

Prêmio Dorgival Brandão Júnior – 2006

# Qualidade do Software Embarcado em Aplicações Espaciais



Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais



DBA Engenharia de Sistemas LTDA



Instituto de Computação - Unicamp



# Apresentação

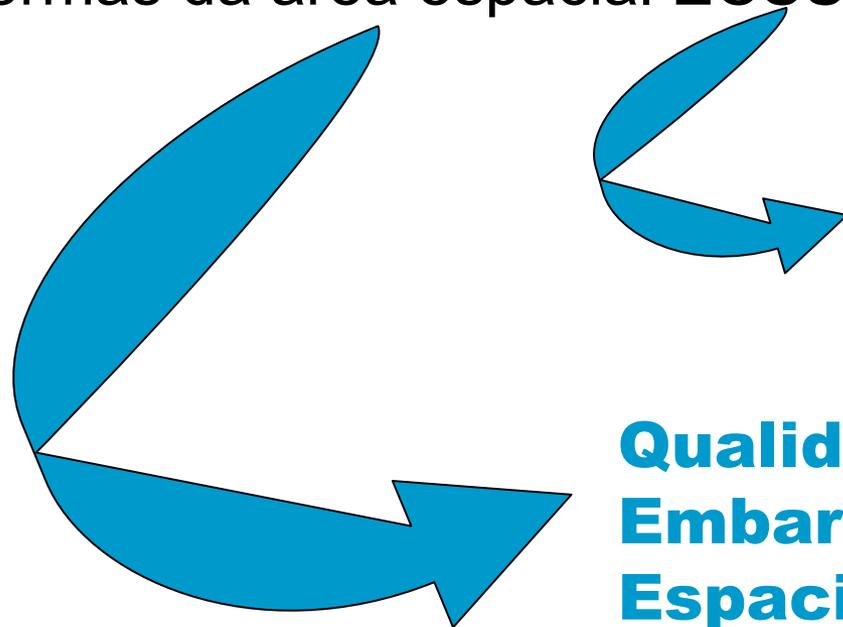
- Contextualização
- Objetivo do projeto
- Metodologia de execução
- O projeto QSEE
- Resultados relevantes
- Inovação
- Conclusão

# Contextualização

- Crescente preocupação das agências espaciais mundiais a partir dos anos 90 com a qualidade dos projetos
  - satélites
  - veículos lançadores
  - operação de missões em soloatinge a qualidade do software presente em sistemas que realizam funções críticas
- Evolução dos sistemas computacionais aumenta as funcionalidades implementadas por software – item de software mais complexo
- Grandes investimentos do setor industrial na melhoria dos processos adotados para o desenvolvimento de software

# Contextualização

- O envolvimento da indústria Brasileira de software no processo de desenvolvimento de missões de satélites como fornecedor de subsistemas embarcados não havia sido feito de forma sistemática de modo a permitir avaliar a aderência dos processos seguidos pela indústria aos requisitos recomendados pelas normas da área espacial ECSS adotadas no INPE



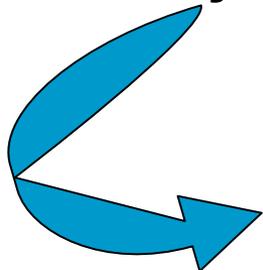
**European Cooperation for  
Space Standardization**

**Qualidade do Software  
Embarcado em Aplicações  
Espaciais - QSEE**

# Objetivos do projeto



- Transferência de tecnologia do INPE para a indústria nacional de software
- Uso das normas ECSS pela Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA/INPE) no desenvolvimento de software de cargas úteis de satélite
- Desenvolvimento de um processo de aceitação de software para o INPE apoiado na abordagem de Verificação e Validação Independente de Software



Experiência no fornecimento de software embarcado pela indústria nacional seguindo as normas ECSS

# Metodologia de execução

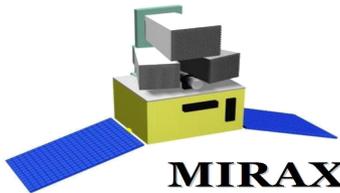
Treinamento

+

Kit de desenvolvimento – Sw embarcado  
Ferramentas e Ambientes de Testes  
Cursos pós – trabalhos associados

