



# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



# Análise Numérica/Experimental do Veículo de Sondagem Sonda III com Detalhe da Interferência Empena/Fuselagem para Número de Mach 1,3

EDITAL MCT/CNPq/AEB número 33/2010 – FORMAÇÃO, QUALIFICAÇÃO E CAPACITAÇÃO DE RH EM ÁREAS ESTRATÉGICAS DO SETOR ESPACIAL

João Batista Pessoa Falcão Filho

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

Apoio





# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



## Equipe Técnica

**Dra. Maria Luísa Collucci da Costa Reis IAE/ALA**

**Dr. Maurício Guimarães da Silva – IAE/ASD**

**Dr. Algacyr Morgenstern Júnior – IAE/ASE**

**Dr. Pedro José de Oliveira Neto – IAE/ALA**

**Dra. Ana Cristina Avelar – IAE/ALA**

**Prof. Dr. Cayo Prado Fernandes Francisco – UFABC**

**Mt. Cláudio Fogaça Truyts – IAE/ALA**

**Téc. Alcides Rocha da Silva – IAE/ALA**

**Téc. Daniel Simão Alves Lima – IAE/ALA**

**Eng. Bruno Goffert – CTA/ITA – CNPq DTI**

**Eng. Guido Pires Arantes Ubertini – CTA/ALA – CNPq DTI**

**Fis. Solange de Andrade – CTA/ALA – CNPq DTI**

**Aluna Ariane Fassina Bredariol – CTA/ALA – CNPq PIBIC**

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

Apoio





# 6<sup>o</sup> 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 – Justificativa

## 3 – Aplicações em Veículos Espaciais

## 4 – Cronograma

## 5 – Resumo do Relatório Parcial ao CNPq em maio de 2012

## 6 – Resultados – Adaptação do TTP

### 6.1 Desenvolvimento da Primeira Garganta Supersônica

### 6.2 CTS – *Captive Trajectory System*

### 6.3 Suporte *yawmeter*, Balança Interna, Retrabalhos

## 7 – ½ Modelo Sonda III

## 8 – Referências



# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



**1. Objetivo:** Aumentar o conhecimento técnico-científico sobre ensaios aerodinâmicos no TTP (Túnel Transônico Piloto) em particular utilizando o modelo do veículo de sondagem Sonda III em toda a faixa transônica (números de Mach de 0,8 a 1,3), e desta forma capacitar a Divisão de Aerodinâmica (ALA) na realização de ensaios no regime transônico para apoio ao desenvolvimento dos veículos espaciais do Instituto.

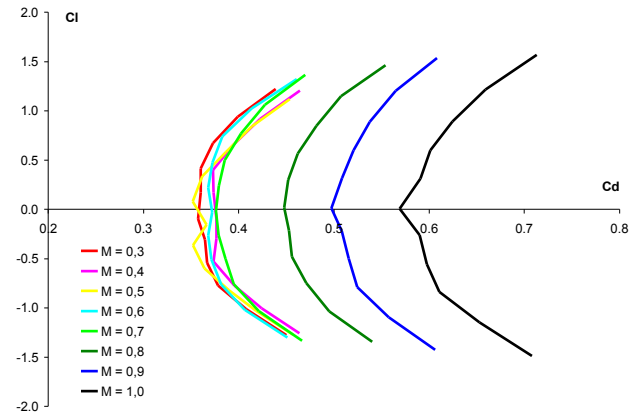
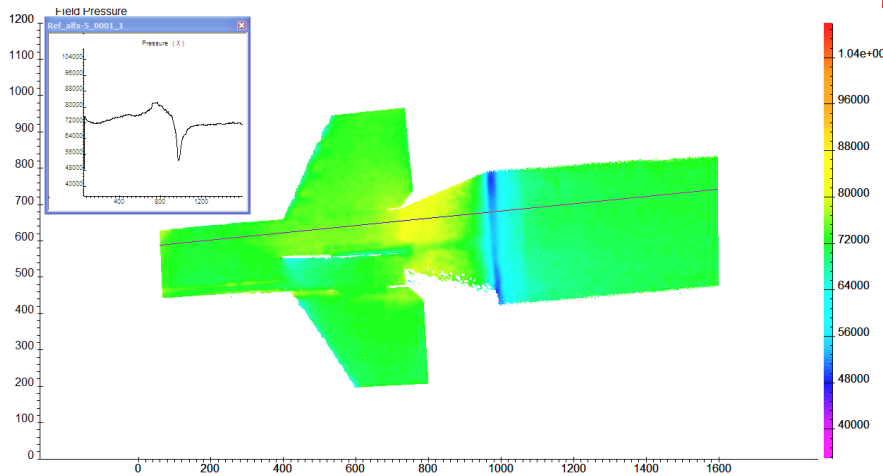
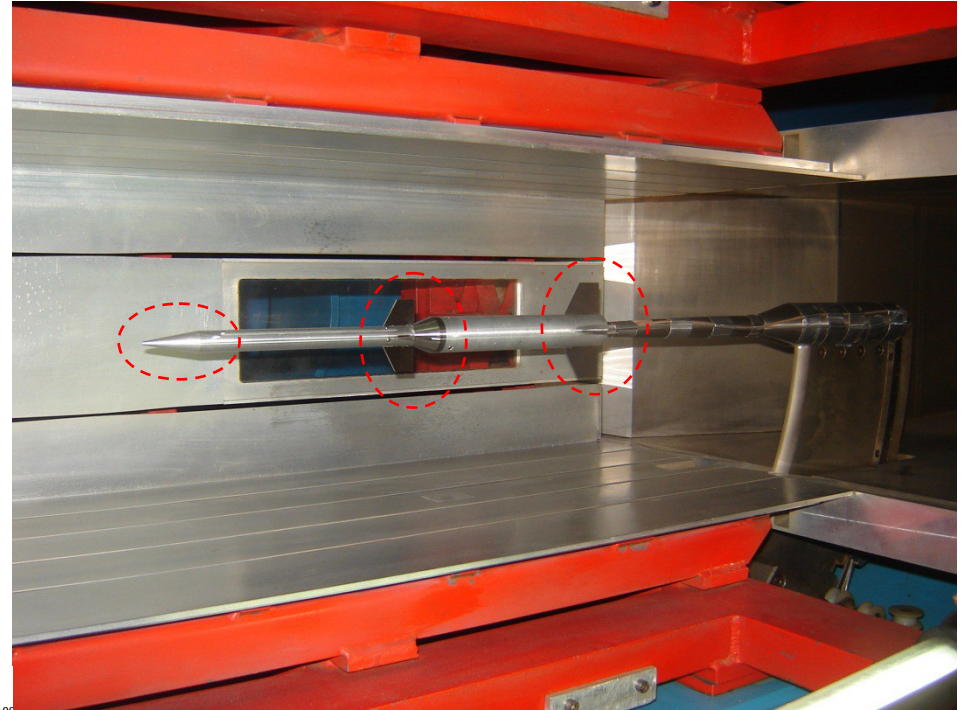
Específicos: a) adaptar o circuito aerodinâmico do TTP; b) confeccionar e instalar os modelos a serem ensaiados; c) confeccionar e instalar sistema de acionamento remoto para o modelo; d) quantificar gradientes de pressão em regiões da ogiva e das empenas; e) obter resultados de simulação numérica de configurações ensaiadas; f) propor critérios de correção dos efeitos de parede para os ensaios; g) estabelecer condições ótimas nas configurações dos ensaios; h) divulgar conhecimento técnico-científico dos ensaios transônicos.

