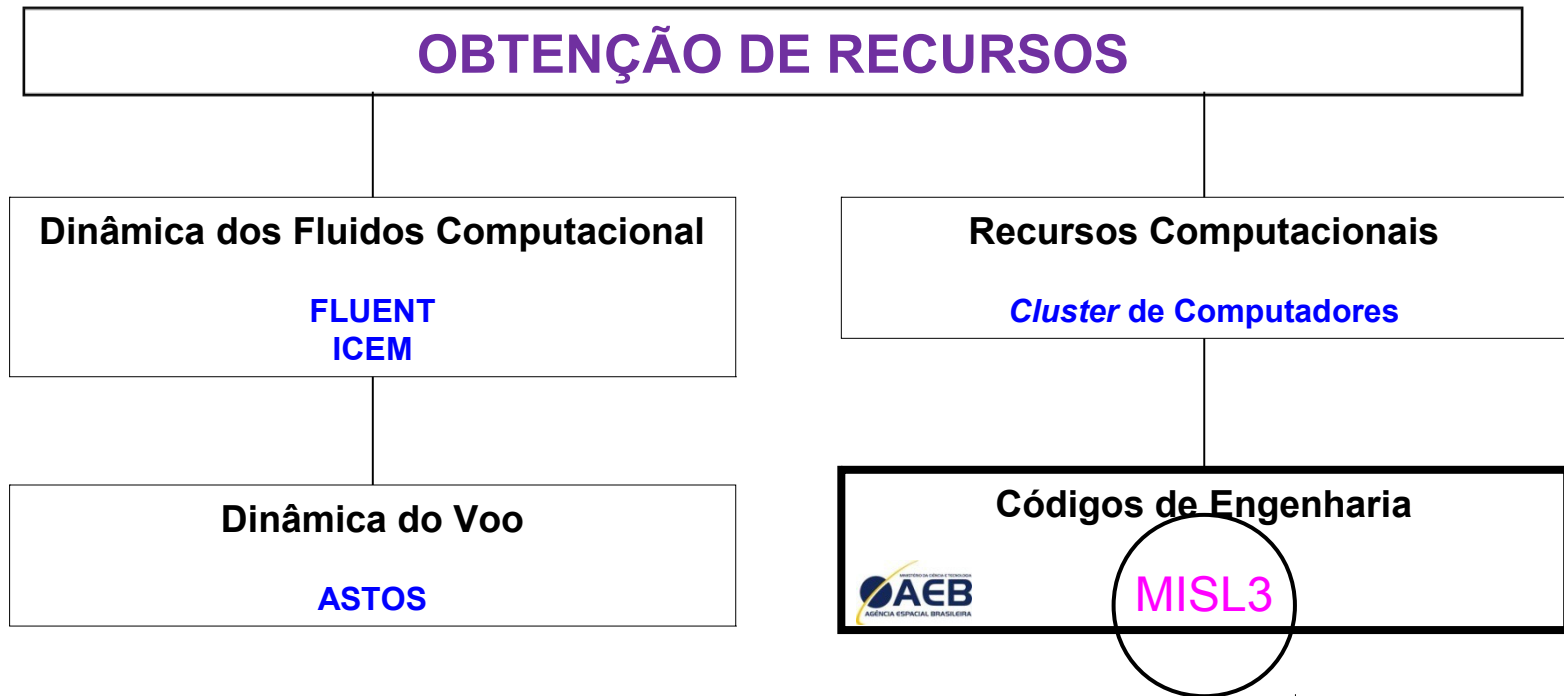


6º SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

INICIATIVA



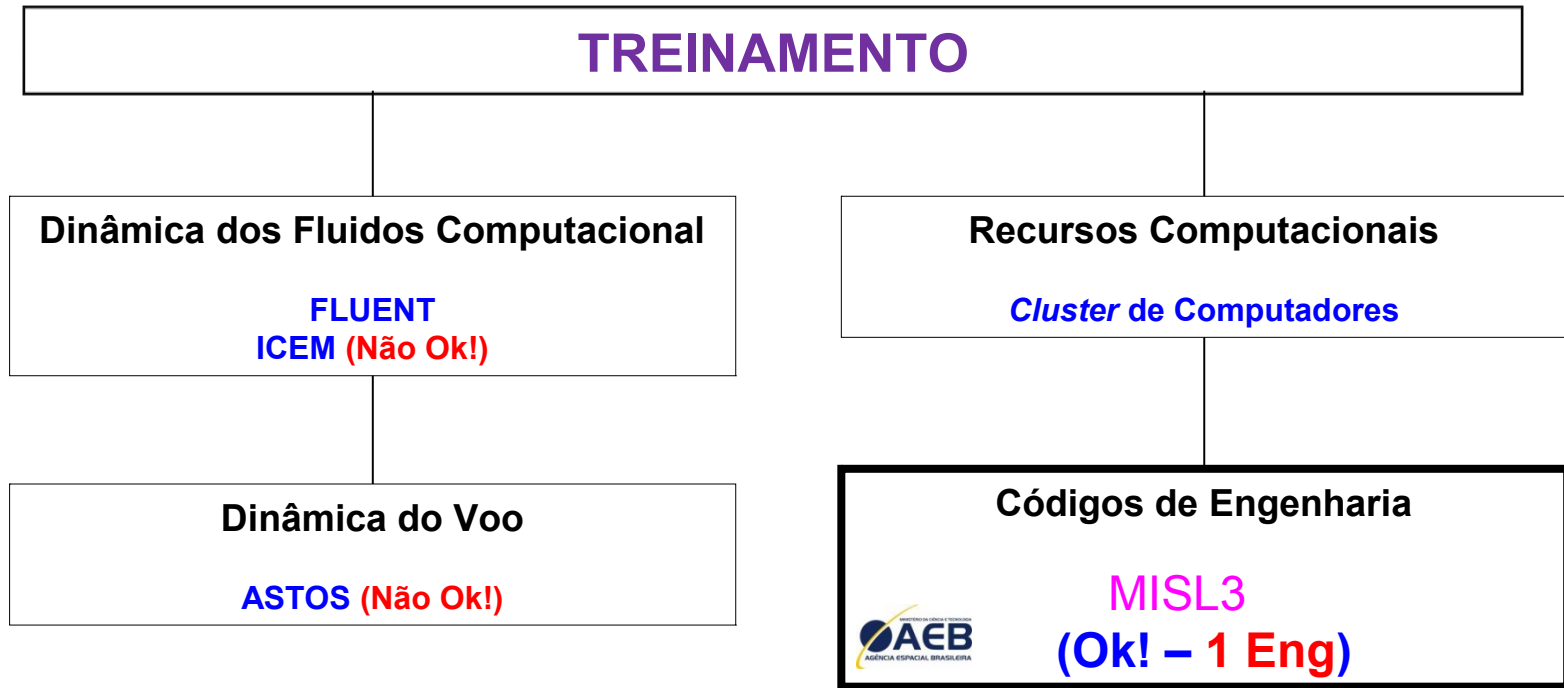


6º SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

FORMAÇÃO DE RH





FORMAÇÃO DE RH



VISITA TÉCNICA Não Ok!

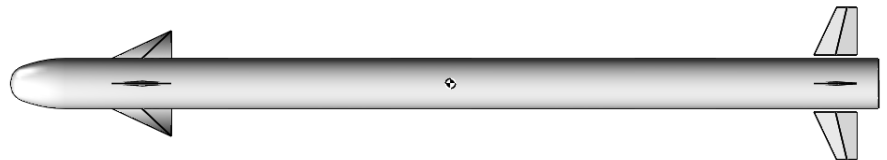
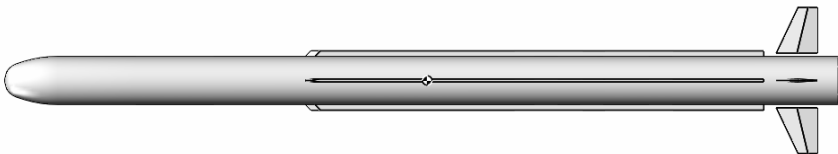
DENEL Dynamics (South Africa)