Adequação das normas ECSS ao projeto e aos processos CMMI

Agosto/05



MIRAX

Desenvolvimento do Software Piloto

Especificação

( 2 versões)

Projeto, Código, Docs

Qualidade do SW

Melhoria do Processo

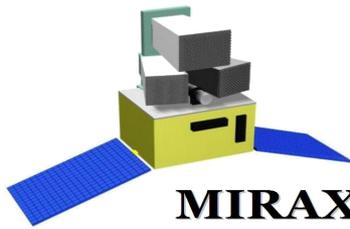
- Fabrica de SW
- Aceitação INPE
- CEA/ INPE

Out/06

**IVV**

Jul/07

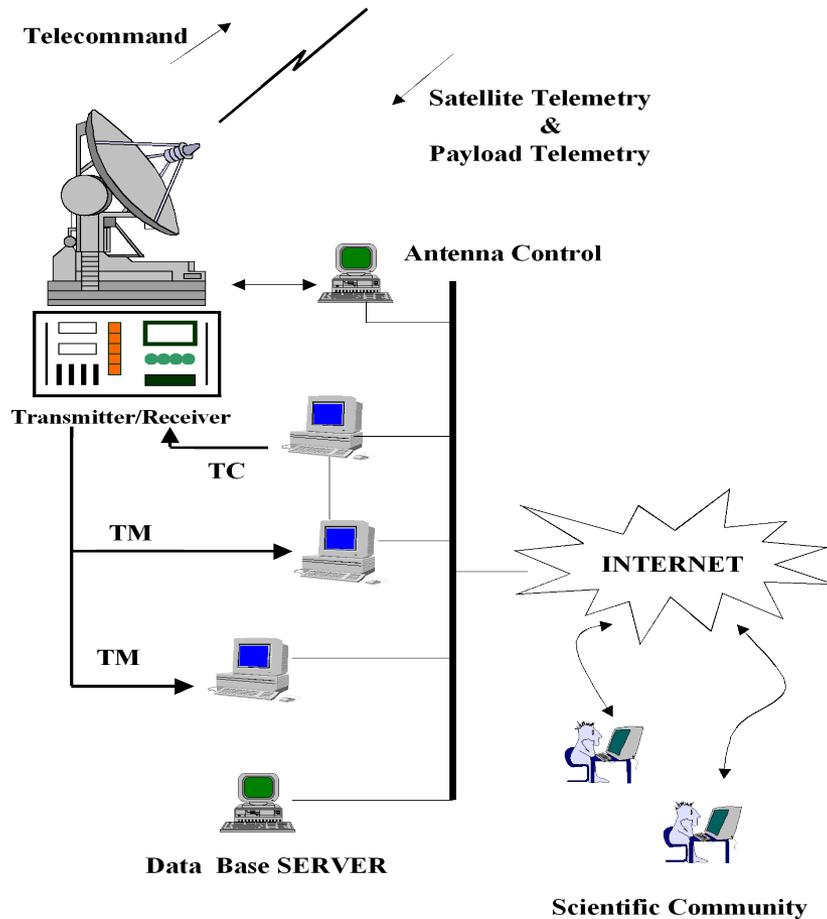
# Software Piloto SWPDC



## Software da carga útil do satélite científico

### MIRAX - Monitor e Imageador de Raios X

Satélite de Astronomia para Imageamento contínuo (mínimo 9 meses) de Raios X de uma vasta região em torno do plano Galático central para fenômenos transientes