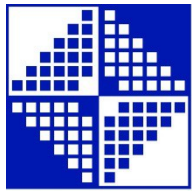


# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores





# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

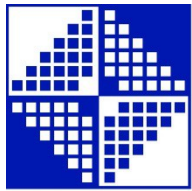
Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



**2. Justificativa:** *“O DCTA (IAE) é participante setorial do SINDAE (Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais), responsável pela pesquisa e desenvolvimento de veículos espaciais, montagem, integração e lançamento.”*

Já foram testados veículos de sondagem (Sonda III, VS-30, VS-40) até número de Mach 1,0, e é de fundamental importância para o Instituto a realização de tais ensaios em toda a faixa transônica (números de Mach de 0,8 a 1,3) com especial destaque à análise de interferências.

***Além disso, destaca-se a importância da realização de ensaios aerodinâmicos na faixa transônica em território nacional em termos de sigilo de informações no desenvolvimento dos projetos espaciais do Instituto, e formação de engenheiros aeroespaciais (graduação ITA, pós-graduação IAE, ASE, ASD).***



# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



## 3. Aplicação em Veículos Espaciais:

Embora o veículo espacial transite em regime transônico num período muito curto, é de grande importância a análise dos fenômenos nesta regime caracterizado por fronteiras subsônica/supersônica instáveis e bastante complexas. Como exemplo, esta necessidade levou ao retrabalho para ampliação da capacidade do túnel transônico 16-ft da NASA- Langley: 12MW (1941), 52MW (1950), 79 MW (1961) (Capone, 1995).

O TTP (com área de 0,25 m x 0,30 m) atende bem a ensaios com geometrias simples (veículos espaciais), como comprovado por comparações entre ensaios realizados, e resultados em outros túneis e cálculo numérico.



# 6º SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



## 4. Cronograma: início nov 2010 – fim out 2014

ATIVIDADES	2011		2012		2013		2014	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Identificação de bolsistas	xxx	xxx						
Revisão bibliográfica	xxx	xxx	xxx	x		x		
Projeto primeira garganta supersônica		xxx	xxx					
Modificação da primeira garganta			xxx	xxx	xxx			
Confecção de modelos			xxx	xxx	xxx			
Instalação de sistema de acionamento				xxx	xxx			
Realização de ensaios I					xxx	xxx		
Realização de ensaios II						xxx	xxx	
Elaboração de malhas computacionais		xxx	xxx	xxx				
Realização de cálculo numérico			xxx	xxx	xxx			
Análise de dados				xxx	xxx	xxx		
Redação de relatórios técnicos					xxx	xxx	xxx	xxx
Elaboração de artigos científicos				xxx	xxx		xxx	xxx
Apresentações e discussões técnicas				xxx			xxx	xxx





## 5. Relatório Parcial ao CNPq – maio 2012

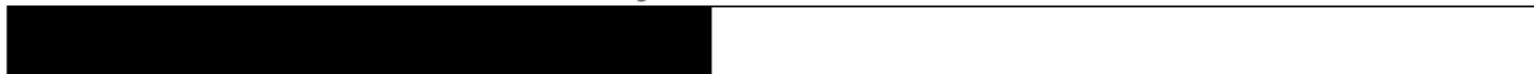
EDITAL MCT/CNPq/AEB número 33/2010 – FORMAÇÃO, QUALIFICAÇÃO E CAPACITAÇÃO DE RH EM ÁREAS ESTRATÉGICAS DO SETOR ESPACIAL

### CRONOGRAMA FÍSICO PLANEJADO



Início 28/10/2010 a 28/10/2014 – 19 meses até a presente data [40%]

### CRONOGRAMA FÍSICO – REALIZAÇÕES



[45%]

### CRONOGRAMA FINANCEIRO



R\$ 38.043,76 / R\$ 98.319,50 [39,5%]

### CRONOGRAMA DE UTILIZAÇÃO DAS BOLSAS (4 bolsas de 24 meses)



50 meses de 96 meses das 4 bolsas [52%]



# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



## 6. Resultados: adaptação do TTP

**6.1 – desenvolvimento da primeira garganta**

**6.2 – desenvolvimento do sistema CTS**

**6.3 – outras adaptações** (suporte *yawmeter*, janela lateral com tomadas de pressão, balança interna para arrasto, instalação de sensor de pressão, retrabalho das paredes com tomadas de pressão, fabricação de modelos simples, sistema de acionamento automático do inversor, retrabalho das janelas para visualização *schlieren*, projeto de *sting* especial)