Definição Preliminar de Configurações Geométricas para Veículos Aeroespaciais



CSIR (South Africa)

Ensaio em Túnel de Vento SUPERSÔNICO





6º SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

ORÇAMENTO PROPOSTO



Cambio 1,72

TREINAMENTO: NIEL SEN ENGINEERING

| | Passagem(33) | Diaria(14) | Inscrição(39) | Software(39) | TOTAL |
|-----|--------------|------------|---------------|--------------|----------|
| R\$ | 3195,89 | 3818,40 | 8600,00 | 51600,00 | 67214,29 |
| US | 1858,08 | 2220,00 | 5000,00 | 30000,00 | 39078,08 |

VISITA TÉCNICA - DENEL Aerospace

| | Passagem(33) | Diaria(14) | Inscrição(39) | Software(39) | TOTAL |
|-----|--------------|------------|---------------|--------------|---------|
| R\$ | 3374,04 | 2786,40 | 0,00 | 0,00 | 6160,44 |
| US | 1961,65 | 1620,00 | 0,00 | 0,00 | 3581,65 |

TOTAL GERAL

| | Passagem(33) | Diaria(14) | Inscrição(39) | Software(39) | TOTAL |
|-----|--------------|------------|---------------|--------------|----------|
| R\$ | 6569,93 | 6604,80 | 8600,00 | 51600,00 | 73374,73 |
| US | 3819,73 | 3840,00 | 5000,00 | 30000,00 | 42659,73 |



6º SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

ORÇAMENTO DISPONIBILIZADO



Cambio 1,72

TREINAMENTO: NIELSEN ENGINEERING

| | Passagem(33) | Diaria(14) | Inscrição(39) | Software(39) | TOTAL |
|-----|--------------|------------|---------------|--------------|----------|
| R\$ | 3195,89 | 0,00 | 8600,00 | 51600,00 | 63395,89 |
| US | 1858,08 | 0,00 | 5000,00 | 30000,00 | 36858,08 |

VISITA TÉCNICA - DENEL Aerospace

| | Passagem(33) | Diaria(14) | Inscrição(39) | Software(39) | TOTAL |
|-----|--------------|------------|---------------|--------------|-------|
| R\$ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| US | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

TOTAL GERAL

| | Passagem(33) | Diaria(14) | Inscrição(39) | Software(39) | TOTAL |
|-----|--------------|------------|---------------|--------------|----------|
| R\$ | 3195,89 | 0,00 | 8600,00 | 51600,00 | 63395,89 |
| US | 1858,08 | 0,00 | 5000,00 | 30000,00 | 36858,08 |



6º SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

DIFICULDADES



➤ **End User**

- ✓ Trata-se de um código computacional voltado tanto para área de **Defesa** como também **Espacial**
- ✓ A obtenção da **autorização do governo americano** foi bastante problemática

➤ **Disponibilidade de Recursos**

- ✓ Foi difícil se definir um cronograma de atividades tendo em vista:
 - ✓ A **incerteza** na disponibilidade de recursos (“virada” do ano) para este projeto em particular
 - ✓ A frequente **alteração** da data de treinamento
 - ✓ A **inviabilidade** de se realizar a visita técnica antes da compra do software



6º SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

SÍNTESE



➤ **Formação de Recursos Humanos:**

- ✓ Geração de MODELO AERODINÂMICO aplicado a Mísseis e Foguetes
 - ✓ **REALIZADO PELO LÍDER DO GRUPO / CONHECIMENTO TRANSFERIDO ATRAVÉS DE AULAS**