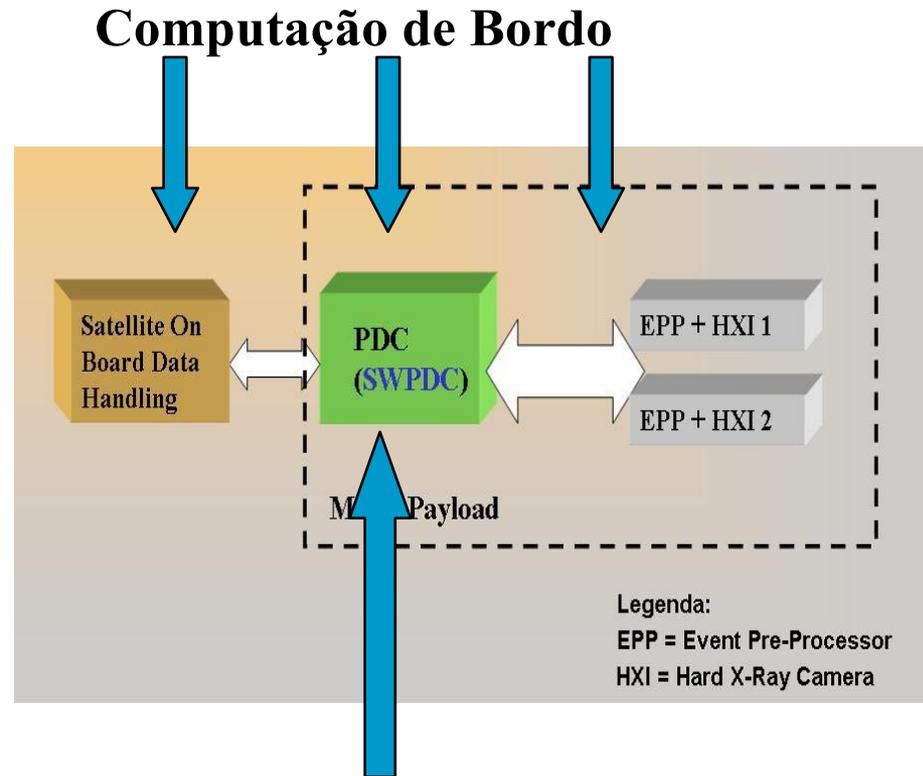
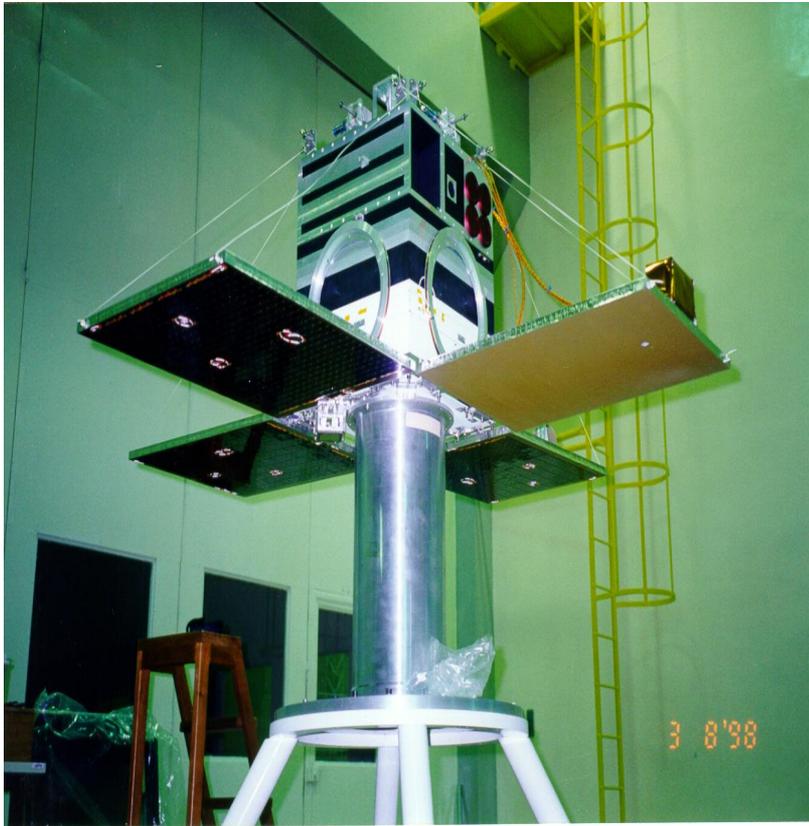