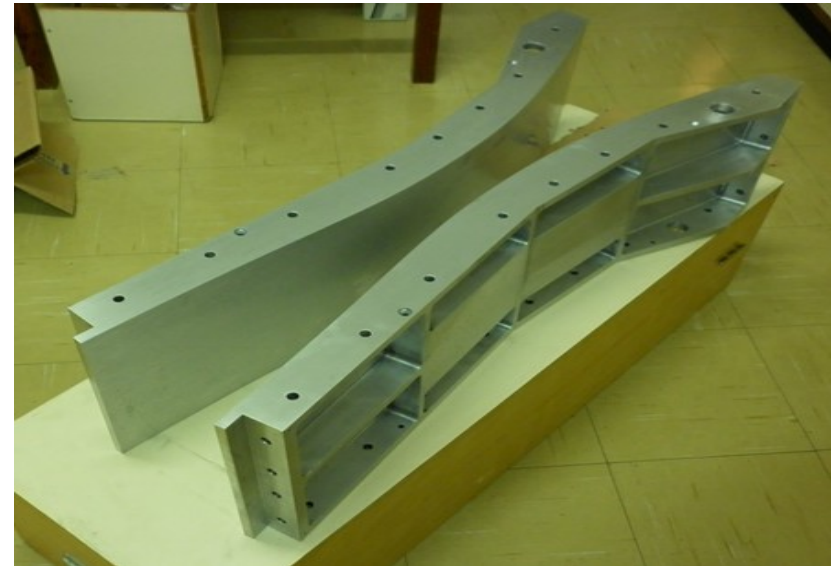
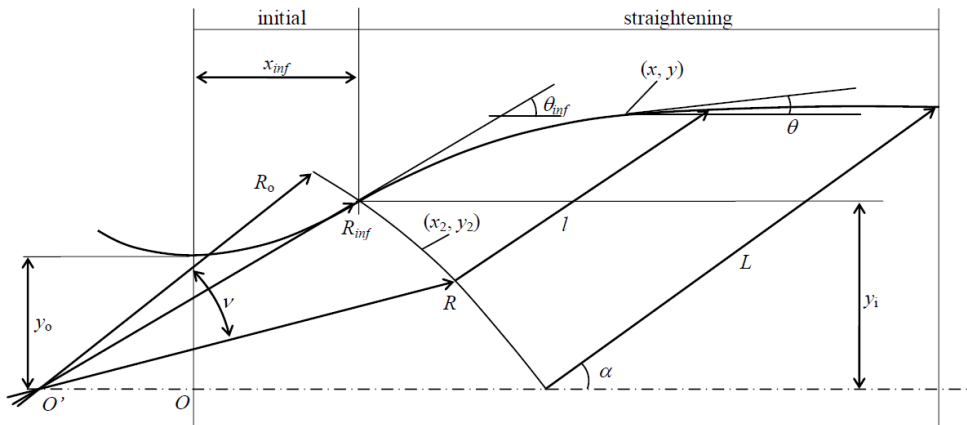
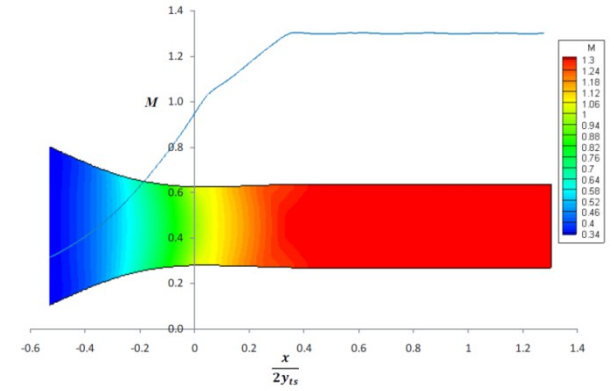
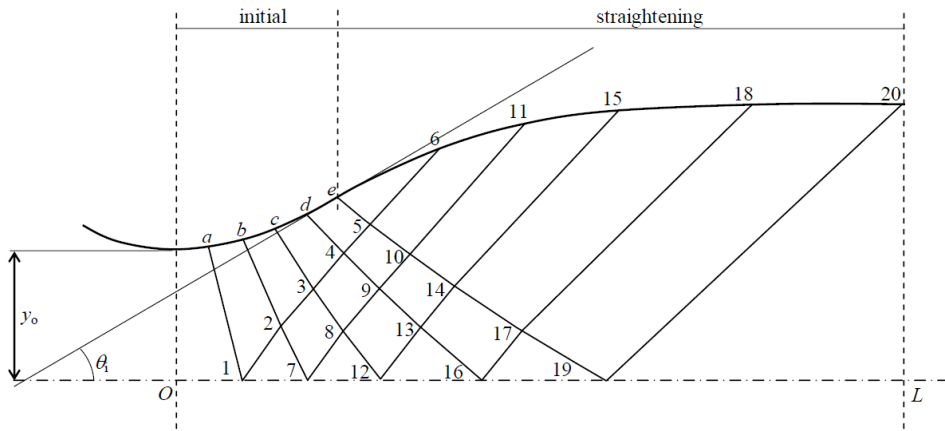
# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