- ✓ Realizar ensaios em TÚNEL DE VENTO SUPERSÔNICO
 - ✓ **NÃO REALIZADO**

- ✓ ADAPTAR o procedimento de análise adotado para MÍSSEIS em configurações do tipo FOGUETES
 - ✓ **NÃO REALIZADO NOS MOLDES PREVISTOS**

➤ **Obtenção de Ferramentas Computacionais e Treinamento**

- **Realizado SEM a totalidade dos recursos solicitados**

➤ **Recursos: AEB / CNPq (diárias) / Recursos Próprios**



6º SeP P&D

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

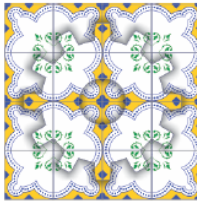
Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

RESULTADOS OBTIDOS



➤ Uso do código **MISL3**:

- ✓ Trabalhos conjuntos com o **Túnel de Vento Transônico** (TTP) da ALA
- ✓ Publicação de Artigo: **CONEM 2012**
- ✓ Uso em Tese de Doutorado: **GENEROSO NIEDERAUER DE OLIVEIRA (ANAC / UNESP)**



CONEM 2012 «Engenharia em destaque»
VII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica
São Luís - Maranhão - Brasil
31 de julho a 03 de agosto
www.abcm.org.br/conem2012

AVALIAÇÃO DE ARRASTO UTILIZANDO OS CÓDIGOS COMPUTACIONAIS MISSILE DATCOM® E MISL3®

Fábio da Silva Neves, fabiofsn@iae.cta.br¹
João Batista Pessoa Falcão Filho, falcaojbpf@iae.cta.br¹
Maurício Guimarães da Silva, mauriciooms@iae.cta.br¹

¹Instituto de Aeronáutica e Espaço, Praça Mal. Eduardo Gomes, 50, Vila das Acácias, CEP 12.228-901, São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo determinar curvas experimentais de arrasto através de ensaios aerodinâmicos de modelo cone-cilindro no Túnel Transônico Piloto (TTP) instalado no Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), com o objetivo de validar os resultados de simulações obtidas através dos códigos computacionais Missile DATCOM® e MISL3® nos regimes de velocidade subsônica e transônica. É dada ênfase para a região transônica tendo em vista a grande dificuldade em se obter resultados confiáveis a partir de códigos computacionais de engenharia para este regime de velocidades. Ressalta-se que estes códigos computacionais são de grande uso na definição preliminar de configurações geométricas de veículos aeroespaciais e de defesa desenvolvidos no IAE. Este trabalho determina as curvas de arrasto em função do número de Mach para um modelo-padrão do tipo cone-cilindro de 20° de abertura e 0,78% de razão de bloqueio em relação à área transversal da seção de testes do TTP, com largura de 0,30 m e largura de 0,25 m, a ângulo de ataque zero.



6º SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

PERSPECTIVAS FUTURAS



- **Análise comparativa** entre resultados obtidos para coeficientes aerodinâmicos a partir dos códigos:
 - MISSILE DATCOM
 - MISL3

- Calibração dos referidos códigos a partir de ensaios em túnel
(Identificação de Parâmetros)

- Estudo de derivadas de estabilidade (MISL3, MISSILE DATCOM e CFD)
(Projeto AEB submetido em 2011 e **não aprovado!**)



6^o SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

AGRADECIMENTOS



- Agência Espacial Brasileira (**AEB**) e Conselho Nacional de Pesquisas (**CNPq**) pelo suporte financeiro

- Aos colegas:
 - José **Luis** Garzon Lama, Tecnologista Sênior, Aerodinâmica / ASE
 - João Batista **Falcão** Filho, Tecnologista Sênior, Ensaio em Túnel / ALA
 - **Daniel** J. Lesieutre, Pesquisador, Nielsen Engineering
 - Stanley C. **Perkins**, Jr. , Pesquisador, Nielsen Engineering
 - Tcel **Fonseca**, Chefe da Divisão de Sistemas de Defesa (ASD)