## CARGA ÚTIL

### Instrumento Imageador de Raios X

- Computador PDC - **SWPDC**
- Computador - Eventos das Câmeras - EPPs
- 2 Câmeras de Raios X - HXI

# Software Piloto SWPDC



Cliente

Especificação

2 versões

Fornecedores

**Software Piloto do QSEE**



# Software Piloto SWPDC



## Laboratório de Desenvolvimento da Ciências Espaciais e Atmosféricas/INPE

Experiência no desenvolvimento de software crítico para sistemas espaciais

- Engenheiro Pleno (líder)
- 2 Desenvolvedores Sw



## Fábrica de Software

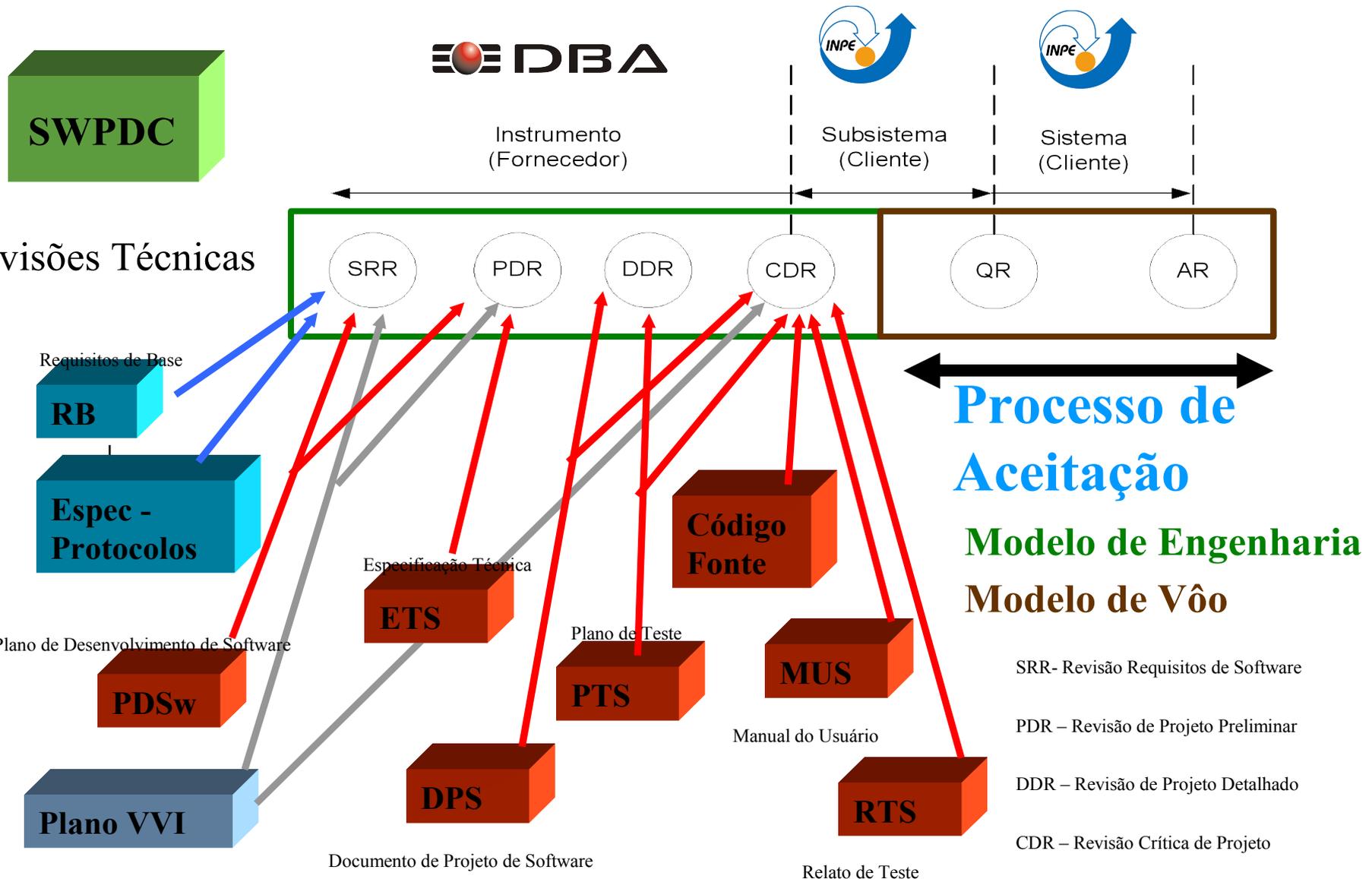


Fases do ciclo de vida do software

áreas chave de processos CMMI níveis 2 e 3

- Analista Pleno (líder)
- 2 Desenvolvedores Sw
- EQA

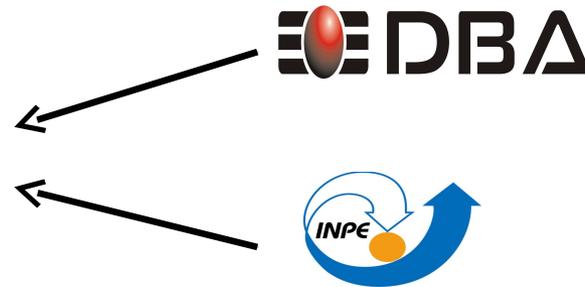
# Resultados Relevantes



# Processo de Aceitação

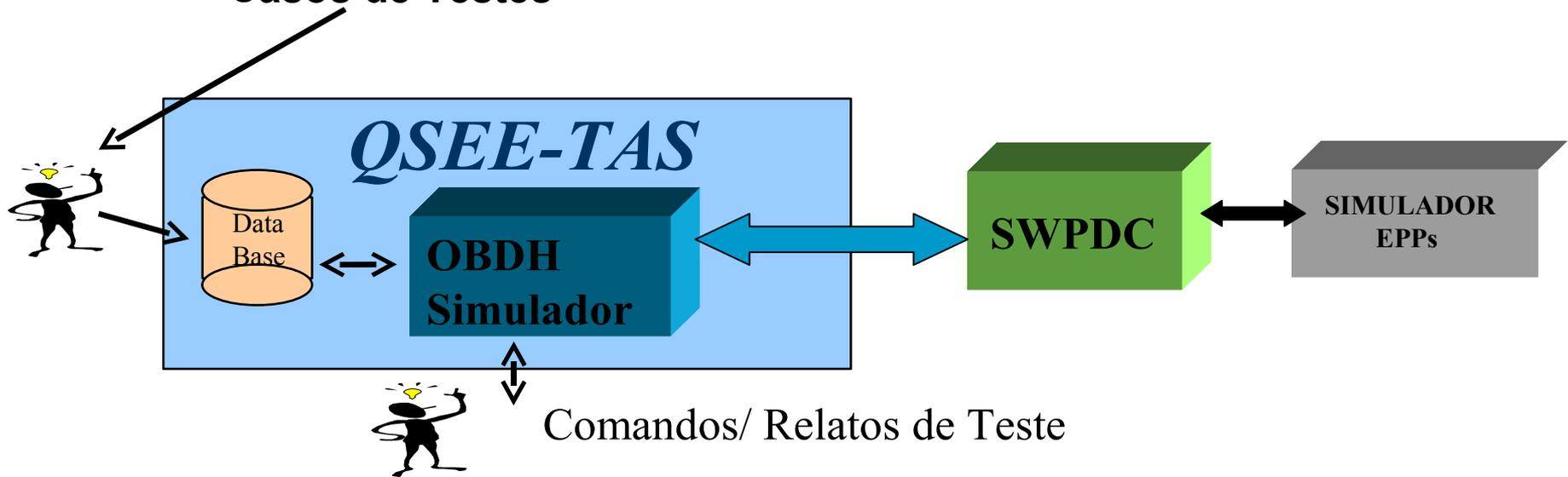
## Produtos Entregues

- Código Fonte do SWPDC
- Ferramenta de Apoio aos Testes
- Manual do Usuário
- Simuladores EPPs