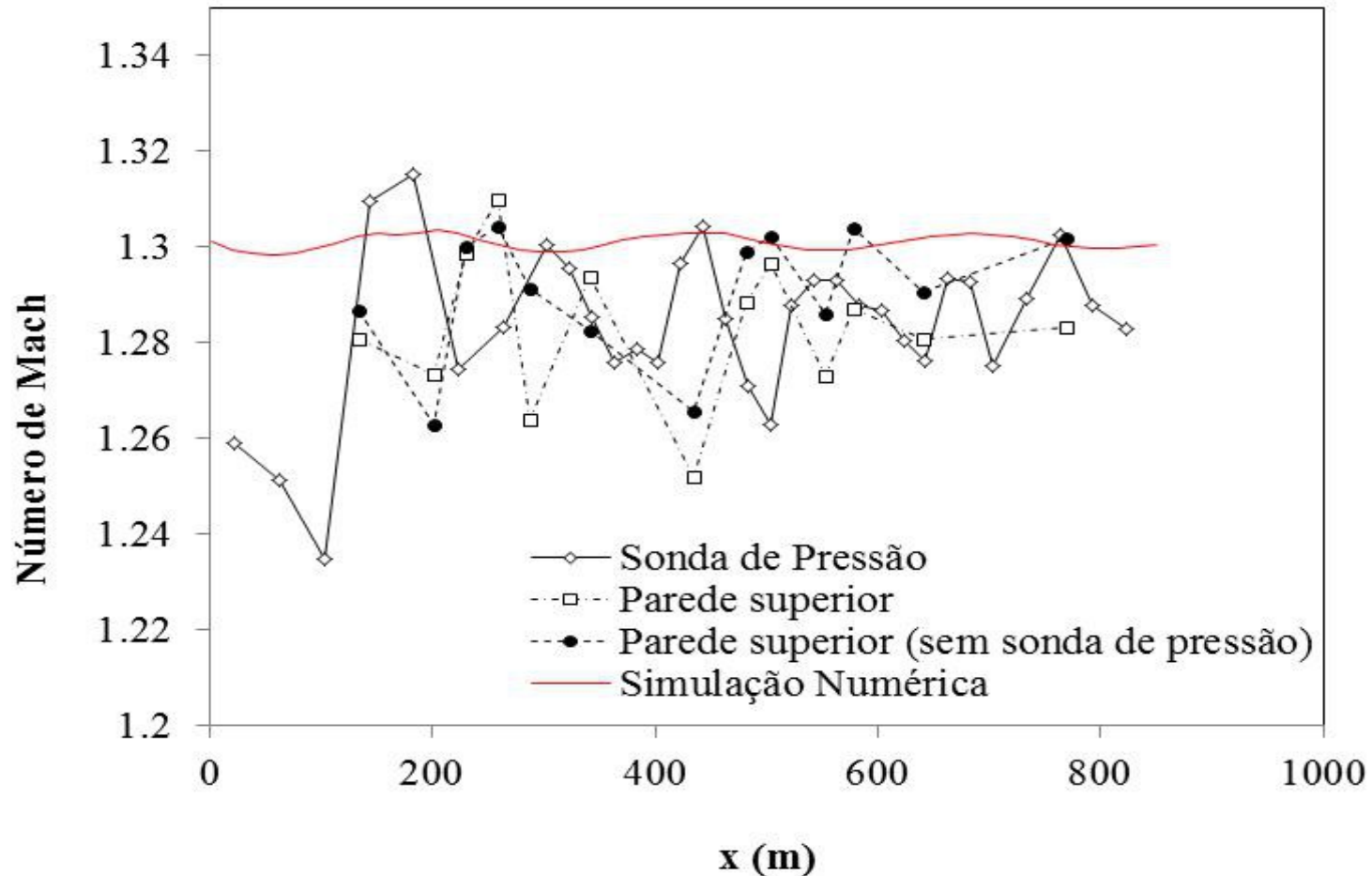


## Resultados 6.1 – Primeira Garganta





## Resultados 6.1 – Primeira Garganta





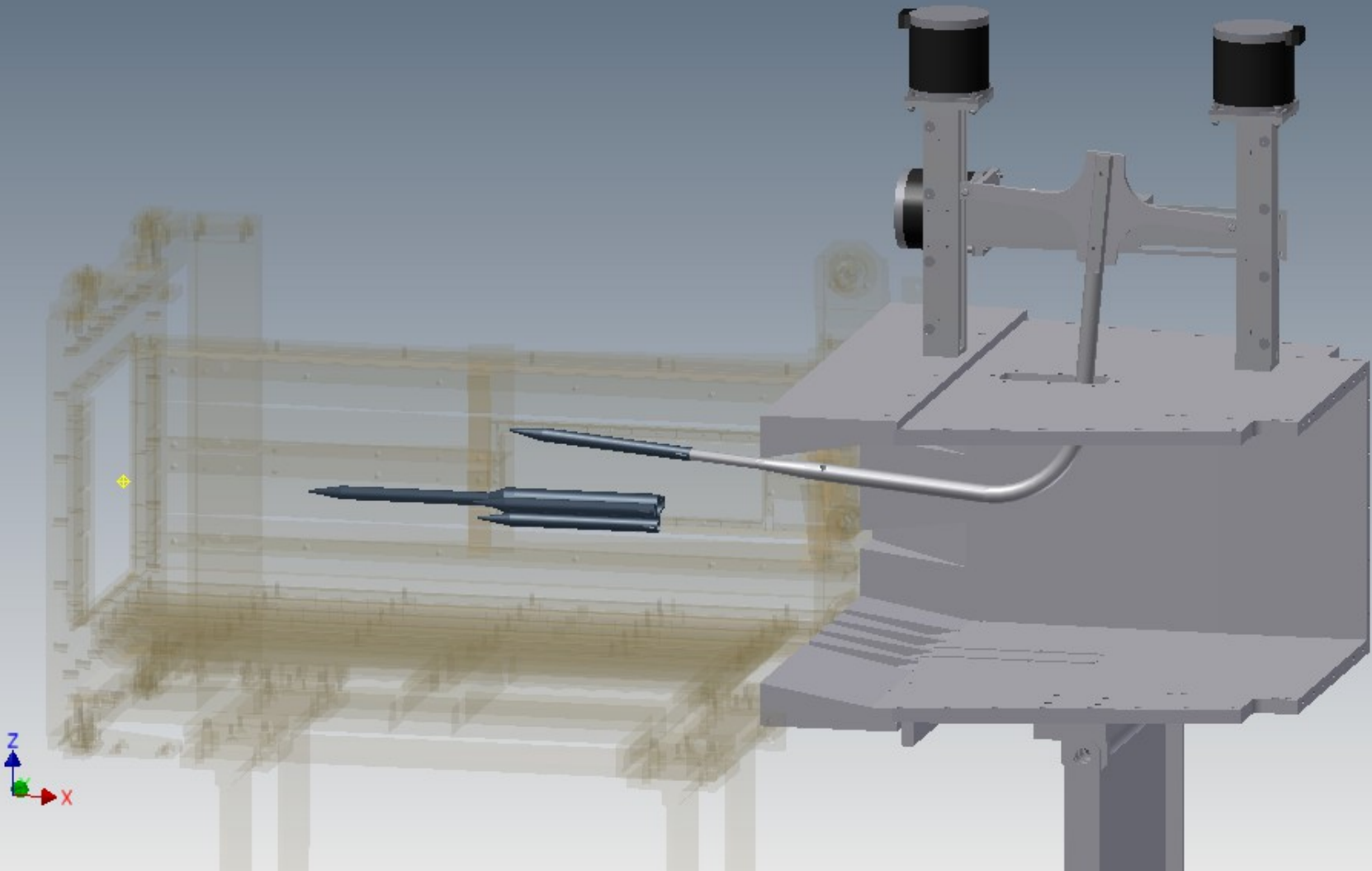
# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