## Verificação e Validação Independente (VVI)

- Metodologia de especificação dos testes - CoFI
- Ferramenta de Geração Automática de Testes - CONDADO
- Casos de Testes



# Resultados Relevantes

## ■ Ferramenta QSEE-TAS - premiada no SBES 2006

The screenshot displays the QSEE-TAS software interface. It features several sections: 'Itens de teste' (Test Items) with a list of test cases (IT-001 to IT-008) and their results (Teste Funcional); 'Casos de teste' (Test Cases) with a list of test cases (CT-001 to CT-008) and their results (Passou); 'Passos de teste do caso selecionado' (Test Steps of the selected case) with a table of test steps (001 to 003) and their results (Iterações, Intervalo, Tentativas); and 'Detalhes do passo de teste' (Test Step Details) with a table of test step details (Tipo, Local da observação, Gerador de funções, Fonte de alimentação). The interface also includes a 'Projeto' (Project) section with buttons for 'Abrir', 'Novo', 'Salvar', 'Salvar Como', 'Importar/Exportar', and 'Propriedades'; an 'Aplicação' (Application) section with buttons for 'Canais', 'Ciclos', 'Executar Casos', 'Mensagens', 'Configurações', and 'Modo Execução'; and a 'Relato' (Report) section with buttons for 'Relatos', 'Apagar Relato', and 'Plano de Teste'. A blue arrow points from the 'Passos de teste do caso selecionado' table to the hardware image below.

Item	Resultado
IT-001	Teste Funcional
IT-002	Teste Funcional
IT-003	Teste Funcional
IT-004	Teste Funcional
IT-005	Teste Funcional
IT-006	Teste Funcional
IT-007	Teste Funcional
IT-008	Teste Funcional

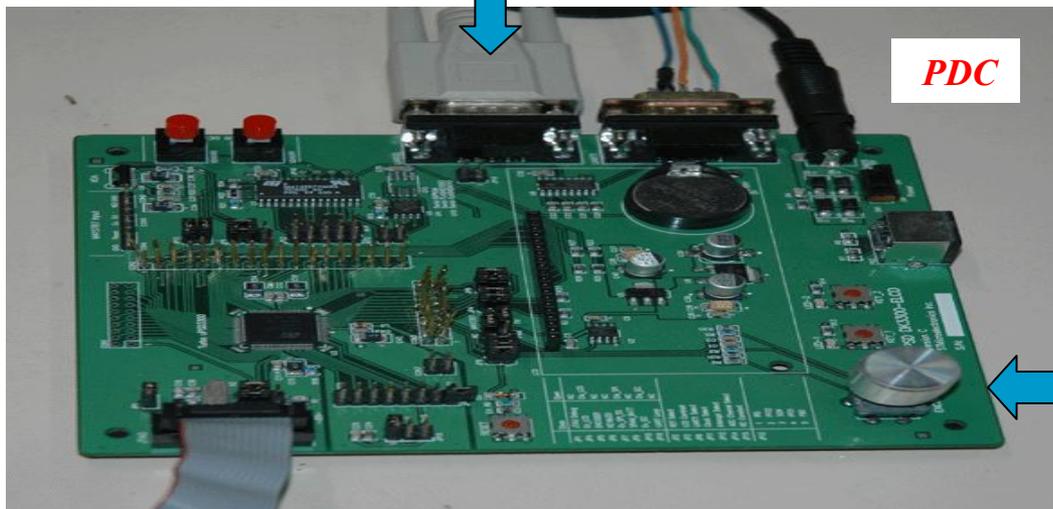
Item	Resultado
CT-001	Passou
CT-002	Passou
CT-003	Passou
CT-004	Passou
CT-005	Passou
CT-006	Passou
CT-007	Passou
CT-008	Passou

Passo de Teste	Iterações	Intervalo	Tentativas
001	---	---	---
002	5	11000	0
003	1	0	0

Tipo	Observação
Local da observação	Interação com a fonte de alimentação: PCD-ON
Gerador de funções	Gerador ligado, com modo 1 KHz
Fonte de alimentação	Fonte ligada: PDC POWER-ON

**QSEE-TAS**

Comandos/  
Relatos de Teste



The screenshot displays the EPPSimulator 2.3 software interface. It shows the configuration status and logs for the simulation. The configuration status includes: 'fk: none', 'ff: 0', 'COM1 115200 bps', and '20000 us timeout'. The logs show the server starting on address 127.0.0.1:8022 and waiting for connection. A blue arrow points from the hardware image to this screenshot.

```
Projeto QSEE - Qualidade de Software Embarcado em Aplicacoes Espaciais
MIRAX Hard X-Ray Event Pre-processor Emulator
EPP-Hx Emulator 2.3 - May 31 2007 : Lightweight
(C) 2005-2006 - MCT/INPE-DAS
[0000000000000064]:configuration status:
fk: none
ff: 0
COM1 115200 bps
20000 us timeout
09:54:25: Server on addr 127.0.0.1:8022

[0000000000001981]:Loading samples of event packs from: eppdat\datafile_epps.dat
[0000000001575483]:READY
09:54:26: EPP Process started.
09:54:26: Server: starting on 127.0.0.1:8022....
09:54:26: Server: waiting for connection on 127.0.0.1:8022.
```

**SIMULADOR  
EPPs**

# Produção Acadêmica

- 2 artigos em Conferência Internacional – 2006
- 2 artigos em Workshop Internacional – 2006
- 2 artigos em Simpósio Nacional – 2006
- 3 artigos em Conferência Internacional 2007

## Método Desenvolvido

- Processo de Aceitação de Software para o INPE usando a abordagem VVI

## Recursos Humanos Capacitados

- 3 estagiários com mestrado
- 2 estagiários com graduação
- 2 estagiários de graduação

# Aplicabilidade dos Resultados

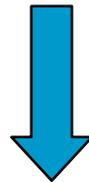
- **Software SWPDC efetivamente produzido no modelo Fábrica de Software – com extensão de 20% do prazo inicialmente estimado**
- **Demonstrada a aderência dos processos da FSW da DBA aos requisitos das normas ECSS**
- **A maturidade da DBA permitiu identificar que a sistemática de Revisão de Requisitos de Software (SRR) é um mecanismo eficaz de interação com o cliente para apoio à análise dos requisitos, mitigando riscos.**



**SRR incorporada na FSW da DBA**

# Aplicabilidade dos Resultados

- **Criação de um checklist específico para software embarcado para guiar a revisão por pares praticada pela empresa**
- **Melhoria no planejamento dos testes de integração de componentes e testes de sistema na FSW da DBA de forma complementar à revisão por pares.**



**Contribuições do projeto para melhorias no processo de teste existente na FSW.**

# Características Inovadoras

- **Adaptação das normas ECSS para um processo de *outsourcing* envolvendo Fábrica de Software Brasileira**
- **Desenvolvimento de um processo de aceitação de software para o INPE e aplicação em um caso real de *outsourcing* de software embarcado**
- **Aplicação da abordagem VVI de Software**
- **Transferência de tecnologia da área espacial para uma empresa brasileira do setor de software**

# Conclusão

- **O nível de maturidade 3 CMMI da FSW permitiu ao EQA da empresa entender de forma relativamente simples os requisitos do cliente e recomendações das normas ECSS**
- **Os mecanismos existentes nos processos da qualidade da empresa facilitaram a implantação das adequações que se mostraram necessárias – ex: conjunto de documentos exigidos pelo cliente nas revisões formais**
- **Fase de treinamento em desenvolvimento de software embarcado foi essencial para nivelar o conhecimento das equipes**

# Agradecimentos

- **FINEP – pelo suporte financeiro concedido ao projeto QSEE – Ações Transversais/ Software.**
- **CNPq – bolsa DTI de apoio ao projeto.**
- **FUNDEP – pela apoio administrativo à execução do projeto.**

**<http://www.cea.inpe.br/qsee/>**