## Resultados 6.2 – CTS (*Captive Trajectory System*)





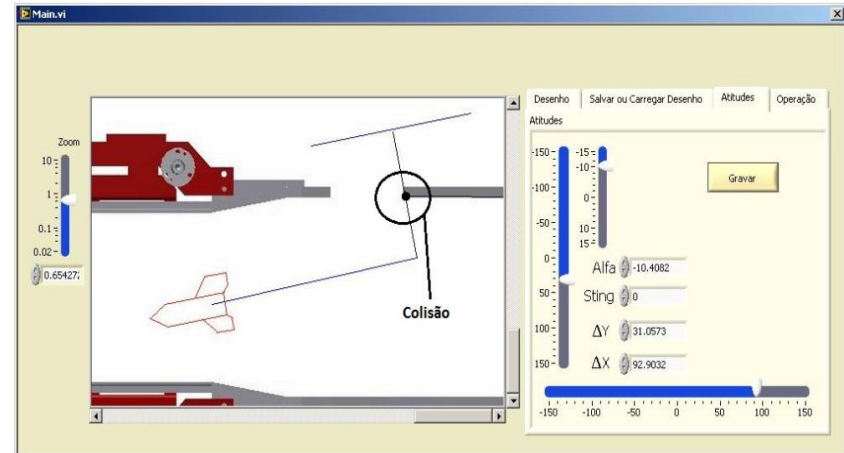
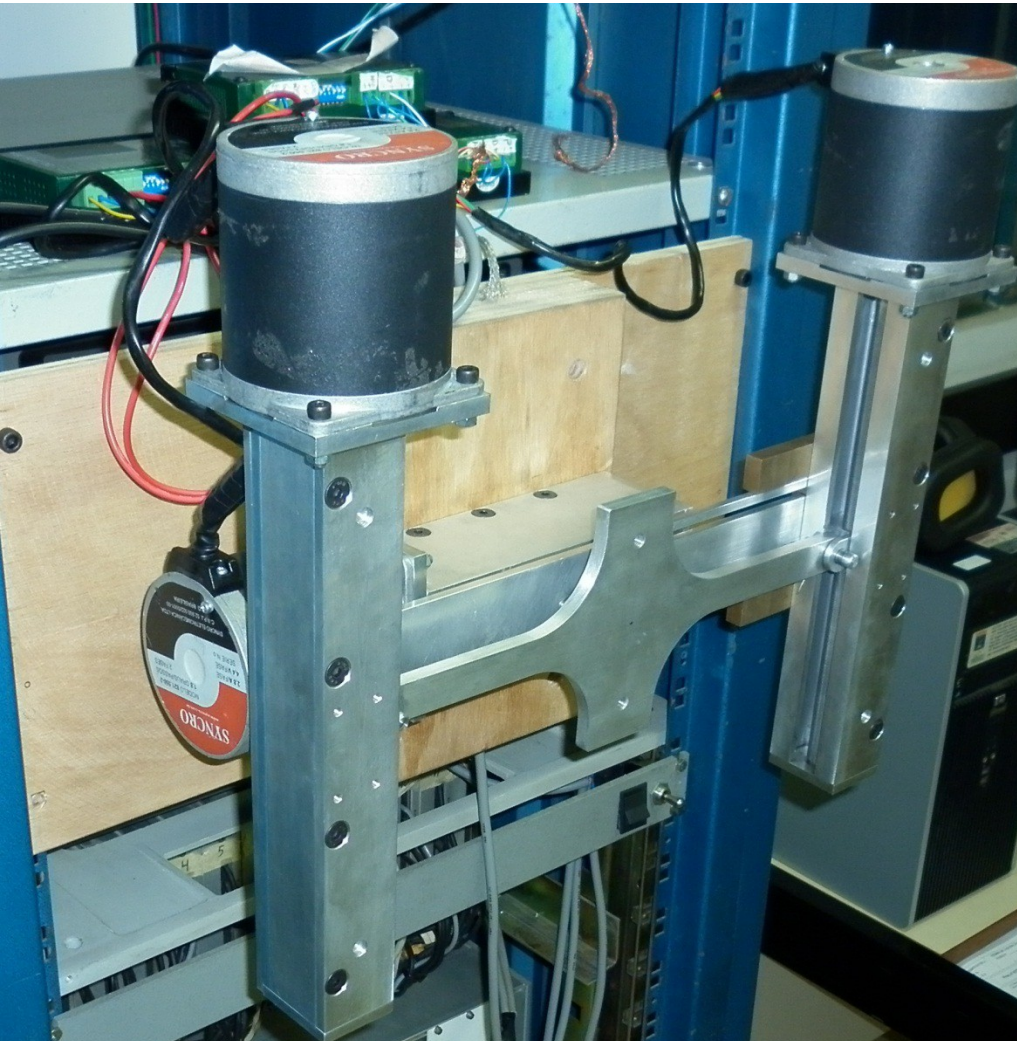
# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

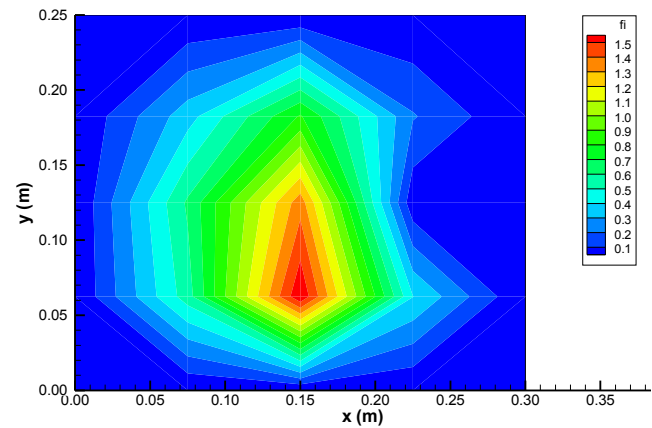
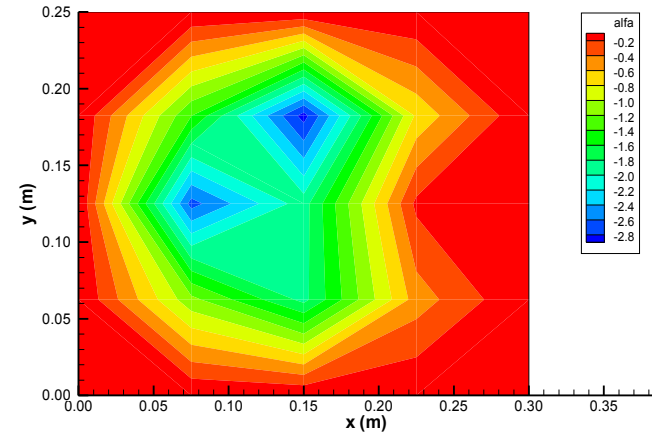


## Resultados 6.2 – CTS





## Resultados 6.3 – suporte do yawmeter





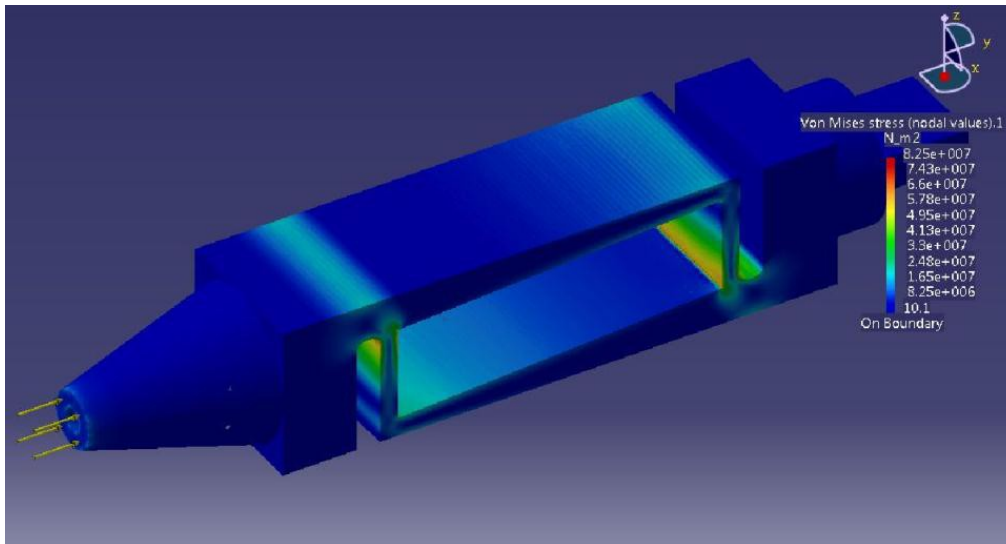
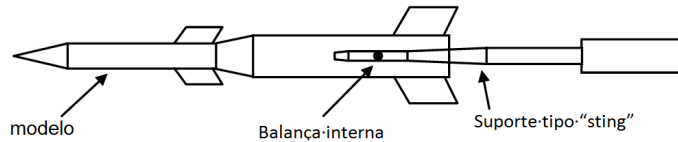
# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



## Resultados 6.3 – Projeto de Balança Interna







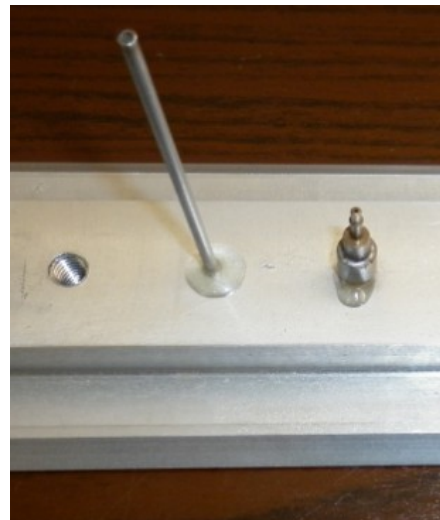
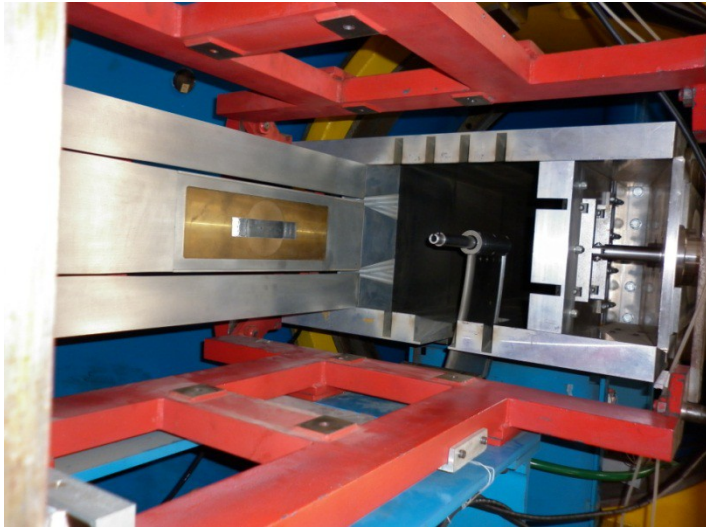
# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



## Resultados 6.3 – Retrabalho nas Paredes ST





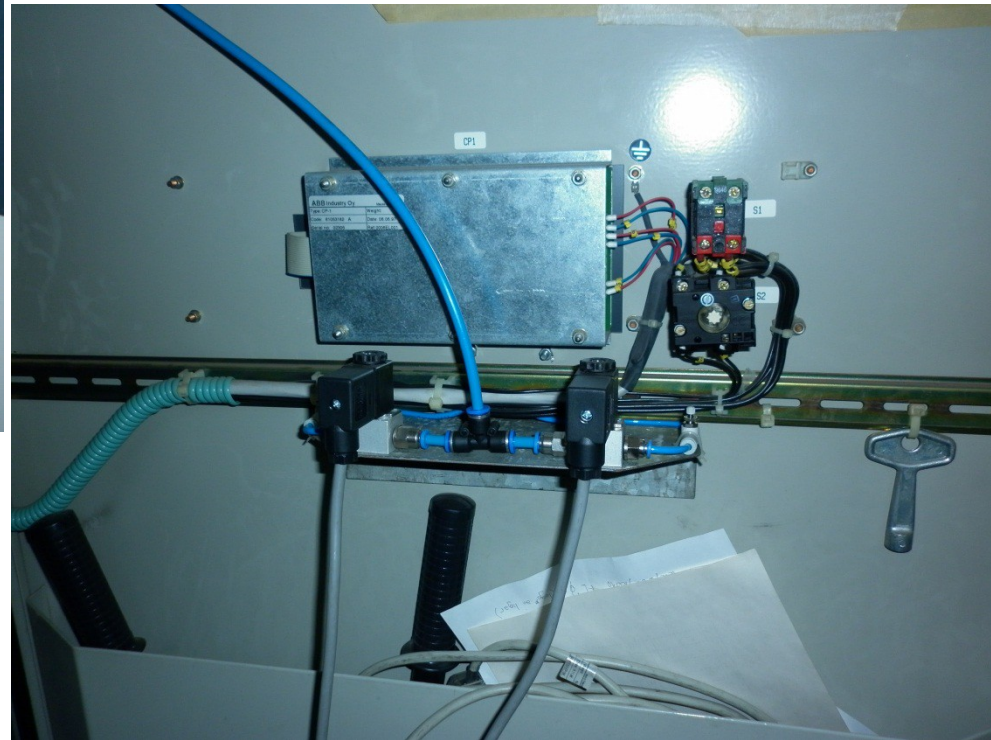
# 6º SeP P&D

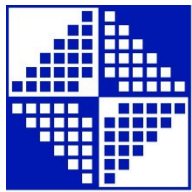
Seminário de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em Veículos Espaciais e Tecnologias Associadas

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



## Resultados 6.3 – Acionamento do Conversor



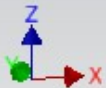
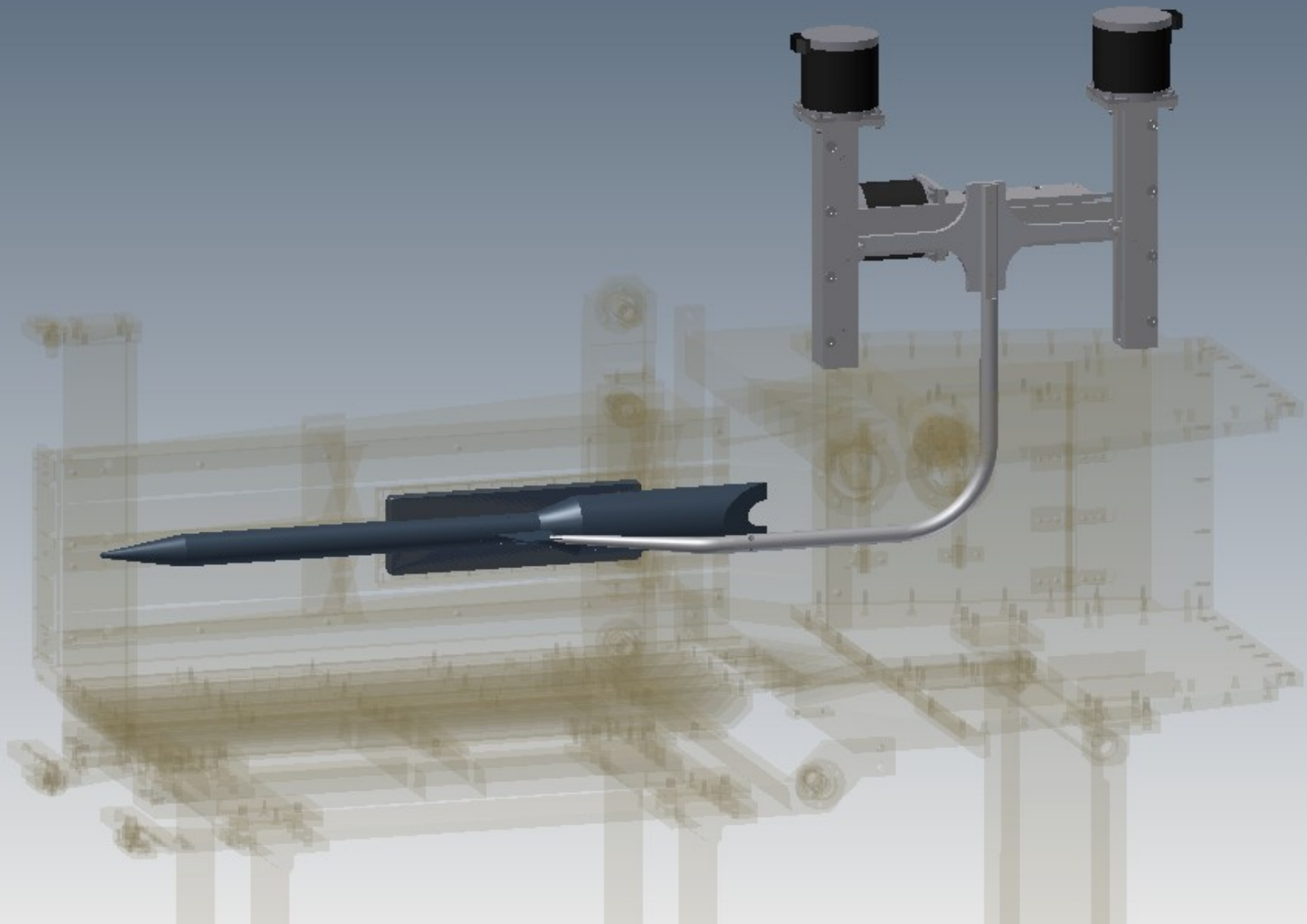


# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

## 7. ½ Modelo VS-30



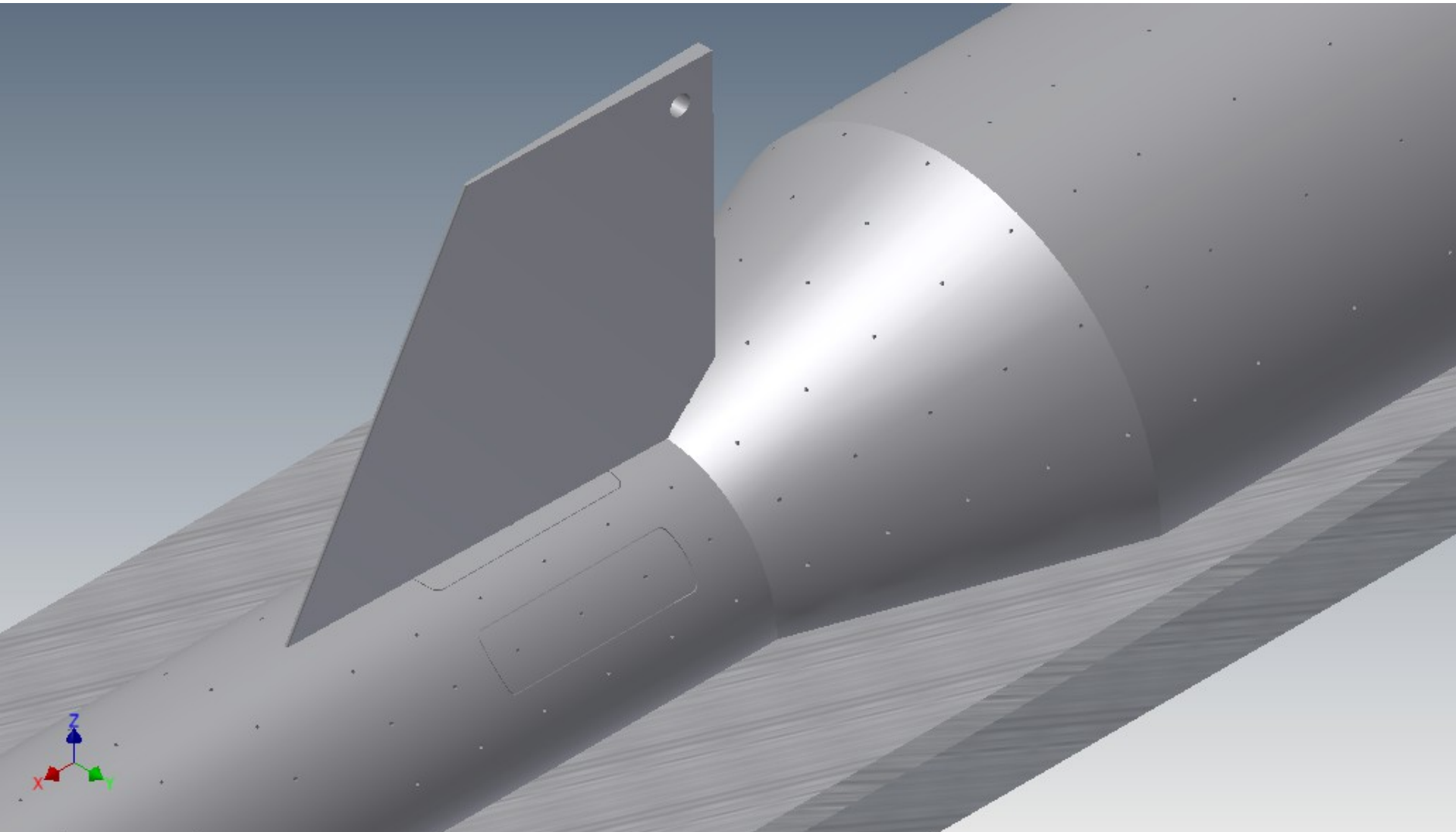


# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

## 7. ½ Modelo VS-30





# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

## 8. Publicações



### COBEM 2011

- **Automatic Control of Flaps in a Transonic Wind Tunnel Installation**
- **Pressure Probe Development and Tests in a Transonic Wind Tunnel Calibration**
- **Design of a Supersonic First-throat for a Transonic Wind Tunnel and Numerical Evaluation**

### JATM

- **Experimental Results from a Sounding Vehicle Sonda III Test Campaign in the Pilot Transonic Wind Tunnel**



# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

## 8. Publicações



### **TESE DE MESTRADO NO ITA – Bruno Goffert**

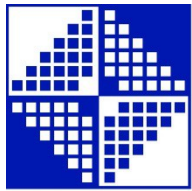
- **Análise Numérica e Experimental do Perfil NACA 0012 no Túnel Transônico Piloto do IAE**

### **CONEM 2012**

- **Perda de Carga no Túnel Transônico do IAE**
- **Distribuição de Pressão Estática no Aerofólio NACA 0012 em Velocidades Transônicas**
- **Descrição do Projeto CTS – Captive Trajectory System**

### **IMEKO 2012**

- **Evaluation of Mach Number Distribution at the Test Section of the TTP Transonic Wind Tunnel**



# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores

## 8. Publicações



### ENCIT 2012

- **Pressure Distribution on an AGARD Model in a Transonic Wind Tunnel Using PSP Technique**
- **Experiments in Transonic Wind Tunnel Using a Supersonic First-throat**
- **Mathematical Modeling of the CTS – Captive Trajectory System**
- **Control System of the CTS – Captive Trajectory System**

### AIAA Conference

- **Numerical/Experimental Analysis of the NACA 0012 Profile in a Transonic Wind Tunnel**



# 6<sup>o</sup> SeP P&D

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

Workshop: Tendências Futuras para Veículos Lançadores



## Agradecimentos

**CNPq**

**IAE**

**AEB**